PALLAS

Plan-MER PALLAS



Plan-MER PALLAS

Oktober 2017

Deze plan-MER is tot stand gekomen in opdracht van:

PALLAS

Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor
www.pallasreactor.com

in samenwerking met:

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

NRG

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Inhoudsopgave

Leeswijzer 11

DEEL A

1 Inleiding op project procedures PALLAS 14
1.1 Een nieuwe reactor in Petten 15
1.2 Te nemen besluiten en te doorlopen procedures 16
1.2.1 Herziening bestemmingsplan 16
1.2.2 Passende beoordeling 17
1.2.3 De m.e.r.-procedure 17
1.2.4 Afbakening: plan-MER versus besluit-MER 18
1.2.5 Locatie specifieke onderzoeken behorende bij het besluit-MER: site characterisation 19
1.2.6 Te nemen besluiten 21
1.2.7 Betrokken partijen 22
1.3 Grensoverschrijdende informatie 22

2 Doelstelling, nut en noodzaak 24
2.1 Besluitvorming over en doelstelling van PALLAS 25
2.1.1 Doelstelling van PALLAS 25
2.1.2 De besluitvorming inzake de vervanging van de Hoge Flux Reactor 25
2.1.3 Locatiekeuze 25
2.2 De maatschappelijke relevantie van de PALLAS-reactor; de behoefte aan medische isotopen 26
2.2.1 Isotopen voor diagnostiek; molybdeen-99 en technetium-99m 26
2.2.2 Leverancier van molybdeen-99 en internationale ontwikkelingen 26
2.2.3 Ontwikkeling van de vraag naar molybdeen-99 27
2.2.4 Therapeutische isotopen 28
2.2.5 Isotopen voor industriële toepassingen 30
2.3 Alternatieve productiemethodes medische isotopen 30
2.3.1 Hoe werken reactoren en versnellers: een vergelijking 30
2.3.2 Cyclotron- en reactor isotopen zijn complementair 32
2.4 Hoogwaardige kennisinfrastructuur en werkgelegenheid 32
2.4.1 De nucleaire kennisinfrastructuur 32
2.4.2 Belang van Petten voor de nucleaire infrastructuur 33
2.4.3 Hoogwaardige werkgelegenheid 34

3 Voornemen en varianten 36
3.1 Locatie op de OLP 37
3.2 Ontwerpkader, reactor, positie in keten 38
3.2.1 Ontwerpkader 38
3.2.2 PALLAS-reactor 38
3.2.3 Positie PALLAS in de splijtstofketen en in de isotopenketen 39
3.3 Projectfasen 40
3.3.1 Bouwfase 40
3.3.2 Overgangsfase 40
3.3.3 Exploitatiefase 40
3.4 Varianten 40
3.4.1 Varianten voor de hoogte van de reactor 40
3.4.2 Varianten voor koelen van de reactor 41

4 Aanpak millieubeoordeling 44
4.1 Referentiesituatie en projectfasen 45
4.2 Ontwerpkader 45
4.3 Beoordelingsmethodiek milieubeoordeling 46
4.3.1 Type milieueffecten 46
4.3.2 Scoringsmethodiek 48

4.4 Resultaten: negatieve en/of onderscheidende milieueffecten 48
4.4.1 Negatieve effecten en onderscheidende effecten tussen varianten – Bouwfase 49
4.4.2 Negatieve effecten en onderscheidende effecten tussen varianten – Overgangsfase 50
4.4.3 Negatieve effecten en onderscheidende effecten tussen varianten – Exploitatiefase 51

5 Conclusies millieubeoordeling 52
5.1 Varianten voor bouwhoogte en koeling 53
5.2 Hoofdlijn beoordeling: negatieve, positieve en onderscheidende effecten 53
5.2.1 Bouwfase 53
5.2.2 Overgangsfase 54
5.2.3 Exploitatiefase 54
5.3 Mitigerende maatregelen 55
5.3.1 Overzicht mitigerende maatregelen 55
5.3.2 Wijze van juridische borging van mitigerende maatregelen 56
5.4 Aanbevelingen en aandachtspunten voor het besluit-MER 58

Verwijzingen deel A 60

DEEL B

6 Nadere toelichting deel B 64
6.1 Referentiesituatie 65
6.2 Projectfasen 65
6.3 Varianten 65
6.4 Beschouwde aspecten en leeswijzer 66

7 Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid 68
7.1 Beoordelingskader 69
7.1.1 Beleidskader 69
7.1.2 Beoordelingskader en methodiek 71
7.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 74
7.2.1 Huidige situatie 74
7.2.2 Autonome ontwikkeling 77
7.3 Te nemen besluiten en te doorlopen procedures 78
7.3.1 Effectbeschrijving 78
7.3.2 Effectbeoordeling 78
7.4 Mitigerende maatregelen 81
7.5 Leemten in kennis en aanzet tot evaluatieprogramma 81

8 Bodem en water 82
8.1 Beoordelingskader 83
8.1.1 Beleidskader 83
8.1.2 Beoordelingskader en methodiek 84
8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 88
8.2.1 Huidige situatie 88
8.2.2 Autonome ontwikkelingen 93
8.3 Milieueffecten 95
8.3.1 Effectbeschrijving 95
8.3.2 Effectbeoordeling 99
8.4 Mitigerende maatregelen 101
8.5 Leemten in kennis 102

9 Waterveiligheid 104
9.1 Beoordelingskader 105
9.1.1 Beleidskader 105
9.1.2 Beoordelingskader en methodiek 106
9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 107

9.2.1 Huidige situatie 107
9.2.2 Autonome ontwikkelingen 108
9.3 Milieueffecten 108
9.3.1 Effectbeschrijving 108
9.3.2 Effectbeoordeling 108
9.4 Mitigerende maatregelen 116
9.5 Leemten in kennis 116

10 Luchtkwaliteit 118
10.1 Beoordelingskader 119
10.1.1 Beleidskader 119
10.1.2 Beoordelingskader en methodiek 120
10.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 121
10.2.1 Huidige situatie 121
10.2.2 Autonome ontwikkelingen 122
10.3 Milieueffecten 123
10.3.1 Effectbeschrijving 123
10.3.2 Effectbeoordeling 125
10.4 Mitigerende maatregelen 125
10.5 Leemten in kennis 126

11 Geluid 128
11.1 Beoordelingskader 129
11.1.1 Beleidskader 129
11.1.2 Beoordelingskader en methodiek 129
11.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 132
11.2.1 Huidige situatie 132
11.2.2 Autonome ontwikkelingen 133
11.3 Milieueffecten 133
11.3.1 Effectbeschrijving 133
11.3.2 Effectbeoordeling 134
11.4 Mitigerende maatregelen 135
11.5 Leemten in kennis 136

12 Licht 138
12.1 Beoordelingskader 139
12.1.1 Beleidskader 139
12.1.2 Beoordelingskader en methodiek 139
12.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 140
12.2.1 Huidige situatie 140
12.2.2 Autonome ontwikkelingen 140
12.3 Milieueffecten 142
12.3.1 Effectbeschrijving 142
12.3.2 Effectbeoordeling 142
12.4 Mitigerende maatregelen 143
12.5 Leemten in kennis 143

13 Natuur 144
13.1 Beoordelingskader 145
13.1.1 Beleidskader 145
13.1.2 Beoordelingskader en methodiek 147
13.2 Huidige situatie 149
13.2.1 Natura 2000-gebieden 149
13.2.2 Soortbescherming 151
13.2.3 Rode lijst 152
13.2.4 Gebiedsbescherming: Provinciale Ruimtelijke Verordening Noord-Holland 152
13.3 Autonome ontwikkelingen 153
13.4 Milieueffecten 154
13.4.1 Effectbeschrijving 154

13.4.2 Effectbeoordeling 161
13.5 Mitigerende en compenserende maatregelen 169
13.6 Leemten in kennis 169

14 Recreatie en toerisme 170
14.1 Beoordelingskader 171
14.1.1 Beleidskader 171
14.1.2 Beoordelingskader en methodiek 172
14.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 173
14.2.1 Huidige situatie 173
14.2.2 Autonome ontwikkeling 176
14.3 Milieueffecten 177
14.3.1 Effectbeschrijving 177
14.3.2 Effectbeoordeling 178
14.4 Mitigerende maatregelen 180
14.5 Leemten in kennis 181

15 Landschap en cultuurhistorie 182
15.1 Beoordelingskader 183
15.1.1 Beleidskader 183
15.1.2 Beoordelingskader en methodiek 184
15.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 187
15.2.1 Huidige situatie 187
15.2.2 Autonome ontwikkelingen 198
15.3 Milieueffecten 199
15.3.1 Effectbeschrijving 199
15.3.2 Effectbeoordeling 201
15.4 Mitigerende maatregelen 203
15.5 Leemten in kennis 204

16 Archeologie 206
16.1 Beoordelingskader 207
16.1.1 Beleidskader 207
16.1.2 Beoordelingskader en methodiek 207
16.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 210
16.2.1 Huidige situatie 210
16.2.2 Autonome ontwikkelingen 212
16.3 Milieueffecten 213
16.3.1 Effectbeschrijving 213
16.3.2 Effectbeoordeling 214
16.4 Mitigerende maatregelen 215
16.5 Leemten in kennis 215

17 Verkeer 216
17.1 Beoordelingskader 217
17.1.1 Beleidskader 217
17.1.2 Beoordelingskader en methodiek 217
17.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 219
17.2.1 Huidige situatie 219
17.2.2 Autonome ontwikkeling 220
17.3 Milieueffecten 221
17.3.1 Effectbeschrijving 221
17.3.2 Effectbeoordeling 229
17.4 Mitigerende maatregelen 230
17.5 Leemten in kennis 231

18 Gevoeligheidsanalyse 232
18.1 Referentiesituatie 1 en 2 233
18.2 Leidt toepassen van referentiesituatie 2 tot andere effecten? 234

18.3 Referentiesituatie 2: relevante beoordelingscriteria 234
18.3.1 Stralingsbescherming 234
18.3.2 Nucleaire veiligheid 235
18.3.3 Koelwateronttrekking 235
18.3.4 Gebiedsbescherming en Soortbescherming van de Wet natuurbescherming 236

Verwijzingen deel B 237

BIJLAGEN

A Afkortingen en begrippenlijst 242
B Geïnformeerde landen 244
C Ontwerpkader PALLAS 246
D Transponeringstabel 276
E Overzichtstabel milieueffecten 284
F Achtergrond-rapportages 292
G Paper Medische isotopen 294

Colofon 324

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Leeswijzer

Voorliggend milieueffectrapport (MER) betreft het plan-MER voor PALLAS. Dit plan-MER bestaat uit een deel A, een deel B en de bijlagen. Deel A van dit plan-MER is bedoeld om op hoofdlijnen een overzicht te geven van het uitgevoerde (milieu)onderzoek, zonder daarbij in te gaan op de details en uitwerkingen. Hiervoor wordt verwezen naar deel B van dit plan-MER. Deel B van dit plan-MER bevat de uitgebreide beschrijvingen van de gehanteerde referentiesituatie per milieuthema en een nadere uitwerking van de milieubeoordelingen. Dit deel bevat specialistische informatie en is onderbouwend en aanvullend op deel A.

Deel A

Deel A bevat de kernhoofdstukken van het plan-MER en bevat de informatie bedoeld voor de bestuurlijke lezer, de burger en andere belangstellenden en belanghebbenden. Deel A bestaat uit:

- Hoofdstuk 1 waarin de aanleiding en achtergrond van PALLAS staat beschreven. Ook wordt ingegaan op de benodigde en te nemen besluiten, de m.e.r.-plicht en milieueffectrapportage (m.e.r.), inclusief de betrokken partijen bij dit project.
- Hoofdstuk 2 waarin de doelstelling van PALLAS en de nut en noodzaak van de PALLAS-reactor zijn beschreven.
- Hoofdstuk 3 waarin zowel het voornemen van PALLAS als de te onderzoeken varianten nader worden toegelicht.
- Hoofdstuk 4 waarin een toelichting is opgenomen op de aanpak voor de milieubeoordeling en het daarbij gehanteerde beoordelingskader.
- Hoofdstuk 5 waarin de conclusies van de milieubeoordelingen zijn samengevat.

Deel B

Deel B bevat achtergrondinformatie en de meer specialistische informatie over de effectbeoordelingen die in het kader van dit plan-MER zijn uitgevoerd. Deel B kan desgewenst aanvullend op deel A worden gelezen. In deel B wordt per (milieu)aspect ingegaan op:

- het relevante beleid, wet- en regelgeving;
- de beoordelingscriteria en methode, die in de effectbeoordeling wordt gehanteerd;
- de beschrijving van de referentiesituatie;
- de effecten van het voornemen;
- mitigerende en compenserende maatregelen;
- leemten in kennis en een aanzet voor een evaluatieprogramma.

Bijlagen

De bijlagen zijn als een apart bijlagenrapport vormgegeven bij dit plan-MER en bevatten een afkortingen- en begrippenlijst, geraadpleegde bronnen, en de bijlagen waarnaar zowel in deel A als in deel B van het plan-MER worden verwezen. Daarnaast zijn in de bijlagen diverse achtergrondrapporten en berekeningen toegevoegd. In totaal gaat het om de volgende bijlagen:

- Bijlage A: Afkortingen en begrippenlijst
- Bijlage B: Geïnformeerde landen
- Bijlage C: Ontwerpkader PALLAS
- Bijlage D: Transponeringstabel
- Bijlage E: Overzichtstabel milieueffecten
- Bijlage F: Achtergrondrapportages
- Bijlage G: Paper Medische isotopen

Deel A



PALLAS



1 Inleiding op project, procedures PALLAS

In dit inleidende hoofdstuk van het plan-MER voor PALLAS staan de aanleiding en het vertrekpunt voor de ontwikkeling van de nieuwe PALLAS-reactor. In paragraaf 1.1 is toegelicht welk doel een nieuwe reactor dient, en wie de initiatiefnemer is. Vervolgens beschrijft paragraaf 1.2 welke ruimtelijke ordeningsprocedure centraal staat, de te nemen besluiten en de procedure inzake milieueffectrapportage. Tot slot geeft paragraaf 1.3 de grensoverschrijdende informatie.



1.1 Een nieuwe reactor in Petten

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor, verder PALLAS genoemd, heeft het voornemen om een multifunctionele nucleaire reactor te realiseren in de gemeente Schagen die geschikt is voor drie kernactiviteiten:

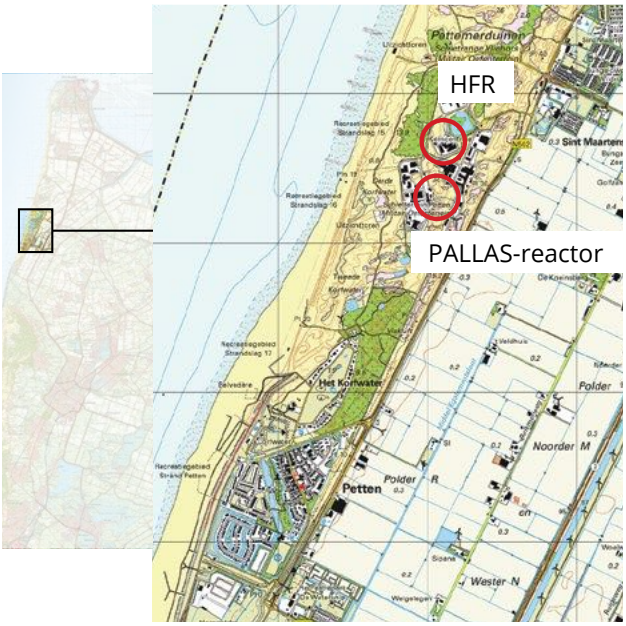
- het produceren van medische isotopen;
- het produceren van industriële radio-isotopen;
- het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek.

Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor: PALLAS

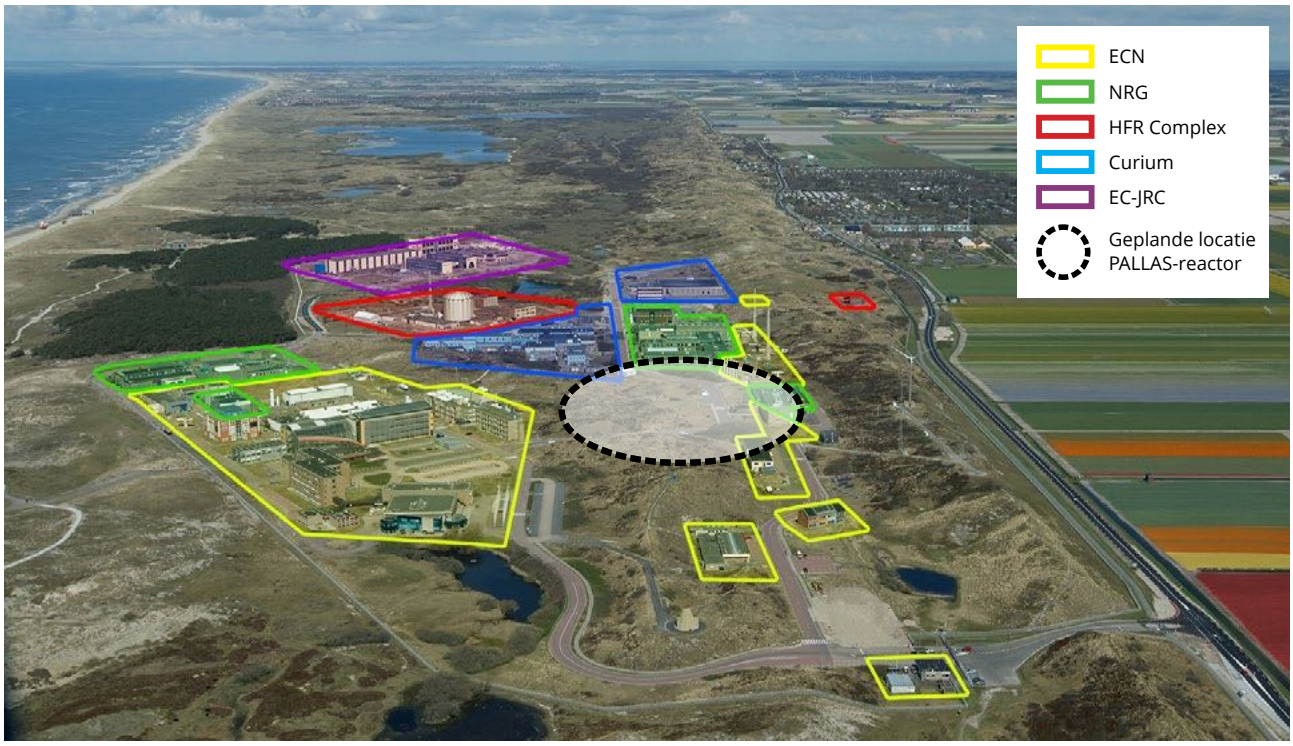
Begin 2004 is het PALLAS-project opgezet als initiatief van een groep bedrijven en onderzoeksinstellingen: Mallinckrodt Medical (nu Curium), Reactor Instituut Delft (onderdeel van TU Delft) en het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek van de Europese Commissie (EC-JRC) in Petten. Hiervoor heeft NRG in 2009 een projectteam geformeerd. Op 17 november 2009 heeft NRG een startnotitie PALLAS uitgebracht. De voormalige minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) heeft hierop in juni 2010 richtlijnen voor het milieueffectrapport afgegeven.

Tot eind 2013 was PALLAS een projectorganisatie onder NRG (een dochterbedrijf van het Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN), de exploitant van de huidige onderzoeksreactor (HFR). Per 16 december 2013 is het project in een onafhankelijke stichting ondergebracht: de Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor[1] (zie ook de statuten van Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor [1]).

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor is opgericht met als doelstelling het realiseren van de eerste fase (aanbesteding, ontwerp en vergunningen) plus het aantrekken van private financiering voor de tweede en derde fase (bouw en exploitatie van de reactor) van de PALLAS-reactor. De stichting kan worden omgezet in een vennootschap wanneer private partijen zijn aangetrokken voor de bouw (fase 2) en exploitatie



Figuur 1 Kaart Noord-Holland Noord met daarin een uitsnede van de huidige Onderzoekslocatie Petten (OLP)



Figuur 2 Luchtfoto van de OLP

1 Achtergrond hiervan is dat PALLAS een groot project is waarmee bijbehorende financiële risico's gepaard gaan, die niet door ECN/NRG kunnen worden gedragen. Door de realisatie van PALLAS onder te brengen in een nieuwe entiteit, worden financiële risico's tussen het PALLAS-project en ECN/NRG vermeden. De juridische vormgeving van de nieuwe PALLAS-entiteit dient de belangen van Rijk en Provincie als financiers te waarborgen (Kamerbrief 22/4/2013 | Kenmerk: DGETM-ED / 13058312).

(fase 3). Voor de realisatie van fase 1 wordt de stichting via leningen gefinancierd door de Rijksoverheid en de Provincie [2]. Met de oprichting van de Stichting voorbereiding PALLAS-reactor op 16 december 2013 is het project ondergebracht in een onafhankelijke entiteit. Aangezien er een bestemmingsplanherziening nodig is om de vestiging van de PALLAS-reactor mogelijk te maken, is in januari 2016 een plan-m.e.r.-procedure opgestart. PALLAS is de initiatiefnemer van het voornemen en is daarbij verantwoordelijk voor het opstellen van voorliggende plan-MER.

De PALLAS-reactor

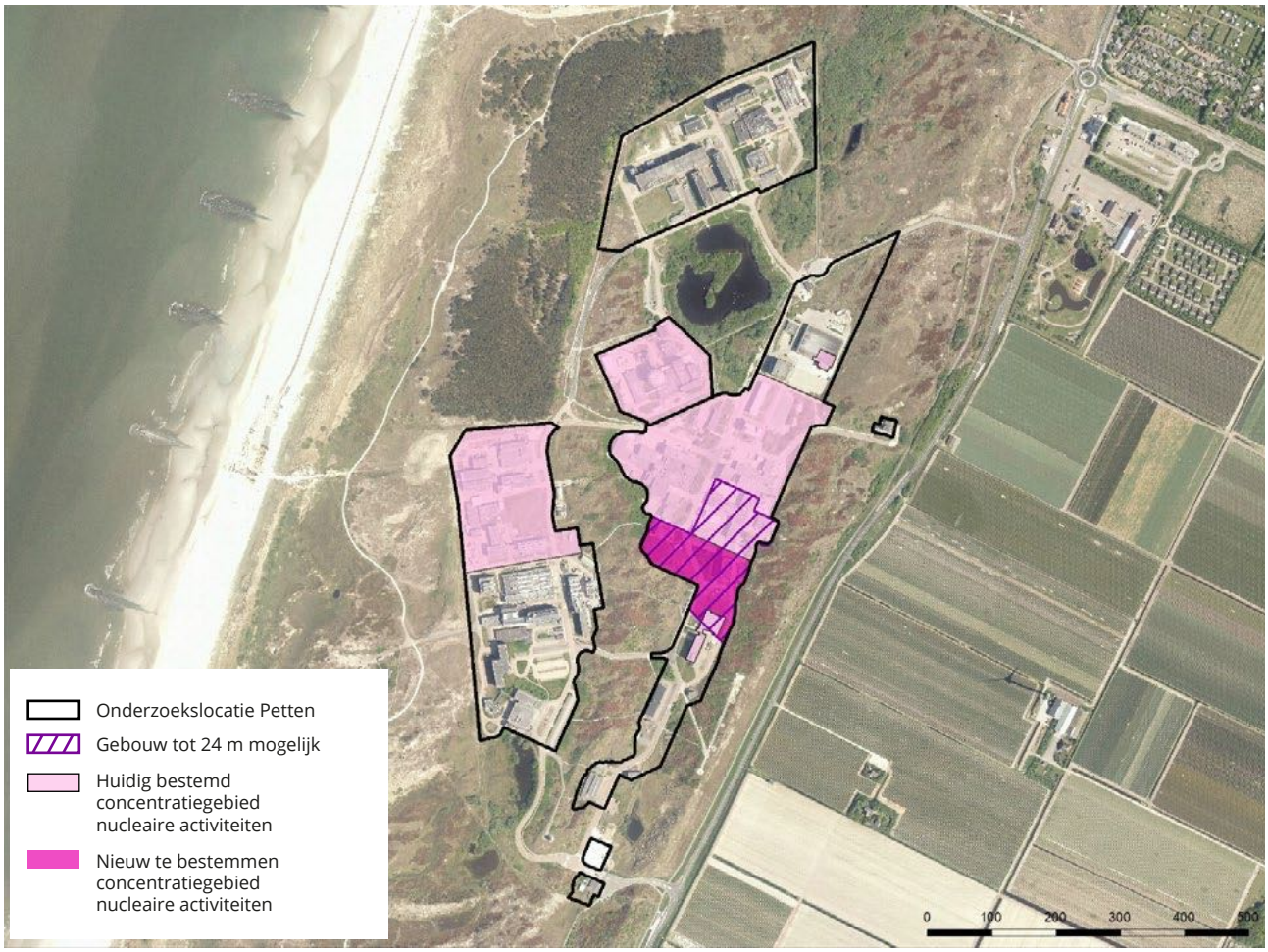
De te bouwen reactor, verder de PALLAS-reactor genoemd, dient ter vervanging van de huidige Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten, die in 2017 56 jaar operationeel is en tegen het einde van zijn technische en economische levensduur loopt. Het voornemen is om de PALLAS-reactor te vestigen op de huidige Onderzoekslocatie Petten (hierna: OLP). Zie voor een visuele impressie van het gebied Figuur 2.

Binnen het bestemmingsplan waar de OLP deel van uitmaakt is niet voldoende ruimte bestemd om een nieuwe reactor te realiseren. Om de PALLAS-reactor mogelijk te maken, is het nodig om het bestemmingsplan van de gemeente Schagen ("Bestemmingsplan Buitengebied Zijpe") te herzien. Ter onderbouwing van de bestemmingsplanherziening dient een plan-MER te worden opgesteld. De volgende paragraaf licht het herzien van het bestemmingsplan en de plan-m.e.r- procedure verder toe.

1.2 Te nemen besluiten en te doorlopen procedures

1.2.1 Herziening bestemmingsplan

Het huidige bestemmingsplan van de locatie "Bestemmingsplan Buitengebied Zijpe" [3] betreft een conserverend bestemmingsplan. Bepaalde vlakken in dit plan zijn aangeduid als 'specifieke vormen van bedrijventerrein – concentratiegebied nucleaire activiteiten': hier zijn bedrijfsfuncties toegestaan zoals vernoemd in de artikelen 15, 29 en 34 van de Kernenergiewet. Dit houdt kortweg in dat op deze locaties bedrijfsactiviteiten met het gebruik van splijtstoffen, ertsen, radioactieve stoffen en toestellen en het vrijmaken van kernenergie plaats kunnen vinden. De realisatie van de PALLAS-reactor vereist een vergroting van het "concentratiegebied nucleaire activiteiten" en verhoging van de bouwhoogte voor het nucleaire eiland, zodat de beoogde locatie van de PALLAS-reactor hier in zijn geheel binnen valt. Het verschil tussen de huidige en benodigde omvang van het gebied is in Figuur 3 weergegeven.



Figuur 3 Huidig en nieuw te bestemmen concentratiegebied nucleaire activiteiten

1.2.2 Passende beoordeling

De vergunningverlening binnen de Wet natuurbescherming gaat uit van het nee-tenzij-beginsel. Alleen wanneer vast staat dat een plan of project geen negatief effect heeft op een Natura 2000-gebied kan een vergunning Wet natuurbescherming worden verleend. Als niet op voorhand kan worden uitgesloten dat een plan of project significante gevolgen heeft, dan moet een passende beoordeling worden gemaakt. Daarin wordt dieper ingegaan op de gevolgen voor Natura 2000-gebieden.
Voor dit project geldt dat op voorhand effecten niet kunnen worden uitgesloten voor ten minste de gebieden Zwanenwater en Pettemerduinen en Noordzeekustzone [4] [5]. Dit plan-MER inclusief de natuurrapportage dient als passende beoordeling.

1.2.3 De m.e.r.-procedure

Aanleiding plan-m.e.r.-plicht

De plan-m.e.r.-procedure wordt doorlopen voor het bestemmingsplan. De aanleiding hiervoor is tweeledig:

- In de eerste plaats is het oprichten van een nucleaire reactor een m.e.r.-plichtige activiteit volgens activiteit C22.2 van de bijlage bij het Besluit milieueffectrapportage. De besluit-m.e.r.-plicht (ook wel project-m.e.r.-plicht) is daarbij gekoppeld aan de benodigde vergunning. De aanpassing van het bestemmingsplan is plan-m.e.r.-plichtig omdat het bestemmingsplan het kader vormt voor de toekomstige m.e.r.-plichtige vergunning voor de realisatie van de reactor.
- In de tweede plaats ontstaat een plan m.e.r.-plicht omdat op grond van artikel 2.8, eerste lid, van de Wet natuurbescherming een passende beoordeling moet worden opgesteld. Op grond van de Wet milieubeheer moet voor een bestemmingsplan ook een plan-MER worden opgesteld, als daarvoor een passende beoordeling moet worden opgesteld. De passende beoordeling is integraal onderdeel van het plan-MER.

M.e.r.-procedure en bestemmingsplan

De m.e.r.-procedure heeft tot doel om de impact van het voornemen op het milieu een volwaardige plek te geven in de besluitvorming over de bestemmingsplanherziening door het Bevoegd gezag. Voor deze bestemmingsplanherziening – en bijbehorende m.e.r.-procedure – is de gemeente Schagen het Bevoegd gezag. Het college van burgemeester en wethouders van deze gemeente bereidt het bestemmingsplan voor. De basis hiervoor ligt in artikel 160, lid 1, onder b, Gemeentewet. De gemeenteraad van Schagen stelt het bestemmingsplan vast. Dit volgt uit artikel 3.1, lid 1 Wet ruimtelijke ordening.
Ten behoeve van het plan-MER zal een m.e.r.-procedure worden doorlopen. De m.e.r.-procedure bestaat uit een aantal stappen. In Figuur 4 (volgende pagina) is de koppeling tussen de (uitgebreide) m.e.r.-procedure en de procedure voor de herziening van het bestemmingsplan weergegeven. Ook zijn de rollen en activiteiten van de verschillende relevante actoren, zoals bevoegd gezag, initiatiefnemer, Commissie m.e.r. en de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) in het proces geduid. Na deze figuur is een korte toelichting gegeven op de stappen die al doorlopen zijn en de stappen van de m.e.r.-procedure die nog doorlopen worden.

De afkortingen plan-m.e.r. en plan-MER

In dit document worden de afkortingen plan-m.e.r. en plan-MER gebruikt. Het is gebruikelijk om met deze afkortingen onderscheid te maken tussen de procedure voor de milieueffectrapportage en het milieueffectrapport:

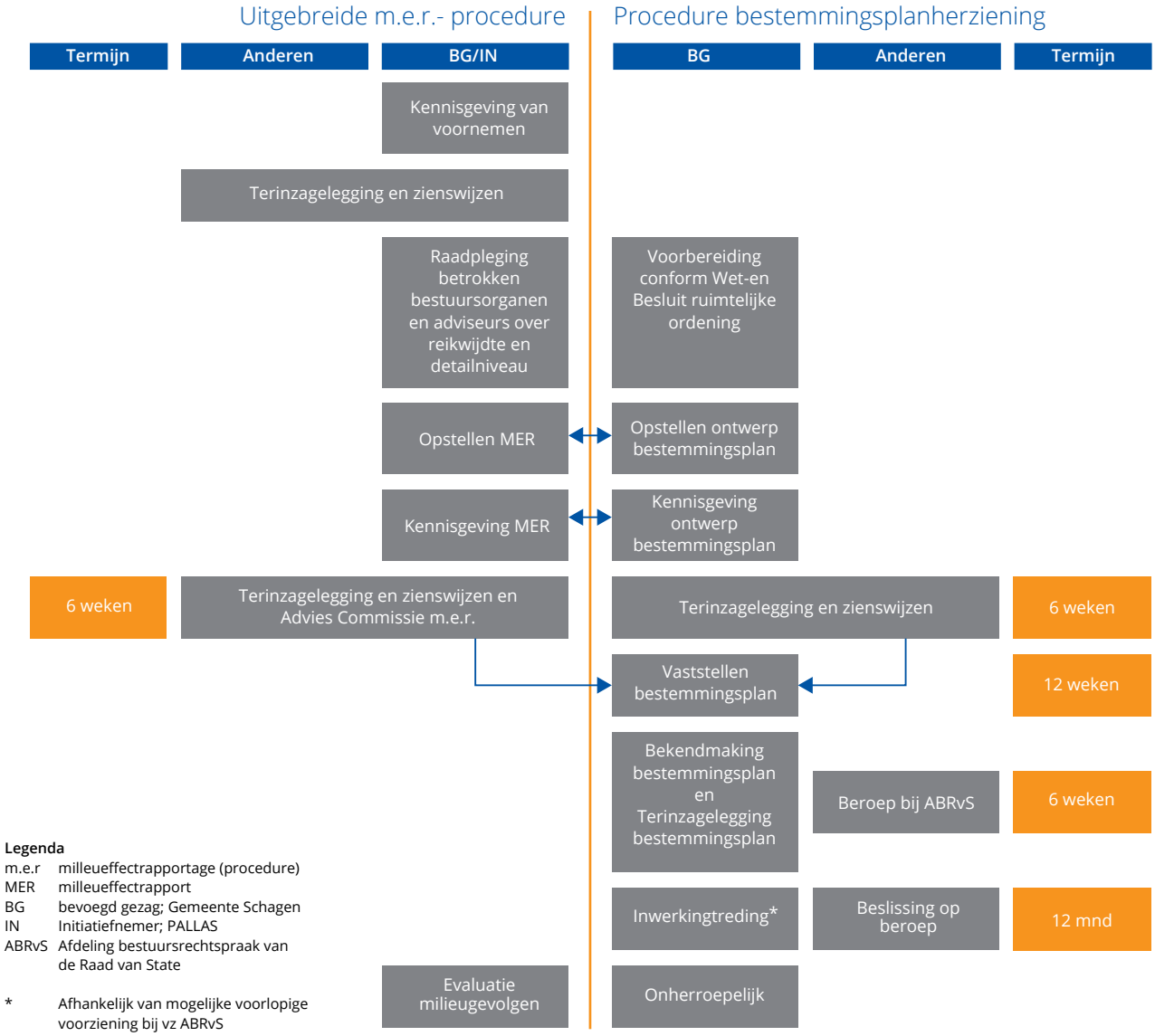
- Plan-m.e.r. betekent de procedure van de milieueffectrapportage (m.e.r.) voor het plan (in dit geval de bestemmingsplanherziening).
- Met het plan-MER wordt het milieueffectrapport (MER) bedoeld dat voor een planprocedure wordt opgesteld. Het plan-MER is dus ook het voorliggend document.

De reeds doorlopen stappen: kennisgeving, terinzagelegging mededeling, raadpleging betrokken bestuursorganen en opstellen plan-MER

De eerste fase van de m.e.r.-procedure staat in het teken van het afbakenen en vaststellen van de beoogde aanpak in het plan-MER, de mogelijkheid voor eenieder om zienswijzen in te dienen op de mededeling en de raadpleging van de betrokken bestuursorganen en de wettelijke adviseurs.
Dit waren:

- Veiligheidsregio Noord-Holland Noord;
- GGD Hollands Noorden;
- Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming;
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier;
- Rijkswaterstaat;
- Regionale uitvoeringsdienst Noord-Holland Noord;
- Provincie Noord-Holland.

Deze eerste fase is reeds doorlopen. Op 18 januari 2016 heeft PALLAS de mededelingsnotitie plan-MER aan het bevoegd gezag gestuurd. De mededelingsnotitie plan-MER is vervolgens op 10 februari, om 9:00 uur gepubliceerd in de Staatscourant (Nr. 7310) en in het Gemeenteblad (Nr. 15260) en heeft van 12 februari tot en met 24 maart 2016 ter inzage gelegen bij de gemeente Schagen, zowel op het gemeentehuis als via www.schagen.nl
Hoewel het in de voorfase niet verplicht is, heeft het bevoegd gezag (de gemeente Schagen) besloten om in deze fase advies in te winnen bij de Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie m.e.r.) over de reikwijdte en het detailniveau van het plan-MER voor PALLAS. Dit om de besluitvorming zo zorgvuldig mogelijk te laten verlopen. De Commissie-m.e.r heeft ook op advies van het bevoegd gezag de ingediende zienswijzen betrokken in haar advies dat is gepubliceerd op 14 april 2016 (projectnummer 3086) [6]. Het advies van de Commissie voor de m.e.r. is vervolgens op 5 september 2016 met een aantal kleine wijzigingen vastgesteld door de gemeente Schagen [7]. Conform de voorgenomen reikwijdte en detailniveau wordt de milieubeoordeling in voorliggend plan-MER uitgevoerd. Daarbij wordt, waar mogelijk en zinvol, rekening gehouden met de ingebrachte zienswijzen, reacties en adviezen. In bijlage D is een zogeheten transponeringstabel opgenomen waarin per adviespunt is aangegeven waar het in dit plan-MER is behandeld.



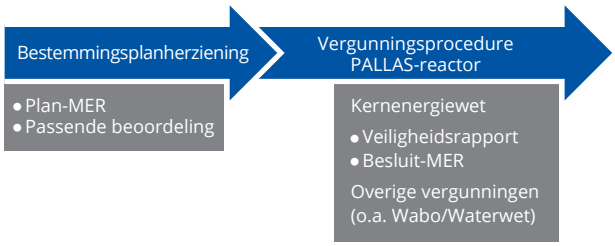
Figuur 4 Uitgebreide m.e.r.-procedure gekoppeld aan bestemmingsplanherziening

Terinzage legging plan-MER met ontwerpbestemmingsplan en toetsing plan-MER door de Commissie m.e.r.
Het plan-MER wordt ter inzage gelegd op het moment dat het ontwerpbestemmingsplan ter inzage gelegd wordt. Eenieder kan zijn zienswijzen indienen op het ontwerpbestemmingsplan en het plan-MER. Parallel aan de terinzagelegging toetst de Commissie m.e.r. of alle informatie in het plan-MER aanwezig is om het milieu volwaardig mee te nemen in de besluitvorming over het bestemmingsplan. Hierbij maakt zij tevens gebruik van de binnengekomen zienswijzen op het plan-MER. Mede op basis van de resultaten van het plan-MER, met inachtneming van zienswijzen en het advies door de Commissie-m.e.r., wordt het definitieve bestemmingsplan opgesteld. Vervolgens is tegen dit besluit nog beroep mogelijk bij de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State.

1.2.4 Afbakening: plan-MER versus besluit-MER

Naast het herzien van het bestemmingsplan, zijn er vergunningen benodigd voor de realisatie van de PALLAS-reactor. De belangrijkste vergunning is de Kernenergiewetvergunning (Kew-vergunning). Zowel voor de bestemmingsplanherziening als voor de Kew-vergunning moet een m.e.r.-procedure worden doorlopen. Voor de eerste een plan-m.e.r., voor de laatste een besluit-m.e.r. Figuur 5 geeft op hoofdlijnen de samenhang tussen de procedures (plan en vergunning) en de m.e.r.-typen weer. Hieronder worden ze toegelicht.

Plan-MER
Voor de bestemmingsplanherziening wordt een plan-m.e.r.-procedure doorlopen en een plan-MER opgesteld. De plan-m.e.r.-procedure dient ter ondersteuning van de besluitvorming over het bestemmingsplan. Omdat het ontwerp van van het nucleaire eiland in deze fase slechts op hoofdlijnen is gespecificeerd, wordt de milieubeoordeling op een hoog abstractieniveau uitgevoerd. Het plan-MER beschrijft de milieueffecten van de maximale mogelijkheden die het bestemmingsplan biedt.
Het plan-MER brengt, conform de EU Richtlijn 2014/52/EU, in beeld wat het voornemen behelst, waarom het wenselijk en



Figuur 5 Samenhang bestemmingsplanherziening en vergunningenprocedures PALLAS

noodzakelijk is om hiervoor ruimte beschikbaar te stellen en of het voornemen planologische inpasbaar is. Ook brengt het plan-MER de milieugevolgen van varianten in kaart voor zover die van belang zijn voor de planologische inpassing. Voorts onderzoekt het plan-MER de milieugevolgen waaraan belangrijke risico's zijn verbonden voor het project en die dus bepalend kunnen zijn voor de haalbaarheid van het voornemen.
De milieugevolgen zijn onderzocht vanuit verschillende aspecten die van belang zijn voor de omgeving en de omwonenden, zie hiervoor ook de transponeringstabel uit bijlage D. Hieronder staan enkele belangrijke aspecten:

- Nucleaire veiligheid: Kan de PALLAS-reactor voldoen aan de geldende wet- en regelgeving, zodat de nucleaire veiligheid gewaarborgd blijft?
- Grondwater: Wat zijn tijdens de bouw en exploitatie van de PALLAS-reactor de effecten van veranderingen in het grondwaterregime en blijven deze binnen de daarvoor geldende wet- en regelgeving?
- Waterveiligheid: Blijven de veiligheid van de zeewering (dijken en duinen) gewaarborgd na ingrepen in de primaire waterkering als gevolg van het voornemen?
- Natuur: Leidt de bouw van de reactor met koelvoorzieningen en het gebruik daarvan tot (blijvende) nadelige effecten voor de natuur in de Natura 2000-gebieden?
- Recreatie en toerisme: Binnen dit aspect worden de effecten van het voornemen op de recreatieve gebruiksmogelijkheden en belevingswaarde onderzocht.

Ten slotte, geeft voorliggend plan-MER ook aandachtspunten mee voor de verdere planvorming, dat wil zeggen voor de toekomstige vergunningaanvragen en het daarbij nog op te stellen besluit-MER. De voorschriften uit het bestemmingsplan zijn randvoorwaardelijk voor het verdere ontwerp.
Het ontmantelen van de HFR valt buiten de scope van het bestemmingsplan en dus ook van dit plan-MER om de volgende redenen:

- Het ontmantelen zal vrijwel zeker plaats gaan vinden na de tien jarentermijn waarvoor het nieuw vast te stellen bestemmingsplan voor zal gelden.
- De HFR-locatie valt buiten de locatie waar het nieuwe bestemmingsplan op betrekking heeft.
- De ontmanteling van de HFR kent een eigen vergunningentraject.

Besluit-MER
Voor de vergunningen worden in een volgende fase een besluit-m.e.r. procedure doorlopen en een besluit-MER opgesteld. De locatiespecifieke onderzoeken behorende bij het besluit-MER zijn beschreven in de navolgende paragraaf (§1.2.5), maar maken verder geen onderdeel uit van voorliggend plan-MER.
De vergunningaanvragen, in het bijzonder de Kew-vergunningaanvraag, kunnen immers pas worden opgesteld als het ontwerp voor de PALLAS-reactor verder is uitgewerkt. Het besluit-MER gaat op basis van dat uitgewerkte ontwerp in detail in op de milieueffecten van de daadwerkelijke aanleg, inpassing en gebruik van de PALLAS-reactor. Daarbij moeten de milieueffecten binnen de kaders vallen van het vastgestelde bestemmingsplan en voldoen aan de geldende wet- en regelgeving.
In het besluit-MER wordt ook ingegaan op de effecten van het buitengebruik stellen en ontmantelen van de PALLAS-reactor.

Start besluit-m.e.r-procedure en plan-m.e.r.-procedure

De besluit-m.e.r.-procedure bij de Kew-vergunning is opgestart op 26 mei 2015 [8] met het toezenden van de mededelingsnotitie naar het Ministerie van I&M en het publiceren van de mededelingsnotitie[2] op 3 juni 2015. In januari 2016 is tevens de plan-m.e.r.-procedure opgestart.
De technische details die nodig zijn voor de Kew-vergunning en bijbehorende besluit-MER zijn nog niet bekend. Voor het bestemmingsplan en het plan-MER zijn de technische details voor de PALLAS-reactor nog niet nodig. Op basis van reële aannames over de ontwerpkarakteristieken van de PALLAS-reactor wordt inzichtelijk gemaakt welke effecten er kunnen optreden en welke randvoorwaarden of onderzoeksopgaven er zijn voor de volgende planvormingsfase (o.a. Wabo en Waterwet vergunning en besluit-MER). De plan-m.e.r.-procedure wordt eerder afgerond dan de besluit-m.e.r-procedure.

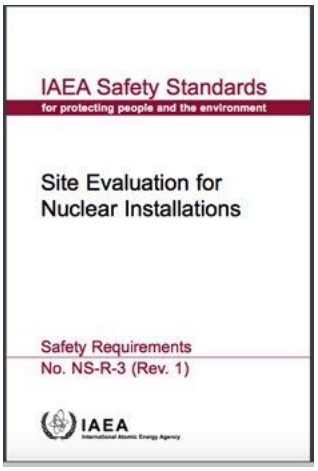
1.2.5 Locatie specifieke onderzoeken behorende bij het besluit-MER: site characterisation

In de Kew-vergunningaanvraag dient PALLAS aan te tonen dat de PALLAS-reactor veilig gebouwd en bedreven kan worden. Als onderbouwing van de aanvraag wordt het Preliminary Safety Analyses Report (PSAR) opgesteld, waarin ontwerpinformatie, veiligheidsinformatie en bijbehorende bewijsvoering op stabiliteit en robuustheid wordt gegeven.
Om het publiek en de omgeving te beschermen tegen radiologische gevolgen van een radioactieve uitstoot als gevolg van een potentieel ongeval, laat PALLAS diverse omvangrijke onderzoeken uitvoeren naar locatie specifieke omstandigheden die dit kunnen beïnvloeden. Dit onderzoek wordt ook wel site characterisation genoemd. Te denken valt aan onderzoek naar omstandigheden van natuurlijke oorsprong zoals overstroming, aardbeving, weersinvloeden maar ook van menselijke oorsprong, zoals opslag en transport van chemische stoffen. Er wordt specifiek gekeken naar omstandigheden die van invloed kunnen zijn op:

2 Deze heeft van 4 juni 2015 tot en met 15 juli 2015 ter inzage gelegen. Gedurende deze periode van terinzagelegging kon eenieder zienswijzen over de mededelingsnotitie indienen.

- de veiligheid van de reactor;
- het effect van radioactief materiaal op de omgeving;
- de mogelijkheid tot implementatie van noodmaatregelen.

Om een compleet overzicht te krijgen van alle omstandigheden die een rol zouden kunnen spelen heeft PALLAS gebruik gemaakt van een internationale richtlijn van het Internationaal Atoomagentschap (IAEA). Deze richtlijn [9] geeft een overzicht van alle mogelijke omstandigheden en combinaties van omstandigheden die zich waar ook ter wereld kunnen voordoen. Tevens geeft de richtlijn eisen aan de onderzoeken die per onderwerp moeten worden uitgevoerd. Per onderwerp heeft het IAEA soms nog specifieke richtlijnen opgesteld met eisen aangaande het onderzoek.
De onderzoeken die PALLAS heeft laten uitvoeren zijn conform de eisen uit deze richtlijnen uitgevoerd. In Tabel 1 staat een beknopt overzicht met de belangrijkste onderwerpen, waarvan de aandachtspunten tevens terugkomen in paragraaf 5.4. De haalbaarheid van het voornemen is uiteindelijk in belangrijke mate afhankelijk van de uitkomst van al deze studies, de mate waarin tegen de omstandigheden kan worden ontworpen en de mate waarin significante negatieve effecten voor de omgeving voorkomen kunnen worden.

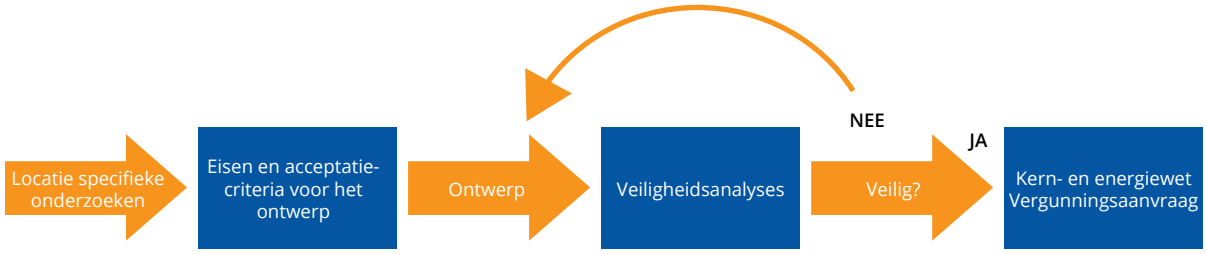


Figuur 6
De NS-R-3 Rev.1 richtlijn

De uitkomst van de onderzoeken naar de locatie specifieke omstandigheden wordt gebruikt om eisen en acceptatiecriteria voor het ontwerp van de PALLAS-reactor verder op te stellen. Op het ontwerp worden veiligheidsanalyses uitgevoerd, waarbij de bestendigheid van het ontwerp tegen de locatie specifieke omstandigheden wordt gecontroleerd. In het kader van vergunningverlening op basis van de Kew zal door middel van deze veiligheidsanalyses gedetailleerd worden aangetoond dat de te bouwen PALLAS-reactor bestand is tegen de locatie specifieke omstandigheden. In de aanvraag voor de Kew-vergunning voor de bouw van de PALLAS-reactor,

Tabel 1 Overzicht van locatie specifieke onderzoeken

Onderwerp	Omschrijving
Aardbevingen en oppervlaktebreuken	Het onderzoek richt zich op grondbewegingen en grondverplaatsingen als gevolg van een aardbeving. Er is onderzoek gedaan naar enig effect vanaf (1) het actieve breukgebied in Limburg, (2) mogelijke effecten door regionale olie- en gaswinning en (3) de lokale historisch bekende breuklijn in de diepe ondergrond. Ten aanzien van het actieve breukgebied in Limburg en de olie- en gaswinning zijn meetgegevens van daadwerkelijke bevingen beschikbaar, gebaseerd waarop een mogelijke aardbevingsmagnitude is bepaald voor de site. Voor wat betreft de lokale breuklijn echter niet. Om enig effect van deze breuklijn op de voorgenomen bouwlocatie in kaart te brengen, dan wel uit te sluiten, moet de breuklijn beter in kaart worden gebracht (leemte in kennis). Om de lokale breuklijn in kaart te kunnen brengen is een eerste onderzoek gedaan met behulp van meetgegevens die in het verleden vergaard zijn ten behoeve van de olie- en gaswinning. Deze data hebben een gebrekkige resolutie in de bovenste lagen van het aardoppervlak waardoor aanvullend veldonderzoek benodigd is.
Meteorologie	Er is onderzoek gedaan naar de extreme waarden van alle mogelijke meteorologische omstandigheden waaronder wind (incl. tornado's), sneeuwval, temperatuur en bliksem.
Overstroming	Er zijn onderzoeken gedaan, inclusief modellering, naar overstroming door één of meerdere natuurlijke oorzaak, waaronder golven, stormvloed, tsunami's. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar de wijze waarop het water stroomt op de OLP ingeval van een significante overstroming.
Geotechnische risico's	Er zijn onderzoeken gedaan naar verschillende risico's die te maken hebben met de lokale ondergrond. Te denken valt aan instabiliteit, verzakking van de grond bij hellingen en als gevolg van de samenstelling van de grond.
Vliegtuigongevallen	Op grond van de nieuwe Nederlandse veiligheidseisen wordt onderzoek gedaan naar de methodologie voor het bepalen van vliegtuigongevallen. Naast de impact van de crash zal tevens worden gekeken naar brand en explosies als gevolg ervan.
Chemische explosies	Alle activiteiten en opslagen in de nabijheid van de bouwlocatie zijn in kaart gebracht inclusief de bijbehorende risicocontour.
Schietterrein defensie	Nabij de OLP bevindt zich een schietterrein van het ministerie van defensie. De risicocontour van het transport van de munitie is bepaald en het proefschieten zelf zal nader worden beschouwd.
Verspreiding van nucleair materiaal en blootstelling aan publiek	Een onderzoek heeft plaatsgevonden naar die omstandigheden die een rol spelen in de verspreiding en mogelijke inname van radioactief materiaal. Te denken valt aan meteorologische omstandigheden, verspreiding via grond- en oppervlaktewater, gebruik van land en water in de regio en omvang en samenstelling van de lokale en regionale bevolking. Waar niet aanwezig zijn modellen ontwikkeld waarmee een eventuele verspreiding kan worden berekend.



Figuur 7 Gebruik van de locatie specifieke onderzoeken

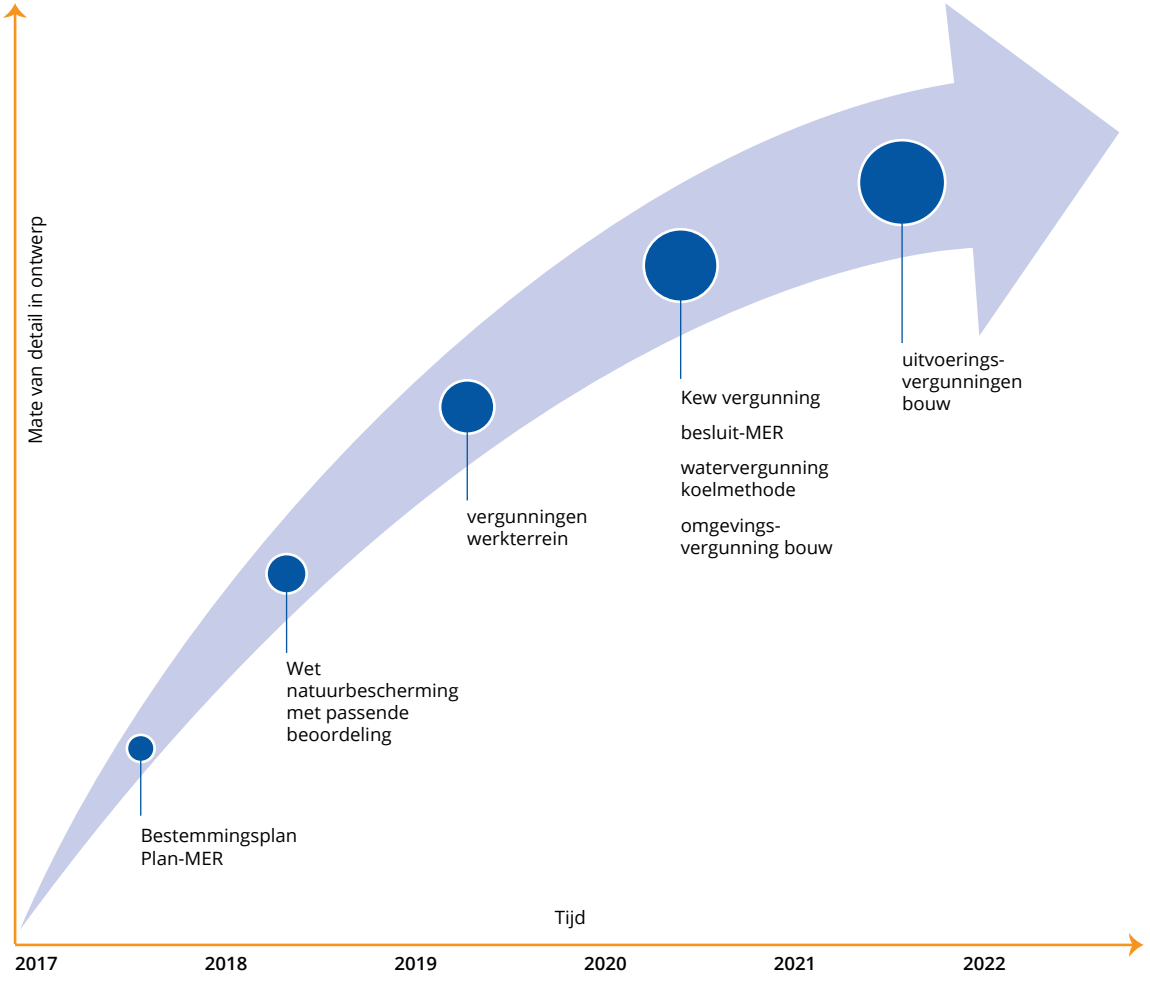
het bijbehorende Veiligheidsrapport en project-MER dient onder meer te worden aangetoond dat het aangevraagde reactorontwerp veilig is en bestand tegen de locatie specifieke omstandigheden. In bovenstaande figuur is schematisch weergegeven hoe dit proces verloopt.

1.2.6 Te nemen besluiten

In de fase volgend op de bestemmingsplanherziening doorloopt PALLAS verschillende vergunningenprocedures. Hierna staan de wettelijke grondslagen voor de meest bepalende vergunningplichten:

- de Kernenergiewet (Kew) voor het oprichten én bedrijven van de PALLAS-reactor. Voor de PALLAS-reactor zullen twee vergunningen worden verleend. Een Kew-vergunning voor het oprichten van de reactor. En een Kew-vergunning voor het in werking brengen en houden van de reactor. Een belangrijk onderdeel van de aanvraag voor de Kew-vergunning is naast het milieueffectrapport (besluit-MER) het Veiligheidsrapport (VR, dit wordt hieronder kort toegelicht);
- de Waterwet voor alle directe waterlozingen, het werken in en bij primaire waterkeringen en het onttrekken van water ten behoeve van koeling;
- de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor locatie gebonden activiteiten, zoals bouw, aanleg en gebruik;
- de Wet natuurbescherming voor de bescherming van de natuurgebieden (Natura 2000).

In Figuur 8 staat het bovenstaande schematisch weergegeven, inclusief de nu beoogde planning.



Figuur 8 Schematisch overzicht procedures in relatie tot mate van detaillering ontwerp

1.2.7 Betrokken partijen

Bij de m.e.r.-procedure en het vaststellen van het bestemmingsplan zijn de volgende partijen betrokken, met elk een eigen rol:

Initiatiefnemer
Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor
Postbus 1092
1810 KB ALKMAAR

Bevoegd gezag
Het Bevoegd gezag voor het vaststellen van het bestemmingsplan en de m.e.r.-procedure is de Gemeenteraad van de gemeente Schagen.
Gemeente Schagen
Postbus 8
1740 AA SCHAGEN

1.3 Grensoverschrijdende informatie

Als gevolg van dit project worden geen of geen belangrijke grensoverschrijdende nadelige milieugevolgen verwacht (zie ook het achtergrondrapport Nucleaire veiligheid, bijlage F2). In het kader van het Espoo verdrag is een grensoverschrijdende consultatie dan ook niet vereist.
Uit zorgvuldigheid heeft de gemeente Schagen besloten toch ook alle 56 landen die zijn aangesloten bij het Espoo-verdrag te informeren over het voornemen. Ten behoeve daarvan is aan deze landen een Engelstalige kennisgeving van het voornemen en de naar het Engels vertaalde mededelingsnotitie plan-MER toegestuurd. In bijlage B is een overzicht van de geïnformeerde landen opgenomen. De genoemde landen worden geïnformeerd over de plan-m.e.r.-procedure. PALLAS stelt het plan-MER tevens in het Engels beschikbaar.

Espoo verdrag

Op 25 februari 1991 is in Espoo (Finland) het VN-verdrag over grensoverschrijdende milieueffectrapportage tot stand gekomen. Kern van het Espoo-verdrag is dat in het geval van mogelijke grensoverschrijdende milieugevolgen het publiek en autoriteiten in het buurland op dezelfde wijze en tijd worden betrokken bij de m.e.r.-procedure als de autoriteiten en het publiek in Nederland. Het verdrag is op 10 september 1997 in werking getreden en heeft doorwerking gevonden naar de Europese richtlijn 'betreffende de milieubeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten' (97/11/EG2) en de Europese richtlijn 'betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's' (2001/42/EG). Zowel het verdrag als de betreffende artikelen van de Europese richtlijn geïmplementeerd in de Wet milieubeheer.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten



2 Doelstelling, nut en noodzaak

Dit hoofdstuk gaat in op nut en noodzaak van de PALLAS-reactor. Paragraaf 1 geeft de doelstellingen van PALLAS weer. Tevens wordt ingegaan op de besluitvorming over de vervanging van de huidige Hoge Flux Reactor (HFR) en de locatiekeuze Petten. In paragraaf 2 komt de maatschappelijke relevantie van medische isotopen aan de orde. Het belang van deze isotopen voor onderzoek en behandeling van patiënten wordt beschreven. Er wordt ingegaan op de internationale markten op de vraag naar en het aanbod van isotopen. In bijlage G wordt het onderwerp “Medische Isotopen” uitgebreider behandeld. In paragraaf 3 wordt ingegaan op (mogelijke) alternatieve productiemethodes. In de vierde en laatste paragraaf komen de nucleaire infrastructuur en economische aspecten aan de orde.

2.1 Besluitvorming over en doelstelling van PALLAS

2.1.1 Doelstelling van PALLAS

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor (verder PALLAS) heeft opdracht van het ministerie van Economische Zaken en de provincie Noord-Holland gekregen te zorgen voor de realisatie van een moderne en veilige reactor, om de continue levering van medische isotopen zeker te stellen. Daarnaast zal de nieuwe reactor gebruikt worden voor de productie van industriële isotopen en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek.

De doelstelling van de Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor is statutair [10] als volgt vastgelegd:

a het (doen) ontwerpen en realiseren van een hoge flux reactor die bestemd is voor de medische en industriële radio-isotopenproductie en nucleair technologisch onderzoek in de gemeente Schagen;
b het (doen) exploiteren van de PALLAS-reactor.

2.1.2 De besluitvorming inzake de vervanging van de Hoge Flux Reactor

De huidige Hoge Flux Reactor (HFR) is ruim vijftig jaar oud en loopt tegen het einde van zijn economische levensduur. Dit betekent dat onderhoudsprogramma's duurder en intensiever worden, en het risico op (ongeplande) productieonderbrekingen groter. Productiestops brengen de internationale leveringszekerheid van medische isotopen ernstig in gevaar. In de periode 2007-2010 leidde een dergelijke stop in Petten, in combinatie met productieproblemen in Canada en België, wereldwijd tot grote tekorten in ziekenhuizen. Diagnose en behandeling van patiënten liepen vertraging op en soms moest gekozen worden voor inzet van alternatieven en suboptimale oplossingen die minder patiëntvriendelijk waren.
Het kabinet heeft, mede naar aanleiding van deze gebeurtenissen, in het voorjaar van 2012 besloten tot vervanging van de Hoge Flux Reactor, waarbij de gemeente Schagen werd aangewezen als locatie voor de nieuwe PALLAS-reactor. Daarbij werd expliciet gesteld dat voorkomen moet worden dat sluiting van de HFR plaatsvindt op het moment dat een nieuwe reactor nog niet operationeel is. Volgens het kabinet zou dat "een mondiaal probleem in de voorziening van medische radio-isotopen en een gat in de nucleaire kennisinfrastructuur betekenen" [11].
Het Ministerie van Economische Zaken en de Provincie Noord-Holland hebben in 2013 afspraken gemaakt over de oprichting van de zelfstandige entiteit 'Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor'. PALLAS is verantwoordelijk voor het realiseren van het ontwerp, de aanbesteding van de bouw van de reactor en het verkrijgen van de benodigde vergunningen. Daarnaast heeft PALLAS de taak om private financiering voor de bouw en exploitatie van de reactor aan te trekken. Uitgangspunt van het kabinetsbeleid is dat de daadwerkelijke bouw en exploitatie van de nieuwe reactor op termijn een zaak van de markt is en privaat gefinancieerd moet worden Het ministerie van Economische Zaken (EZ) en de provincie Noord-Holland (PHN) hebben gezamenlijk een lening van 80 M€ verstrekt om de eerste ontwerp- en vergunningenfase te doorlopen. Deze eerste fase zal ongeveer vijf jaar duren wordt met name bepaald door de aanbestedings-, ontwerp-, en vergunningentrajecten. Ondertussen wordt gewerkt aan een solide onderbouwde business case die PALLAS in staat moet stellen private partijen aan te trekken. Deze zullen de kosten van de bouw van de reactor terugverdienen met de inkomsten uit de productie van medische radio-isotopen en nucleair onderzoek. In de tweede fase van het project wordt gewerkt aan de bouw en inbedrijfstelling van de nieuwe reactor.

De omvang van de reactor, de specificaties en het thermisch vermogen zullen worden toegespitst op de gebruiksdoelen van de PALLAS-reactor. Deze vallen in vier marktsegmenten uiteen:

- de productie van molybdeen-99/technetium-99m, de belangrijkste medische isotoop voor diagnose van kanker en hartaandoeningen;
- de productie en ontwikkeling van andere, vooral therapeutische, medische isotopen;
- daarnaast zal de reactor worden ingezet voor productie van industriële isotopen, die bijvoorbeeld gebruikt worden voor het controleren van lasnaden in pijpleidingen;
- het vierde toepassingsgebied is nucleair technologisch onderzoek, bijvoorbeeld onderzoek naar splijtstoffen en materialen voor bestaande en nieuwe kerncentrales. Het gaat daarbij ook om onderzoek naar reactorveiligheid en (eind-)berging van nucleair afval.

2.1.3 Locatiekeuze

Een aantal factoren heeft een belangrijke rol gespeeld bij het besluit van het kabinet om Petten in de gemeente Schagen als locatie aan te wijzen voor de nieuwe reactor:

- Nederland beschikt als enige land in Europa in Petten over een toegesneden, op één plek geconcentreerde en complete infrastructuur voor de productie (bestraling) en verwerking van medische isotopen voor de wereldmarkt. Naast de productie vindt ook de bewerking van de isotopen plaats op de Onderzoekslocatie Petten (OLP). Het bedrijf Curium (voorheen Mallinckrodt) verwerkt en verspreidt de isotopen waardoor ze bruikbaar worden voor medische toepassing in ziekenhuizen. Doordat deze activiteiten én een goede logistieke infrastructuur aanwezig zijn op de OLP wordt kostbaar tijdverlies voorkomen. Dit laatste is belangrijk voor de houdbaarheid en kwaliteit van de isotopen (zie verder paragraaf 2.3.1 over halfwaardetijd).
- Van oudsher beschikt Nederland over een sterke nucleaire kennisinfrastructuur, die bijdraagt aan het innovatie- en concurrentievermogen op internationaal niveau. De reactor in Petten speelt hierin een cruciale rol, niet alleen als het gaat om toegepast onderzoek naar vormen van nucleaire energieopwekking en zorgvuldige omgang met nucleaire materialen (waaronder radioactief afval) maar ook in de ontwikkeling van nieuwe (medische) isotopen. (zie ook paragraaf 2.4). Petten beschikt daardoor reeds over een aantal relevante vergunningen die nodig zijn om de HFR te exploiteren.

- Op regionaal en lokaal niveau vormen de activiteiten in Petten een zeer belangrijke bron van hoogwaardige werkgelegenheid in de kop van Noord-Holland (zie ook paragraaf 2.4.3).

2.2 De maatschappelijke relevantie van de PALLAS-reactor; de behoefte aan medische isotopen

Medische isotopen nemen een belangrijke plaats in binnen de medische diagnostiek en als toepassing voor therapie en pijnbestrijding. Momenteel komt 80 procent van de isotopen die in Nederlandse ziekenhuizen wordt gebruikt uit de reactor in Petten [12]. De PALLAS-reactor zal zowel het diagnose isotoop molybdeen-99 produceren, als een keur aan therapeutische isotopen. In deze paragraaf wordt ingegaan op de behoefte aan de diagnostische isotoop molybdeen-99 (paragraaf 2.2.1). Vervolgens wordt inzicht gegeven in de leveranciers (paragraaf 2.2.2) en in de ontwikkeling in de vraag naar diagnostische isotopen (paragraaf 2.2.3). In het laatste deel wordt nader ingegaan op de behoefte aan therapeutische isotopen (paragraaf 2.2.4).

Diagnose met isotopen: hoe werkt het

De meeste isotopen zijn instabiel (radioactief), en worden daarom radio-isotopen genoemd. Ook wordt de term radionucliden gebruikt. Er zijn radio-isotopen die voor ziekenhuisverrichtingen gunstige chemische, maar ook gunstige radioactieve eigenschappen hebben. Ze kunnen veilig en effectief worden toegepast om een diagnose te stellen door een scan te maken, of om therapie toe te dienen. Jaarlijks worden in Nederlandse ziekenhuizen ruim 400.000 keer medische isotopen voor diagnostische doeleinden toegediend [12]. Nucleair geneeskundigen gebruiken dit radioactief materiaal om te ontdekken of organen goed functioneren of om in een vroeg stadium kankergezwellen op te sporen. Men spuit een zeer kleine hoeveelheid radioactief materiaal bij een patiënt in. Door de straling te detecteren kan bepaald worden of er iets abnormaals aan de hand is. De radioactieve stoffen die worden gebruikt zijn medische isotopen. Om ervoor te zorgen dat ze bij het juiste orgaan terecht komen, is de isotoop aan een andere (niet radioactieve) stof gekoppeld, ook wel een speurstof of tracer genoemd. Door deze combinatie aan een patiënt toe te dienen is met een speciale camera een 'spoor' van straling te traceren, waaruit de nucluair specialist kan opmaken hoe een orgaan functioneert of waar een kankergezwel actief is.

2.2.1 Isotopen voor diagnostiek; molybdeen-99 en technetium-99m

Voor diagnostiek in de oncologie, cardiologie en neurologie zijn radio-isotopen van groot belang. Naar schatting gebruiken meer dan 10.000 ziekenhuizen wereldwijd radio-isotopen. De bekendste isotoop voor diagnostische doeleinden is technetium-99m. Deze isotoop wordt jaarlijks toegepast in meer dan 40 miljoen diagnostische onderzoeken wereldwijd, waarvan de helft in Noord-Amerika en ongeveer 7 miljoen in Europa. In Nederland vinden er jaarlijks ongeveer 250.000 verrichtingen met technetium-99m plaats. Technetium-99m is het vervalproduct van molybdeen-99. Molybdeen-99 wordt de moederisotoop van technetium-99m genoemd (zie kader volgende pagina).

2.2.2 Leverancier van molybdeen-99 en internationale ontwikkelingen

Nederland is de grootste producent van medische radio-isotopen in de wereld. Molybdeen-99 wordt in Nederland momenteel geproduceerd door NRG in de Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten. De HFR in Petten levert ongeveer 70% van de Europese vraag. Wereldwijd voorziet de HFR in ruim 30% van de behoefte. Onder de verantwoordelijkheid van Curium en IRE (Institute for Radioelements) wordt molybdeen-99 klaargemaakt voor afname door ziekenhuizen overal in de wereld, waar het toegepast wordt in de nucleaire geneeskunde.
Het merendeel van de medische isotopen wordt momenteel wereldwijd geproduceerd in 6 reactoren, waarvan er 5 ouder zijn dan 45 jaar [12]. Sinds de NRU-reactor in Canada is stilgezet en niet meer voor de markt produceert, is de Hoge Flux Reactor in Petten de belangrijkste leverancier, op de voet gevolgd door de BR2-reactor in België. Een kleiner aandeel in de productie hebben de Safari-reactor in Zuid-Afrika en de OPAL-reactor in Australië. Deze laatste reactor is overigens vooral gericht op het bedienen van de markt in Australië en Azië. De Maria-reactor in Polen en de LVR15 in Tsjechië gelden vooral als reservecapaciteit. Rusland heeft reactoren voor de binnenlandse markt, net als de RA3 die in Argentinië de binnenlandse markt voorziet.
Recentelijk zijn twee oude reactoren gestopt met produceren: OSIRIS (Frankrijk) is gesloten en de NRU (Canada) is nog slechts in 'hot stand-by', wat betekent dat de reactor alleen nog in noodgevallen produceert. De faciliteit in Canada was tot voor kort de grootste leverancier van molybdeen-99 in de wereld.
Er zijn wereldwijd diverse plannen voor nieuwe reactoren, maar daarvan is nog niet duidelijk of ze ook echt gerealiseerd gaan worden. Daarnaast zullen niet al deze reactoren primair medische isotopen gaan produceren, de meeste zijn bedoeld voor onderzoek en voor opleidingsdoelen.
Naar aanleiding van de plotselinge productiebeperkingen van onder andere de Hoge Flux Reactor en de NRU-reactor in de periode 2007 – 2010, is er op internationaal niveau onder leiding van het NEA (Nuclear Energy Agency van de OECD) overleg geweest over het beter reageren op dit soort verstorende gebeurtenissen. In 2014 hebben de belangrijkste landen – waaronder Nederland – ingestemd met een gemeenschappelijke verklaring over het beleid dat moet leiden tot toenemende leveringszekerheid van medische isotopen. De samenwerking tussen producenten is verbeterd, waardoor de beschikbare internationale productiecapaciteit beter wordt afgestemd. Er zijn afspraken gemaakt over ontwikkeling-

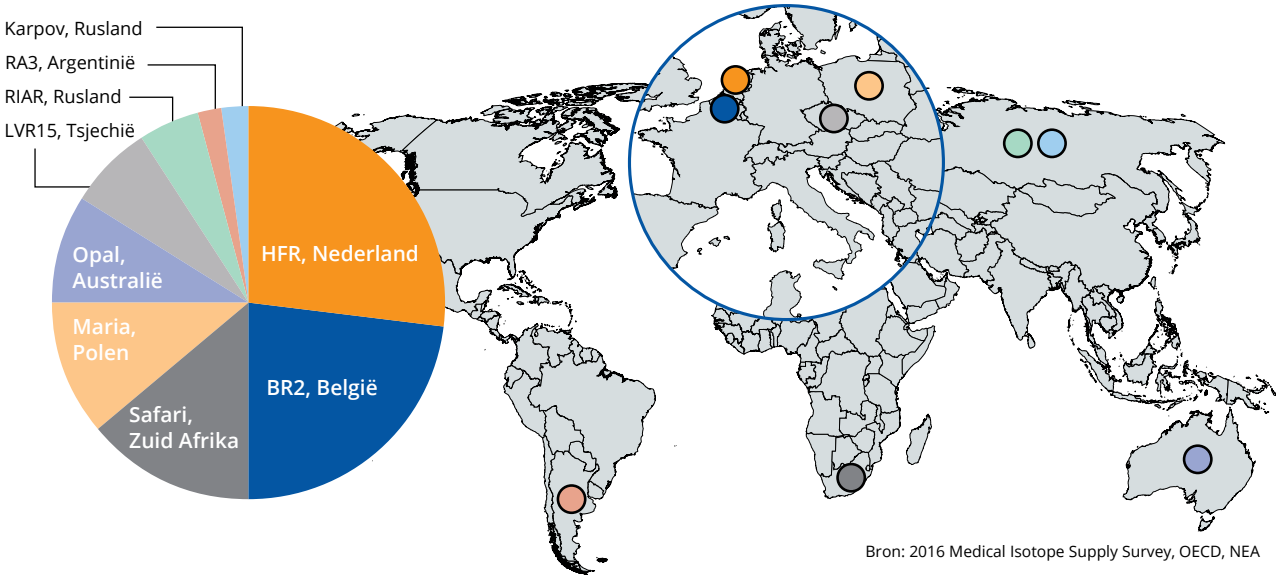
Moeder en dochter: molybdeen-99 en technetium-99m

Radioactieve stoffen vervallen. Een radio-isotoop is niet stabiel en na verloop van tijd zal een kernreactie ontstaan waarbij er straling wordt uitgezonden en de oorspronkelijke isotoop verandert.
Voor iedere isotoop is er een bepaalde tijd; de zogeheten "halveringstijd", waarin de helft van de atomen vervalt. Dus na 1 halveringsstijd is nog de helft over, na 2 halveringstijden nog een kwart, enzovoorts.
Molybdeen-99 kent een halveringstijd van 66 uur. In die tijd vervalt molybdeen-99 en daarbij ontstaat een nieuwe isotoop: technetium-99m. Molybdeen-99 wordt daarom de moederisotoop van technetium-99m genoemd. Door de relatief lange halveringstijd van molybdeen-99 kan het over een grote afstand vervoerd worden. Er hoeft in praktijk maar circa één levering per week plaats te vinden aan het ziekenhuis. In het ziekenhuis wordt het als technetium-99m gebruikt door het gebruik van een generator.
Het technetium-99m wordt in het ziekenhuis namelijk 'afgetapt' uit een generator die door de producent is beladen met de moederisotoop molybdeen-99. De generator is een zware koker met daarin een flesje vloeistof. Bij het aftappen, ook wel elueren genoemd, vindt een chemische scheiding plaats. Het grote voordeel van dit proces is dat vanwege de langere halfwaardetijd van de moederisotoop, de generator een langere tijd gebruikt kan worden voor het aanmaken van een korter levende isotoop. Een ziekenhuis hoeft daarmee niet elke dag een nieuwe bestelling voor de korter levende isotopen te plaatsen maar heeft door gebruik van molybdeen-99 een isotopenbron die langere tijd gebruikt kan worden.

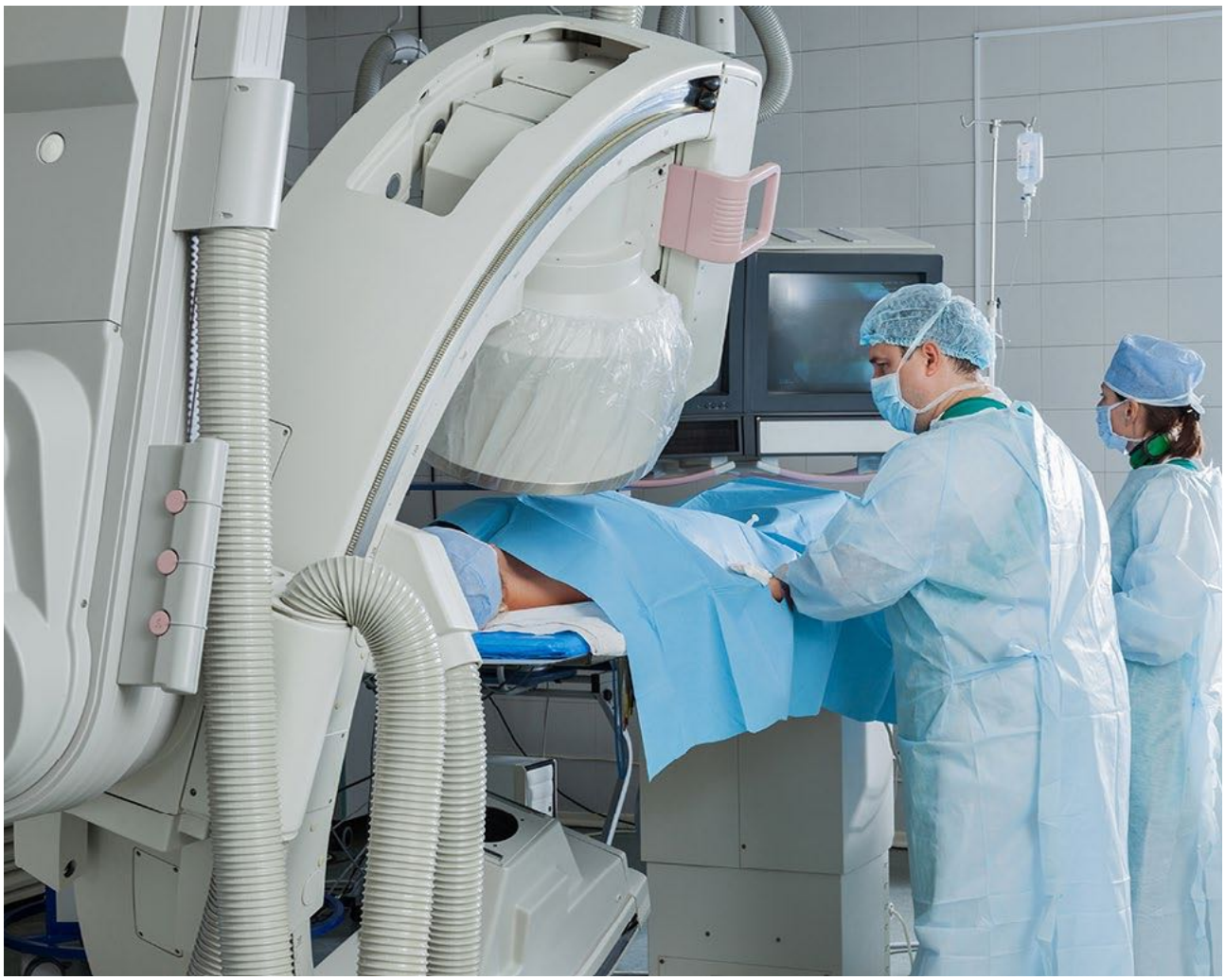
van reservecapaciteit en de verhoging van de productie bij andere faciliteiten in geval van onvoorziene stops. Tenslotte is gewerkt aan verhoging van de productiecapaciteit [13]. In het licht van de leveringszekerheid voor patiënten beveelt de OECD-NEA aan om internationaal te streven naar enige overcapaciteit, om uitval op te vangen.
Stillegging van de HFR of discontinuïteit in de productie zal ondanks deze afspraken, nog steeds tot grote internationale problemen leiden, vooral sinds de Canadese reactor in 2016 gestopt is met productie van molybdeen-99. In een brief van de minister van Economische Zaken d.d. 30 september 2016 wordt geconcludeerd dat bij stopzetting van de HFR "serieuze beschikbaarheidsproblemen ontstaan voor de medische isotopen molybdeen-99/technetium-99m, iridium-192 en mogelijk ook voor jodium-131" [14].
Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) geeft in een rapport van juli 2017 aan dat "de markt voor isotopen (zowel voor diagnostiek als voor therapie) zeker tot 2020 en waarschijnlijk tot 2025 fragiel zal zijn. Bij uitval van één reactor kunnen al tekorten ontstaan. Wat er na 2025 gaat gebeuren is nog erg onzeker. Dat hangt af van het beschikbaar komen van nieuwe reactoren of alternatieve productiefaciliteiten". [12]

2.2.3 Ontwikkeling van de vraag naar molybdeen-99

Voor de toekomst verwacht het Nuclear Energy Agency van de OECD (OECD-NEA) dat de behoefte aan molybdeen-99 in de westerse wereld licht (<1% per jaar) zal stijgen. Voor opkomende landen in Azië en andere werelddelen wordt een grotere stijging van ongeveer 4-5% verwacht [15]. Andere bronnen houden rekening met een nog sterkere groei in opkomende landen van meer dan 10% in de komende tien jaar [16]. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) verwacht voor technetium-99m een stabiele tot licht



Figuur 9 Wereldwijde reactor-capaciteit molybdeen-99



Figuur 10 Een voorbeeld van gebruik van SPECT-camera. Meerdere tweedimensionale beelden worden door een computer tot een driedimensionaal beeld verwerkt. Bij SPECT-scans wordt in bijna alle gevallen technetium-99m gebruikt.

toenemende behoefte. Dit instituut voorziet dat er wereldwijd een sterke groei voor deze markt zal zijn omdat voorzien is dat Azië en Zuid Amerika een grote economische groei gaan doormaken.[12]
Oorzaken voor de verwachte stijgende vraag zijn verder de wereldwijde bevolkingsgroei, de toename van welvaart in de opkomende landen en werelddelen (en daarmee stijging van het niveau van de gezondheidszorg) en vergrijzing van de bevolking.

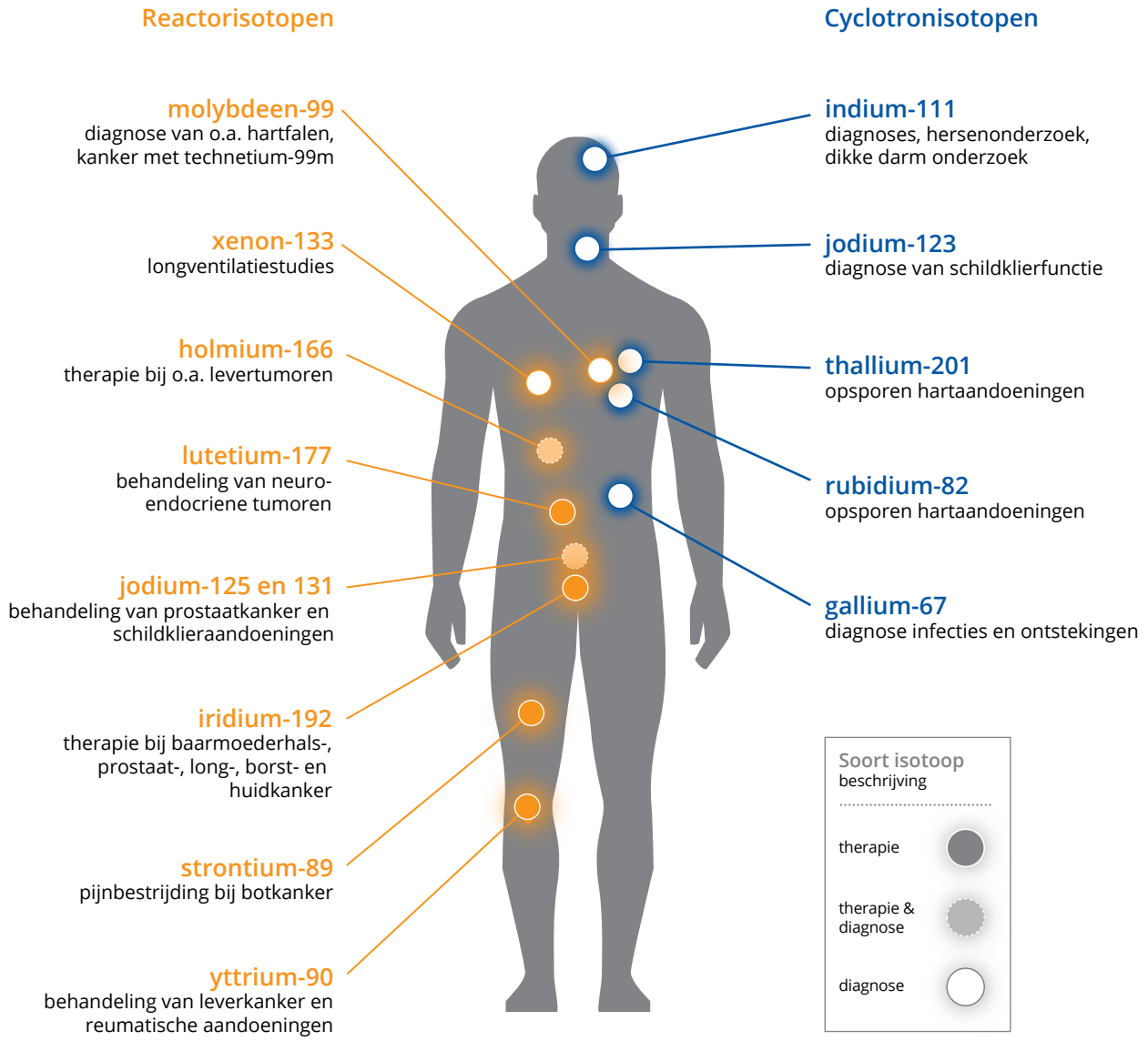
2.2.4 Therapeutische isotopen

Er zijn hoge verwachtingen van de ontwikkeling van therapeutische isotopen. Therapeutische toepassingen winnen snel aan belang en de nucleaire geneeskunde ontdekt steeds meer innovatieve mogelijkheden van behandeling. Het RIVM voorziet voor isotopen voor therapeutisch gebruik een stijging van het gebruik. Volgens dit instituut wordt “voor jodium-131, iridium-192 en lutetium-177 respectievelijk een lichte stijging, een stabiele behoefte en een sterke toename verwacht. Deze drie isotopen worden in reactoren geproduceerd. Voor andere radio-isotopen zoals gallium-68, rubidium-82, zirconium-89, yttrium-90, holmium-166 en radium-223, wordt in veel gevallen een (sterke) toename voorspeld. Ook dit zijn isotopen die overwegend in reactoren geproduceerd worden”.[12]
Met isotopen zoals iridium-192 en lutetium-177 heeft NRG in Petten al een internationale koploperspositie behaald. PALLAS zal deze trend voortzetten door onderzoek te doen naar nieuwe therapeutische isotopen en in te inspelen op de internationale trend van gepersonaliseerde geneeskunde. Productie van en onderzoek naar nieuwe therapeutische isotopen is een integraal onderdeel van de business case van PALLAS.
Therapie met isotopen is onder te verdelen in radiotherapie, nucleair geneeskundige therapie (waaronder brachytherapie[3]) en palliatieve therapie. Radiotherapie werkt met externe stralingsbronnen, bij een nucleair geneeskundige therapie krijgen patiënten een medische isotoop toegediend. In beide gevallen is de behandeling er op gericht specifiek weefsel te vernietigen. Bij palliatieve therapie gaat het om het indammen van de tumor(en) en pijnbestrijding. Patiënten krijgen een medische isotoop toegediend die het ziekteproces remt, waardoor pijn vermindert en de kwaliteit van leven verbetert.
Door de juiste medische isotoop aan een geschikte tracer te koppelen, is de nucleair geneeskundige in staat om de medische isotopen op de juiste plek in het lichaam te laten

3 Brachytherapie is een specifieke manier van toedienen van de radio-isotoop, waarbij de isotoop via een katheter of naald wordt aangebracht op de plaats van de aandoening en daar gedurende korte of langere tijd straling blijft afgeven aan het zieke weefsel.

bezorgen en zo de schade aan gezonde cellen te beperken, terwijl de zieke cellen effectief worden vernietigd. De toegepaste stralingsdosering is bij therapie overigens veel hoger dan bij de diagnostiek. De patiënt wordt veelal zelfs tijdelijk als radioactief beschouwd.
Een voorbeeld van een therapeutische isotoop is het reactorproduct lutetium-177, dat wordt ingezet voor de behandeling van neuro-endocriene tumoren; een zeldzame en zeer kwaadaardige vorm van kanker. Behandeling van een patiënt met lutetium-177 levert in dit geval een gemiddelde levensverlenging op van maar liefst 4 jaar, met een relatief goede kwaliteit van leven. Deze behandeling is in Nederland ontwikkeld, en wordt inmiddels wereldwijd met veel succes toegepast. Het is de verwachting dat het aantal patiënten dat met lutetium-177 kan worden behandeld fors zal toenemen.
Irridium-192 wordt met name gebruikt voor de behandeling van prostaat-, borst-, gynaecologische en hoofd-/hals-tumoren. In een rapport van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (juli 2016) [13] wordt gesteld dat stopzetten van de huidige HFR-productie zou leiden tot vergaande gevolgen voor patiënten die deze isotoop nodig hebben. De twee andere producenten kunnen het tekort niet opvangen en in cyclotrons kan dit product alleen in zeer kleine hoeveelheden worden gemaakt.
De meest gangbare nucleair geneeskundige therapieën in Nederland zijn:

- Jodium-131 bij schildklieraandoeningen, waarbij de patiënt een capsule met het radioactief jodium krijgt toegediend. Het jodium verzamelt zich in de schildklier, waar het zijn straling afgeeft (therapie).
- Iridium-192 voor de behandeling van prostaat-, borst-, gynaecologische en hoofd-/hals-tumoren. (brachytherapie).
- Radium-223, (Xofigo®) voor de behandeling van prostaatkanker en botmetastasen (therapie).
- Lutetium-177, voor de behandeling van neuro-endocriene tumoren en op experimentele basis voor de behandeling van prostaatkanker (therapie).
- Strontium-89, rhenium-186 of samarium-153 ten behoeve



Figuur 11 Isotopen uit Petten

van pijnbestrijding bij gemetastaseerde botkanker (therapie).
- Yttrium-90 voor behandeling van leverkanker (radio-embolisatie) en bepaalde reumatische aandoeningen.
- Holmium-166 voor de behandeling van leverkanker (radio-embolisatie).

2.2.5 Isotopen voor industriële toepassingen

Naast het ontwikkelen en leveren van medische isotopen zal de PALLAS-reactor ook diensten leveren voor industriële toepassingen. Voor een groot deel zullen deze bestaan uit het bestralen van iridium-plaatjes ('bronnen') die worden gebruikt in apparatuur voor 'non destructive testing.' De door bestraling ontstane iridium-192-isotopen binnen deze bronnen maken het bijvoorbeeld mogelijk om lasnaden in pijpleidingen te inspecteren. Daarnaast worden iridium-bronnen gebruikt in camera's voor neutronradiografie die een soort röntgenbeelden kunnen maken maar dan binnen metalen objecten. De vraag naar iridium-bronnen is momenteel stabiel. In de toekomst wordt vraag verwacht naar andere isotopen zoals selenium-75.

2.3 Alternatieve productiemethodes medische isotopen

Bij besluitvorming over de bouw van een nieuwe reactor, wordt regelmatig de vraag gesteld of productie van medische isotopen ook volledig met versnellers kan plaatsvinden. Het voordeel van gebruik van versnellers is dat er minder nucleair afval overblijft. Versnellers werken namelijk niet op basis van splijtstoffen. Bij kernsplijting ontstaan afvalstoffen die lang radioactief blijven en bij versnellers is dat minder het geval[4]. Er wordt in dit verband gesproken over cyclotrons en rechte versnellers. Cyclotrons zijn zogeheten ronde versnellers, rechte versnellers worden aangeduid als LINACs, 'linear accelerators'. Het basisprincipe is gelijk, namelijk het versnellen van geladen deeltjes. In deze paragraaf wordt ingegaan op diverse alternatieve productie methodes. Welke isotopen (kunnen) worden gemaakt met reactoren, en welke met cyclotrons en lineac's? Waarom is gekozen voor de bouw van een nieuwe reactor en niet voor alternatieve productie methodes? Er wordt ook ingegaan op het Lighthouse-initiatief dat opgezet is door ASML.

2.3.1 Hoe werken reactoren en versnellers: een vergelijking

In een kernreactor wordt splijtbaar materiaal gebruikt; waaronder uranium. Een langzaam neutron wordt ingevangen door een uraniumkern, die in twee ongeveer even grote brokken uit elkaar valt. Bij deze reactie komen weer een paar nieuwe neutronen vrij, die weer andere uraniumkernen kunnen splijten, en zo wordt een kettingreactie in gang gezet. Neutronen zijn ongeladen kerndeeltjes. Het is relatief gemakkelijk om een groot rek met targets in de kern te plaatsen, en de grondstof zo door botsing met neutronen te laten activeren. Kernreactoren zijn zo ontworpen dat er heel veel kernreacties per seconde gemaakt kunnen worden. Voor een grote onderzoeksreactor is een tempo van 10^{14} (honderdduizend miljard) neutronen per seconde en per vierkante centimeter haalbaar. Het productietempo van een reactor is daarmee zeer hoog, waardoor een grote diversiteit aan medische isotopen in omvangrijke hoeveelheden kan worden vervaardigd. De bekendste en meest gebruikte isotoop uit een reactor is vandaag de dag molybdeen-99.
In versnellers worden geladen deeltjes (protonen) in een combinatie van een magneetveld en een elektrisch veld versneld waarna ze tegen een target moeten botsen. Hierbij wordt de grondstof in de target geactiveerd, dat wil zeggen omgezet in een radio-isotoop. Het aantal deeltjes dat per seconde versneld kan worden is ten opzichte van een reactor relatief laag, waardoor de productiecapaciteit van versnellers minder groot kan zijn dan van reactoren. De halfwaardetijden van de meeste producten uit een versneller zijn erg kort, meestal maar een paar uur. Een versneller moet daarom altijd dichtbij het ziekenhuis staan, de plek waar de producten gebruikt worden.
In een deeltjesversneller ontstaan andere producten dan in een reactor. Bekende isotopen die met behulp van een cyclotron geproduceerd worden zijn zuurstof-15, fluor-18, jodium-123 en jodium-124, koolstof-11, stikstof-13, zirconium-89Zr, gallium-68, en rubidium-82. Het niet-radioactieve zuurstof-18 kan door blootstelling aan protonen worden omgezet naar het radioactieve fluor-18, een veelgebruikt versnellerisotoop. Fluor-18 wordt toegepast voor diagnostiek met PET-camera's. In bijlage G wordt uitgebreid ingegaan op PET- en SPECT camera's en welke isotopen voor welk type camera benodigd is.

Betekenis van vervaltijd voor het leveringsproces

Medische isotopen zijn radioactief. De hoeveelheid radioactiviteit vermindert door het zogenoemde radioactieve verval. Dit betekent dat het medische isotopen product met de tijd in 'kracht' vermindert. De halfwaardetijd is de tijd waarmee de hoeveelheid radioactiviteit halveert. Voor veel medische isotopen is deze halfwaardetijd in de orde grootte van enkele uren tot enkele dagen. Omdat de hoeveelheid product dus snel in tijd afneemt, is het van cruciaal belang om de toeleveringsketen goed te organiseren. Dit betekent dat het tijdstip waarop de medische isotopen in het ziekenhuis benodigd zijn tot op het uur nauwkeurig wordt teruggerekend naar het productietijdstip. Het betekent ook dat in de gehele logistieke keten, zo min mogelijk tijd verloren mag gaan.

4 Het is overigens een misverstand dat er bij gebruik van een versneller geen sprake meer zou zijn van nucleair afval. Deeltjesversnellers veroorzaken kernreacties, en net als kernreactoren produceren versnellers dus ook radioactief afval. Door het technisch ontwerp van de versneller en de targets gunstig te kiezen kan men de hoeveelheid afval die ontstaat beperken. In het algemeen kan men zeggen dat een versneller (ook per hoeveelheid geleverd product) veel minder radioactief afval produceert dan een reactor. Net als bij een kernreactor wordt een versneller tientallen jaren, dag in dag uit, gebruikt. Hierdoor wordt de installatie zelf, en delen van het gebouw waarin de installatie staat, ook radioactief. De hoeveelheid radioactiviteit en het niveau van de straling die dit veroorzaakt, is bij een versneller veel lager dan bij een reactor. Maar toch komt bij de ontmanteling van een versneller ook veel radioactief afval vrij dat nog meer dan honderd jaar moet worden opgeslagen, zoals blijkt uit berekeningen en uit ervaring met de ontmanteling van oude medische cyclotrons zoals bij de Cyclotron BV van het VUmc. Bron: RIVM juli 2017

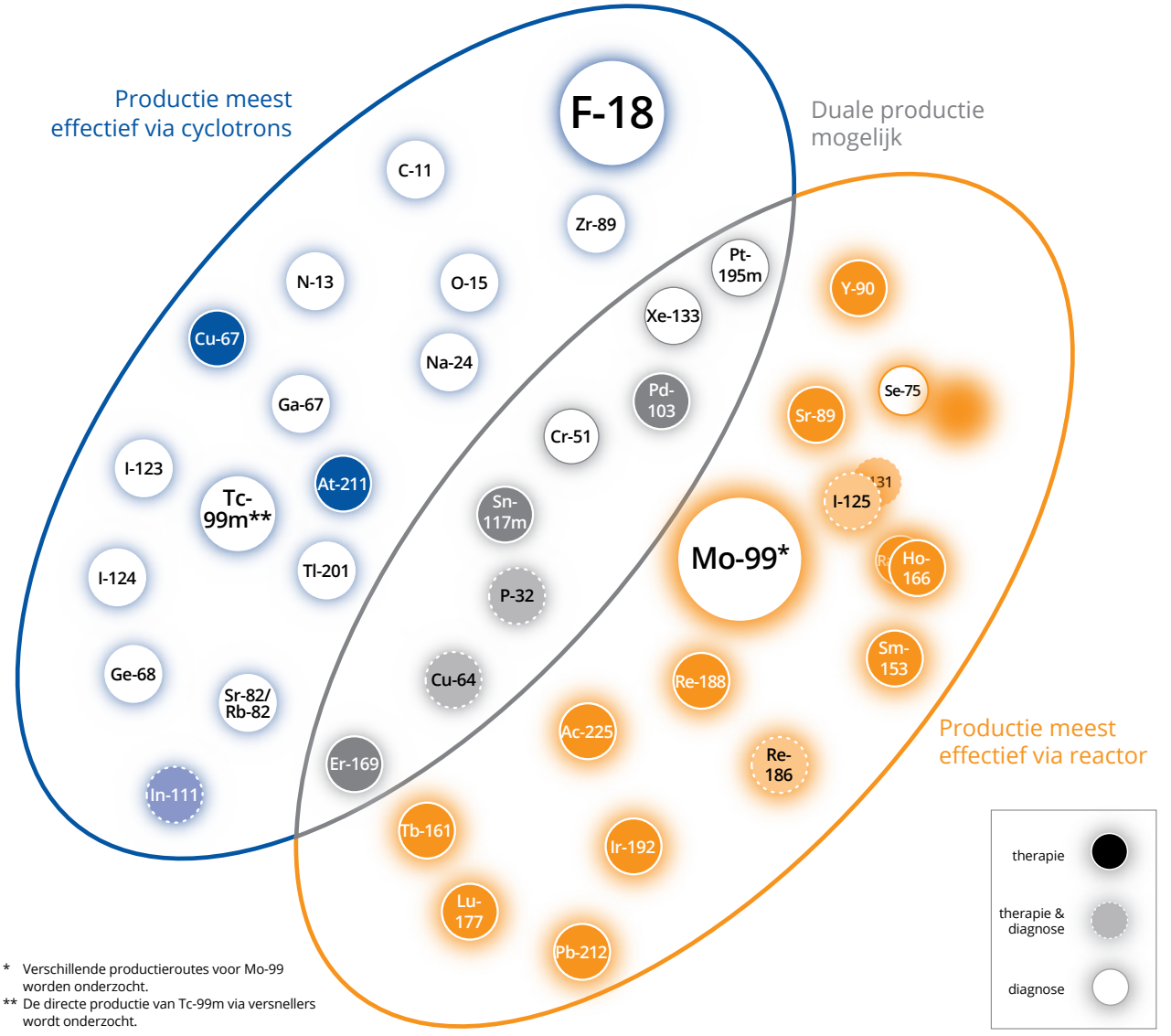
Reactoren produceren naast molybdeen-99 ook isotopen als strontium-90, yttrium-90, jodium-125 en jodium-131, xenon-133, samarium-153, holmium-166, erbium-169, lutetium-177, rhenium-186 en 188 en iridium-192 (Ir-192).

Andere elektronenversnellers

Een speciale toepassing van de versnellertechnologie is het zogenoemde Lighthouse initiatief van ASML. Het principe hierbij is dat een speciale, intense, elektronenversneller wordt ingezet om via een convertor zeer hoogenergetisch licht (fotonen) te maken. Dit licht wordt op verrijkt molybdeen (Mo-100) geschenen, en daar wordt dan vervolgens molybdeen-99 gevormd. Deze productietechnologie maakt geen gebruik van uranium, maar wel van verrijkt molybdeen.
Lighthouse is nog geen bewezen techniek en verkeert in een vroege ontwikkelingsfase. Als het project levensvatbaar blijkt, duurt het nog 5 tot 10 jaar voor er molybdeen geproduceerd kan worden voor de markt.[12] Bij Lighthouse zou het bovendien alleen gaan om de diagnose-isotoop molybdeen-99, er kunnen geen therapeutische isotopen mee worden geproduceerd.

Canada

De Canadese overheid heeft als alternatief voor de bouw van een nieuwe multi-purpose onderzoeksreactor gekozen voor de optie om in 2009 35 miljoen vrij te maken voor het 'Non-reactor-based Isotope Supply Contribution Program' (NISP), in 2011 gevolgd door 25 miljoen CAD (Canadese dollars) voor onderzoek binnen het 'Isotope Technology Acceleration Program' (ITAP).
De ontwikkelingen binnen deze programma's in Canada concentreren zich op productie van technetium-99m door cyclotrons. Recente wetenschappelijke publicaties en publieke rapportages over de voortgang laten zien dat er nog steeds wordt gewerkt aan deze oplossingsrichting voor Canada. Er is, ondanks de vele investeringen, nog geen goedgekeurde en gecertificeerde producent die gebruik maakt van cyclotrons voor de productie van technetium-99m. Er wordt intussen gewerkt aan de toelatingseisen voor registratie.



* Verschillende productieroutes voor Mo-99 worden onderzocht.
** De directe productie van Tc-99m via versnellers wordt onderzocht.

Figuur 12 Overzicht van de meest belangrijke isotopen

2.3.2 Cyclotron- en reactor isotopen zijn complementair

Niet elke medische isotoop die met een reactor wordt geproduceerd kan met een versneller worden gemaakt. Dit geldt met name voor therapeutische isotopen. Het omgekeerde geldt ook: niet elke medische isotoop uit een versneller kan met een reactor worden geproduceerd.
Reactoren en cyclotrons vullen elkaar aan, maar kunnen elkaar niet vervangen. Op de OLP van Petten zijn, naast een reactor, daarom ook twee cyclotrons aanwezig zijn waarmee medische isotopen worden gemaakt.
Hoewel er diverse onderzoeksprojecten (met name in Canada) zijn die onderzoek doen naar de productie van technetium-99m met versnellers, is er nog lang geen sprake van grootschalige en commerciële productie. De ontwikkelingen in Canada zullen hiervoor mede bepalend zijn (zie kader over Canada).
In Nederland staan versnellers in of nabij de ziekenhuizen in Amsterdam, Eindhoven, Alkmaar, Groningen en Rotterdam. Geen van de eigenaren van die cyclotrons heeft momenteel plannen om met de cyclotron technetium-99m te gaan produceren [12]. De cyclotrons die nu in Nederland in gebruik zijn, worden grotendeels ingezet voor de productie van fluor-18, dat gebruikt wordt voor PET-scans (zie bijlage G voor uitleg inzake PET en SPECT-scans). Cruciaal is echter het gegeven dat een groot aantal isotopen simpelweg (nog) niet effectief vervaardigd kan worden met cyclotrons of versnellers. Het gaat dan met name om de therapeutische isotopen; zij worden tot dusverre alleen met reactoren gemaakt.
Als volledig wordt overgegaan op het gebruik van cyclotrons kan een aantal therapeutische isotopen niet meer geleverd worden. Dat zou betekenen dat isotopen als iridium-192, lutetium-177 en holmium-166, toegepast bij onder andere long-, eierstok- en leverkanker en neuro-endocrine tumoren, niet meer aan ziekenhuizen geleverd kunnen worden. Er ontstaan dan nationaal en internationaal grote problemen voor de behandeling van patiënten die hieraan lijden. Het genoemde RIVM-rapport uit 2016 wijst expliciet op stijging van het aantal doden bij bijvoorbeeld gynaecologische kankers als gevolg van een tekort aan iridium-192 als de HFR zou worden stilgelegd [13].
De doelstellingen van PALLAS zijn alleen te behalen met de bouw van een reactor, niet met alternatieve productiemethodes als versnellers. Er vinden experimenten plaats met de productie van technetium-99m via cyclotrons maar het zal de eerste tien jaar onzeker blijven of deze gaan leiden tot daadwerkelijke en voldoende (commerciële) productie. Ook het 'Lighthouse project' is nog met vele onzekerheden omgeven en zal de eerste tien jaar niet tot grootschalige productie kunnen leiden. Indien het project levensvatbaar zou blijken, kan het wel een goede aanvulling zijn in de wereldwijde behoefte aan technetium-99m.
Voor productie van therapeutische isotopen blijven sowieso reactoren nodig. Met de leveringszekerheid van medische isotopen mogen geen risico's gelopen worden. Door in Petten een nieuwe reactor te bouwen wordt gezorgd voor een continue beschikbaarheid van een breed scala aan medische isotopen, en kunnen patiënten in Nederland, Europa en een groot deel van de wereld blijven rekenen op de gewenste diagnose en behandeling.

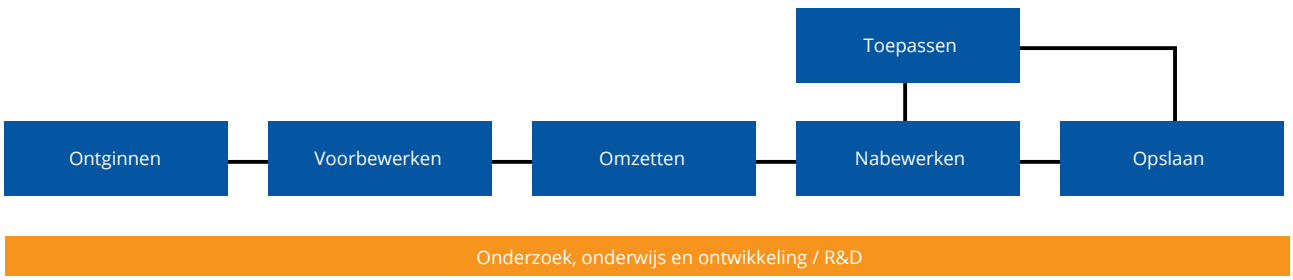
2.4 Hoogwaardige kennisinfrastructuur en werkgelegenheid

2.4.1 De nucleaire kennisinfrastructuur

De nucleaire kennisinfrastructuur is onder te verdelen in een nucleaire keten van ontginnen tot en met opslaan van nucleair materiaal en een kennisketen waarin met name onderzoek wordt gedaan.

De nucleaire keten bestaat uit zes activiteiten:

- Het ontginnen van grondstoffen voor nucleaire toepassingen is de basis.
- Voorbewerking richt zich op alle processen die voorafgaan aan een nucleaire reactie. Hieronder valt het verrijken van elementen, zoals uranium.
- Omzetten betreft alle werkzaamheden waarbij een nucleaire reactie plaatsvindt, bijvoorbeeld het omzetten in energie voor productie van elektriciteit of het omzetten in een neutronen flux voor de productie van (medische) isotopen.
- Nabewerken omvat alle werkzaamheden na de nucleaire reactie. Dit is bijvoorbeeld de scheiding van specifieke radio-isotopen uit het reactieproduct, onder meer voor medische toepassingen.
- Bij toepassen gaat het om bijvoorbeeld het toepassen van gedoteerde halfgeleiders in de industrie of het toepassen van medische isotopen (nadat ze door farmaceuten zijn nabewerkt) in de nucleaire geneeskunde of in medische beeldvormende apparatuur.
- Opslaan heeft betrekking op het tijdelijk en langdurig opslaan van radioactief materiaal (afval). In Nederland wordt nucleair afval opgeslagen bij de COVRA in Zeeland.



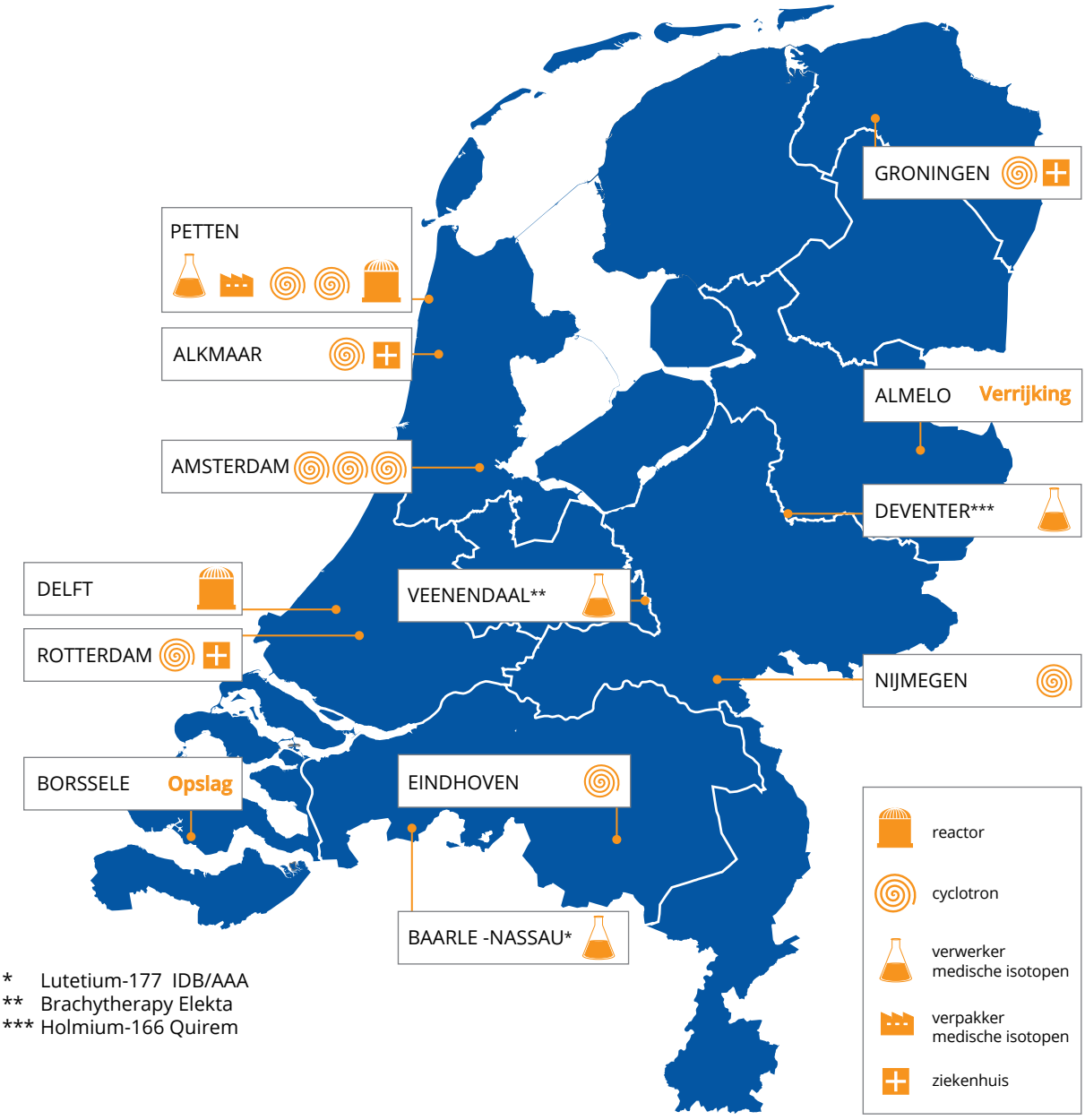
Figuur 13 Onderdelen van de waardeketen

Veel toepassingen van nucleaire materialen leiden op hun beurt tot radioactief afval dat vervolgens weer ingezameld en opgeslagen dient te worden. In Nederland wordt nucleair afval opgeslagen bij de COVRA in Zeeland.
Op ontginnen na worden alle genoemde werkzaamheden binnen Nederland gedaan. Nederland is dus breed in de nucleaire keten actief.

2.4.2 Belang van Petten voor de nucleaire infrastructuur

Er zijn aanzienlijke economische en maatschappelijke belangen verbonden met de Onderzoekslocatie Petten (OLP). De OLP is een essentiële schakel in de keten van toegepast nucleair onderzoek. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om onderzoek naar reactorveiligheid en (eind-)berging van nucleair afval en onderzoek met behulp van nucleaire technologie, zoals materiaalonderzoek voor energieopslag.

De nucleaire keten in Nederland is nauw verweven. Er is een grote mate van samenwerking tussen de diverse spelers; het Reactor Instituut Delft (de Hoger Onderwijs Reactor), URENCO in Almelo, NRG als exploitant van de Hoge Flux Reactor), en de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) in Zeeland. Een deel van die samenwerkingsverbanden heeft betrekking op de productie van medische isotopen of de ontwikkeling van nieuwe technieken voor meer nauwkeurige diagnose of therapie voor de behandeling van meer vormen van kanker. Binnen DIVA (Dutch Isotopes Valley), werken de TU Delft, URENCO en NRG samen.
De eigenaar van de huidige Hoge Flux Reactor is de Europese Commissie. Het Joint Research Centre (EC-JRC) is het gemeenschappelijke Europese centrum voor onderzoek dat gevestigd is op de OLP in Petten.
De Nederlandse organisaties van de nucleaire kennisinfrastructuur zijn betrokken bij diverse internationale organisa-



Figuur 14 Nederlandse nucleaire waardeketen voor medische isotopen

ties. Er zijn veel internationale contacten bijvoorbeeld binnen de OECD, de IAEA, Euratom en in consortia van Europese kaderprogramma's voor onderzoek en innovatie.
De wetenschappelijke kwaliteit van het nucleair onderzoek in Nederland wordt als hoog gekwalificeerd. Er zijn voor-aanstaande onderzoekers en tevens een state-of-the-art onderzoeksinfrastructuur, onder meer met de reactor van de TU Delft. Daarbij is er een goed aanbod aan (academische) opleidingen.
Het bureau Technopolis schat dat de totale inkomsten binnen de nucleaire kennisinfrastructuur rond de 1 miljard euro per jaar zullen liggen (rapport d.d. 18 juli 2016). [17]

2.4.3 Hoogwaardige werkgelegenheid

De nucleaire kennisinfrastructuur brengt werkgelegenheid en daarmee economische groei naar regio's waar de werkgelegen-heid beperkt is. NRG, Curium (voorheen Mallinckrodt) en EC-JRC in Petten zorgen voor veel banen in kop van Noord-Holland. Het zijn bovendien organisaties en bedrijven die hoogopgeleide werknemers voor de regio behouden en aantrekken.

Op dit moment is 'Petten' goed voor circa 1.600 (veelal) hoogwaardige arbeidsplaatsen. Naast de HFR is er een toe-gesneden nucleaire infrastructuur van laboratoria aanwezig voor onderzoek, behandeling, verwerking en het uiteindelijke transport van het nucleaire materiaal. Met de opgebouwde nucleaire kennis en expertise is dit een unieke verzameling activiteiten op één terrein.
Naast de productie vindt ook de bewerking van de isotopen plaats op de Onderzoekslocatie Petten. Curium bewerkt de isotopen waardoor ze bruikbaar worden voor medische toe-passing in ziekenhuizen. Doordat al deze activiteiten én een goede logistieke infrastructuur aanwezig zijn, wordt kostbaar tijdverlies voorkomen. Petten beschikt hierdoor over een complete infrastructuur voor de productie en verwerking van medische isotopen.
De bouw van de PALLAS-reactor geeft tijdelijk een extra im-puls aan de werkgelegenheid, de exploitatie ervan zorgt voor behoud van hoogwaardige werkgelegenheid en economische activiteiten in de kop van Noord-Holland.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

3 Voornemen en varianten

PALLAS heeft tot doel de realisatie van een multifunctionele ('multi purpose') reactor die geschikt is voor het produceren van medische isotopen, industriële isotopen en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek en de aanleg van alle voorzieningen die daarvoor nodig zijn.
Hoofdstuk 3 beschrijft de voorgenomen activiteit. Paragraaf 3.1 geeft aan waar op de OLP de PALLAS-reactor zal komen. Paragraaf 3.2 gaat op hoofdlijnen in op hoe de PALLAS-reactor en voorzieningen er naar verwachting uit komen te zien en welke principes er worden gehanteerd bij de verdere uitwerking van het concept. In paragraaf 3.4 staan de beschouwde varianten in dit plan-MER.

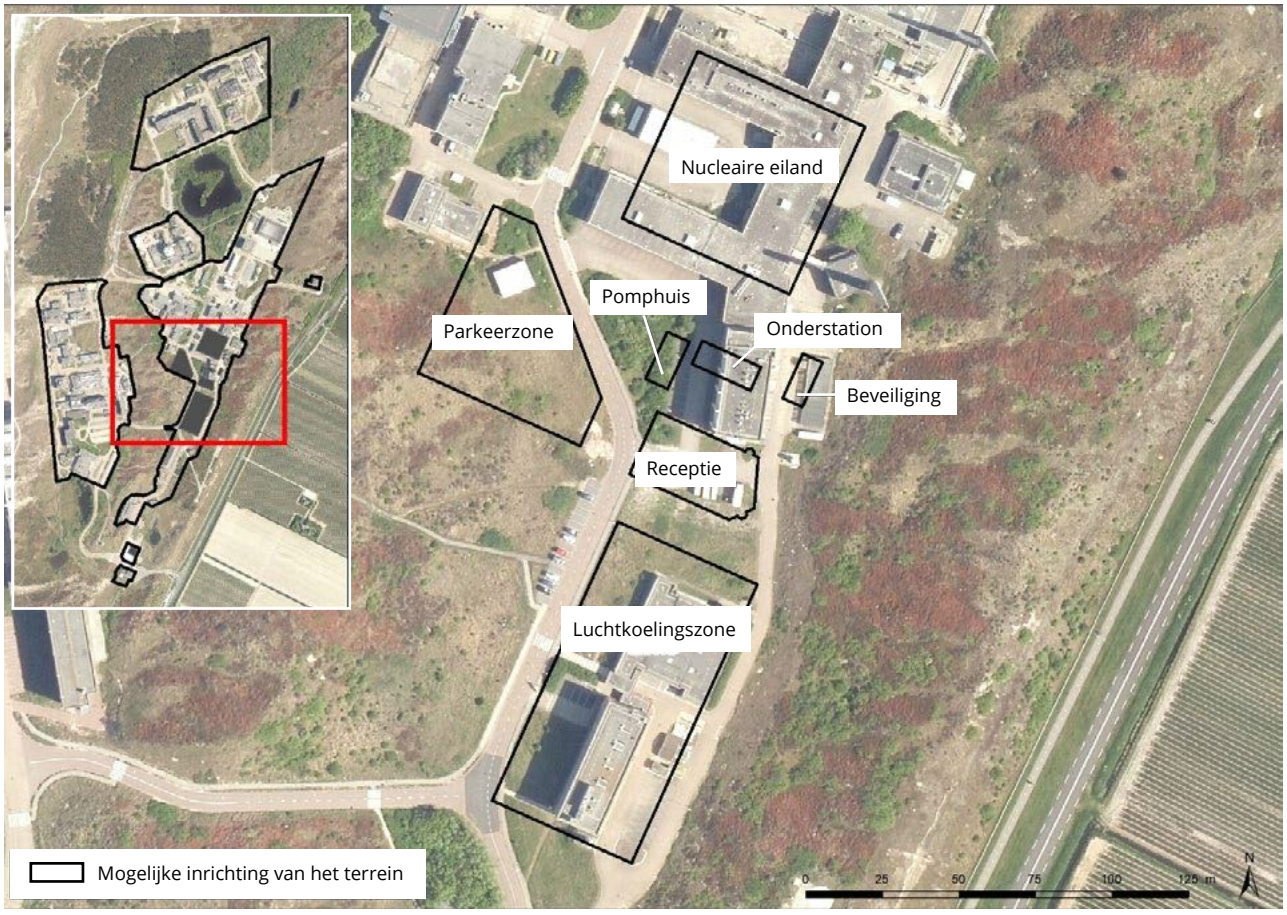
3.1 Locatie op de OLP

Op de OLP is een aantal locaties beschikbaar binnen de bestaande bestemming “bedrijventerrein- bijzonder bedrijventerrein” deze zijn alle gelegen in het lagergelegen gebied, niet op het duingebied. Figuur 15 toont alle beschikbare onbebouwde ruimte of ruimte die bebouwd kan worden met bestemming “bedrijventerrein- bijzonder bedrijventerrein”.
In het oostcluster van de OLP bevindt zich het Hot Cell Laboratory[5] (HCL) gebouw [18] en andere bestaande gebouwen voor de productie voor radionucliden en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. In verband met veiligheid, beveiliging en vervoer van nucleair materiaal is het gewenst om de nucleaire activiteiten te clusteren op het terrein. Hierdoor zijn alleen de locaties in het oostcluster van de OLP verder beschouwd.
Van alle beschikbare locaties in het oostcluster bevat alleen de beoogde PALLAS-locatie (zie Figuur 3) voldoende oppervlakte (circa 1,7 hectare) om de reactor met bijbehorende gebouwen en functies te kunnen realiseren.



Figuur 15 Onbebouwde ruimte of ruimte die bebouwd kan worden in bestemmingsplan

Mogelijke inrichting PALLAS-terrein
De PALLAS-reactor komt op beveiligd terrein. Op de OLP komt een aparte receptie waar toegang tot het PALLAS-terrein wordt verkregen. In Figuur 16 is een mogelijke inrichting van het PALLAS-terrein weergegeven.



Figuur 16 Mogelijke inrichting van het PALLAS-terrein op de OLP

5 Dit laboratorium wordt ingezet bij nabestralingsonderzoek, radioactieve materialen die bestraald zijn in de High Flux Reactor kunnen in dit laboratorium worden verwerkt voor verder onderzoek en productie (bron: https://www.nrg.eu/over-nrg/bedrijf/nucleaire-faciliteiten.html)

3.2 Ontwerpkader, reactor, positie in keten

3.2.1 Ontwerpkader

De exacte inrichting en technisch invulling van de PALLAS-reactor en het reactorterrein zijn nog niet bekend. Daarom is in dit plan-MER gewerkt op basis van een ontwerpkader (zie bijlage C). Er zijn reële aannames over de ontwerpkarakteristieken van de reactor geformuleerd, waarbinnen de voorgenomen activiteit kan plaatsvinden. Het ontwerpkader is gemaakt ten behoeve van het plan-MER en het bestemmingsplan en heeft daarom een abstractieniveau dat daarbij aansluit.
Het ontwerpkader geeft een conservatieve, maar realistische inschatting van de voorgenomen activiteit. Het is gebaseerd op de kenmerken van de locatie op de OLP, randvoorwaarden uit beleid en wetgeving en kennis vanuit de huidige HFR.
Voor sommige onderdelen is de exacte locatie nog niet bekend, zoals de mogelijke tracés voor koelwaterleidingen of het tijdelijke werkterrein. In dat geval is in het ontwerpkader gewerkt met een zoekgebied. Voor dat zoekgebied brengt dit plan-MER de effecten en mogelijke obstakels in beeld. Bij de verdere uitwerking van het ontwerp kan hier zo veel mogelijk rekening mee worden gehouden. Deze verdere uitwerking van het ontwerp wordt getoetst in het kader van het besluit-MER.

3.2.2 PALLAS-reactor

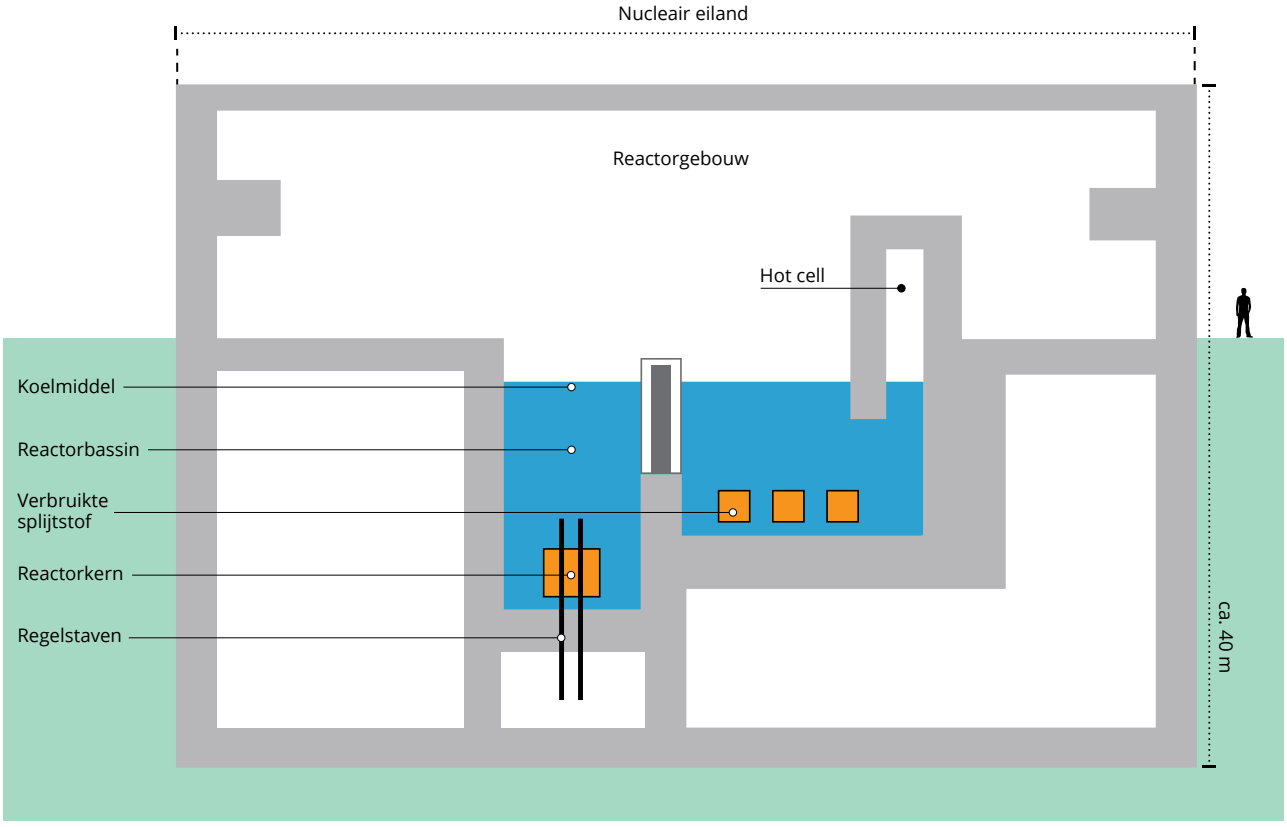
Type reactor

PALLAS heeft gekozen voor een pool-type reactor. Een veel gebruikte verbijzondering is een tank-in-pool type reactor, zie Figuur 17.

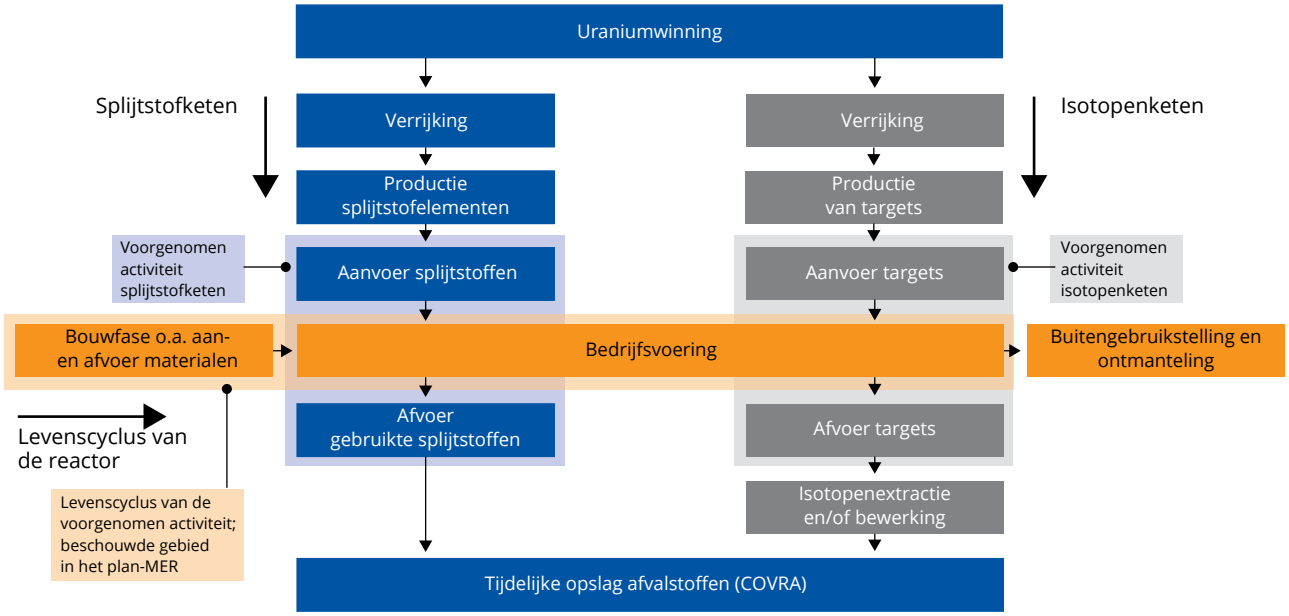
Het waterbassin biedt ruimte aan splijtstofelementen en regelstaven. De splijtstofelementen zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van de neutronen bij de kernsplijting. De PALLAS-reactor zal ontworpen om te opereren met laagverrijkt uranium, wat inhoud dat de hoeveelheid uranium-235 (^{235}U) minder dan 20% van de totale hoeveelheid gebruikt uranium (grotendeels ^{238}U) bedraagt. De regelstaven dienen ervoor om het vermogen van de reactor te regelen, door het absorberen van neutronen. De voordelen van een 'pool-type' reactor zijn dat het waterbassin voor voldoende afscherming zorgt om tijdens normaal bedrijf veilig experimenten en isotopenbestralingen in of naast de reactorkern te kunnen plaatsen én dat er goed zicht is op experimenten omdat het water transparant is. De hoge dichtheid van de betonwanden van het bassin fungeren eveneens als afscherming om veilig te kunnen werken.

Koelen van de reactor (primaire kringloop)

Bij het splijten van de uraniumatoomkernen komt warmte vrij die door koeling van de reactorkern wordt afgevoerd. De warmte wordt hierbij overgedragen aan koelwater dat door het reactorbassin stroomt. Het koelwater wordt rondgepompt in de primaire kringloop. De primaire kringloop geeft via een warmtewisselaar de door het koelwater opgenomen warmte af aan een secundair systeem. De reactorkern en de gebruikte splijtstof staan tevens warmte af aan het bassinwater. Het bassinwater wordt op soortgelijke wijze als het koelwater ge-



Figuur 17 Schematische weergave pool-type reactor



Figuur 18 Schematische weergave van de splijtstofketen en isotopenketen (oranje aangegeven gebied wordt behandeld in dit plan-MER)

koeld, namelijk met een primaire kringloop die via een warmtewisselaar warmte afgeeft aan het secundaire koelsysteem.

Nucleaire eiland

Het nucleaire eiland bestaat uit de locatie waar de reactor zich bevindt. Een belangrijke functie van het nucleaire eiland is dat het een fysieke barrière betreft, ten behoeve van het insluiten van radioactieve stoffen en splijtstoffen. Het proces van het voorkomen of beperken van het vrijkomen van radioactief materiaal naar het milieu wordt ook wel confinement[6] genoemd. Voor de afmetingen van het nucleaire eiland wordt uitgegaan van 40 m breed bij 60 m lang bij 40 m hoog.

Reactorveiligheid

Kernreactoren moeten veilig worden bedreven. Daarvoor bestaat uitgebreide internationale en nationale wet- en regelgeving. 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. Hier wordt streng toezicht op gehouden. De levensduur van een kernreactor omvat het ontwerp, de bouw, de inbedrijfstelling, de bedrijfsvoering en tenslotte de buitengebruikstelling en ontmanteling.
Een kernreactor dient in essentie aan de drie volgende veiligheidsfuncties te voldoen:

1. het beheersen van de reactiviteit;
2. het koelen van de splijtstoffen;
3. het insluiten van de radioactieve stoffen of splijtstoffen.

Deze drie veiligheidsfuncties gelden voor alle fasen van de levensduur van een kernreactor. Als er niet voldaan wordt aan de veiligheidsfuncties wordt geen Kew-vergunning verleend. Bij de aanvraag om de Kew-vergunning en het bijbehorende besluit-MER worden de veiligheidsfuncties verder onderbouwd.

3.2.3 Positie PALLAS in de splijtstofketen en in de isotopenketen

De PALLAS-reactor maakt deel uit van de splijtstofketen en van de isotopenketen. In Figuur 18 staan beide ketens schematisch weergegeven. In Bijlage C (Ontwerpkader) is uitgebreid stilgestaan bij de (effecten van de) stappen voorafgaand en volgend op de stappen in de keten waarvoor de PALLAS-reactor wordt ingezet.

Splijtstofketen

De splijtstofketen begint met de winning en verrijking, gevolgd door de productie van splijtstofelementen. De stappen winning en productie van de splijtstofelementen vinden niet in Nederland plaats. In Nederland staat een verrijkingsfabriek, maar daar zal PALLAS geen (direct) gebruik van maken.
De splijtstofelementen worden op de internationale markt ingekocht, waarbij de leverancier bepaalt waar het verrijkte materiaal vandaan komt. Dit materiaal word vervolgens in containers naar de PALLAS-reactor vervoerd.
De splijtstofelementen worden als brandstof ingezet in de PALLAS-reactor voor het bedrijven van de reactor. Daarbij produceren deze elementen neutronen, welke benut worden voor bestraling van de experimenten. Hierdoor wordt splijtstof verbruikt zodat deze periodiek vervangen dient te worden. Na ontlading vanuit de reactorkern worden de gebruikte splijtstofelementen tijdelijk (enkele jaren) onder water opgeslagen in het waterbassin.
Na circa twee jaar is deze warmteproductie zodanig afgenomen dat de splijtstofelementen vervoerd kunnen worden. Ze worden vanuit het waterbassin in een daarvoor ontworpen container geplaatst, waarna deze vervoerd wordt naar COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval).

6 Confinement: Het voorkomen of beperken van het vrijkomen van radioactief materiaal naar het milieu tijdens normaal bedrijf en tijdens mogelijke optredende ongevallen.

Isotopenketen
De isotopenketen komt veelal overeen met de splijtstofketen en wijkt op enkele onderdelen af. Ook deze keten is een internationale keten. Sommige stappen (activiteiten) vinden plaats in Nederland, andere daarbuiten. Een target is een stuk materiaal, vaak van aluminium gemaakt, waarin uranium is verwerkt. Targets worden getransporteerd vanuit het buitenland (o.a. Frankrijk) naar de PALLAS-reactor in Nederland. Met speciale gereedschappen worden de targets in de bijbehorende targethouder geplaatst alvorens in of naast de reactorkern van de PALLAS-reactor te worden geplaatst. De vrijkomende neutronen uit het splijtingsproces in de reactor bestralen de targets. Na een van tevoren vastgestelde bestralingsperiode worden de targets eruit gehaald en in een container geplaatst.
Na bestraling worden de targets in daarvoor bestemde containers getransporteerd voor verdere verwerking voor de productie van medische isotopen of voor het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. Dit gebeurt voor een groot deel ook op de OLP.
Bij de verwerkingsprocessen en na gebruik in de ziekenhuizen of onderzoekinstellingen ontstaat radioactief afval. Dit radioactief afval wordt in daarvoor bestemde containers vervoerd naar COVRA en daar conform het Nederlands beleid opgeslagen.

3.3 Projectfasen

Het realiseren en bedrijven van de PALLAS-reactor is op te delen in een aantal projectfasen: de bouwfase, de overgangsfase en de exploitatiefase. Deze fasen komen expliciet terug in de milieubeoordeling van dit plan-MER. Voor de ontmantelingsfase (de zogeheten 'decommissioning') zal in de toekomst een aparte m.e.r. procedure worden doorlopen.

3.3.1 Bouwfase

In de bouwfase wordt de PALLAS-reactor, bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen gerealiseerd. De bouwfase duurt in totaal ongeveer 4 jaar. Gedurende deze 4 jaar gaat het in hoofdlijnen om de volgende activiteiten:

- het voorbereiden van het terrein en het werkterrein, deze fase duurt circa 4 maanden;
- bouw van de reactor en het nucleaire eiland, deze fase duurt circa 44 maanden;
- bouw van het secundaire koelwatersysteem, deze fase duurt circa 31 maanden en valt gelijktijdig met de bouw van de reactor;
- de bouw van de overige gebouwen en voorzieningen (riolering/parkeerterrein e.d.) op het terrein, deze fase duurt circa 36 maanden en valt gelijktijdig met de bouw van de reactor.

In het kader van het plan-MER zijn vooral het ontgraven en grondverzet ten behoeve van de reactor en het realiseren van het secundaire koelwatersysteem relevant. Daarnaast is relevant dat een tijdelijk werkterrein van ongeveer 50.000 m² moet worden ingericht (in bijlage C ontwerpkader staat het zoekgebied). Grond en bouwmaterialen worden aan- en afgevoerd met vrachtwagens. Uitgangspunt is dat de bouwwerkzaamheden tot zo min mogelijk hinder leiden voor de omgeving. Ook veiligheid en toegankelijkheid zijn belangrijke aspecten, zeker omdat de OLP in verband met beveiliging beperkt toegankelijk is.
Voor de realisatie van het nucleaire eiland is een bouwput nodig omdat het nucleaire eiland deels in de grond zit. De realisatie van een dergelijke bouwput is, zeker gezien de diepte, niet zonder risico's. Er zijn twee belangrijke risico's, namelijk het inbrengen van de bouwputwanden en zettingen in de omgevingen. Beide punten hebben invloed op het maaiveld en op de nabij gelegen gebouwen.

3.3.2 Overgangsfase

In de overgangsfase komt de PALLAS-reactor stapsgewijs in bedrijf. De reactorkern wordt geplaatst en wordt gebruikt bij het testen van de installatie. Tevens zal in deze fase het eerste transport met splijtstofelementen plaatsvinden. Zodra de PALLAS-reactor gereed is voor exploitatie, is het waarschijnlijk dat de HFR haar activiteiten afbouwt. Omdat nog niet zeker is op welk moment de exploitant de HFR uitfaseert, gaan we bij het beschrijven van de milieueffecten uit van een overgangsfase waarin beide reactoren in bedrijf zijn.

3.3.3 Exploitatiefase

In deze fase is de PALLAS-reactor in bedrijf genomen. De reactor wordt veilig bedreven en onderhouden conform de specificaties zoals beschreven in de afgegeven vergunning.

3.4 Varianten

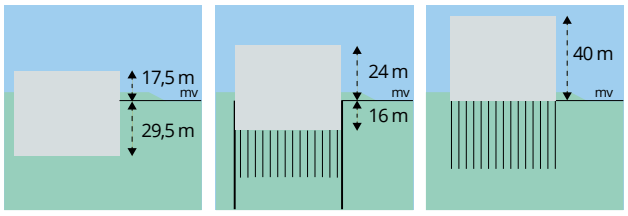
In het plan-MER worden varianten beschouwd en met elkaar vergeleken die relevant zijn voor de planologische vastlegging van de PALLAS-reactor. Hierbij gaat het om varianten voor:

- De hoogte van de reactor (paragraaf 3.4.1).
- Het secundaire koelwatersysteem (paragraaf 3.4.2).

3.4.1 Varianten voor de hoogte van de reactor

In dit plan-MER worden drie varianten voor de bouwhoogte en -diepte van het nucleaire eiland beschouwd. De varianten en onderbouwing bij de keuze voor deze varianten zijn onderstaand weergegeven.

1 Bouwhoogtevariant B1:
17,5 m boven maaiveld en 29,5 m onder maaiveld. In deze variant heeft het nucleaire eiland vanwege een diepere fundering een totale hoogte van 47 m in plaats van 40 m. Deze variant wordt met de caissonemethode gerealiseerd



Figuur 19 Bouwhoogtevarianten nucleaire eiland

en wordt bepaald door de hoogte van de gebouwen in het huidige bestemmingsplan (21,0 m NAP). Hierdoor zal een groot deel van het nucleaire eiland onder maaiveld gebouwd worden.

2 Bouwhoogtevariant B2:
24 m boven maaiveld en 16 m onder maaiveld. Variant B2 wordt bepaald door de maximaal toegestane hoogte in het huidige bestemmingsplan van 24 m boven het maaiveld (27,5 m NAP). Hierdoor zal een beperkt deel van het nucleaire eiland onder het maaiveld gebouwd worden.

3 Bouwhoogtevariant B3:
40 m boven maaiveld en 0 m onder maaiveld. Uitgaande van het nucleaire eiland van 40 x 60 x 40 m, dan steekt dit 40 m boven maaiveld uit (43,5 m NAP).

De bouwhoogtevariant B1 valt binnen de bouwhoogte mogelijkheden van het huidige bestemmingsplan. Bouwhoogte variant B2 kan alleen met een afwijkingsmogelijkhed, onder voorwaarden binnen het huidige bestemmingsplan. Voor bouwhoogtevariant B3 dient de maximale bouwhoogte in het bestemmingsplan te worden aangepast.

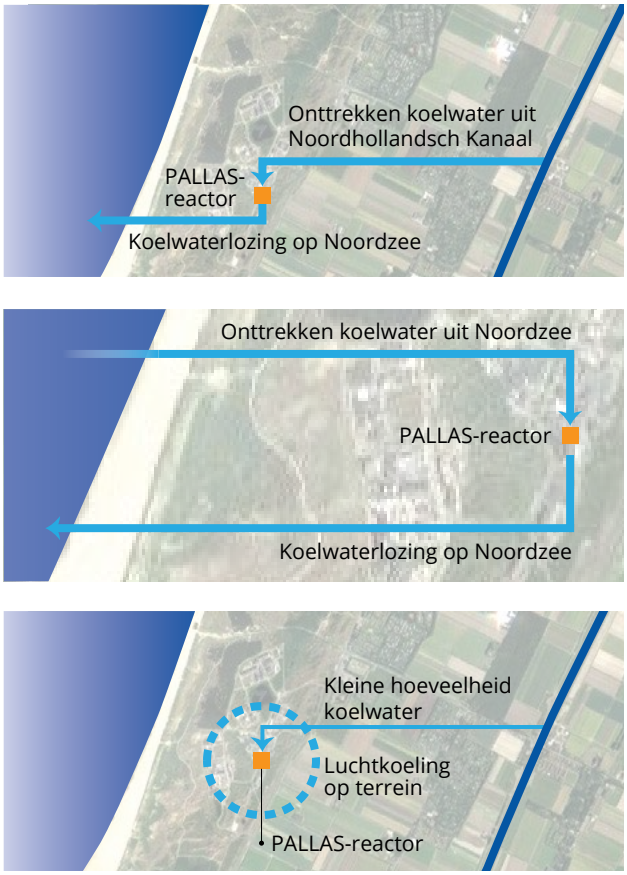
3.4.2 Varianten voor koelen van de reactor

Een belangrijke basisvoorwaarde voor het veilig kunnen bedrijven van de PALLAS-reactor is het hebben van voldoende koeling. Dit is nodig om de warmte die wordt gegenereerd bij het bedrijven van de reactor af te voeren. De PALLAS-reactor beschikt over een primair en een secundair koelwatersysteem (zie paragraaf 3.2).
Er is in hoofdlijnen keuze tussen koeling met water of met lucht. In een technische studie zijn de mogelijkheden die in de BREF koelsystemen[7] staan naast elkaar gelegd (Arcadis, 22 september 2016: Secondary cooling system, technical studies LEOPS). Op grond van die studie zijn voor het secundair koelwatersysteem de volgende varianten gekozen, die in dit plan-MER zijn beschouwd:

1 Koelingsvariant K1: Onttrekken uit het Noordhollandsch Kanaal en lozen op de Noordzee (zoet-zout variant).
Deze variant is afgeleid van de huidige praktijk van de HFR. Het secundair koelsysteem van de HFR onttrekt haar water uit het Noordhollandsch Kanaal, dat zoet is. Na het primaire systeem gekoeld te hebben, wordt het water geloosd op de zoute Noordzee. Voor de PALLAS-reactor is dit evenzo een optie voor het koelen van de reactor. Voor deze variant moet een nieuw innamepunt bij het Noordhollandsch Kanaal worden gerealiseerd en een nieuw uitlaatpunt in de Noordzee. Daarnaast wordt tussen de reactor, het innamepunt en het uitlaatpunt een koelwaterleiding gerealiseerd.

2 Koelingsvariant K2: Onttrekken uit de Noordzee en lozen op de Noordzee (zout-zout variant).
De voorgeziene locatie van de PALLAS-reactor is gelegen in de nabijheid van de Noordzee, waardoor het ook mogelijk is het zoute water uit de Noordzee als koelmiddel in te zetten. Hierbij wordt het water ingenomen en na warmte te hebben onttrokken aan het primaire systeem weer geloosd op de Noordzee. Het inname- en uitlaatpunt kunnen op respectievelijk circa 300 m (op een diepte van 5 m) 700 m (op een diepte van 10 m) uit de kust uit de kust gerealiseerd worden. De keuze is vooral afhankelijk van de hoeveelheid aanzuiging van zand en vis en mogelijke aangroei van organisch materiaal in het innamestation. Het innamestation met pompen zal op een platform in zee gerealiseerd worden.

3 Koelingsvariant K3: Koelen aan de lucht / hybride koelen.
In deze variant wordt het koelwater, na warmte te hebben onttrokken aan het primaire systeem, aan de lucht gekoeld. Omdat het water wanneer het is afgekoeld grotendeels opnieuw gebruikt kan worden, heeft deze variant aanzienlijk minder water nodig dan de watergekoelde centrales. De levering zal plaatsvinden met leidingwater of water uit het Noordhollandsch Kanaal.



Figuur 20,21 en22 Schematische weergave koelingsvarianten K1 (boven), K2 (midden) en K3 (onder)

7 BREF staat voor BAT Reference documents en is een beschrijving van de Best Beschikbare technieken (BAT) zoals toegepast moeten worden door industriële bedrijven die vallen onder de Europese Richtlijn industriële emissies (2010/75/EU). De BREF koelsystemen beschrijft de best beschikbare technieken voor industriële koelsystemen met lucht en/of water als koelmiddel.

Afhankelijk van het type koel-units is een oppervlakte tot maximaal 5.000 m² voor de koel-units nodig op het terrein. Uitgangspunt is dat de koel-units maximaal 11 meter hoog worden.

De exacte ligging van de koelwaterleidingen voor de koelvarianten is nog niet bepaald. In Figuur 23 zijn de zoekgebieden weergegeven voor deze koelwaterleidingen vanaf Noordhollandsch Kanaal / Noordzee en naar de Noordzee.

Afgevallen koelvarianten

In de technische studie is gemotiveerd een aantal varianten afgevallen:

- Een variant met koeling van zout Noordzeewater dat geheel of deels verder op zee wordt onttrokken (far shore, 5 km) dan bij de K2-koelvariant (near shore, 300 of 700 m). Dit vanwege de grote milieu-impact:
  - Het aanvaringsrisico door schepen is bij far shore groter dan bij een near shore-installatie.
  - Bij een langere pijpleiding zijn meer aangroeiwerende middelen nodig (preventieve chlorering), met een hoger risico dat die stoffen in hogere dosis in het milieu terecht komen.
  - De 5 km lange pijpleidingen moeten aangebracht worden in de zeebodem, met meer impact op de zeebodem dan bij een near shore-installatie.
- Een luchtkoelingsvariant zonder enig gebruik van water is afgevallen. De reden is dat bij deze droogkoeling een temperatuurverschil nodig is voor de overdracht van energie, om het koelmedium te kunnen koelen. Het temperatuurverschil van 6°C of meer is echter niet beschikbaar in de zomer (de luchttemperatuur zou 25 – 6 = 19°C of lager moeten zijn).



Figuur 23 Zoekgebied koelwaterleidingen tracé en beoogde ligging PALLAS-reactor

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

4 Aanpak millieubeoordeling

In dit hoofdstuk wordt de aanpak voor de milieubeoordeling beschreven. In paragraaf 4.1 wordt allereerst ingegaan op de projectfasen die in het project en in de milieubeoordeling worden onderscheiden alsook op de referentiesituaties die in de milieubeoordeling van de voorgenomen activiteit en varianten worden gehanteerd. Paragraaf 4.2 gaat in op het ontwerpkader. Paragraaf 4.3 geeft een overzicht van het beoordelingskader en de type milieueffecten (paragraaf 4.3.1) die in beeld worden gebracht, de scoringsmethodiek (paragraaf 4.3.2) en op hoofdlijnen een overzicht van de relevante milieueffecten per projectfase (paragraaf 4.3.3).



4.1 Referentiesituatie en projectfasen

Bouwvarianten voor de hoogte van de PALLAS-reactor en voor de koeling zijn beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie is de huidige situatie plus de autonome ontwikkeling. De tijdshorizon ligt op tien jaar na onherroepelijk worden van het bestemmingsplan. Onder autonome ontwikkeling wordt de toekomstige ontwikkeling van het plan- en studiegebied verstaan, zonder dat de PALLAS-reactor gerealiseerd zou worden. Daarbij nemen we twee typen ontwikkelingen mee:

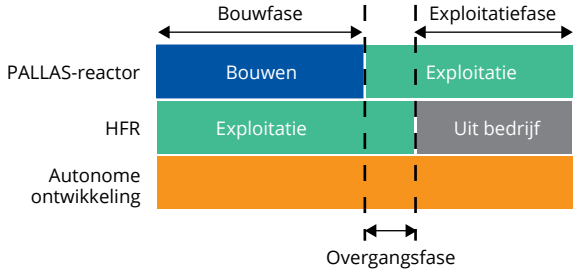
1 autonome ontwikkelingen die samenhangen met veranderingen door economische ontwikkelingen en klimaatverandering;
2 vastgestelde plannen en projecten die invloed hebben op het plan- of studiegebied waarin de ingreep-effect relaties van het betreffende milieuthema voorkomen.

In deel B van het plan-MER is per milieuaspect in ieder hoofdstuk in paragraaf 'Huidige situatie en autonome ontwikkeling' aangegeven wat de huidige situatie is en welke autonome ontwikkelingen relevant zijn geweest in de effectbeoordeling van dat betreffende milieuaspect.
In de autonome ontwikkelingen is één belangrijke ontwikkeling onzeker, namelijk het moment van sluiten van de huidige HFR. Het meest aannemelijke scenario is dat deze uit bedrijf gaat nádat de PALLAS-reactor in werking is. Dit is nodig om de levering van isotopen te kunnen continueren. Het gelijktijdig in bedrijf zijn van HFR en PALLAS-reactor, totdat deze de isotopenproductie geheel heeft overgenomen, is uitgangspunt van deze studie.
In geval de HFR tóch eerder uit bedrijf gaat dan dat de PALLAS-reactor al werkt, dan is er sprake van een speciale (en ongewenste) situatie. Om de effecten die dan optreden door de realisatie van de PALLAS-reactor en koelingsvoorzieningen in beeld te krijgen, is een speciale analyse van effecten gemaakt ten opzichte van een tweede type referentiesituatie. Dit is verwoord in een gevoeligheidsanalyse aan het eind van deel B, in hoofdstuk 18.

Relevante projectfasen
De milieueffecten van de PALLAS-reactor worden beschreven voor drie fasen, namelijk:

- de bouwfase;
- de overgangsfase (waarin zowel de HFR als de PALLAS-reactor in gebruik zijn);
- de exploitatiefase (waarin alleen de PALLAS-reactor is gebruik is).

Voor de ontmanteling van PALLAS wordt te zijner tijd een aparte m.e.r. procedure gevolgd.
Deze fasen zijn in Figuur 24 schematisch weergegeven.



Figuur 24 Relevante projectfasen

Omdat het de bedoeling is dat de PALLAS-reactor de productie van de HFR overneemt, is uitgegaan van een overgangsfase, waarin PALLAS haar activiteiten opbouwt en de HFR haar activiteiten afbouwt. Voor de toetsing van deze overgangsfase is uitgegaan van het volledig in bedrijf zijn van de beide reactoren om op deze manier de effecten daarvan worst-case in beeld te brengen. Op deze wijze zijn de cumulatieve effecten van de HFR met de PALLAS-reactor inzichtelijk gemaakt.
Opgemerkt wordt nog dat het buitengebruik stellen van de HFR niet direct hoeft te leiden tot het afbreken daarvan. Omdat het afbreken van de HFR geen verantwoordelijkheid is van PALLAS, is dit in voorliggend plan-MER niet beoordeeld.

4.2 Ontwerpkader

In de milieubeoordeling zijn de effecten van de voorgenomen activiteit beschreven. Omdat de exacte inrichting en technisch invulling van de reactor en het reactorterrein nog niet bekend zijn, wordt deze voorgenomen activiteit gebaseerd op een ontwerpkader (bijlage C).
In het ontwerpkader zijn reële aannames over de ontwerpkarakteristieken van de reactor geformuleerd. Ook voor de drie bouwhoogte- en koelingsvarianten zijn in het ontwerpkader aannames en uitgangspunten uitgewerkt. Deze zijn gebaseerd op de kenmerken van de locatie op de OLP, randvoorwaarden uit beleid en wetgeving en kennis vanuit de huidige HFR. Het ontwerpkader geeft een conservatieve en realistische inschatting van de voorgenomen activiteit.
In het plan-MER zijn de effecten van de maximale gebruiksmogelijkheden in kaart gebracht. Voor het vermogen van de reactor wordt bijvoorbeeld gewerkt met een maximaal reactorvermogen van 55 MW. Het werkelijke vermogen zal 55 MW of minder worden. Het koelvermogen waar in het plan-MER mee gewerkt is, is vervolgens afgeleid van het maximale vermogen.
Het plan-MER zal dan altijd de maximale effecten beschrijven als gevolg van het vermogen van de reactor. Voor sommige onderdelen is de exacte locatie nog niet bekend, zoals de mogelijke tracés voor koelwaterleidingen of het tijdelijke werkterrein. In dat geval is in het ontwerpkader gewerkt met een zoekgebied. Voor dat zoekgebied zijn in het plan-MER de effecten en mogelijke obstakels in beeld gebracht. Bij de verdere uitwerking van het ontwerp kan hier dan zo veel mogelijk rekening mee gehouden worden. Het ontwerpkader ligt vast in bijlage C.

4.3 Beoordelingsmethodiek milieubeoordeling

4.3.1 Type milieueffecten

In deel B van dit plan-MER is per beoordelingscriterium aan de hand van onderstaand beoordelingskader (zie Tabel 2) een uitgebreide effectbeoordeling opgenomen.
Tijdens het opstellen van de achtergrondrapportages en de vertaling van deze basisresultaten naar deel B van dit plan-MER is op onderdelen afgeweken van de oorspronkelijke indeling van het effectbeoordelingskader, zoals die in de Mededelingsnotitie plan-MER PALLAS en in de richtlijnen van de gemeente Schagen was verwoord. Het gaat om het hernoemen van criteria[8], om het onderbrengen van criteria onder een ander aspect[9] of om een nadere uitsplitsing binnen criteria[10], omdat bij de beschrijvingen meer inzicht ontstond over de dosis-effectrelatie. Al met al komt hiermee niet minder informatie samen in dit plan-MER dan in NRD/richtlijnen was voorgeschreven, maar is het al werkende weg logischer ingedeeld.
De effecten worden in het plan-MER op een globaal niveau onderzocht, passend bij het detailniveau van het bestemmingsplan en de besluitvorming die in het kader van het bestemmingsplan voorligt. Daarbij is zoveel mogelijk uitgegaan van het kwantitatief bepalen van de effecten, die vervolgens vertaald zijn naar een kwalitatieve beoordelingsschaal 4.3.2. Daar waar niet anders mogelijk of niet zinvol, zijn de effecten kwalitatief, op basis van expert judgement, bepaald.
In hoofdstuk 5 is op grond van het totaal aan effecten een synthese gemaakt, waaruit conclusies kunnen worden getrokken ten behoeve van de besluitvorming over de bestemmingsplanherziening.

Tabel 2 Beoordelingskader plan-MER

Aspect	Criterium	Beoordelingscriterium
Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid	Stralingsbescherming	Effectieve dosis als gevolg van • Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water • Radioactief afval
	Nucleaire veiligheid	Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen: Effectieve dosis voor omwonenden Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen: Individueel risico Groepsrisico
Bodem en water	Grondwater	Vegetatie
		Gebouwen
		Duinen als onderdeel van de waterkering
		Landbouw
		Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen
		Mobiele verontreinigingen
	Waterkwaliteit	(Fysisch-)chemische waterkwaliteit
		Biologische waterkwaliteit
	Koelwateronttrekking en -lozing	Koelwateronttrekking
		Koelwaterlozing
	Bodemkwaliteit	Bodemkwaliteit
Waterveiligheid		Aanleg bouwwerk t.a.v. toe- en afname waterveiligheid
		Kruisingen met primaire kering en regionale keringen
		Effect toegangsweg door de binnenste (secundaire) duinregel
Luchtkwaliteit	Effecten op NO_2	Effecten PALLAS-reactor op stikstofdioxide in de lucht
	Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$	Effecten PALLAS-reactor op fijn stof concentraties in de lucht
Geluid	Geluidbelasting op woningen	Geluidbelasting op woningen, andere geluidgevoelige gebouwen en geluidgevoelige terreinen

8 Bijvoorbeeld Waterkwaliteit i.p.v. Oppervlaktewater. De effecten op zoetwatervoorziening (waterkwantiteit) zijn behandeld onder een ander criterium, namelijk Koelwateronttrekking en -lozing.
9 Bijvoorbeeld: aardkundige waarden worden behandeld bij Landschap en cultuurhistorie en niet bij Bodem en water, Waterveiligheid is 'gepromoveerd' tot een afzonderlijk aspect (en dus een specifiek hoofdstuk in deel B) en geluidbelasting op natuur is ondergebracht onder Natuur.
10 Bijvoorbeeld: de relatie tussen grondwater en een zestal functies die van grondwater afhankelijk zijn, het nader uitsplitsen van dosis-effectrelaties m.b.t. de gebiedsbescherming (Wet natuurbescherming en NNN) en de soortbescherming (Wet natuurbescherming).

Aspect	Criterium	Beoordelingscriterium
Licht	Directe lichtinval bij woningen	Directe lichtinval bij de woningen in de directe omgeving van de OLP
Natuur	Gebiedsbescherming Wet natuurbescherming	Oppervlakteverlies/mechanische effecten
		Verstoring
		Stikstofdepositie
		Inzuiging van vis
		Hydrologische veranderingen
		Thermische veranderingen oppervlaktewater
		Chemische veranderingen oppervlaktewater
	NNN	Oppervlakteverlies/mechanische effecten
		Verstoring
		Hydrologische veranderingen
	Soortbescherming Wet natuurbescherming	Oppervlakteverlies/mechanische effecten
		Verstoring
		Inzuiging van vis
		Hydrologische veranderingen
		Thermische veranderingen oppervlaktewater
		Chemische veranderingen oppervlaktewater
Ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie	Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek/waarden	Beïnvloeding van landschappelijk waardevolle elementen en patronen (punten, lijnen, vlakken)
	Fysieke aantasting historische geografie	Beïnvloeding van historisch geografisch waardevolle elementen en patronen (punten, lijnen, vlakken)
	Fysieke aantasting historische (steden)bouwkunde	Beïnvloeding van objecten en ensembles met historisch (steden)bouwkundige waarden
	Belevingswaarde	Beïnvloeding van de visueel-ruimtelijke kenmerken van landschap en cultuurhistorie
	Gebruikswaarde	Beïnvloeding gebruik van c.q. geschiktheid voor activiteiten in het landschap
	Toekomstwaarde	Beïnvloeding toekomstbestendigheid van het landschap (adaptief vermogen)
Recreatie en toerisme	Recreatieve gebruiksmogelijkheden	De mate waarin de omgeving van de OLP het recreatief gebruik wordt beïnvloed.
	Recreatieve belevingswaarde	De mate waarin recreatieve activiteiten beïnvloed worden door de ruimtelijke uitstraling van de voorgenomen activiteit.
	Bereikbaarheid	De mate waarin toegangswegen tot en parkeerfaciliteiten bij dagrecreatieve activiteiten en verblijfsrecreatie worden beïnvloed.
	Economische waarde	De mate waarin de werkgelegenheid en de inkomsten in het gebied (als gevolg van toeristische bestedingen) worden beïnvloed.
	Identiteit	De mate waarin de bekendheid en onderscheidenheid van Petten en Sint Maartenszee als toeristisch gebied en de mogelijkheid om die (verder) te ontwikkelen worden beïnvloed.
Archeologie	Aantasting gebieden met archeologische verwachtingswaarde (archeologische verwachtingswaarde)	Kwantitatieve toetsing vindt plaats indien effecten zich lenen voor kwantificering (bijvoorbeeld het aantal hectares of vierkante m) en/of er algemeen aanvaarde andere kwantitatieve methodes voor effectbepaling beschikbaar zijn
	Fysieke of indirecte aantasting archeologisch bodemarchief (archeologische bekende waarde)	Kwantitatief aantal bekende waarden, inclusief beoordeling (kwalitatief)
Verkeer	Verkeersveiligheid	Weginrichting conform Duurzaam Veilig
	Verkeersbewegingen	Toename verkeer (procentueel en absoluut) ten opzichte van maximale (gewenste) intensiteit
	Trillingen door verkeer	Toename trillingshinder

4.3.2 Scoringsmethodiek

Per aspect (zie kolom 2 van Tabel 2) is een beoordelingstabel opgesteld waarin de mogelijke milieueffecten worden samengevat. Per beoordelingscriterium is vervolgens aangeven of er sprake is van een positief effect of van een negatief effect of dat er geen effecten te verwachten zijn. Hierbij wordt een vijfpuntschaal gehanteerd. In Tabel 3 is deze scoretoekenning schematisch weergegeven. De referentiesituatie krijgt daarbij altijd de score neutraal (0).

Tabel 3 Score toekenning beoordeling

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een sterke verkleining van de impact op het milieu ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Positief effect	Een beperkte verlaging van de milieugevolgen ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten	Geen significante verandering in de impact op het milieu ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Negatief effect	Een beperkte verhoging van de milieugevolgen ten opzichte van de referentiesituatie. Deze gevolgen voldoen aan de criteria van het beoordelingskader.
- -	Zeer negatief effect	Een verhoging van de milieugevolgen ten opzichte van de referentiesituatie. Deze gevolgen overschrijden de criteria van het beoordelingskader.

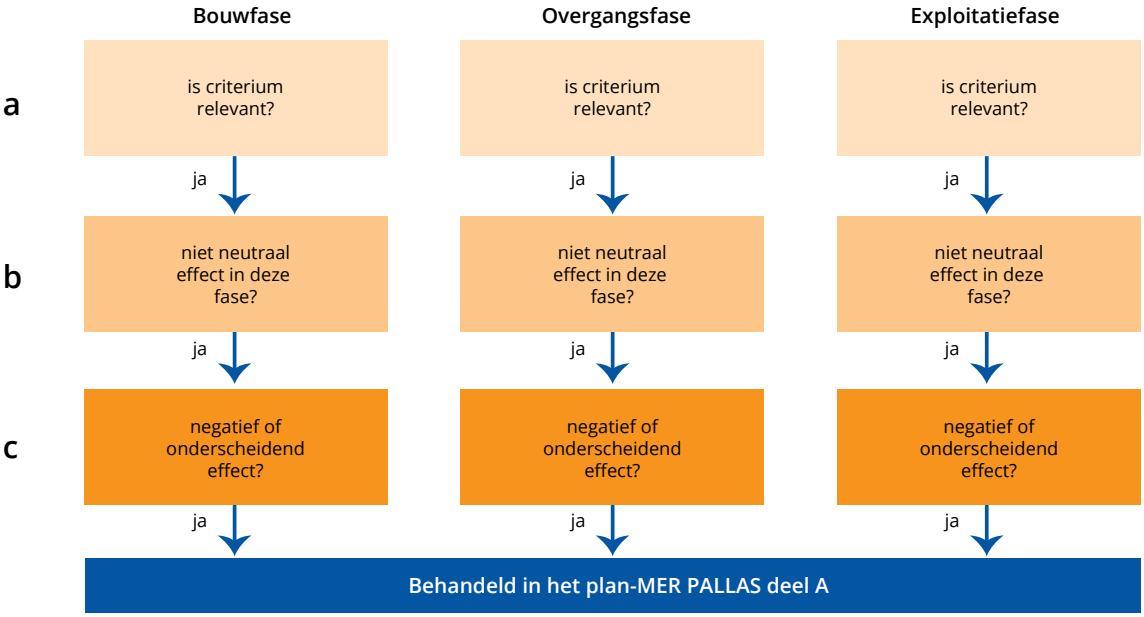
4.4 Resultaten: negatieve en/of onderscheidende milieueffecten

In de volgende drie paragrafen worden de effecten, zoals beschreven en onderbouwd in plan-MER deel B, samengevat. Hierbij ligt de focus op:

a Die beoordelingscriteria waarvoor überhaupt een effect kan optreden in de specifieke projectfase. Niet alle effecten zullen in iedere fase optreden[11]. In deel B is voor die beoordelingscriteria gemotiveerd waarom deze niet beoordeeld zijn.

b Die beoordelingscriteria waar de beoordeling niet neutraal is. Uit deel B blijkt dat het leeuwendeel van de beoordelingscriteria afvalt. Met andere woorden, voor veel beoordelingscriteria treedt geen effect op ten opzichte van de referentiesituatie (score 0) en deze worden niet behandeld in deel A. In bijlage E van deel B staat ter verificatie de complete effectbeoordelingstabel opgenomen.

c Die beoordelingscriteria waar sprake is van negatieve effecten of waar sprake is van onderscheidende milieueffecten tussen de verschillende varianten. Dit levert namelijk waardevolle informatie op ten behoeve van de besluitvorming over het bestemmingsplan PALLAS:
- voor zover er negatieve effecten optreden: de ernst van het milieueffect en of dit mitigeerbaar is;
- voor zover er verschillen zijn tussen varianten (bouw en koeling): in hoeverre moet dit verschil een rol spelen in de keuze van de variant.



Figuur 25 Relevantie beoordelingscriteria ten behoeve van deel A plan-MER

11 Bijvoorbeeld in de bouwfase is de PALLAS-reactor nog niet in werking en vindt derhalve geen koelwateronttrekking en -lozing plaats.

4.4.1 Negatieve effecten en onderscheidende effecten tussen varianten – Bouwfase

Negatieve effecten

Voor de volgende beoordelingscriteria geldt dat tijdens de bouwfase niet onderscheidende negatieve effecten optreden:

- Recreatie en toerisme: Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden.

Hoofdstuk 5 gaat in op deze beoordeling en de mogelijkheden/vereisten van mitigerende maatregelen.

Onderscheidende effecten tussen varianten

In Tabel 4 is het overzicht opgenomen van de beoordelingscriteria met bijbehorende beoordelingen, waar er sprake is van onderscheidende effecten tussen de varianten. Hoofdstuk 5 gaat nader in op de conclusies die hieraan verbonden kunnen of moeten worden.

Tabel 4 Beoordelingscriteria met onderscheidende uitkomsten tussen de varianten in de bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Nucleaire veiligheid						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Bodem en water						
Grondwater						
Vegetatie	0	0	0	- -	- -	n.v.t.
Landbouw	0	0	0	-	-	n.v.t.
Mobiele verontreinigingen	0	0	0	- -	- -	n.v.t.
Geluid						
Geluidbelasting op woningen vanwege bouwactiviteiten	- -	- -	- -	-	0	0
Geluidbelasting op woningen vanwege indirecte hinder	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Licht						
Toename verlichtingssterkte bij lichtgevoelige objecten	-	-	-	- -	0	0
Natuur (na wettelijk verplichte maatregelen)						
Natura 2000-gebieden	0	0	0	-	-	0
Beschermde soorten	0	0	0	-	-	0
NNN	0	0	0	-	-	0
Rode-Lijstsoorten	0	0	0	-	-	0
Recreatie en toerisme						
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	-	-	-	-	-	0
Identiteit	-	-	-	-	-	0
Landschap en cultuurhistorie						
Belevingswaarde	-	-	-	0	0	0
Archeologie						
Verwachte archeologische waarden	- -	- -	- -	- -	-	0
Bekende archeologische waarden	-	-	-	-	-	0
Verkeer						
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien gebruik Zeeweg	-	-	-	0	0	0

4.4.2 Negatieve effecten en onderscheidende effecten tussen varianten – Overgangsfase

Negatieve effecten

Voor geen van de beoordelingscriteria geldt dat tijdens de overgangsfase niet onderscheidende negatieve effecten optreden.

Onderscheidende effecten tussen varianten

In Tabel 5 is het overzicht opgenomen van de beoordelingscriteria met bijbehorende beoordelingen, waar er sprake is van onderscheidende effecten tussen de varianten. Hoofdstuk 5 gaat nader in op de conclusies die hieraan verbonden kunnen of moeten worden.

Tabel 5 Beoordelingscriteria met onderscheidende uitkomsten tussen de varianten in de overgangsfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Stralingsbescherming						
Effectieve dosis	-	-	-	0	0	0
Nucleaire veiligheid						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Bodem en water						
Grondwater						
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	-	-	0	0	0	n.v.t.
Koelwateronttrekking en -lozing						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	- -	0	0
Waterveiligheid						
Waterveiligheid	0	+	+	0	0	0
Geluid						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege bouwactiviteiten	0	0	0	0	0	- -
Natuur (na wettelijk verplichte maatregelen)						
Natura 2000-gebieden	0	0	0	-	-	0
Recreatie en toerisme						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	0	0	0	0	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Identiteit	0	-	-	0	-	-
Landschap en cultuurhistorie						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	-	-	0
Belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-

4.4.3 Negatieve effecten en onderscheidende effecten tussen varianten – Exploitatiefase

Negatieve effecten

Voor geen van de beoordelingscriteria geldt dat tijdens de exploitatiefase niet onderscheidende negatieve effecten optreden.

Onderscheidende effecten tussen varianten

In Tabel 6 is het overzicht opgenomen van de beoordelingscriteria met bijbehorende beoordelingen, waar er sprake is van onderscheidende effecten tussen de varianten. Hoofdstuk 5 gaat nader in op de conclusies die hieraan verbonden kunnen of moeten worden

Tabel 6 Beoordelingscriteria met onderscheidende uitkomsten tussen de varianten in de exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Nucleaire veiligheid						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	+	+	+	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	+	+	+	0	0	0
Bodem en water						
Grondwater						
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	-	-	0	0	0	n.v.t.
Koelwateronttrekking en -lozing						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	++	++
Waterveiligheid						
Waterveiligheid	0	+	+	0	0	n.v.t.
Geluid						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege bouwactiviteiten	0	0	0	0	0	- -
Natuur (na wettelijk verplichte maatregelen)						
Natura 2000-gebieden	0	0	0	-	-	0
Recreatie en toerisme						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	0	0	0	0	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Identiteit	0	-	-	0	-	-
Landschap en cultuurhistorie						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	-	-	0
Belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-

5 Conclusies millieubeoordeling

Dit hoofdstuk is het centrale hoofdstuk van het plan-MER. Paragraaf 5.1 licht kort toe welke varianten er beoordeeld zijn voor de nucleaire PALLAS-reactor en het koelsysteem. Daarna volgt een synthese van de milieubeoordelingen die zijn uitgevoerd. Deze milieubeoordelingen zijn meer in detail beschreven in deel B van dit MER. Bij deze synthese worden drie vragen als ingang gebruikt:

- Kan het bevoegd gezag op basis van de uitkomsten van de milieubeoordeling een positief besluit nemen op de voorgestelde bestemmingsplanherziening (paragraaf 5.2)?
- Welke verzachtende (mitigerende) maatregelen kan of moet PALLAS treffen (paragraaf 5.3)?
- In hoeverre levert dit plan-MER nog extra vragen op voor het besluit-MER (paragraaf 5.4)?



5.1 Varianten voor bouwhoogte en koeling

De volgende varianten zijn beschouwd:

- Varianten voor hoogte van het nucleaire eiland
  - bouwhoogtevariant B1: 17,5 m boven maaiveld en 29,5 m onder maaiveld;
  - bouwhoogtevariant B2: 24 m boven maaiveld en 16 m onder maaiveld;
  - bouwhoogtevariant B3: 40 m boven maaiveld en 0 m onder maaiveld;
- Varianten voor koelen van de reactor
  - koelingsvariant K1: Onttrekken uit het Noordhollandsch Kanaal en lozen op de Noordzee (zoet-zout variant);
  - koelingsvariant K2: Onttrekken uit de Noordzee en lozen op de Noordzee (zout-zout variant);
  - koelingsvariant K3: Koelen aan de lucht / hybride koelen.[12]

In deel B van dit plan-MER zijn de milieueffecten in meer detail uitgewerkt en toegelicht. Daarnaast wordt voor een volledige onderbouwing verwezen naar de achtergrondrapporten die per aspect zijn opgesteld.

5.2 Hoofdlijn beoordeling: negatieve, positieve en onderscheidende effecten

In paragraaf 4.4 staan de belangrijkste resultaten van de effectbeoordeling. Bij ongeveer de helft van de criteria treden geen effecten op door reactor en koelsysteem. De focus in paragraaf 4.4 ligt op die criteria die relevante, negatieve effecten opleveren dan wel die onderscheidend zijn tussen varianten. In de volgende paragrafen zoomen we nader in per projectfase.

5.2.1 Bouwfase

De bouw van de PALLAS-reactor en de koelvoorzieningen brengt een aantal negatieve effecten met zich mee. Voor de helft van de criteria geldt dat de bouw neutraal/nihil invloed heeft. Er zijn geen positieve effecten. In een aantal gevallen zijn de effecten van verschillende varianten onderscheidend, maar dat is niet altijd het geval.
Voor het bestemmingsplan is van belang of het plan uitvoerbaar is. Wat betreft de bouw is de vraag of deze technisch gezien dusdanig kan plaatsvinden, dat overlast voldoende beperkt wordt en dat PALLAS kan voldoen aan de wettelijke vereisten.
De effecten die samenhangen met de bouw van de installatie staan niet aan vaststelling van het bestemmingsplan in de weg.
Dit is slechts anders indien ten tijde van het vaststellen van het bestemmingsplan op voorhand reeds duidelijk is dat de uitvoering van de bouwwerkzaamheden onvermijdelijk leidt tot ernstige fysieke schade voor derden.
De bouw van de reactor en de aanleg van de koelvoorzieningen kunnen binnen wettelijke kaders plaatsvinden. Voor zover het nodig is om hiertoe aanvullende verplichtingen te stellen, is dit aangegeven in de tabel in paragraaf 5.3.

Bouw PALLAS-reactor
Bij de bouw van de PALLAS-reactor treden er op een beperkt aantal aspecten negatieve effecten op, die echter grotendeels mitigeerbaar zijn middels gerichte maatregelen. De voornaamste effecten treden op bij de aspecten:

- nucleaire veiligheid;
- geluid;
- recreatie;
- archeologie.

De bouwactiviteiten kunnen risico's met zich meebrengen op andere nucleaire activiteiten op de OLP, bijvoorbeeld door zetting en door trillingen. PALLAS heeft daarom als mitigatie gekozen voor een bouwmethode (waaronder trillings-arm in te brengen diepwanden als bouwputwand (boren i.p.v. heien) die de risico's op trillingsoverlast en mogelijke zettingsproblemen flink verkleinen. Dit is dan ook als uitgangspunt genomen in de effectbeoordeling. In het volgende projectstadium bij de Kew-vergunning met bijbehorende besluit-MER zal PALLAS meer gedetailleerd ingaan op de manier waarop de nucleaire veiligheid gewaarborgd blijft tijdens de bouw.
Bij de bouw van de PALLAS-reactor treedt geluidsoverlast op naar woningen, alsook indirecte hinder door bouwverkeer. De betoncentrale is het meest kritisch en kan leiden tot tijdelijke overschrijding van de richtwaarde in de avond- en nachtperiode. Een mogelijkheid om de overlast te verkleinen ligt in de keuze van het werkterrein. Gezien het ruime zoekgebied voor het werkterrein is er voldoende ruimte beschikbaar om de centrale verder van woningen te situeren. Ook is afscherming van de betoncentrale een optie. Om de indirecte hinder door bouwverkeer (geluidstoename van 2 dB(A)) op woningen te beperken zijn verkeersmaatregelen mogelijk, zoals een tijdelijk lagere snelheid. Nadere invulling vindt plaats in de vervolgfase. Naar verwachting zal de bouw van de reactor dan ook geen niet mitigeerbare geluidseffecten met zich meebrengen.
In de bouwfase zijn er diverse negatieve effecten op recreatieve gebruiksmogelijkheden, recreatieve belevingswaarde en identiteit. Negatieve effecten door de bouw zijn te beperken door zoveel mogelijk het zicht te beperken op het werkterrein voor de reactor.
Er kunnen negatieve effecten optreden op archeologie bij bouw van de reactor. Een alternatieve locatie op de OLP is niet voorhanden. Vervolgonderzoek archeologie zal bijdragen aan de verdere uitwerking, inpassing en daarbij behorende vergunningverlening, conform het beleidsadvies van de gemeente Schagen. Vanuit archeologie is er dan ook geen belemmering voor de bestemmingsplanherziening.

Bouw koelvoorzieningen
Bij de bouw van de koelwatervoorziening voor de PALLAS-reactor treden er op een beperkt aantal aspecten negatieve

12 Specifiek voor geluid zijn er nog enkele koelingsvarianten gedefinieerd. Dit wordt in deel B, bij het aspect geluid, verder uitgewerkt.

effecten op, die echter lokaal en beperkt in omvang zijn, en bovendien zijn ze grotendeels mitigeerbaar middels gerichte maatregelen. De voornaamste effecten treden op bij het aspect natuur.
Bij de aanleg van de koelwaterleidingen (koelvarianten K1 en K2) zijn tijdelijke bemalingen nodig. Deze kunnen lokaal negatief zijn voor natuurlijke vegetatie, landbouw en mobiele verontreinigingen. De exacte effecten zullen vóór de vergunningprocedure moeten zijn bepaald. In het kader van het bemalingsplan valt toe te werken naar die methode die het minste effect of zelfs geen effect heeft.
Bij aanleg van de koelwaterleiding vanuit het Noordhollandsch Kanaal (koelvariant K1) treedt geluidsoverlast op naar woningen. De dagwaarde van 60 dB(A) kan overschreden worden door heiwerkzaamheden ten behoeve van het pompgebouw. De verwachting is dat de maximale blootstellingsduur van het Bouwbesluit 2012 niet overschreden hoeft te worden. Dit kan door een slimme locatiekeuze of door mitigerende maatregelen bij het aanbrengen van funderingspalen toe te passen.
De aanleg van de koelwaterleiding K1 vanaf het Noordhollandsch Kanaal kan leiden tot een licht-belasting van 30 lux op een recreatiepark. Dit is een ruime overschrijding van de norm die zeer lokaal optreedt.
Er zijn mitigerende maatregelen voorhanden om wel aan de norm te kunnen voldoen, zoals beperken van verlichting, lage lichtmasten gebruiken met gerichte armaturen en led-verlichting. Ook de leiding zelf op minimaal 30 m van het recreatiecomplex leggen is een optie. Als PALLAS kiest voor koelingsvariant K1, dan moeten dergelijke mitigerende maatregelen overwogen worden. Dit komt in vervolgprocedures voor vergunningen aan bod.
Op de natuur kunnen in de bouwfase negatieve effecten optreden door aanleg van de koelwater-leidingen door het duingebied en op zee, dus bij koelvarianten K1 en K2. In het duingebied is er tijdelijk oppervlakteverlies, zijn er berijdingseffecten en treden verdroging en verstoring op. Bij verstoring is geluid maatgevend. Op de Noordzee is ook sprake van verstoring. Boven water is de visuele verstoring maatgevend en onder water is dat geluid. Tijdens de bouw treedt ook stikstof-depositie op. Voor de natuuraantasting door stikstof is in het Programma Aanpak Stikstof (PAS) ruimte opgenomen.
Met een pakket van mitigerende maatregelen kunnen effecten door de aanleg van de koelwaterleidingen (K1 en K2) dusdanig beperkt worden, dat significante effecten in het licht van de Wet natuurbescherming zijn uit te sluiten.
In de bouwfase zijn er negatieve effecten op recreatieve gebruiksmogelijkheden, recreatieve belevingswaarde en identiteit. Voor aanleg van koelwaterleidingen K1 en K2 is uitwijk mogelijk naar buiten het badseizoen. Effecten van de werkstrook voor de K1-koelwaterleiding in de polder zijn te beperken met goede inpassing.
De archeologische informatie ontbreekt voor de koelingsvarianten K1 en K2. Deze leemte in kennis zal later worden ingevuld. Het is vooralsnog niet relevant voor het bestemmingsplan dat de locatie van de reactor regelt.

5.2.2 Overgangsfase

De gelijktijdige werking van de PALLAS-reactor en van de HFR brengt een aantal negatieve effecten met zich mee. Voor bijna de helft van de criteria geldt dat deze fase neutraal/nihil invloed heeft. Er is één positief effect waargenomen. Soms is er onderscheid in effecten tussen de varianten.
Negatieve effecten die al optreden in de overgangsfase maar puur aan de PALLAS-reactor zijn toe te schrijven, behandelen we niet in deze paragraaf, maar zijn in paragraaf 5.2.3 behandeld. Het wel of niet gelijktijdig in werking hebben van de HFR is voor die effecten immers niet relevant.
Dit in ogenschouw nemende blijkt het verschil tussen de overgangsfase en de exploitatiefase te liggen in de effecten voor de criteria Stralingsbescherming, Nucleaire veiligheid en Koelwater-onttrekking.
Voor het bestemmingsplan is van belang of het plan uitvoerbaar is. Wat betreft de overgangsfase is de vraag of de gelijktijdige exploitatie van PALLAS-reactor en HFR technisch gezien dusdanig kan plaatsvinden, dat overlast voldoende beperkt wordt en dat voldaan kan worden aan de wettelijke vereisten. Voor stralingsbescherming en nucleaire veiligheid betekent het gelijktijdig in bedrijf zijn van beide reactoren een verhoogde dosis en verhoogd risico. Beide reactoren voldoen wel aan de wettelijke normen vanuit de Kew-vergunning, die voor de centrales afzonderlijk geldt. Daarnaast zijn er in de huidige situatie onderlinge overeenkomsten tussen de nucleaire bedrijven waardoor het mogelijk is gebleken om te voldoen aan de lagere limietwaarde van 0,04 mSv per jaar voor directe straling voor de afzonderlijke bedrijven (zie hiervoor ook het Veiligheidsrapport van NRG). Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat de PALLAS-reactor ook aan een vergelijkbare limietwaarde zal kunnen voldoen.
Bij koelvariant K1 verdubbelt de koelwateronttrekking uit het Noordhollandsch Kanaal. Dit is zeer negatief beoordeeld op het aspect koelwateronttrekking. Echter, in geval van droogte is het mogelijk om de PALLAS-reactor en ook de HFR af te schakelen. In enkele seconden kan de benodigde koelcapaciteit terug worden gebracht naar 10%, en daarna nog verder omlaag indien nodig.
Het gedurende een bepaalde periode gelijktijdig exploiteren van de PALLAS-reactor en de HFR staat niet aan vaststelling van het bestemmingsplan in de weg.
De gelijktijdige werking kan namelijk binnen wettelijke kaders plaatsvinden. Voor zover het nodig is om hiertoe aanvullende verplichtingen te stellen, is dit aangegeven in de tabel in paragraaf 5.3.

5.2.3 Exploitatiefase

De exploitatie van de PALLAS-reactor en de koelvoorzieningen in plaats van de HFR brengt een beperkt aantal negatieve effecten met zich mee. Daar staan enkele positieve effecten tegenover. Voor de meeste criteria geldt dat de exploitatie van de PALLAS-reactor in plaats van de HFR neutraal/nihil invloed heeft. Voor enkele specifieke criteria is er onderscheid in effecten tussen de varianten.
Voor het bestemmingsplan is van belang of het plan uitvoerbaar is. Wat betreft de exploitatie is de vraag of deze technisch gezien dusdanig kan plaatsvinden, dat overlast voldoende beperkt wordt en dat PALLAS kan voldoen aan de wettelijke vereisten.
De exploitatie staat niet aan vaststelling van het bestemmingsplan in de weg.

De exploitatie van de PALLAS-reactor inclusief de koelvoorzieningen kan namelijk binnen wettelijke kaders plaatsvinden. Voor zover het nodig is om hiertoe aanvullende verplichtingen te stellen, is dit aangegeven in de tabel in paragraaf 5.3.

PALLAS-reactor in werking
Vanwege verbeterde technieken en omdat de PALLAS-reactor aan strengere eisen moet voldoen dan de bestaande HFR, is deze positief beoordeeld voor nucleaire veiligheid.
Een nadeel van de bouwvarianten B1 en B2 is dat deze leiden tot diverse grondwatergerelateerde effecten. De effecten zijn alle zeer beperkt van omvang. Er zijn geen belemmeringen vanuit wetgeving, zoals de Wet natuurbescherming.
De hogere bouwvarianten (B2 en B3) zijn positief voor waterveiligheid vanwege de positieve zandbalans. Maar ze zijn negatief beoordeeld voor de belevingswaarde en de identiteit. Dit negatieve effect is te verzachten door kleurstelling, vorm en beeldkwaliteit goed in te vullen, maar het voorkomt niet de zichtbaarheid van de massa.

Koeling van de PALLAS-reactor
De koelingsvarianten hebben alle zo hun voor- en nadelen. Na dit plan-MER zijn alle opties nog open. De wijze van koeling wordt niet geregeld via het bestemmingsplan, waarvoor dit plan-MER is opgesteld.
Wat betreft de koelwateronttrekking is een belangrijk issue de zoetwatervoorziening. Omdat de zoetwatervoorziening onder druk staat, zeker met veranderingen in het klimaat, is het positief om de onttrekking uit het Noordhollandsch Kanaal te beëindigen. Dit gebeurt bij K2 (inname uit Noordzee) en bij K3 (luchtkoeling). De inname van koelwater door koelvariant K1 is weliswaar gelijk aan hetgeen de HFR momenteel onttrekt uit het Noordhollandsch Kanaal, maar is vanuit zoetwaterbeheer minder gewenst.
Het probleem bij luchtkoeling (K3) is dat deze leidt tot overschrijding van de etmaalwaarde van 50 dB(A) op woningen. Met technische maatregelen is een deel van de geluidsoverlast te beperken.
Inzuigen van vissen en thermische verontreiniging op habitat H1110B (permanente overstroomde zandbanken in de Noordzee-kustzone), zijn nadelen van koelingsvarianten K1 en K2.
De leidingen voor koelvarianten K1 en K2 tasten de bodemopbouw aan. Het platform voor koelwaterinname van K2 is negatief voor de belevingswaarde en K3 is nadelig voor belevingswaarde vanwege de condensatievorming in de winter.
De omvang en impact op de landschappelijke karakteristieke waarden blijven echter beperkt.

5.3 Mitigerende maatregelen

5.3.1 Overzicht mitigerende maatregelen

Naar aanleiding van de effectbeoordeling, is voor een aantal negatieve effecten gezocht naar mogelijkheden om deze met verzachtende maatregelen (mitigatie) minder negatief of zelfs neutraal te laten worden.

Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid
De PALLAS-reactor wordt uitgerust met diverse veiligheidsvoorzieningen zodat de reactor voldoet aan dosislimieten en risicocriteria voor ongevallen zoals vastgesteld in het beoordelingskader met betrekking tot stralingsbescherming en nucleaire veiligheid, waarbij tevens het ALARA-beginsel dient te worden toegepast. Additionele mitigerende maatregelen zijn daarom in het kader van het bestemmingsplan niet nodig.

Grondwater
De exacte effecten van sleufbemaling op de freatische grondwaterstanden in het duingebied moeten worden bepaald. Dit gebeurt in combinatie met het bemalingsplan en als de route, diepte, duur en aanlegtechniek bekend zijn. Door de sleuf binnen damwanden tot in de slecht-doorlatende Holocene afzettingen te ontgraven, zijn effecten op de freatische grondwaterstand grotendeels of geheel te voorkomen.

Koelwateronttrekking en -lozing
In geval van droogte is het mogelijk om het koelvermogen van PALLAS en de HFR binnen enkele seconden te reduceren naar 10% van het maximum, waarna het koelvermogen langzaam verder afgeschaald kan worden indien nodig. Hiermee is ook tijdens de overgangsfase geborgd dat er voldoende koelwater is uit het Noordhollandsch Kanaal. Dit afschakelen heeft echter wel effect op de productiecapaciteit.

Geluid
Aan de volgende mitigerende maatregelen kan worden gedacht voor de verschillende geluidbronnen:

- Koelingsvariant K3: De inzet van stillere koelunits, een ander type koeling met een lagere geluidemissie, de plaatsing van geluiddempers en/of de realisatie van een afscherming tussen de koelunits en de dichtstbijzijnde woningen. Met de inzet van deze maatregelen wordt het geluid voor variant K3 ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen met minimaal 7 dB(A) gereduceerd. Dit houdt in dat het totale bronvermogen van de toe te passen koelunits niet meer mag bedragen dan 105 dB(A). Bij de toepassing van koelunits met een grote bronhoogte zoals thans gehanteerd voor variant K3 zal een schermwand waarschijnlijk geen reële optie zijn.
- Betoncentrale: De betoncentrale kan worden afgeschermd richting de dichtstbijzijnde woning. Verder kan er rekening worden gehouden met de situering en werktijden (avond- en nachtperiode) van de betoncentrale. Door de betoncentrale op voldoende afstand van de dichtstbijzijnde woning te plaatsen worden effecten beperkt.
- Heiwerkzaamheden: Mitigerende maatregelen zijn het toepassen van een heimantel, het boren van palen (in plaats van heien) of het plaatsen van de betoncentrale en de pompgebouwen op een relatief grote afstand van woningen. Hiermee kan waarschijnlijk aan de maximale blootstellingsduur van het Bouwbesluit 2012 worden voldaan.

Met toepassing van voornoemde maatregelen kunnen de

effecten vanwege de bouwfase en koelingsvariant K3 worden beperkt tot 'negatief' (in plaats van zeer negatief) en kunnen de effecten worden teruggebracht zodat voldaan wordt aan de wettelijke grenswaarden.

Licht
Wanneer een afstand van 30 m, de minimale afstand van de lichtbron tot de woning, wordt aangehouden bij de realisatie van Lay Down Area en bij de aanleg van de koelwaterleidingen, worden negatieve effecten voorkomen.
Om de verlichtingssterkte in de omgeving verder te reduceren kunnen de volgende maatregelen worden genomen:

- de lichtmasten niet te hoog maken;
- de uitstraalrichting van de armaturen zoveel mogelijk van de woningen en natuurgebieden af positioneren;
- het toepassen van ledverlichting behoort tot de mogelijkheden aangezien ledverlichting puntverlichting is en minder naar de omgeving straalt;
- het achterwege laten van verlichting daar waar het kan.

Binnen het zoekgebied is het eenvoudig om een locatie te vinden voor het werkterrein en de koelwaterleidingen, waarbij geen effecten als gevolg van licht optreden. De effecten van licht na mitigerende maatregelen is daarom beoordeeld als 'neutraal' (in plaats van (zeer) negatief).

Natuur
De mitigerende maatregelen leiden tot de volgende aandachtspunten voor het ontwerp en de uitvoering van bouwwerkzaamheden:

- Om te voorkomen dat de mengzone die ontstaat de bodem van de Noordzee raakt, moet aandacht worden besteed aan de vormgeving en diepte van de koelwateruitlaat in de Noordzee bij de verschillende varianten (varianten K1 en K2).
- Vormgeving en locatie van het waterinnamepunt in het Noordhollandsch Kanaal, inclusief voorzieningen voor beperking visintrek (variant K1).
- Vormgeving, locatie en aanlegmethode waterinnamepunt Noordzee (variant K2).
- Tracering van de koelwaterleidingen (varianten K1 en K2) in het duingebied in relatie tot voorkomen van effecten op beschermde habitattypen en soorten.
- Voorkomen van verdrogingseffecten bij de aanleg van de koelwaterleidingen, door alternatieve uitvoeringsmethoden of plaatsen van damwanden.
- Routestructuur voor werkzaamheden in de duinen.

De overgangs- en exploitatie van PALLAS leiden na mitigatie niet tot significante negatieve gevolgen voor het NNN, de effectbeoordeling wordt dan dus bijgesteld naar neutraal voor alle varianten tijdens alle fasen (in plaats van licht negatief).

Landschap en cultuurhistorie
Er zijn verschillende inpassingsmogelijkheden voor het werkterrein, zoals aansluiten op bestaande kavelstructuren, afscherming met beplanting, beperken van lichtuitstraling en opslag en bebouwing laag houden.
De visuele negatieve uitstraling van het nucleaire eiland kan worden verminderd door de architectonische vorm, door kleurstelling, e.d. Er zijn ook mogelijkheden om het nucleaire eiland naar de omgeving minder zichtbaar te maken, door omliggende duinen te verhogen. Dit dient echter goed te worden afgestemd op de natuurwaarden en moet in nauwe samenspraak met de natuurbeheerder Staatsbosbeheer.
Voor de koelingsvarianten dient aandacht besteed te worden aan inpassing van het pompgebouw (of liever onder vrij verval water aanvoeren, dan is alleen een inlaat nodig) bij koelvariant K1 en van het inlaatplatform bij koelvariant K2. Als de koelwaterleidingen aansluiten bij bestaande leidingtracés, dan kan mogelijk het bestaande reliëf beter worden gevolgd en treedt minder verstoring op van aardkundige waarden.

Verkeer
De Zeeweg is niet geschikt om bouwverkeer (vrachtwagens) over af te wikkelen. Voorgesteld wordt om deze weg te verbieden voor het bouwverkeer. Voorgesteld wordt om het bouwverkeer via de N9 en de N502 (via Petten) om te leiden. Vanuit het noorden kan de N503 en N502 worden gebruikt. Vanaf de N9 vanuit Alkmaar zou de N502 al de meest logische keus zijn. Tot slot kan de overslaglocatie verplaatst worden ten behoeve van het minimaliseren van de omrijafstand voor vrachtverkeer.

5.3.2 Wijze van juridische borging van mitigerende maatregelen

In deel B en in de Bijlagen van dit plan-MER staan de mitigerende maatregelen beschreven. In het bestemmingsplan dat vastgesteld wordt, zal voldoende borging gegeven moeten worden aan die mitigerende maatregelen die nodig zijn om te voldoen aan wettelijke normen. Dit kan door een voorwaardelijke verplichting op te nemen, dan wel door aan te geven dat dit in het vergunningentraject geregeld moet worden. Het overzicht hiervan staat in Tabel 7.

Tabel 7 Overzicht mitigerende maatregelen en wijze van juridische borging

Aspect en oorzaak	Mitigerende maatregel(en)	Juridische borging
Bouwfase		
Nucleaire veiligheid - Trillingen en zettingsproblemen vanwege bouw reactor	Specifieke trilling arme bouwmethode	Ja, in verband met voorkomen ernstige fysieke schade; opnemen voorwaardelijke verplichting in bestemmingsplanregels
Geluid vanwege bouw reactor	• Werkterrein en betoncentrale verder van woningen te situeren • Afscherming betoncentrale • Opleggen lagere snelheid bouwverkeer	Ja, via het vergunningentraject

Aspect en oorzaak	Mitigerende maatregel(en)	Juridische borging
Grondwaterveranderingen bij bouw onder maaiveld	Drain aanleggen om dit effect op te heffen	Ja, via het vergunningentraject
Aantasting recreatieve gebruiksmogelijkheden, recreatieve belevingswaarde en identiteit door aanblik werkterrein	Werkterrein zoveel mogelijk onttrekken aan het zicht	Niet noodzakelijk
Archeologie vanwege bouw reactor	Vervolgonderzoek	Ja, in bestemmingsplanregels dubbelbestemming archeologie opnemen inclusief omgevingsvergunningstelsel voor werken en werkzaamheden
Natuur vanwege tijdelijke bemalingen bij de aanleg van koelwaterleidingen (varianten (K1 en K2)	Opstellen bemalingsplan	Ja, via het vergunningentraject
Landbouw vanwege tijdelijke bemalingen bij de aanleg van koelwaterleidingen (varianten (K1 en K2)	Opstellen bemalingsplan	Ja, via het vergunningentraject
Mobiele verontreinigingen vanwege tijdelijke bemalingen bij de aanleg van koelwaterleidingen	Opstellen bemalingsplan	Ja, via het vergunningentraject
Geluid vanwege heiwerkzaamheden pompgebouw voor koelwaterleiding variant K1	• Locatiekeuze • Aangepaste bouwmethode funderingpalen	Ja, via het vergunningentraject
Lichtbelasting op recreatiepark vanwege aanleg koelwaterleiding variant K1 en werkterrein	• Afstand van 30 m tot lichtgevoelig object aanhouden Daarnaast kunnen nog extra reducerende maatregelen worden genomen: • Beperken mate van verlichting • Lage lichtmasten • Gerichte armaturen • Led-verlichting	Ja, afstand via het vergunningentraject Niet noodzakelijk
Natuur vanwege tijdelijk oppervlakteverlies duingebied bij aanleg koelwaterleidingen varianten K1 en K2	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege tijdelijke berijdingseffecten duingebied bij aanleg koelwaterleidingen varianten K1 en K2	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege tijdelijke verstoring (vooral geluid) duingebied bij aanleg koelwaterleidingen varianten K1 en K2	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege tijdelijke verdrogingseffecten duingebied bij aanleg koelwaterleidingen varianten	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege tijdelijke visuele verstoring op zee bij koelwaterleidingen varianten K1 en K2	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege tijdelijke geluidverstoring onder water op zee bij koelwaterleidingen varianten K1 en K2	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege tijdelijke stikstofdepositie bij koelwaterleidingen varianten K1 en K2	Pakket mitigerende maatregelen zoals opgenomen in het Achtergronddocument Natuur	Ja, via het vergunningentraject
Aantasting recreatieve gebruiksmogelijkheden, recreatieve belevingswaarde en identiteit bij koelwaterleidingen varianten K1 en K2	• Bij K1 het werkterrein in de polder zoveel mogelijk onttrekken aan het zicht • Bij K1 en K2 buiten het badseizoen werken	Niet noodzakelijk
Verkeersveiligheid op de N502 en Zeeweg	Afsluiten wegen voor bouwverweer	Ja, nemen verkeersbesluit
Overgangsfase		
Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid vanwege gelijktijdige exploitatie PALLAS-reactor en HFR	Voldoen aan lagere limietwaarde ingevolge onderlinge afspraken	Niet noodzakelijk

Aspect en oorzaak	Mitigerende maatregel(en)	Juridische borging
Verdubbeling koelwateronttrekking uit Noordhollandsch Kanaal vanwege gelijktijdige exploitatie PALLAS-reactor en HFR bij koelwaterleiding variant K1	Afschakelen reactoren	Ja, via het vergunningentraject
Exploitatiefase		
Belevingswaarde en identiteit vanwege de hogere bouwvarianten B2 en B3	Verzachten kleurstelling, vorm en beeldkwaliteit	Niet noodzakelijk
Geluid vanwege luchtkoeling variant K3	Technische maatregelen, zoals: • Inzet stillere koelunits • Een andere type koeling met lagere geluidsemissie • Geluiddempers • Afschermende voorzieningen	Ja, via het vergunningentraject
Natuur vanwege het inzuigen vissen en thermische verontreiniging bij koelingsvarianten K1 en K2	• Vormgeving en locatie van het waterinnamepunt in het Noordhollandsch Kanaal, inclusief voorzieningen voor beperking visintrek (variant K1) • Vormgeving, locatie en aanlegmethode waterinnamepunt Noordzee (variant K2)	Ja, via het vergunningentraject
Bodemopbouw bij koelingsvarianten K1 en K2	Om te voorkomen dat de mengzone die ontstaat de bodem van de Noordzee raakt, wordt aandacht besteed aan de vormgeving en diepte van de koelwateruitlaat in de Noordzee (varianten K1 en K2)	Ja, via het vergunningentraject
Belevingswaarde vanwege het platform voor koelwaterinname bij koelingsvariant K2	Geen	Ja, via het vergunningentraject
Belevingswaarde vanwege condensatievorming in de winter bij koelingsvariant K3	Geen	Ja, via het vergunningentraject
Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid vanwege de PALLAS-reactor	• Veiligheidsvoorzieningen • ALARA-beginsel toepassen	Ja, via het vergunningentraject
Freatische grondwaterstand in duingebied vanwege sleufbemaling	• Opstellen bemalingsplan • Door de sleuf binnen damwanden tot in de slecht-doorlatende Holocene afzettingen te ontgraven	Ja, via het vergunningentraject
Landschap/cultuurhistorie vanwege dominantie aanwezige leidingen	Koelleidingtracés in de polder zoveel mogelijk parallel te koppelen aan bestaande structuren	Niet noodzakelijk

5.4 Aanbevelingen en aandachtspunten voor het besluit-MER

Zoals in paragraaf 1.2.4 is aangegeven zal er nog een besluit-MER ten behoeve van de Kew-vergunning volgen op dit plan-MER voor het bestemmingsplan. Nu zijn de inhoudelijke beoordelingen uitgevoerd (in voorgaande paragraaf 5.2 zijn deze samengevat). Daardoor is duidelijker aan welke zaken nog nadere aandacht besteed moet worden in het besluit-MER. In paragraaf 1.2.5 (specifiek Tabel 1) zijn de locatie-specifieke onderzoeken die bij het besluit-MER horen beschreven. In aanvulling op paragraaf 1.2.4 en in lijn met Tabel 1, zijn de volgende specifieke zaken naar boven gekomen die relevant zijn voor het besluit-MER:

- De beoordeling van Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid en het voldoen aan de criteria kan pas kwantitatief worden gedaan als het ontwerp van de PALLAS-reactor en bijbehorende analyses gereed zijn. Deze komen beschikbaar in een latere fase van het project. De kwantitatieve beoordeling zal onderdeel uitmaken van het dan op te stellen besluit-MER.
- Door Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, de ANVS en Veiligheidsregio NHN is aandacht gevraagd voor klimaatontwikkeling, dat effect heeft op de zoetwatervoorziening in de toekomst. Bij sporadische schaarste heeft zoetwatervoorziening van de HFR momenteel de 3e prioriteit ná de drinkwatervoorziening en peilhandhaving van de polder. Het scenario van een eventuele afnemende zoetwaterbuffer in relatie tot de PALLAS-onttrekking in de toekomst is niet expliciet beschouwd in dit plan-MER, maar verdient wel aandacht in het besluit-MER. Hierover dient ook met het hoogheemraadschap overlegd te worden, alvorens tot een verdere keuze te komen voor de vorm van koeling.
- De berekende mengzone van de koelwaterlozing blijft on-

der de kritische grens, waardoor geen modelstudie nodig is in het kader van de Waterwet. In verband met mogelijke effecten op het bodemleven mag de mengzone de zeebodem niet raken. Momenteel is dit uittredepunt nog niet uitgewerkt in het ontwerp. Ten behoeve van het besluit-MER en de vergunningen zal het lozingspunt te zijner tijd nader gedetailleerd worden.

- Voor natuur is de verwachting dat geen significante effecten zullen optreden in het licht van de Wet natuurbescherming. Aangezien er een Wnb-vergunning nodig is, zal echter in een later stadium een passende beoordeling opgesteld moeten worden. Deze dient alle mogelijke gevolgen nog een keer langs te lopen op instandhoudingsdoelstellingen. Vanuit de beoordeling in dit plan-MER is met name het koelsysteem volgens K1 en K2 een issue, en dan gaat het vooral om de thermische effecten op de Noordzee en om de hydrologische effecten bij aanleg van de leidingen in de duinen.
- In het besluit-MER is voor de K3-luchtkoeling meer detaillering nodig van de omstandigheden en tijdsduur van condensatievorming op basis van verschillende weerscondities (temperatuur, luchtvochtigheid, wind, licht /donker etc.).
- Er zal voor de aanleg van de bouwhoogtevarianten B1, B2 en B3 archeologisch vervolgonderzoek moeten worden uitgevoerd in het kader van verdere uitwerking, inpassing en daarbij behorende vergunningverlening (conform het archeologiebeleid van de gemeente Schagen) [19]. Indien er wordt gekozen voor de koelingsvarianten K1 en K2, dan is nader onderzoek nodig wanneer de onderzoek plichtige oppervlakte wordt overschreden (conform het archeologiebeleid van de gemeente Schagen) [19] in de vorm van, in eerste instantie, een archeologisch bureauonderzoek. Op basis hiervan kan dan de afweging worden gemaakt of er nog vervolgonderzoek nodig is.
- Om enig effect van de lokale breuklijn op de voorgenomen bouwlocatie in kaart te brengen, dan wel uit te sluiten, moet de breuklijn beter in kaart worden gebracht. Hiervoor is een eerste onderzoek gedaan met behulp van meetgegevens die in het verleden vergaard zijn ten behoeve van de olie- en gaswinning. Deze data hebben een gebrekkige resolutie in de bovenste lagen van het aardoppervlak, waardoor aanvullend veldonderzoek benodigd is.
- De Nederlandse veiligheidseisen zijn vernieuwd, waardoor onderzoek naar de methodologie voor het bepalen van vliegtuigongevallen benodigd is. Naast de impact van de crash zal tevens worden gekeken naar brand en explosies als gevolg ervan.
- In aanvulling op de bepaling van de risicocontour van het transport van munitie (gezien de ligging van het schietterein van het Ministerie van Defensie nabij de OLP), moet nader onderzoek worden gedaan naar het proefschieten op het terrein.

Verwijzingen deel A

[1]	„http://www.pallasreactor.com/wp-content/uploads/2015/09/Statuten-Stichting-Voorbereiding-Pallas-reactor.pdf," [Online].
[2]	Kamerbrief van 22/4/2013 met als Kenmerk: DGETM-ED / 13058312
[3]	www.ruimtelijkeplannen.nl, v. 2016-05-18 en NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03. [Online].
[4]	„http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=1&id=n2k7," [Online].
[5]	„http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=8&id=n2k85," [Online].
[6]	„http://api.commissiemer.nl/docs/mer/p30/p3086/a3086rd.pdf," [Online].
[7]	G. Schagen, „Advies Reikwijdte en Detailniveau van het milieueffectrapport bij bestemmingsplan Pallas-reactor Petten, Kenmerk: 16.078423," 5 september 2016.
[8]	K. K. P.-r. M. v. I. e. M. Staatscourant nr. 14679, „Ter inzage: mededelingsnotitie milieueffectrapportage nieuwe onderzoeksreactor (PALLAS-reactor)," 3 juni 2015.
[9]	IAEA, „Standard NS-R-3 Rev. 1, "Site Evaluation for Nuclear Installations", Vienna 2016; http://www-pub.iaea.org/books/iaea-books/10882/Site-Evaluation-for-Nuclear-Installations.".
[10]	https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/brieven/2013/03/14/stichting-voorbereid, „Akte van oprichting van de stichting "Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor", met zetel in de gemeente Schagen; F179/F614/31001961, d.d. 14 maart 2013," [Online].
[11]	Kamerbrief, b. m. E. Zaken, K. I. 2. 3. 6. n. 3. 20 januari 2012 en https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/34426/kst-32645-33.html.
[12]	RIVM, „Productie en gebruik van medische radio-iostopen in Nederland. Huidige situatie en toekomstverkenning (DOI 10.21945/RIVM-2017-0063)," Juli 2017.
[13]	RIVM, „Ruwe schets van de problemen voor de behandeling van Nederlandse patiënten bij een plotselinge productiestop van medische isotopen in Nederland," Juli 2016.
[14]	www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/09/30/kamerbrief-over-toekomst-ecn-en-ontvlechting-van-energieonderzoek-en-nucleaire-activiteiten, Kamerbrief over toekomst ECN en ontvlechting energieonderzoek en nucleaire activiteiten.
[15]	OECD-NEA, T. S. o. M. Radioisotopes en A. A. o. L.-t. G. D. f. Technetium-99m, „https://www.oecd-nea.org/med-radio/reports/long-term-assessment-99mtc.pdf," [Online].
[16]	D. C. (. e. a. e. Richard Zimmermann (auteur MEDRaysIntell-rapporten).
[17]	K. m. Kamp, Bijlage rapport Technopolis: "De nucleaire infrastructuur in Nederland"., 13 oktober 2016.
[18]	NRG, „https://www.nrg.eu/over-nrg/bedrijf/nucleaire-faciliteiten.html," [Online].
[19]	G. Alders en S. Husken, „Beleidsnota Archeologie gemeente Zijpe (SCENH-rapport cultuurhistorie 28)," Gemeente Schagen, Wormer, 2007.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Deel B



PALLAS



6 Nadere toelichting deel B

In hoofdstuk 4 en 5 van deel A van het plan-MER zijn de milieueffecten van de varianten samengevat en vergeleken.
In voorliggend deel B van het plan-MER is een nadere toelichting en uitwerking opgenomen van de achterliggende analyses en effectbeoordelingen. Deel B is opgesteld op basis van de achtergrondrapporten, die per aspect zijn opgesteld. Deze zijn als bijlage bij het plan-MER opgenomen.
Voor het overzicht zijn de gemeenschappelijke uitgangspunten voor al die effectbeoordelingen nog kort op een rij gezet.



6.1 Referentiesituatie

Bouwvarianten voor de hoogte van het nucleaire eiland en voor de koeling zijn beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie is de huidige situatie plus de autonome ontwikkeling. De tijdshorizon ligt op tien jaar na onherroepelijk worden van het bestemmingsplan. Onder autonome ontwikkeling wordt de toekomstige ontwikkeling van het plan- en studiegebied verstaan, zonder dat de PALLAS-reactor gerealiseerd zou worden. Daarbij nemen we twee typen ontwikkelingen mee:

1 autonome ontwikkelingen die samenhangen met veranderingen door economische ontwikkelingen en klimaatverandering;
2 vastgestelde plannen en projecten die invloed hebben op het plan- of studiegebied waarin de ingreep-effect relaties van het betreffende milieuthema voorkomen.

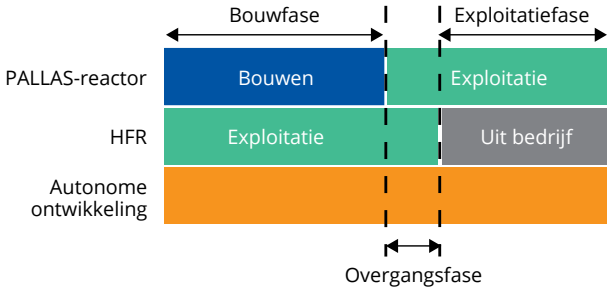
In dit deel B van het plan-MER is per milieuaspect in ieder hoofdstuk in paragraaf 'Huidige situatie en autonome ontwikkeling' aangegeven wat de huidige situatie is en welke autonome ontwikkelingen relevant zijn geweest in de effectbeoordeling van dat betreffende milieuaspect.
In de autonome ontwikkelingen is één belangrijke ontwikkeling onzeker, namelijk het moment van sluiten van de huidige HFR. Het meest aannemelijke scenario is dat deze uit bedrijf gaat nádat de PALLAS-reactor in werking is. Dit is nodig om de levering van isotopen te kunnen continueren. Het gelijktijdig in bedrijf zijn van HFR en PALLAS-reactor, totdat deze de isotopenproductie geheel heeft overgenomen, is uitgangspunt van deze studie.
In geval de HFR tóch eerder uit bedrijf gaat dan dat de PALLAS-reactor al werkt, dan is er sprake van een speciale (en ongewenste) situatie. Om de effecten die dan optreden door de realisatie van de PALLAS-reactor en koelingsvoorzieningen in beeld te krijgen, is een speciale analyse van effecten gemaakt ten opzichte van een tweede type referentie. Dit is verwoord in een gevoeligheidsanalyse aan het eind van deel B, in hoofdstuk 18.

6.2 Projectfasen

PALLAS kent drie fasen (zie Figuur 1). Na de figuur wordt toegelicht op welke wijze deze fasen meegenomen zijn in het plan-MER, en met name hoe de HFR zich in die projectfases verhoudt tot de PALLAS-reactor.

Bouwfase
In de bouwfase wordt de PALLAS-reactor gebouwd. Er komt een tijdelijk bouwterrein. De HFR is nog in bedrijf.

Overgangsfase
Ook in de overgangsfase zijn de HFR en de PALLAS-reactor in bedrijf. Voor deze overgangsfase wordt uitgegaan van het volledig in bedrijf zijn van de beide reactoren. De cumulatieve effecten van het gelijktijdig in bedrijf zijn van de HFR én PALLAS-reactor worden op deze manier inzichtelijk.
De effecten van de overgangsfase zijn niet voor alle milieuaspecten onderscheidend ten opzichte van de exploitatiefase. De overgangsfase wordt daarom enkel separaat beschreven voor die aspecten waar er een onderscheid is met de exploitatiefase. Het gaat om de volgende aspecten:



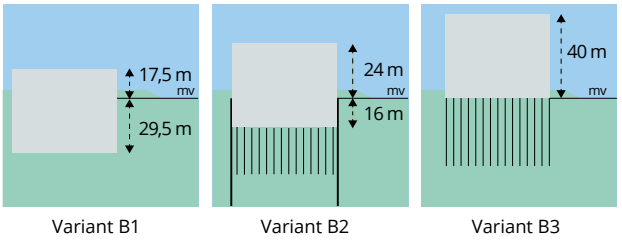
Figuur 1 Schematische weergave projectfasen

- stralingsbescherming en nucleaire veiligheid;
- koelwater;
- waterkwaliteit;
- natuur.

Exploitatiefase
In de exploitatiefase is de PALLAS-reactor in bedrijf en is de HFR buiten bedrijf.

6.3 Varianten

Bouwvarianten nucleaire eiland
Er zijn drie varianten voor bouwhoogte van het nucleaire eiland: B1, B2 en B3, zie Figuur 2.



Figuur 2 Bouwhoogtevarianten nucleaire eiland

Koelwatervarianten
Er zijn drie varianten voor koeling van het nucleaire eiland: K1, K2 en K3, zie Figuur 3. Specifiek bij het aspect geluid zijn er drie extra varianten voor koeling. Uitleg over deze koelingsvarianten staat in hoofdstuk 11, geluid.



Figuur 3 Schematische weergave koelingsvarianten K1 (boven), K2 (midden) en K3 (onder)

6.4 Beschouwde aspecten en leeswijzer

In voorliggend deel B worden de varianten op de volgende aspecten beoordeeld:
- Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid (Hoofdstuk 7);
- Bodem en water (Hoofdstuk 8);
- Waterveiligheid (Hoofdstuk 9);
- Luchtkwaliteit (Hoofdstuk 10);
- Geluid (Hoofdstuk 11);
- Licht (Hoofdstuk 12);
- Natuur (Hoofdstuk 13);
- Recreatie en toerisme (Hoofdstuk 14);
- Landschap en cultuurhistorie (Hoofdstuk 15);
- Archeologie (Hoofdstuk 16);
- Verkeer (Hoofdstuk 17).

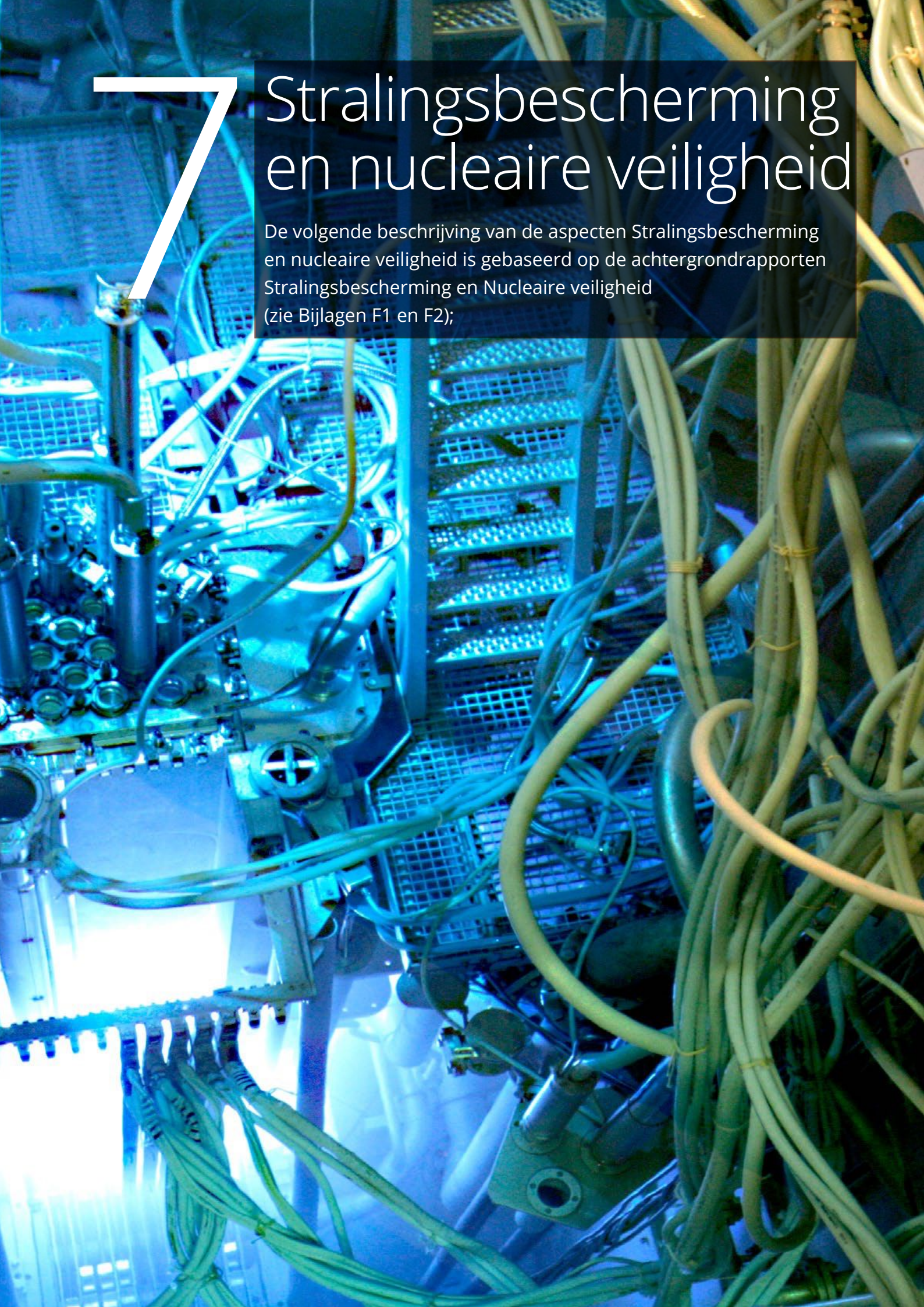
Per (milieu) aspect wordt ingegaan op:
- het relevante beleid, wet- en regelgeving;
- de beoordelingscriteria en methode, die in de effectbeoordeling wordt gehanteerd;
- de beschrijving van de referentiesituatie;
- de effecten van de integrale ontwikkeling;
- mitigerende en compenserende maatregelen;
- leemten in kennis en een aanzet voor een evaluatieprogramma.

Voor het overzicht van effecten is voor iedere set van criteria een tabel opgenomen van de scores. De effectbeoordelingen resulteren in scores, die aangeven of een effect zeer positief (++), positief (+), neutraal (0), negatief (-) of zeer negatief (- -) is. De gevoeligheidsanalyse (tweede referentie met HFR eerder uit bedrijf dan de PALLAS-reactor in bedrijf) is behandeld in hoofdstuk 18.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

7 Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid

De volgende beschrijving van de aspecten Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid is gebaseerd op de achtergrondrapporten Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid (zie Bijlagen F1 en F2);



7.1 Beoordelingskader

7.1.1 Beleidskader

In Tabel 1 is het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor de aspecten Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid.
Het beleidskader in Tabel 1 is hieronder nader uitgewerkt voor de PALLAS-reactor.

Veiligheidsdoel en veiligheidsfuncties
Kernreactoren moeten veilig worden bedreven, dus ook de PALLAS-reactor. 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 levensduur 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 koelen van de splijtstoffen;
3 het insluiten van de radioactieve stoffen of splijtstoffen.

Deze drie veiligheidsfuncties gelden voor alle fasen van de levensduur van een kernreactor. Het gelaagde veiligheidsconcept beschrijft in hoofdlijnen hoe hier invulling aan gegeven wordt. Om de veiligheidsfuncties te garanderen, dient een kernreactor, ook de PALLAS-reactor, 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 gebeurtenissen 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 gebeurtenissen indien deze zich voordoen.

Het gelaagde veiligheidsconcept
De nucleaire veiligheid van kernreactoren is gebaseerd op het concept van gelaagde veiligheid (in het Engels 'Defence-in-Depth'). Dit veiligheidsconcept is bedoeld om ongevallen te voorkomen dan wel de gevolgen daarvan te beperken. Dit concept is een samenspel van bouwkundige, technische en organisatorische voorzieningen. Er worden meerdere strategieën toegepast om de veiligheid van de PALLAS-reactor onder abnormale omstandigheden en ongevalscondities te waarborgen. Dit wordt bereikt door een aantal niveaus van beschermende maatregelen, elk met een eigen strategie. Elke strategie 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).
Daarbij zijn de volgende veiligheidsniveaus met bijbehorende bedrijfstoestanden te onderscheiden
(zie Tabel 2):

- veiligheidsniveau 1: normaal bedrijf;
- veiligheidsniveau 2: voorzienbare bedrijfsvoorvallen/ afwijkend bedrijf;
- veiligheidsniveau 3a: veronderstelde begingebeurtenissen met enkelvoudig falen;
- veiligheidsniveau 3b: veronderstelde begingebeurtenissen met meervoudig falen;
- veiligheidsniveau 4: veronderstelde kernsmeltongevallen;
- veiligheidsniveau 5: vrijkomen van significante hoeveelheden radioactieve stoffen.

Veiligheidsniveau 3 bestaat uit twee niveaus, onderverdeeld in a en b, omdat beide niveaus aan dezelfde radiologische doelstellingen moeten voldoen. 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.

Tabel 1 Beleid, wet- en regelgeving Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Kernenergiewet (Kew)	De Kernenergiewet (Kew) [1] is een raamwet die betrekking heeft op activiteiten waarbij met ioniserende straling wordt gewerkt of waarbij deze straling vrijkomt. Doelen van deze wet zijn de bevordering van een goede ontwikkeling betreffende het vrijmaken en het gebruik van radioactieve stoffen en van ioniserende straling uitzendende apparatuur en bescherming tegen de gevaren die zijn verbonden aan het gebruik van radioactieve stoffen en ioniserende straling. Deze wet is nader uitgewerkt in het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) (Stb. 1969-403) en het Besluit stralingsbescherming (Bs)(Stb. 2001-397) en de bijbehorende regelingen. Voor de PALLAS-reactor is een vergunning nodig op grond van de Kew.
Handreiking Veilig Ontwerp en het veilig Bedrijven van Kernreactoren (VOBK)	De Handreiking VOBK [2] geeft inzicht in de huidige stand der techniek voor het ontwerp en bedrijfsvoering van (nieuwe) reactoren, waarbij het doel is de kernreactoren zo veilig mogelijk te maken. De specifieke randvoorwaarden van de Handreiking VOBK sluiten aan bij de actuele inzichten van met name de Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) en de Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) Daarnaast gelden er voor elk type installatie specifieke veiligheidseisen. Deze specifieke veiligheidseisen worden per installatie in de Kernenergiewetvergunning opgenomen. Een Handreiking heeft in principe geen wettelijke status en is niet wettelijk bindend. Omdat de handreiking is bedoeld voor nieuwe reactoren, waarbij de laatste stand der techniek en wetenschap als uitgangspunt wordt gehanteerd, zal deze door het Bevoegd Gezag worden gehanteerd als onderdeel van het toetsingskader voor PALLAS.

Tabel 2 Het gelaagde veiligheidsconcept

Niveaus van 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 voorgeschreven bedrijfslimieten voor lozing
Veiligheidsniveau 2	Voorzienbare bedrijfsvoorvallen	Beheersing van afwijkend bedrijf en falen	Beheersings- en limiterende systemen en voorzieningen voor monitoring	
Veiligheidsniveau 3	Niveau 3.a Veronderstelde begingebeurtenissen met enkelvoudig falen	Beheersing van ongevalstoestand ter beperking van het vrijkomen van radio-activiteit 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 3.b Veronderstelde gebeurtenissen met meervoudig falen		Additionele structuren, systemen en componenten en ongevalsprocedures	
Veiligheidsniveau 4	Veronderstelde 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

Mocht er desondanks sprake zijn van significante lozingen van radioactieve stoffen naar het milieu, dan worden er maatregelen genomen gericht op het beperken van de gevolgen voor mensen, dieren, planten en goederen (veiligheidsniveau 5).
In het concept voor gelaagde veiligheid zijn tevens ongevallen met meervoudig falen en kernsmeltongevallen in het ontwerp meegenomen. Dit betekent dat het ontwerp van een kernreactor bestand moet zijn tegen veronderstelde ongevallen met meervoudig falen en tegen bepaalde veronderstelde kernsmeltongevallen zodat de radiologische gevolgen voor de omgeving beperkt zijn. Voorheen werden gebeurtenissen met meervoudig falen en kernsmeltongevallen beschouwd als zijnde buitenontwerp-ongevallen en werden in het ontwerp met name gebeurtenissen met enkelvoudig falen beschouwd. Met het nieuwe concept (conform de VOBK) worden voor nieuwe reactoren dus meer gebeurtenissen binnen het ontwerp verondersteld.
Hierbij worden de volgende types ongevallen beschouwd:

- het falen van een intern systeem, zoals de lekkage van een koelsysteem of het uitvallen van de stroomvoorziening;
- interne gevaren, zoals een brand;
- externe gevaren, zoals een overstroming (rekening houdend met klimaatverandering), een aardbeving of het neerstorten van een vliegtuig op de installatie.

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 verstaan de bekleding van de splijtstofelementen en het containment (de insluiting die normaal wordt gevormd door het nucleaire eiland). 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.
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 een of meer barrières falen waardoor radioactieve stoffen vrijkomen, dan zorgen de retentiefuncties voor het ophouden of tijdelijk vasthouden van die stoffen.

Interne en externe gevaren
Een gevaar is gedefinieerd als een gebeurtenis die binnen of buiten de inrichting kan voorkomen en mogelijk of daad-

werkelijk negatieve gevolgen heeft voor de veiligheid van de reactor. Interne gevaren komen van binnen de inrichting terwijl externe gevaren van buiten de inrichting komen. Een voorbeeld van een intern gevaar is een brand binnen de inrichting. De externe gevaren zijn van natuurlijke oorsprong of door mensen veroorzaakt, zoals bliksem, aardbeving of risico's als gevolg van een nabijgelegen industrieterrein.

7.1.2 Beoordelingskader en methodiek

In Tabel 3 staan de beoordelingscriteria van Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid. Na de tabel volgt een toelichting per criterium.

Studiegebied

Voor het studiegebied voor het aspect stralingsbelasting betreft de normale bedrijfssituatie en wordt bepaald door de locaties van belang waar de stralingsbelasting het grootst is. Voor directe straling zal dit meestal direct aan de inrichtingsgrens zijn. 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 normaal uitgegaan van een gebied van 25 km rond een reactor.
Het studiegebied voor het aspect Nucleaire veiligheid betreft ongevalsituaties en wordt bepaald door de locaties waar de stralingsbelasting als gevolg van ongevallen het grootst is.

Tabel 3 Beoordelingskader Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid

Aspect	Beoordelingscriteria
Stralingsbescherming	Effectieve dosis als gevolg van • Directe straling • Radiologische lozingen naar lucht • Radiologische lozingen naar water • Radioactief afval
Nucleaire veiligheid	Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen: • Effectieve dosis voor omwonenden Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen: • Individueel risico • Groepsrisico

Voor directe straling zal dit meestal direct aan de inrichtingsgrens zijn. Voor radioactieve lozingen naar lucht en water is dit sterk afhankelijk van de optredende verspreiding, bijvoorbeeld als gevolg van weersinvloeden. In de modellenwaarmee de stralingsbelasting als gevolg van lozingen wordt berekend wordt normaal uitgegaan van een gebied van 25 km rond een reactor.

Beoordelingskader

Lozingen van radioactief materiaal naar de bodem wordt hier niet beoordeeld. Volgens de wettelijke richtlijnen zijn deze niet toegestaan en zullen met technische voorzieningen moeten worden voorkomen. Het ondergrondse bouwdeel van de gebouwen en eventuele ondergrondse leidingen, die mogelijk radioactieve en/of schadelijke stoffen kunnen bevatten, zullen zodanig moeten worden uitgevoerd dat geen ongecontroleerde lekkages kunnen optreden. Dat betekent dat continu monitoring plaatsvindt, zodat bij een eventuele lekkage direct kan worden ingegrepen om te voorkomen dat deze zich verder verspreid.
Het ontwerp van de PALLAS-reactor is nog niet beschikbaar, zodat het nog niet mogelijk is om de maatgevende ongevallen vast te stellen en de gevolgen daarvan kwantitatief te bepalen. Als vergelijkingsobject wordt de HFR beschouwd. De HFR heeft een vergelijkbaar reactorvermogen (45 MWth nominaal en 50 MWth vergund ten opzichte van maximaal 55 MWth voor PALLAS). Daarbij mag verondersteld worden dat de bij PALLAS toegepaste stand der techniek beter is dan die van de HFR.
Directe straling en radiologische lozingen naar lucht en water
Voor stralingsbelasting als gevolg van directe straling en radiologische lozingen naar lucht en water gelden gecombineerde criteria, zoals hieronder beschreven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen criteria voor de bevolking en voor niet respectievelijk wel blootgestelde medewerkers van nucleaire installaties. Artikel 18 van het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) bevat een aantal gronden voor het weigeren van een aanvraag om een vergunning krachtens artikel 15, onder b, van de Kernenergiewet. De weigeringsgrond in artikel 18, eerste lid, van het Bkse heeft betrekking op voorwaarden betreffende rechtvaardiging en optimalisatie, geldend in samenhang met de artikelen 4, 5 en 6 van het Besluit stralingsbescherming, en betreffende dosislimieten, geldend in samenhang met artikel 48 van het Besluit stralingsbescherming.

Tabel 4 Overzicht van de dosislimieten voor leden van de bevolking en (blootgestelde) werknemers

Stralings-bescherming bij normaal bedrijf	Aspect	Dosislimiet (per kalenderjaar)
Bevolking	• Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water	Samen: < 0,1 mSv[1] per bron (buiten locatie[2]) < 1 mSv (binnen locatie)
Niet blootgestelde werknemers	• Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water	Samen: < 1 mSv
Blootgestelde werknemers	• Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water	Samen: < 20 mSv
	• Radioactief afval	ALARA

1 De sievert (symbool Sv) is de SI-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.
2 De locatie of inrichting betreft hetgeen waarvoor de vergunning geldt, en zal veelal omsloten zijn door een hek of gebouwgrens.

Een overzicht van de dosislimieten voor leden van de bevolking en (blootgestelde) werknemers is in Tabel 4 weergegeven.
De Handreiking VOBK verwijst voor de dosislimieten naar het Besluit stralingsbescherming waarbij moet gelden dat:

- stralingsbelasting of besmetting van omwonenden en de omgeving als gevolg van directe straling en lozingen van radioactieve materialen dienen zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden te worden (ALARA: As Low As Reasonably Achievable);
- iedere vergunde lozing van radioactieve materialen naar lucht of water beheerst dient te worden, waarbij soort en activiteit van de lozingen worden gemonitord en geregistreerd.

Radioactief afval
De Handreiking VOBK verwijst voor de dosislimieten naar het Besluit stralingsbescherming waarbij moet gelden dat van radioactief afval het volume en de radioactieve inhoud zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden dient te worden (ALARA).

Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen
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. De weigeringsgrond in artikel 18, tweede lid, onder a, van het Bkse heeft betrekking op de limietwaarden voor veronderstelde inleidende gebeurtenissen. Het gaat hier om ongevallen waarop het ontwerp van de installatie is berekend. In aansluiting op het risicobeleid is voor deze veronderstelde en radiologische relevante inleidende gebeurtenissen per kansengebied een dosislimiet geformuleerd. Hierbij gaat het om lozingen tijdens normaal bedrijf, voorzienbare bedrijfsvoorvallen en ontwerpbasisongevallen. Voor nieuwe kernreactoren zijn richtlijnen van toepassing met stringentere randvoorwaarden die niet direct van toepassing zijn voor bestaande reactoren, conform de Handreiking VOBK.

Veiligheidsniveau 1 en 2 dosislimieten
In het Besluit stralingsbescherming is het uitgangspunt dat de blootstelling aan straling ten gevolge van handelingen zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden moet worden[3] . De dosislimieten voor de bevolking en het personeel voor normaal bedrijf en voorziene bedrijfsvoorvallen (tot een gebeurtenisfrequentie van 10-2 per jaar, zie Tabel 5) zijn hetzelfde (conform Tabel 2)[4] . Voor de stralingsbescherming tijdens normaal bedrijf wordt verder verwezen naar het achtergrondrapport Stralingsbescherming.

Veiligheidsniveau 3 dosislimieten
Gegarandeerd dient te worden dat ongevallen zonder kernsmelt geen of slechts geringe radiologische gevolgen voor de omgeving hebben. Dit houdt in dat er geen behoefte moet zijn aan beschermingsmaatregelen zoals het uitdelen van jodiumprofylaxe, schuilen of evacuatie. De laagste interventiewaarde hierbij geldt voor de beschermingsmaatregel schuilen (zie Tabel 6). Er moet daarom uit de risicoanalyses komen dat de radiologische gevolgen van een ongeval zonder kernsmelt onder de gestelde interventiewaarden blijven.
Dosislimieten worden gekoppeld aan de frequentie waarmee ongevallen zonder kernsmelt kunnen plaatsvinden, zie hiervoor Tabel 5. Hoe groter de kans op een ongeval zonder kernsmelt, hoe lager de door het ongeval veroorzaakte dosis mag zijn. Dergelijke dosislimieten voor ongevallen zijn ook opgenomen in de Bkse (art. 18.2) als criterium om een vergunning te weigeren, maar deze limieten zijn minder stringent dan de limieten in de VOBK.

Tabel 5 Gebeurtenisfrequenties en dosislimieten voor ongevallen zonder kernsmelt [2]

Gebeurtenisfrequentie F per jaar[5]	Maximaal toegestane effectieve dosis per persoon (genomen over 70 jaar)
$F \geq 10^{-2}$	0,1 mSv
$10^{-2} > F \geq 10^{-3}$	1 mSv
$F < 10^{-3}$	10 mSv

Veiligheidsniveau 4 dosislimieten
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, er alleen beschermingsmaatregelen hoeven te worden getroffen die beperkt zijn in tijd en in omvang en dat er 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 de belangrijkste barrière voor het beschermen van de omgeving tegen radioactief materiaal. Om deze reden is het essentieel om de integriteit van het containment te bewaren. Daarnaast moeten extra voorzieningen aangebracht worden in het ontwerp om de gevolgen van een kernsmeltongeval te beperken. Als gevolg daarvan moeten dus het containment en de kernsmeltbeheerssystemen zodanig ontworpen worden om de lozingen tijdens een kernsmeltverloop zo klein als redelijkerwijs mogelijk te houden. Hierbij moet aan de randvoorwaarden zoals samengevat in Tabel 6, worden voldaan.
De zones dienen als ontwerprandvoorwaarde gecombineerd te worden met de Nederlandse interventiewaarden. Hiervoor worden interventiewaarden gehanteerd (zie Tabel 6 en Figuur 4): voor schuilen en evacuatie geldt een interventiewaarde voor de effectieve dosis (E) en voor het uitdelen van jodiumprofylaxe[6] is geldt een interventiewaarde voor de schildklier-

3 Besluit Stralingsbescherming art. 5, lid 1.
4 Zie voor de limieten Besluit Stralingsbescherming onder andere art. 35, 48, 49, 76, 77, 78, 79 en 80.
5 10^{-2} betekent eens in de 100 jaar, 10^{-3} betekent eens in de 1000 jaar. $F \geq 10^{-2}$ betekent dat de gebeurtenisfrequentie groter is dan of gelijk is aan eens in de 100 jaar.
6 Jodiumprofylaxe bestaat uit het toedienen van een jodiumtablet om schildklierkanker te voorkomen, wanneer er radioactief jodium vrijkomt uit een kernreactor. Inname van radioactief jodium verhoogt de kans op het krijgen van schildklierkanker bij kinderen en jongeren. De toename van de kans is het grootst bij kinderen, die ten tijde van het binnenkrijgen van radioactief jodium jonger dan circa 10 jaar zijn. Bij volwassenen is de toename van de kans op schildklierkanker zeer gering en bij mensen boven 40 jaar is er geen verhoogd risico op schildklierkanker aangetoond (M. Leenders, Y. Kok, H. Reinen en C. Zuur, „Jodiumprofylaxe bij kernongevallen, 348804004/2004," RIVM, 2004).

Tabel 6 Ontwerprandvoorwaarden voor veronderstelde kernsmeltongevallen [2]

Beschermingsmaatregel	Evacuatie zone (< 3 km)	Schuilzone (< 5 km)	Buiten de schuilzone	Interventiewaarde
Permanente evacuatie	Nee	Nee	Nee	
Evacuatie	Kan nodig zijn	Nee	Nee	E ≥ 100 mSv
Schuilen	Kan nodig zijn	Kan nodig zijn	Nee	E ≥ 10 mSv
Jodiumprofylaxe	Kan nodig zijn	Kan nodig zijn	Nee	$H_{Schild,\ <18jr} \geq 50$ mSv

dosis (Hschild) voor kinderen (<18 jr) en voor volwassenen (≥18 jr).

Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen
Voor het individueel (plaatsgebonden) risico geldt dat de risicoanalyse 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 (dus niet alleen een buitenontwerpongeval zoals bedoeld in artikel 18.3 van het Bkse) kleiner is dan 10^{-6} per jaar (zie Tabel 7). Voor het groepsrisico geldt dat deze risicoanalyse moet laten zien dat de kans dat buiten de desbetreffende inrichting een groep van ten minste 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).

Samenvattend kan worden gesteld dat als geldende criteria voor het beoordelingskader voor Nucleaire veiligheid de criteria in Tabel 5, Tabel 6 en Tabel 7 van toepassing zijn.
De PALLAS-reactor moet voldoen aan de stricte eisen die gesteld worden vanuit Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid. Met gebruik van de huidige technieken is dit ook haalbaar (en dus realistisch). In het besluit-MER zal onderbouwd worden dat aan deze eisen wordt volstaan. Dit is tot slot ook noodzakelijk. Immers, indien de reactor niet aan deze eisen voldoet, kan geen vergunning worden afgegeven. Dit is een uitgangspunt in de volgende beoordeling.

Tabel 7 Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen [2]

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



Figuur 4 Schematische weergaven van zones en interventiewaarden bij veronderstelde kernsmeltongevallen [2]

Relevante fasen
Voor Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid zijn alle fasen (bouwfase, overgangsfase en exploitatiefase) relevant. In de effectbeoordeling worden zowel de bouwhoogtevarianten als de koelingsvarianten beoordeeld.

Beoordelingsschaal plan-MER
Met betrekking tot de Stralingsbescherming wordt de beoordelingsschaal zoals gedefinieerd in Tabel 9 (volgende pagina) gehanteerd.

Tabel 8 Scoretoekenning beoordeling Stralingsbescherming

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een sterke verbetering van de stralingsbescherming als gevolg van een afname van de stralingsbelasting gedurende normaal bedrijf voor de omgeving.
+	Positief effect	Een beperkte verbetering van de stralingsbescherming als gevolg van een afname van de stralingsbelasting gedurende normaal bedrijf voor de omgeving.
0	Geen effecten	Geen significante verandering van de stralingsbescherming.
-	Negatief effect	Een beperkte verslechtering van de stralingsbescherming als gevolg van een toename van de stralingsbelasting gedurende normaal bedrijf voor de omgeving. Deze gevolgen voldoen aan de wettelijke criteria zoals beschreven in het beoordelingskader.
- -	Zeer negatief effect	Een verslechtering van de stralingsbescherming als gevolg van een toename van de stralingsbelasting gedurende normaal bedrijf voor de omgeving. Deze gevolgen overschrijden de wettelijke criteria zoals beschreven in het beoordelingskader.

Tabel 9 Scoretoekenning beoordeling Nucleaire veiligheid

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een sterke verbetering van de nucleaire veiligheid als gevolg van een afname van de kans op of de gevolgen van ongevallen met radiologische gevolgen voor de omgeving.
+	Positief effect	Een beperkte verbetering van de nucleaire veiligheid als gevolg van een afname van de kans op of de gevolgen van ongevallen met radiologische gevolgen voor de omgeving.
0	Geen effecten	Geen significante verandering van de nucleaire veiligheid
-	Negatief effect	Een beperkte verslechtering van de nucleaire veiligheid als gevolg van een toename van de kans op of de gevolgen van ongevallen met radiologische gevolgen voor de omgeving. Deze gevolgen voldoen aan de wettelijke criteria zoals beschreven in het beoordelingskader.
- -	Zeer negatief effect	Een verslechtering van de nucleaire veiligheid als gevolg van een toename van de kans op of de gevolgen van ongevallen met radiologische gevolgen voor de omgeving. Deze gevolgen overschrijden de wettelijke criteria zoals beschreven in het beoordelingskader.

7.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.2.1 Huidige situatie

Omdat de gezamenlijk milieueffecten van de nucleaire installaties op de onderzoekslocatie Petten (OLP) worden beschouwd en deze installaties elk hun kenmerken hebben met betrekking tot nucleaire veiligheid, worden zij hieronder kort beschreven. Deze installaties worden bedreven op basis van hun vergunning in het kader van de Kernenergiewet. Het betreft de volgende installaties.



Hoge Flux Reactor (HFR)
Onderzoeksreactor met een belangrijke maatschappelijke functie in de productie van medische isotopen en in onderzoek naar energievoorziening.



Hot Cell Laboratorium (HCL) (gebouw 07)
Dit laboratorium wordt ingezet bij nabestralingsonderzoek. Radioactieve materialen die bestraald zijn in de Hoge Flux Reactor kunnen in dit laboratorium worden verwerkt voor verder onderzoek en productie. De HCL bestaat uit een Research Lab en uit de Molybdeen Productie Faciliteit.



Molybdeen Productie Faciliteit (MPF)
Deze faciliteit ligt naast het HCL. Hierin wordt het molybdeen afgescheiden en gezuiverd uit bestraald uranium, zodat het geschikt is voor uiteindelijk transport naar de ziekenhuizen.



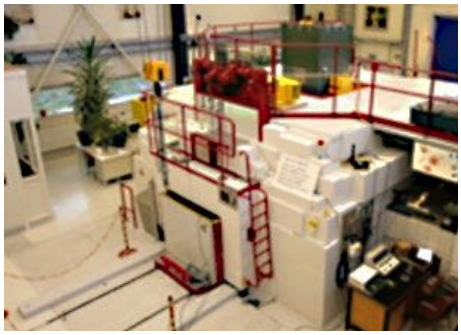
Jaap Goedkoop Laboratorium (JGL) (gebouw 420)
Dit moderne laboratorium biedt onderdak voor onderzoek naar levensduurverkorting van radioactief afval en de ontwikkeling van nieuwe isotopen voor de behandeling van patiënten. Het JGL is meegenomen in de vergunning van de HCL.



Decontamination & Waste Treatment (DWT)
Deze faciliteit wordt ingezet voor het reinigen van radioactieve besmette materialen. Materialen worden hier schoongemaakt en het radioactief afval wordt hier gescheiden ingezameld en verpakt om getransporteerd te worden voor opslag. Radioactief besmet water van de HFR en de andere faciliteiten wordt in deze faciliteit gereinigd, waarna het gereinigde water wordt geloosd op de Noordzee.



Waste Storage Facility (WSF)
Deze opslagfaciliteit is in gebruik voor de tijdelijke opslag van radioactief afval voordat het naar de COVRA (Centrale Organisatie Voor Radiactief Afval) in Borssele gaat.



Lage Flux Reactor (LFR)
Deze reactor werd met name ingezet voor de training- en opleiding van reactorpersoneel. Daarnaast werd er ook materiaalonderzoek verricht zoals echtheidsonderzoek van schilderijen.
De LFR is sinds 2011 buiten gebruik en wordt momenteel ontmanteld. De splijtstof, de brandstof en het meest radioactieve deel van de reactor is in 2013 verwijderd en afgevoerd.

CURIUM™
LIFE FORWARD

Curium (voorheen Mallinckrodt)
Curium is een leverancier van farmaceutische producten. Voor de productie van radio-isotopen staan in Petten twee cyclotrons en worden grondstoffen bestraald in de HFR.

European Commission

Het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek van de Europese Commissie in Petten ondersteunt het communautaire beleid ten aanzien van zowel nucleair als niet-nucleaire energie met het oog op duurzame, veilige en efficiënte energieproductie, distributie en gebruik. EC-JRC voorziet in klantgestuurde, wetenschappelijke en technische ondersteuning voor het uitstippelen, ontwikkelen, uitvoeren en volgen van EU-beleid.

Tabel 10 Gebeurtenisfrequenties en dosislimieten voor ongevallen (Bkse)

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	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

Tabel 11 Maximale doses en kans van optreden van representatieve ontwerpongevallen en het individueel risico als gevolg van ontwerp- en buiten-ontwerpongevallen voor de nucleaire faciliteiten op de OLP [3] [4][7]

Installatie	Ontwerpongeval		(Buiten)-ontwerpongeval
	Max. dosis (mSv)	Kans (1/jr)	Individueel risico (1/jr)
HFR	0,23	$< 1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-8}$
MPF	5	$< 1 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-11}$
HCL[8]	10	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-10}$
WSF	-	-	$1 \cdot 10^{-9}$
DWT	15	$< 1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-8}$

Milieueffecten van de bestaande nucleaire installaties

De nucleaire activiteiten van de hiervoor genoemde bestaande nucleaire installaties zijn vergund met een Kew-vergunning. Bij deze installaties kunnen met een bepaalde kans van optreden ongevallen optreden waarbij radioactieve stoffen naar de omgeving kunnen vrijkomen. Hiervoor gelden dosislimieten zoals die zijn opgenomen in de Bkse (art. 18.2), zie Tabel 10. Tabel 11 geeft de maximale doses en de kans van optreden van de ontwerpongevallen van de verschillende nucleaire faciliteiten op de OLP en ook het individuele risico als gevolg van buiten-ontwerpongevallen.

Uit de tabel blijkt dat de maatgevende ontwerpongevallen van de faciliteiten voldoen aan de toetsingscriteria van de Bkse. Eveneens is af te lezen dat het risico van maatgevende buitenontwerpongevallen, ook bij sommatie over alle installaties, onder het door de overheid gestelde toetsingscriterium van 10^{-6} per jaar ligt.

Uit de berekeningen voor de bestaande installaties volgt dat de optredende doses in de omgeving als gevolg van ongevallen zodanig beperkt zijn dat er geen acute (deterministische) effecten mogelijk zijn waardoor mensen op korte termijn kunnen overlijden. Er is daarom geen sprake van groepsrisico. De onderlinge invloed van de verschillende faciliteiten als gevolg van een radiologisch ongeval bij één van de faciliteiten zal beperkt zijn tot een mogelijke evacuatie van de faciliteiten. Er zijn voorzieningen aanwezig om in een dergelijk geval zorg te dragen voor het veilig uitbedrijf nemen van de faciliteiten. Een domino-effect leidend tot ongevallen bij meerdere faciliteiten is daarom niet voorzien.

Directe straling

In een overeenkomst met de andere Kernenergiewet-vergunninghouders op de OLP, te weten NRG (HFR), Curium en JRC in Petten is gewaarborgd dat de effectieve dosis voor personen buiten het bedrijfsterrein door blootstelling aan directe straling na vermenigvuldiging van de toepasselijke actuele blootstellingscorrectiefactoren (waarin de te verwachten verblijfsduur is verdisconteerd) als gevolg van handelingen van alle vier vergunninghouders samen niet groter is dan 0,04 mSv per jaar [5].
In dezelfde overeenkomst is de effectieve dosis voor personen die op het terrein maar buiten de gebouwen verblijven gelimiteerd tot 0,1 mSv in een jaar, rekening houdend met de actuele blootstellingscorrectiefactor voor wegen op een bedrijfsterrein.

Radioactieve lozingen naar lucht

De huidige vergunde limiet voor lozing in lucht van de nucleaire installaties van NRG bedraagt 200 Re_{inh}[9] per jaar [5] [6]. De gemiddelde nominale lozingen bedragen 10-25% [5] [7] van deze vergunde waarden, zodat rekening is gehouden met schommelingen die het gevolg kunnen zijn van het wisselende aanbod aan werkzaamheden en onderzoeksopdrachten.

Radioactieve lozingen naar water

Het afvalwater van de bestaande nucleaire installaties (NRG en Curium), dat mogelijk radioactief besmet is, wordt intensief behandeld bij de DWT-faciliteit voordat het in zee geloosd mag worden. Na het bezinken en het filteren is de concentratie van radioactiviteit in het effluentwater dermate gereduceerd dat afvoer naar de Noordzee kan plaatsvinden. Dit gebeurt via de ruim 4 km lange zeelozingsleiding. De

7 Er is onvoldoende informatie beschikbaar over Curium en JRC in Petten om in deze tabel weer te geven.
8 Het JGL is hierin meegenomen.
9 Het radiotoxiciteitsequivalent Re van een radionuclide is de activiteit die bij volledige directe inname (ingestie of inhalatie) daarvan een effectieve volgdosis van 1 sievert tot gevolg heeft. Door lozingslimieten uit te drukken in het radiotoxiciteitsequivalenten is de begrenzing onafhankelijk van het soort radionuclide. Dit vereist wel dat de lozing nuclide specifiek gemeten wordt.

Kew-vergunningslimiet hiervoor bedraagt 2.000 Re_{ing} per jaar [5]. De gemiddelde nominale lozing bedraagt 10-25% van deze vergunde waarde. De effectieve dosis voor leden van de bevolking ten gevolge van de vergunde lozing in de Noordzee bedraagt 0,04 µSv/jr [5].

Radioactief afval
Radioactief afval van de faciliteiten wordt afgevoerd via de DWT. Vast afval of afval dat bij de procesbehandeling ontstaat, wordt verwerkt en zoveel mogelijk gerecycled. Het radioactief afval wordt gescheiden van het niet-radioactief afval en vervolgens geconditioneerd door middel van persen en/of knippen ten behoeve van afvoer naar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA). De milieu-invloed van de opslag en verwerking van het radioactieve afval is onderdeel van de hierboven genoemde effecten (directe straling en lozing).

Stralingsbelasting als gevolg van de OLP
Tabel 12 geeft de maximale effectieve dosis voor de omgeving per jaar als gevolg van de verschillende belastingspaden vanuit de OLP in vergelijking met de limiet uit het Besluit stralingsbescherming. De dosis als gevolg van opslag en verwerking van radioactief afval maakt onderdeel uit van de in de tabel opgenomen dosis.
Volgens het Besluit stralingsbescherming bedraagt de dosislimiet voor radiologische emissies, inclusief de bijdrage van directe straling, 0,1 mSv per jaar. Door onderlinge afspraken tussen de nucleaire bedrijven (NRG, Curium en JRC in Petten) en het toepassen van ALARA is het mogelijk gebleken om te voldoen aan de veel lagere limietwaarde van 0,04 mSv per jaar voor directe straling voor de terreingrens van de OLP, ten gevolge van de gezamenlijke bedrijven. In dezelfde overeenkomst wordt de effectieve dosis voor personen die op de OLP maar buiten de gebouwen verblijven gelimiteerd tot 0,1 mSv per jaar, rekening houdend met de actuele blootstellingscorrectiefactor voor wegen op een bedrijfsterrein.

7.2.2 Autonome ontwikkeling

Een voorziene autonome ontwikkeling is de ombouw van de MPF-installatie voor het verwerken van bestraalde targets met laag verrijkt uranium in plaats van met de huidige targets met hoog verrijkt uranium. Hiervoor is in mei 2017 de definitieve kernenergiewet-vergunning afgegeven. Naar verwachting zal de ombouw bij aanvang van de voorgenomen activiteit zijn afgerond (gepland in 2017). Het ligt niet in de verwachting dat hierdoor significante wijzigingen zullen optreden ten aanzien van de nucleaire veiligheid op en rond de OLP. De eventuele wijzigingen zullen binnen de vergunningswaarden en de wettelijke criteria vallen.
Met betrekking tot de WSF geldt dat in de komende jaren een belangrijk deel van het hier opgeslagen historisch radioactief afval zal worden afgevoerd naar de COVRA. Naar verwachting zal de afvoer bij aanvang van de voorgenomen activiteit niet volledig zijn afgerond (gepland 2023). Dit heeft uiteindelijk een beperkte positieve invloed op de nucleaire veiligheid op en rond de OLP. Voor het verwijderen van dit afval worden installaties gebouwd voor het scheiden en verpakken van dit afval. Deze installaties en de bijbehorende afvaltransporten zullen mogelijk tijdelijk een beperkte bijdrage leveren aan het risico als gevolg van ongevallen. Deze mogelijke bijdrage zal binnen de vergunningswaarden van deze faciliteiten en de wettelijke criteria vallen en zal geen invloed hebben op de toekomstige vergunningsvoorschriften van PALLAS.
Op de OLP is een bodemverontreiniging aanwezig met radioactief. Deze verontreiniging is een gevolg van een lekkage in een afvoerleiding van de HFR naar de DWT. Sinds enige jaren loopt er een schoonmaakactie waarbij een groot deel van deze verontreiniging is verwijderd. Naar verwachting zal de reiniging van de bodem bij aanvang van de voorgenomen activiteit zijn afgerond (afronding gepland in 2019).
In het kader van het karakteriseren van de locatie voor de PALLAS-reactor is de bevolkingsdichtheid en de ontwikkeling daarvan rond de OLP geïnventariseerd [8]. Geconcludeerd is dat de verwachte bevolkingsgroei in de provincie Noord-Holland (in vergelijking met 2015) 6% in 2025 en 10% in 2040 bedraagt. De beschouwde effecten voor omwonenden worden deels individueel (effectieve dosis en individueel risico) vastgesteld zodat de bevolkingsgroei hierop geen invloed heeft. Alleen op het groepsrisico is een effect mogelijk, maar aangezien bij de HFR geen sprake is van groepsrisico (zie vorige paragraaf), is het niet aannemelijk dat dit voor de PALLAS-reactor zal leiden tot een overschrijding van de wettelijke criteria.
In de buurt van de OLP kunnen in de nabije toekomst mogelijk meer toeristen aanwezig zijn als gevolg van de autonome ontwikkelingen in de recreatiesector (bijvoorbeeld de appartementen in hotel Sint Maartenszee en het Bohemian Estate project). Deze autonome ontwikkelingen zijn uitgebreid beschreven in het achtergrondrapport Recreatie en toerisme (Bijlage F9). In de fase van het besluit-MER wordt rekening gehouden met deze toename in de modellering voor het bepalen van de effecten voor de omgeving.
Samenvattend kan worden gesteld dat de verschillende invloeden van de bovengenoemde autonome ontwikkelingen op de nucleaire veiligheid beperkt zullen zijn en binnen de geldende vergunningswaarden en de wettelijke criteria zullen vallen. In totaal zal dit niet tot een grote verandering ten opzichte van de huidige situatie leiden. Aangezien bij de HFR geen sprake is van groepsrisico (zie vorige paragraaf), is dit aspect niet relevant.

Tabel 12 Maximale effectieve dosis voor de omgeving per jaar in vergelijking met de limiet uit het Besluit stralingsbescherming

Belastingspad	Eff. dosis omgeving E_{max} (µSv/jr)	Limiet (µSv/jr)
Directe straling Lozing naar lucht Lozing naar water	40 2,1 0,04	
Totaal	42	100

7.3 Te nemen besluiten en te doorlopen procedures

7.3.1 Effectbeschrijving

Voor de aspecten Stralingsbescherming en Nucleaire veiligheid worden ongevallen beschouwd die het gevolg zijn van interne gebeurtenissen (zoals lekkage van een koelsysteem of brand) en van calamiteiten met een externe oorzaak (zoals overstroming, aardbeving of een neerstortend vliegtuig).
De HFR voldoet aan de dosiscriteria zoals deze vastliggen in de Bkse. Voor nieuwe reactoren gelden tegenwoordig strengere dosiscriteria [2]. Omdat de PALLAS-reactor volgens de laatste inzichten en eisen (conform VOBK) zal worden ontworpen en gebouwd, is het realistisch om te stellen dat deze zal voldoen aan de nieuwe strengere criteria. Dit geldt naast de genoemde dosiscriteria ook voor de veiligheidsrelevante technische eisen zoals de bescherming tegen externe bedreigingen.
Het huidige regionale rampenbestrijdingsplan houdt nog geen rekening met de realisatie van de PALLAS-reactor. Voor het in bedrijf komen van de PALLAS-reactor zal dit plan hieraan worden aangepast zodat dit een nieuwe onderzoeksreactor niet in de weg zal staan. Dit zal gedaan worden in overleg met de veiligheidsregio en volgens de daarvoor geldende richtlijnen.
De toekomstige situatie voor de PALLAS-reactor zal op dit punt niet wezenlijk verschillen van de huidige situatie met de HFR.
De onderlinge invloed van de PALLAS-reactor en de bestaande nucleaire faciliteiten op de OLP als gevolg van een radiologisch ongeval zal beperkt zijn tot een mogelijke evacuatie van de faciliteiten. Een directe onderlinge invloed als gevolg van een ongeval waardoor ook een ongeval optreedt in een andere faciliteit is niet aannemelijk. Er zijn voorzieningen aanwezig om bij een radiologisch ongeval waarbij evacuatie noodzakelijk is, zorg te dragen voor het veilig uitbedrijf nemen van de faciliteiten. Voor de PALLAS-reactor zal dit ook het geval zijn. Een domino-effect, leidend tot ongevallen bij meerdere faciliteiten tegelijkertijd, is daarom niet voorzien.
Met betrekking tot eventuele grensoverschrijdende effecten in het kader van het Espoo-verdrag (zie ook paragraaf 1.3 van het plan-MER) geldt dat zowel de dichtstbijzijnde landgrens van Duitsland als die van België op ongeveer 140 km van de geplande locatie voor de PALLAS-reactor ligt. Zoals aangegeven in het beoordelingskader zijn in de handreiking VOBK-zones en interventiewaarden voor veronderstelde kernsmeltongevallen beschreven. Als ontwerpvoorwaarde voor dergelijke ongevallen geldt dat buiten de schuilzone, tot maximaal 5 km van de terreingrens, de maximale gevolgen voor de bevolking zodanig beperkt moeten zijn dat geen schuilen, evacuatie of het uitdelen van de jodiumprofylaxe nodig is. De afstand tot de landgrenzen is ruim meer dan 5 km, zodat er zelfs als gevolg van de ernstigste aan te nemen ongevallen geen grensoverschrijdende beschermingsmaatregelen nodig zullen zijn.
De maximale stralingsbelasting als gevolg van radioactieve lozingen, die vrijkomen tijdens een ongeval, dienen te voldoen aan de wettelijke criteria (zie beoordelingskader). De maximale stralingsbelasting treedt op aan of op een beperkte afstand van de terreingrens. Gezien de grote afstand tot de dichtstbijzijnde landgrenzen zal de stralingsbelasting daar als gevolg van radioactieve lozingen en de daarbij optredende milieueffecten ordes van grootte lager zijn dan de wettelijke criteria en daarom niet significant zijn. Een vergelijkbare redenering geldt overigens ook voor de reguliere lozingen tijdens normaal bedrijf, waarvan de stralingsbelasting vele malen lager is.

7.3.2 Effectbeoordeling

7.3.2.1 Stralingsbescherming

Tabel 13 geeft de effectbeoordeling voor het aspect Stralingsbescherming voor de bouwhoogte- en koelingsvarianten. Na de tabel volgt een toelichting op de effectscores.
De bouwhoogtevarianten resulteren in een groter of kleiner deel van het nucleaire eiland dat zich onder de grond bevindt. Met betrekking tot de stralingsbescherming is de enige invloed die hier direct het gevolg van is dat de mate van afscherming van ioniserende straling door de bodem per variant verschilt.
Aangezien de reactorkern zich in een bassin met water zal bevinden, wordt de straling van de reactorkern grotendeels afgeschermd door dit water. Vervolgens zullen de betonnen bassinwand en de dikke betonnen wanden van het nucleaire eiland voor additionele afscherming zorgen. Omdat de stralingsbelasting afhangt van de hoeveelheid afscherming die is aangebracht, zal bij de verschillende bouwhoogtevarianten altijd in dezelfde mate voldaan kunnen worden aan de genoemde criteria. Daarmee is de keuze tussen de bouwhoogtevarianten geen kwestie van stralingsbescherming maar een ontwerptechnische kwestie. De varianten ten aanzien van de bouwhoogte zijn om deze reden dan ook niet onderscheidend voor de stralingsbescherming.
De koelingsvarianten zijn niet van belang voor de stralingsbescherming. De koeling met afvoer van koelwater naar de zee maakt het mogelijk om radioactief afvalwater (na reiniging) met het koelwater in zee te lozen. Daarbij is het koelwater zelf

Tabel 13 Effectbeoordeling Stralingsbescherming

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Effectieve dosis	0	0	0	0	0	0
Overgangsfase						
Effectieve dosis	-	-	-	0	0	0
Exploitatiefase						
Effectieve dosis	0	0	0	0	0	0

niet radioactief, omdat de kringloop van het koelwater gescheiden is van het nucleaire systeem. Hiermee ontstaat echter geen wezenlijk verschil met de koelingsvariant met luchtkoeling omdat het ook in die situatie mogelijk is om via een aparte leiding radioactief afvalwater naar zee te lozen, zoals dat in de huidige situatie ook gebeurt. Een aparte lozingsleiding zal heel lokaal (direct bij de uitlaat in zee) tot hogere concentraties kunnen leiden dan bij verdunning van de lozing met koelwater maar zal niet resulteren in significante verschillen met betrekking tot de radiologische belasting van het milieu omdat direct verdunning optreedt. Overigens kan het verdunnen met koelwater niet worden gebruikt om aan lozingscriteria te voldoen. Voordat radioactief afvalwater via het koelwater wordt geloosd, moet het afvalwater worden bemonsterd zodat aantoonbaar is wat en hoeveel er wordt geloosd. De koelingsvarianten zijn dus niet onderscheidend voor de stralingsbescherming.

Bouwfase
Met betrekking tot de projectfasen geldt dat de bouwfase van de PALLAS-reactor niet relevant is voor stralingsbescherming, aangezien er dan nog geen splijtstoffen of andere radioactieve stoffen in de installatie aanwezig zijn. De bouwhoogtevarianten en koelingsvarianten scoren daarom neutraal (0) ten opzichte van de referentiesituatie.

Overgangsfase
In de referentiesituatie zijn beide onderzoeksreactoren tijdens de overgangsfase in bedrijf en moet rekening gehouden worden met de som van de emissies, inclusief de bijdrage van directe straling. Omdat deze beide reactoren elk over een eigen Kernenergiewetvergunning (zullen) beschikken, is in eerste instantie het wettelijk kader bepalend voor de toegestane emissies. Het betreffende voorschrift uit het Besluit stralingsbescherming luidt, dat van elke afzonderlijke installatie de maximaal vergunbare terreingrensdosis 0,1 m Sv per jaar bedraagt.

In de huidige situatie zijn er onderlinge afspraken tussen de nucleaire bedrijven waardoor het mogelijk is gebleken om te voldoen aan de lagere limietwaarde van 0,04 m Sv per jaar voor directe straling voor de afzonderlijke bedrijven. Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat de PALLAS-reactor ook aan een vergelijkbare limietwaarde zal kunnen voldoen. Omdat de bijdrage door directe straling dominant is, zal het mogelijk zijn om ook bij het gelijktijdig bedrijven van de HFR en de PALLAS-reactor de dosis aan de gezamenlijke terreingrens van de nucleaire installaties te beperken tot ten hoogste 0,1 mSv per jaar (namelijk maximaal 2 x 0,04 mSv/jaar). Aldus kan worden bereikt dat ook aan de gezamenlijke terreingrens van de OLP – waarvoor, zoals reeds opgemerkt, geen gezamenlijke vergunning van kracht is – aan de dosislimiet uit het Besluit stralingsbescherming wordt voldaan. Overigens zal deze situatie, waarin beide reactoren tegelijk bedreven worden, vermoedelijk beperkt blijven tot enige jaren. In deze situatie zullen de milieueffecten vanwege de PALLAS-reactor gedurende deze periode in geringe mate negatief (-) zijn ten opzichte van de referentiesituatie. Zoals beschreven onder de exploitatiefase scoren de verschillende bouwhoogte- en koelingsvarianten niet onderscheidend ten opzichte van elkaar.

Exploitatiefase
Zoals hierboven beschreven zijn de effecten van de PALLAS-reactor op het aspect Stralingsbescherming gelijkwaardig ten opzichte van de HFR. De PALLAS-reactor heeft een vergelijkbaar vermogen en verondersteld mag worden dat de bij PALLAS toegepaste stand der techniek vergelijkbaar is of beter dan die van de HFR. De bouwhoogte- en koelingsvarianten scoren daarom minimaal neutraal (0) ten opzichte van de referentiesituatie.

7.3.2.2 Nucleaire veiligheid

Tabel 14 geeft de effectbeoordeling voor het aspect Nucleaire veiligheid voor de bouwhoogte- en koelingsvarianten. Na de

Tabel 14 Effectbeoordeling Nucleaire veiligheid

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Overgangsfase						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Exploitatiefase						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	+	+	+	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	+	+	+	0	0	0

tabel volgt een toelichting op de effectscores.
De bouwhoogtevarianten resulteren in een groter of kleiner deel van het nucleaire eiland dat zich onder de grond bevindt. Met betrekking tot de nucleaire veiligheid zijn er een aantal aspecten dat hierdoor wordt beïnvloed. Een direct gevolg van de bouwhoogte is dat de mate van afscherming van ioniserende straling door de bodem per bouwhoogtevariant verschilt. Een ander aspect betreft de bescherming tegen externe bedreigingen. Het ontwerp kan echter in beide gevallen zodanig aangepast worden dat de bescherming voldoende is. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen veiligheidstechnische maar een ontwerptechnische kwestie. De bouwhoogtevarianten zijn derhalve niet onderscheidend voor de nucleaire veiligheid.
De werking van het secundaire koelsysteem is voornamelijk van belang voor de normale bedrijfsvoering maar mogelijk ook voor de nucleaire veiligheid. De uitvoering van het koelsysteem zal met de verschillende koelingsvarianten, in combinatie met de overige koelsystemen van de PALLAS-reactor, zodanig ontworpen kunnen worden dat de betrouwbaarheid hiervan voldoende hoog is. Op dit moment is echter niet vast te stellen welke koelingsvariant veiligheidstechnisch de voorkeur verdient. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen veiligheidstechnische maar een ontwerptechnische kwestie.
Zowel bij de afvoer van koelwater naar zee als bij het gebruik van luchtkoelers zal voor het lozen van radioactieve stoffen het falen van meerdere barrières nodig zijn. Omdat het specifieke ontwerp nog niet beschikbaar is, is op dit moment niet vast te stellen welke koelingsvariant veiligheidstechnisch de voorkeur verdient. Wel zal het ontwerp in beide gevallen zodanig aangepast kunnen worden dat de gevolgen van eventuele lozingen gedurende ongevallen voldoen aan de geldende criteria. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen veiligheidstechnische maar een ontwerptechnische kwestie.
De bouwhoogte- en koelingsvarianten ten aanzien van de koeling zijn dus niet onderscheidend voor de nucleaire veiligheid.

Bouwfase
Met betrekking tot de projectfasen geldt dat de bouwfase van de PALLAS-reactor niet relevant is voor de nucleaire veiligheid van de nieuwe reactor zelf, aangezien er dan nog geen splijtstoffen of andere radioactieve stoffen in de installatie aanwezig zijn.
De bouwfase kan echter wel invloed hebben op de direct naastgelegen nucleaire faciliteiten, het Hot Cell Laboratorium (HCL) en de Molybdeen Productie Faciliteit (MPF). Omdat de exacte locatie voor de nieuwe reactor en de bouwmethode nog niet bekend zijn, is deze eventuele beïnvloeding nu nog niet vast te stellen. Daarom zal als onderdeel van de vergunningverlening benodigd voor de bouw worden aangetoond dat eventuele additionele risico's voor nabije installaties acceptabel zijn. Dit wordt hieronder kort toegelicht.
De bouwfase levert in het kader van stralingsbescherming mogelijk risico's op voor de reeds aanwezige nucleaire installaties. Voor de realisatie van het nucleaire eiland is een bouwput nodig omdat dit gebouw deels in de grond zit. Er is ten aanzien van deze risico's een tweetal zaken te onderscheiden. Enerzijds is dat het inbrengen van de bouwput wanden anderzijds bij het ontgraven van de bouwput van zettingen in de omgevingen. Beide punten hebben invloed op het maaiveld en op de nabij gelegen gebouwen.
Het inbrengen van de bouwputwanden heeft het risico van trillingsoverlast en van geluidsoverlast. Waarbij trillingen ook tot schade aan naast liggende gebouwen kan leiden. Gezien de mogelijke gevoeligheid voor trillingen van de naast liggende metselwerk gebouwen wordt voor een trillingsarme bouwmethodiek gekozen. Door de keuze van diepwanden als bouwputwand worden de trillingen voorkomen. De bouwputwanden worden dan geformeerd door het graven van een sleuf in de grond die wordt gevuld met beton.
Het ontgraven van de bouwput geeft zettingen in de omgeving. Het invloedsgebied van deze zettingen bedraagt 1,5x de diepte van de ontgraving (circa 30m) waarbij vlak naast de bouwput de grootste zettingen optreden. Of de direct naastliggende gebouwen in dit invloedsgebied liggen is nog sterk afhankelijk van de exacte locatie van de bouwput. Vooralsnog liggen de bestaande gebouwen ongeveer op deze grens. Ook hiervoor zijn beheersmaatregelen te nemen om de zettingen te beperken.
De HFR ondervindt geen risico, aangezien deze ver buiten de invloedsfeer ligt.
De bouwhoogtevarianten kunnen daarmee dus mogelijk leiden tot een beperkte verslechtering van de nucleaire veiligheid van de OLP, die echter binnen de wettelijke criteria blijft, en scoren daarom negatief (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Overgangsfase
In de referentiesituatie zijn beide onderzoeksreactoren tijdens de overgangsfase in bedrijf en moet rekening gehouden worden met de som van de risico's voor de omgeving. Omdat deze beide reactoren elk over een eigen Kernenergiewetvergunning (zullen) beschikken, is in eerste instantie het wettelijk kader bepalend voor het toegestane risico.
Het effect van de voorgenomen activiteit ten opzichte van de referentiesituatie is maximaal een verdubbeling van het risico wanneer beide reactoren in bedrijf zijn. Overigens zal ook in deze situatie voldaan worden aan de wettelijke dosis- en risicocriteria.
In de overgangsfase kunnen beide reactoren tegelijkertijd in bedrijf zijn waarvoor in totaal meer koelwater nodig is. Bij koeling vanuit het kanaal (variant K1) zou de koelcapaciteit voor normaal bedrijf dan in principe in gevaar kunnen komen bij een lage waterstand in het kanaal (zie het achtergrondrapport Bodem en water). Aangezien de benodigde hoeveelheid koelwater ten behoeve van de veiligheid veel kleiner is dan tijdens normaal bedrijf zal dit geen probleem opleveren. De benodigde koelcapaciteit van twee zojuist afgeschakelde reactoren ligt namelijk ruimschoots onder de benodigde koelcapaciteit voor één reactor op vol vermogen. Indien in een extreem geval de waterstand toch dermate laag zou zijn dat voldoende koelwater voor de veiligheid een probleem zou kunnen zijn dan kan het in bedrijf zijn van de reactoren voor die periode gestaakt worden. Voor de veiligheid zal dit daarom geen probleem vormen.
Overigens zal deze situatie, waarin beide reactoren tegelijk bedreven worden, van korte duur zijn en vermoedelijk beperkt blijven tot enige jaren.
In deze situatie zullen de milieueffecten gedurende een

beperkte periode in geringe mate negatief zijn (-) ten opzichte van de referentiesituatie, omdat beide reactoren tegelijkertijd in bedrijf kunnen zijn. Zoals beschreven onder de exploitatiefase scoren de verschillende bouwhoogte- en koelingsvarianten niet onderscheidend ten opzichte van elkaar.

Exploitatiefase
Zoals hierboven aangegeven zal het risico voor omwonenden als gevolg van de PALLAS-reactor waarschijnlijk lager zijn dan het risico van de HFR door toepassing van verbeterde technieken en het voldoen aan strengere eisen. Zeker zal voldaan worden aan de wettelijke dosis- en risicocriteria zoals beschreven in het beoordelingskader. De bouwhoogte- en koelingsvarianten scoren daarom positief (+) ten opzichte van de referentiesituatie.

7.4 Mitigerende maatregelen

Zoals aangegeven in de voorgaande paragrafen zal de PALLAS-reactor met betrekking tot de nucleaire veiligheid kunnen (en moeten) voldoen aan dosislimieten en risicocriteria voor ongevallen zoals vastgesteld in het beoordelingskader. Hiertoe zal de PALLAS-reactor worden voorzien van diverse veiligheidsvoorzieningen, zoals opgenomen in het Bouwbesluit.
Met betrekking tot de stralingsbescherming zal de PALLAS-reactor kunnen (en moeten) voldoen aan dosislimieten zoals vastgesteld in het beoordelingskader, waarbij tevens het ALARA-beginsel dient te worden toegepast. Hiertoe zal de PALLAS-reactor worden voorzien van voorzieningen zoals stralingsafscherming. Kiezen van zwaardere diepwanden, het toepassen van extra stempellagen en het voorspannen van stempels zijn een aantal maatregelen die de zettingen sterk verminderen en binnen acceptabele grenzen brengt. Deze laatste maatregelen zullen altijd in combinatie met voorspellende berekeningen worden bepaald en bewaakt in de uitvoeringsperiode met een intensief monitoringsprogramma. Additionele mitigerende maatregelen zijn daarom niet nodig.

7.5 Leemten in kennis en aanzet tot evaluatieprogramma

De beoordeling van Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid, en het voldoen aan de criteria kan pas kwantitatief worden gedaan als het ontwerp van de PALLAS-reactor en bijbehorende analyses gereed zijn. Deze komen beschikbaar in een latere fase van het project. De kwantitatieve beoordeling zal onderdeel uitmaken van het dan op te stellen besluit-MER.

8 Bodem en water

De volgende beschrijving van het aspect Bodem en water is gebaseerd op het achtergrondrapport Bodem en water (zie Bijlage F3).



8.1 Beoordelingskader

8.1.1 Beleidskader

In Tabel 15 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Bodem en water opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Bodem en water.

Tabel 15 Beleid, wet- en regelgeving aspect Bodem en water

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
IAEA vereisten (Internationaal Atoomenergieagentschap)	Het IAEA vereist dat in verband met de fundering van de installatie het grondwaterregime en de grondwaterkwaliteit moeten worden bestudeerd. Daarnaast stelt IAEA dat modellering van transportroutes via grondwater een onderdeel is van het Safety Analysis Report. Dit is geen onderdeel van deze studie, maar wordt meegenomen in het kader van de Kew-vergunning en besluitMER. Gebaseerd op de effectrapportage moet beschreven worden hoe de effecten op het grondwater tijdens aanleg en gebruik van de installatie worden gemonitord.
Europese Kaderrichtlijn Water (KRW), 2000 en Grondwaterrichtlijn 2006	De KRW stelt eisen aan een goede kwantitatieve toestand en een goede chemische en ecologische toestand van grond- en oppervlaktewater. 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). In de Grondwaterrichtlijn, die eind 2006 van kracht is geworden, is een aantal chemische aspecten voor grondwater verder gespecificeerd. Het 'Besluit van 15 oktober 2015 tot wijziging van het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 en het Waterbesluit' geeft de nationaal vastgestelde drempelwaarden voor een goede chemische toestand van grondwaterlichamen. De aanleg van de reactor kan mogelijk effecten hebben op de grondwater-stroming en de verdeling van zoet en zout grondwater. Hierbij is de drempel-waarde voor chloride van belang. Deze is voor grondwaterlichaam NLGW0016 (Duin Rijn-West) vastgesteld op 160 mg/L in 2027 en daarnaast mag de grondwaterkwaliteit niet achteruit gaan. Daarnaast is een drietal oppervlaktewaterlichamen (Schermerboezem-Noord, duingebied Noord NHN, Hollandse Kust) gelegen binnen het studiegebied of wordt potentieel beïnvloed door de voorgenomen activiteiten.
Waterwet, Rijksoverheid, 2009	Bij de Waterwet-vergunningaanvraag worden de effecten van de onttrekking (van grond- en oppervlaktewater) en lozing (van koelwater) op de omgeving beoordeeld. Hierbij wordt gekeken naar de effecten op vegetatie, zetting van gebouwen en effecten op waterkeringen. 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 primair eisen opgenomen over de maximale warmtevracht van het te lozen water en de hoeveelheid water dat geloosd mag worden. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft tevens aangegeven een beoordeling te willen zien van eventuele kortsluitstromen die tussen verschillende watervoerende pakketten kunnen ontstaan als gevolg van funderingspalen. Eén van de mogelijk belangrijkste effecten is de invloed op de vegetatie in het omringende Natura 2000 gebied. Er mogen geen significante effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen voor het Natura 2000 gebied.
Wet bodembescherming, Rijksoverheid, 1986	Op grond van de Wbb is grondverzet ter plaatse van ernstig verontreinigde locaties alleen toegestaan als hiervoor een melding wordt verricht aan het bevoegd gezag. Ook geldt als voorwaarde dat wanneer sprake is van een ernstige bodemverontreiniging het grondverzet moet passen binnen een van tevoren opgesteld en door het bevoegd gezag goedgekeurd (raam)saneringsplan. Voorafgaand aan het grondverzet moet worden geverifieerd of de leverende en/of de ontvangende bodem ernstig verontreinigd is. Nadat het saneringsresultaat behaald is, mag er weer grond op deze locatie nuttig worden toegepast. Daarbij moet wel worden nagegaan of dit niet in strijd is met de opgelegde gebruiksbeperkingen en/of nazorgverplichtingen.
Convenant bodemontwikkelingsbeleid en aanpak spoedlocaties, Rijksoverheid, 2009	Een belangrijke afspraak uit het bodemconvenant is dat de bevoegde overheden de spoedlocaties in 2015 hebben gesaneerd of ten minste de risico's hebben beheerst. Spoedlocaties zijn locaties waar als gevolg van de aanwezigheid van bodemverontreiniging sprake is van humane of ecologische risico's of kans op risicovolle verspreiding van de verontreiniging in het grondwater. Op deze locaties is in de huidige situatie sprake van onaanvaardbare risico's voor de mens, het grondwater en/of ecosystemen. Spoedlocaties impliceren een autonome ontwikkeling, want er geldt een actieve saneringsplicht. Tevens kan zo'n sanering een (zeer) grote kostenpost zijn, wat de haalbaarheid van ruimtelijke ontwikkelingen kan frustreren. Spoedlocaties zijn derhalve de meest belangwekkende bodemlocaties en zijn een belangrijk deel van het bodemconvenant.

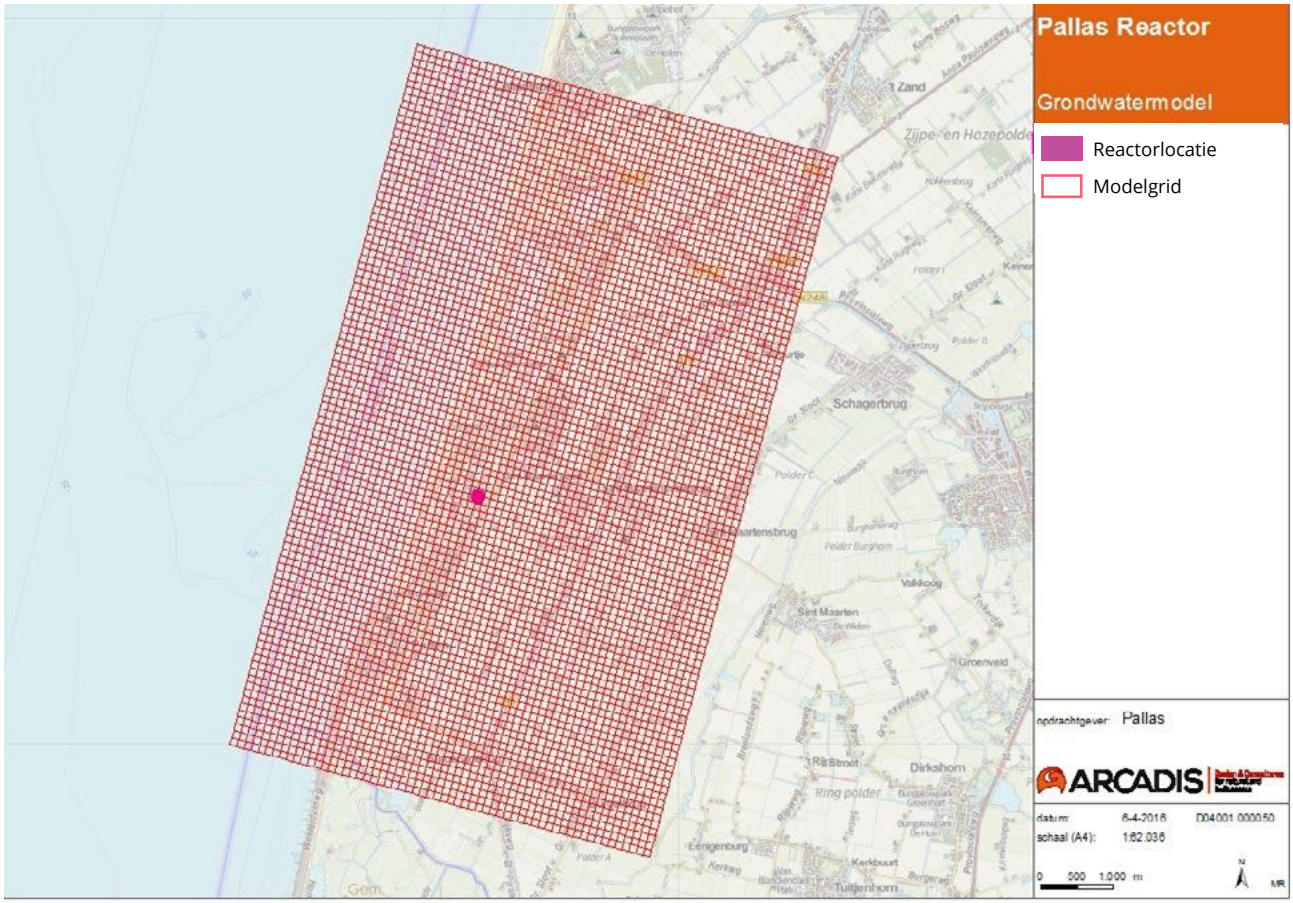
Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Besluit bodemkwaliteit, Rijksoverheid, 2007	Het besluit bodemkwaliteit regelt het al dan niet toestaan van het ontgraven van grond en baggerspecie en op een andere plaats neer te leggen of toe te passen. Dit om te voorkomen dat het toepassen van grond en baggerspecie de ontvangende bodem verontreinigd en risico's vormt voor het (toekomstige) bodemgebruik. Het Besluit bodemkwaliteit stelt ook producteisen aan de samenstellings- en emissiewaarden van steenachtige bouwstoffen (niet zijnde grond en baggerspecie).
Landsdekkend Beeld, Rijksoverheid, 2004	Het LDB is een inventarisatie - voor heel Nederland - van locaties waar de bodem (mogelijk) verontreinigd is door (voormalige) bedrijfsactiviteiten. Deze overheden zijn het bevoegd gezag in het kader van de Wbb. De datasets die vanuit het LDB zijn samengesteld, vormen nog steeds het referentiekader voor beschikbare (historische) bodemkwaliteitgegevens in Nederland.

8.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Het aspect Bodem en water wordt beoordeeld conform het beoordelingskader dat in Tabel 16 is weergegeven. Per deelaspect wordt dit beoordelingskader verder uitgediept in de navolgende paragrafen.

Studiegebied

Het studiegebied voor de aspecten met betrekking tot water is ruim groter dan het plangebied voor de PALLAS-reactor en de koelwaterleidingen, omdat de grondwaterbeïnvloeding ruimer is en omdat de onttrekking uit het Noordhollandsch Kanaal ook in een groter gebied effecten laat zien, zie Figuur 5. Voor bodem daarentegen is het studiegebied vrijwel hetzelfde als het plangebied, namelijk daar waar bodemroerende activiteiten plaatsvinden en de directe nabijheid ervan.



Figuur 5 Studiegebied (raster) grondwatermodellering ten opzichte van reactorlocatie

Beoordelingskader

Tabel 16 Beoordelingskader Bodem en water

Deelaspect	Beoordelingscriteria
Grondwater	Vegetatie
	Gebouwen
	Duinen als onderdeel van de waterkering
	Landbouw
	Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen
	Mobiele verontreinigingen
Waterkwaliteit	(fysisch-) chemische waterkwaliteit
	biologische waterkwaliteit
Koelwateronttrekking en -lozing	Koelwateronttrekking
	Koelwaterlozing
Bodemkwaliteit	Bodemkwaliteit

8.1.2.1 Grondwater

Bij de bouw van de PALLAS-reactor wordt, afhankelijk van het uiteindelijke ontwerp en uitvoeringsmethode, mogelijk grondwater onttrokken. De constructie zal, afhankelijk van het uiteindelijke ontwerp, deels ondergronds zijn en daardoor de natuurlijke grondwaterstroming deels blokkeren. Dit heeft invloed op grondwaterstanden en -stroming, stijghoogtes en de verdeling van zoet en zout grondwater. De effecten op het grondwater zijn beoordeeld voor: de bouwfase, overgangsfase en exploitatiefase. De effecten worden uitgedrukt in:

- verandering in grondwaterstanden en/of stijghoogtes;
- veranderingen in het chloridegehalte van het grondwater.

Effecten die worden veroorzaakt door veranderingen in het grondwaterregime worden beoordeeld voor:

- vegetatie (verdroging, verzilting);
- gebouwen (risico op zettingsschade);
- duinen als onderdeel van de zeewering (risico op zetting);
- landbouw (droogteschade, schade als gevolg van verzilting);
- grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen;
- mobiele verontreinigingen (invloed op beheersing).

Wat voor één beoordelingscriterium nadelig is, kan voor een ander criterium juist positief zijn. Bijvoorbeeld een grondwaterstandsverlaging kan een negatief effect op de vegetatie hebben, maar dit kan ook betekenen dat de bestaande permanente grondwaterbeheersing minder nodig is.

Relevante fasen

Voor het deelaspect Grondwater zijn de effecten tijdens de bouwfase en in de exploitatiefase beschreven. De overgangsfase is niet separaat beoordeeld omdat de activiteiten in deze fase, de fase waarin de HFR en de PALLAS-reactor beiden in bedrijf zijn, niet tot andere effecten leiden dan in de exploitatiefase.

Beoordelingsschaal plan-MER

In Tabel 17 is aangegeven hoe de effecten worden vertaald naar de te hanteren kwalitatieve beoordelingsschaal.

8.1.2.2 Waterkwaliteit

Binnen het deelaspect waterkwaliteit wordt onderscheid gemaakt tussen twee beoordelingscriteria:

1. Beïnvloeding (fysisch-) chemische waterkwaliteit. Dit criterium beoordeelt in hoeverre de doelstellingen voor de (fysisch-) chemische waterkwaliteit volgens de KRW worden beïnvloed. Hieronder worden de volgende kwaliteitsele-

Tabel 17 Scoretoekenning beoordeling Grondwater

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Komt niet voor.
+	Positief effect	Sterkere ondiepe kwel naar en vernatting van vochtige duinvalleien. Verbetering instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000 te verwachten. Verzoeting landbouwgebied. Minder grondwateronttrekking voor grondwaterbeheersing nodig. Beheersing van de verspreiding van verontreinigingen.
0	Geen effecten	Geen effecten op het grondwaterregime.
-	Negatief effect	Geringe negatieve effecten op bestaande grondwateronttrekkingen / grondwatergebruik; Geringe verdroging / verzilting natte duinvalleien. Freatische grondwaterstand daalt minder dan 5 cm ter plaatse van lage vegetatie en minder dan 10 cm ter plaatse van bos. Gering risico op zettingsschade gebouwen en primaire waterkering; Geringe droogteschade / verziltingsschade landbouw; Geringe negatieve effecten op de verspreiding van mobiele verontreinigingen.
- -	Zeer negatief effect	Sterke negatieve effecten op bestaande grondwateronttrekkingen / grondwatergebruik; Sterke verdroging / verzilting natte duinvalleien. Instandhoudingsdoelstellingen komen in gevaar. Freatische grondwaterstand daalt meer dan 5 cm ter plaatse van lage vegetatie en meer dan 10 cm ter plaatse van bos. Sterk risico op zettingsschade gebouwen en primaire waterkering; Grote droogteschade / verziltingsschade landbouw; Sterke negatieve effecten op de verspreiding van mobiele verontreinigingen.

Tabel 18 Scoretoekenning beoordeling Waterkwaliteit

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Sterk positieve effecten t.a.v. KRW-doelstellingen, leidt tot hogere beoordelingsklasse[10]
+	Positief effect	Gering positieve effecten t.a.v. KRW-doelstellingen, leidt niet tot andere beoordelingsklasse
0	Geen effecten	Geen significante effecten op de waterkwaliteit
-	Negatief effect	Gering negatieve effecten t.a.v. KRW-doelstellingen, toelaatbaar binnen de criteria voor 'geen achteruitgang'
- -	Zeer negatief effect	Sterk negatieve effecten t.a.v. KRW-doelstellingen, niet toelaatbaar binnen de criteria voor 'geen achteruitgang'

menten 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 te onderzoeken koelingsvarianten leiden tot overschrijdingen van de normen en doelstellingen voor de betreffende stoffen en parameters.

2. Beïnvloeding biologische waterkwaliteit. Dit criterium beoordeelt 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 te onderzoeken koelingsvarianten leiden tot effecten op de doelstellingen voor deze kwaliteitselementen voor het waterlichaam Hollandse kust.

Relevante fasen
De waterkwaliteit kan alleen worden beïnvloed tijdens de overgangs- en exploitatiefase. Om deze reden wordt de bouwfase bij dit deelaspect niet beschouwd. De overgangsfase is niet separaat beoordeeld van de exploitatiefase omdat de activiteiten in deze fase, de fase waarin de HFR en de PALLAS-reactor beiden in bedrijf zijn, niet tot andere effecten leiden. Aangezien koelingsvariant K3 geen koelwater onttrekt of loost, is deze variant ook niet beschouwd.

Beoordelingsschaal plan-MER
Deze criteria zijn toegelicht en vertaald naar de scoringsmethodiek zoals opgenomen in Tabel 17.

8.1.2.3 Koelwateronttrekking en -lozing

Er zit een grens aan de hoeveelheid water die onttrokken kan worden aan het Noordhollandsch Kanaal. Deze grens is echter niet heel hard aan te geven, omdat deze afhankelijk is van regenval, de waterbehoefte van andere functies en de hoeveelheid water die vanuit het IJsselmeer ingelaten wordt. Daarom is gekozen voor een kwalitatieve aanpak, waarbij meer onttrekking negatief en minder onttrekking positief beoordeeld wordt.

Relevante fasen
Voor koelwateronttrekking en -lozing geldt dat dit ten behoeve van de PALLAS-reactor alleen plaatsvindt in de overgangs- en exploitatiefase. Om deze reden wordt de bouwfase bij dit deelaspect niet beschouwd. In de overgangsfase nemen zowel de HFR als de PALLAS-reactor water in en lozen water.
De bouwhoogtevarianten zijn niet van invloed op dit deelaspect. Deze zijn om dan ook niet beoordeeld.

Beoordelingsschaal plan-MER
In Tabel 19 is aangegeven op welke wijze effecten naar de beoordelingsschaal worden vertaald.
Het lozen van koelwater leidt lokaal tot een koelwaterpluim. Dit kan leiden tot negatieve effecten op ecologie. In voorliggende rapportage wordt ingegaan op vereisten voorkomend uit de Waterwet.
Effecten worden afgemeten aan de omvang van de mengzone. Significante effecten worden verwacht bij een mengzone groter dan 25% van de dwarsdoorsnede van het watersysteem. Mengzones vanaf 25% worden derhalve als zeer negatief beoordeeld. In Tabel 20 is aangegeven op welke wijze effecten naar de beoordelingsschaal worden vertaald.

Tabel 19 Scoretoekenning beoordeling Koelwateronttrekking

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Er wordt >50% minder koelwater onttrokken dan nu door de HFR
+	Positief effect	Er wordt 5-50% minder koelwater onttrokken dan nu door de HFR
0	Geen effecten	Er wordt tot +5% / -5% koelwater onttrokken dan nu door de HFR
-	Negatief effect	Er wordt 5-50% meer koelwater onttrokken dan nu door de HFR
- -	Zeer negatief effect	Er wordt >50% meer koelwater onttrokken dan nu door de HFR

10 Bij de beoordeling van de chemische en ecologische kwaliteit van waterlichamen wordt onderscheid gemaakt in beoordelingsklassen. Voor de prioritaire stoffen en overige verontreinigende stoffen zijn dit de klassen 'voldoet' en 'voldoet niet'. Voor de algemeen fysisch-chemische parameters en de biologische kwaliteitselementen zijn dit de klassen 'zeer goed', 'goed', 'matig', 'ontoereikend' en 'slecht'.

Tabel 20 Scoretoekenning beoordeling Koelwateronttrekking

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Niet van toepassing
+	Positief effect	Niet van toepassing
0	Geen effecten	Mengzone kleiner of gelijk aan 5%
-	Negatief effect	Mengzone tussen 5% en 25%
- -	Zeer negatief effect	Mengzone is groter dan 25%

8.1.2.4 Bodemkwaliteit

De bodemkwaliteitsgegevens, beschikbaar vanuit het bodembeleid, kunnen voor de effectbeoordeling in dit plan-MER worden geaggregeerd tot de volgende driedeling:

1. Autonome ontwikkeling: Als gevolg van het Convenant Bodemontwikkelingsbeleid kan de aanpak van spoedlocaties worden beschouwd als een autonome ontwikkeling. 'Urgente' gevallen zijn gebaseerd op een beschikking op basis van de oude Wbb (vóór 1-1-2007) en worden in het convenant gelijkgesteld met spoedlocaties. Onafhankelijk van de bodemkwaliteit is bij lopende saneringen en nazorglocaties per definitie sprake van een autonome ontwikkeling. Er zijn (aannemers)contracten ondertekend en financiën gereserveerd om de sanering uit te voeren.
2. Positief effect: Voor gevallen van ernstige bodemverontreiniging - van voor 1 januari 1987 en niet spoedeisend - geldt geen saneringsplicht en geen directe saneringsnoodzaak. Werkzaamheden op of in de bodem (bijvoorbeeld bouwen, graven of het onttrekken van grondwater) zijn echter pas toegestaan nadat het bevoegd gezag heeft ingestemd met een saneringsplan. Verondersteld wordt dat directe sanering van de verontreiniging plaatsvindt bij ontwikkelingen die over of door (deel)locaties lopen met ernstige bodemverontreiniging. Het saneren van ernstige gevallen van bodemverontreinigingen heeft daarom een positief effect op de bodemkwaliteit. Overigens betekent saneren niet per definitie het verwijderen van sterk verontreinigde grond. Bij immobiele grondverontreinigingen is het voorkomen van blootstelling vaak reeds voldoende als saneringsmaatregel. In dergelijke situaties is er dan 'geen effect' op de bodemkwaliteit. Op planfaseniveau zijn saneringsmaatregelen echter niet inzichtelijk. In zijn algemeenheid wordt gesteld dat het saneren van ernstige gevallen van bodemverontreinigingen leidt tot een positief effect op de bodemkwaliteit.
3. Geen effecten: Gevallen van niet-ernstige bodemverontreiniging, ontstaan voor 1 januari 1987, hoeven niet te worden gesaneerd, tenzij dat vanwege een functiewijziging noodzakelijk wordt. Bij functiewijzigingen dient te worden bekeken of de bodemkwaliteit voldoende is voor de beoogde functie. Voor de functie 'infrastructuur' is dit eigenlijk altijd het geval. Dit betekent dat niet-ernstige bodemverontreinigingen normaliter niet gesaneerd hoeven te worden en er dus ook geen sprake is van effecten.

Relevante fasen

Alleen de bouwfase is relevant voor het deelaspect bodemkwaliteit. In deze fase worden bekende en/of onbekende bodemverontreiningen gesaneerd indien noodzakelijk.

Beoordelingsschaal plan-MER

De volgende tabel presenteert de score toekenning behorend bij de beoordelingscriteria van bodemkwaliteit (Tabel 21).

Tabel 21 Scoretoekenning beoordeling Bodemkwaliteit

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Sanering van twee of meer ernstig gevallen van bodemverontreiniging
+	Positief effect	Sanering van een ernstig geval van bodemverontreiniging
0	Geen effecten	Geen ernstig geval van bodemverontreiniging aanwezig
-	Negatief effect	Niet van toepassing
- -	Zeer negatief effect	Niet van toepassing

8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

8.2.1 Huidige situatie

De huidige situatie is per deelaspect beschreven.

8.2.1.1 Grondwater

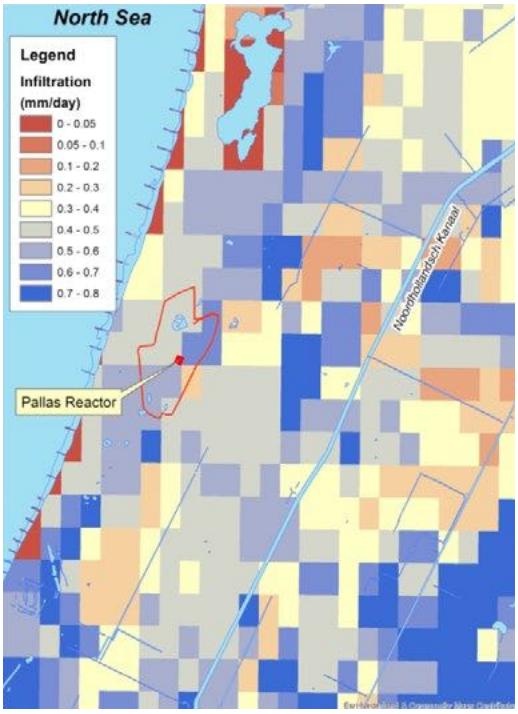
Geohydrologische bodemopbouw

De hydrogeologische basis (de geologische laag die de onderkant van het grondwatersysteem vormt) bestaat uit de tertiaire en pleistocene afzettingen van de Maassluis Formatie op een diepte van ongeveer NAP -230 m tot NAP -290 m. Deze afzettingen bestaan voornamelijk uit slecht doorlatende klei. Hierboven ligt een dikke laag goed doorlatende zandige afzettingen van de Peize en Waalre Formaties. Vanaf circa NAP -80 m gaan deze formaties over in de Urk Formatie. Op de beoogde locatie van de PALLAS-reactor komen in de Urk Formatie een aantal dunne kleilagen voor. Deze kleilagen eindigen ten oosten van de beoogde locatie van de PALLAS-reactor. Boven circa NAP -50 m komt een afwisseling voor van goed doorlatende zandlagen en slecht doorlatende kleilagen. Deze afzettingen behoren tot de Drenthe Formatie, de Eem Formatie, de Kreftenheye Formatie en de Boxtel Formatie.
De bovenkant van de Boxtel Formatie en de onderkant van de holocene deklaag vormen een scheidende laag die de bovenliggende freatische aquifer scheidt van het 1e watervoerende pakket hieronder. De hydraulische weerstand van de diep gelegen scheidende lagen is relatief klein (enkele honderden dagen per scheidende laag). De eerste scheidende laag die de freatische watervoerende laag van de diepere watervoerende pakket scheidt is de meest relevante scheidende laag in het kader van dit project. Deze scheidende laag, gelegen op circa NAP 0 m tot NAP -10 m, bestaat uit zandige klei en kleiig zand met lokaal ingesloten veenlagen. Met name het basisveen heeft een zeer grote hydraulische weerstand. Deze laag komt ter plaatse van de reactor locatie voor met een dikte van circa 40 cm. In de omgeving varieert de dikte tussen 0 en 80 cm.

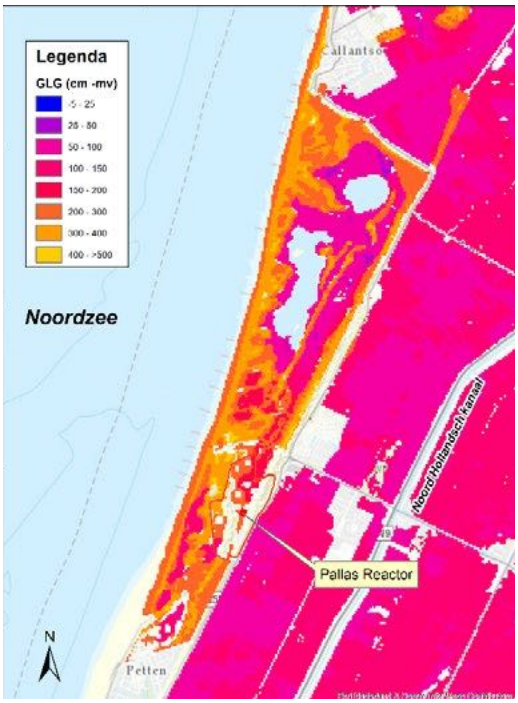
Grondwaterstroming

De grondwaterstroming in de watervoerende lagen beneden de freatisch watervoerende laag is van west naar oost gericht. Drainage in de Wieringermeerpolder op circa 20 kilometer ten oosten van de locatie van de PALLAS-reactor veroorzaakt een verhang in stijghoogte van circa NAP 0 m aan de kust tot circa NAP -4,5 m in de polder.
Het freatisch watervoerend pakket bestaat voornamelijk uit duinzand. Infiltratie van hemelwater heeft in deze duinen een lens van zoet water gevormd, die het zoute water tot beneden de eerste scheidende laag verdringt. De freatische zoet water lens is uitermate belangrijk voor de kwaliteit van het grondwater in het duingebied en voor de duinvegetatie, vooral de vegetatie in de duinvalleien, waar kwel van zoet, carbonaatrijk water optreedt. Wanneer de freatische grondwaterstand hoog genoeg is bereikt het (zoete) freatische grondwater de laaggelegen duinvalleien en vormt daar drassige gebieden en meertjes. De grondwaterstanden in het duingebied variëren sterk onder invloed van neerslag en verdamping.
InFiguur 6 is de berekende infiltratie weergegeven voor de periode 1998-2006 die door het nationaal grondwater model NHI (nationaal hydrologisch instrumentarium) is berekend.

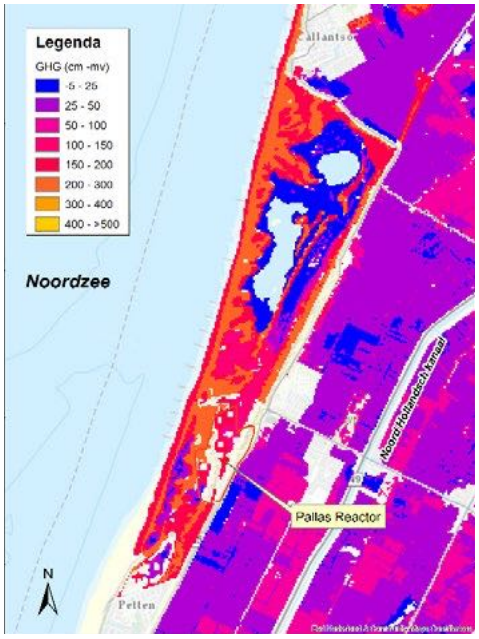
Deze periode wordt beschouwd als een hydrologisch representatieve periode en is gebruikt voor het beschrijven van de gemiddelde hydrologische situatie. De gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zijn overgenomen uit Gaast et al. (2010) en weergegeven in Figuur 7 en Figuur 8.



Figuur 6 Gemiddelde infiltratie (1998-2006), gebaseerd op het NHI



Figuur 7 GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) volgens Gaast et al. (2010) in cm beneden maaiveld (cm-mv)



Figuur 8 GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) volgens Gaast et al. (2010) in cm beneden maaiveld (cm-mv)

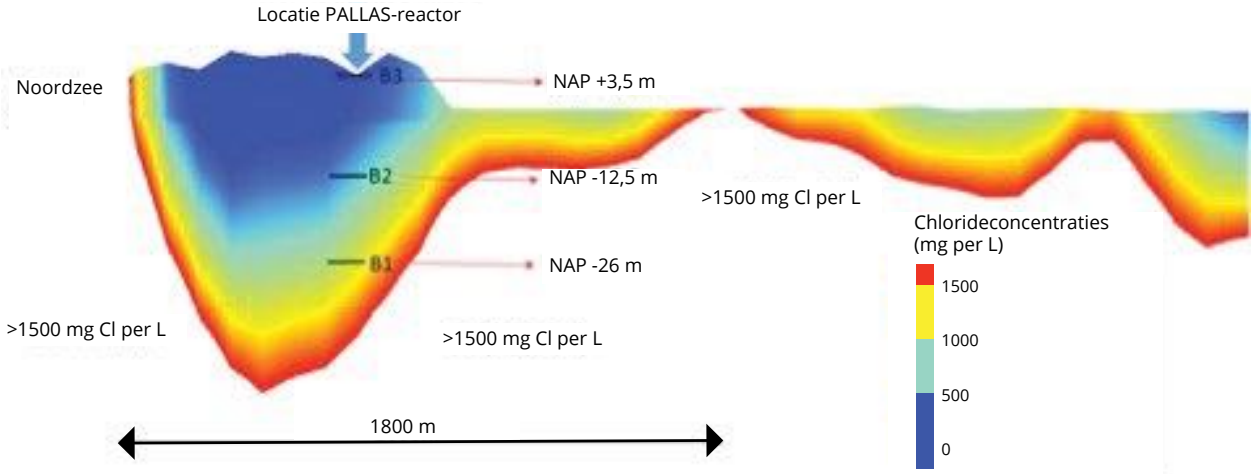
Verdeling zoet en zout grondwater

Wat betreft de kwaliteit van het grondwater is het zoutgehalte de meest belangrijke parameter. Het zoutgehalte is van invloed op het fysische gedrag van het grondwater (dichtheidsstroming) en is van belang voor de ecologie en de landbouw. Zout water is aanwezig in het 1e watervoerende pakket in het agrarisch gebied tussen het duingebied en het Noordhollandsch Kanaal, ten oosten van de reactor locatie.
Onder de duinen ligt het grensvlak tussen zoet/brak en zout grondwater op veel grotere diepte, tot tientallen meters beneden NAP. Het grensvlak tussen zoet (chlorideconcentratie <150 mg/L) en brak (chlorideconcentratie tussen 150 en 1500 mg/L) ter plaatse van de PALLAS-reactor ligt hoger dan NAP -0,65 m. Het grensvlak tussen brak en zout (chlorideconcentratie >1500 mg/L) ligt naar verwachting iets dieper dan NAP -32,71 m.

Oppervlaktewater

Oppervlaktewater kan ingedeeld worden naar natuurlijk oppervlaktewater en door mens ingericht oppervlaktewater. Het natuurlijk oppervlaktewater bestaat in de omgeving van de reactor locatie uit de Noordzee en uit een aantal duinmeren. De ligging van dit oppervlaktewater is weergegeven in Figuur 10.

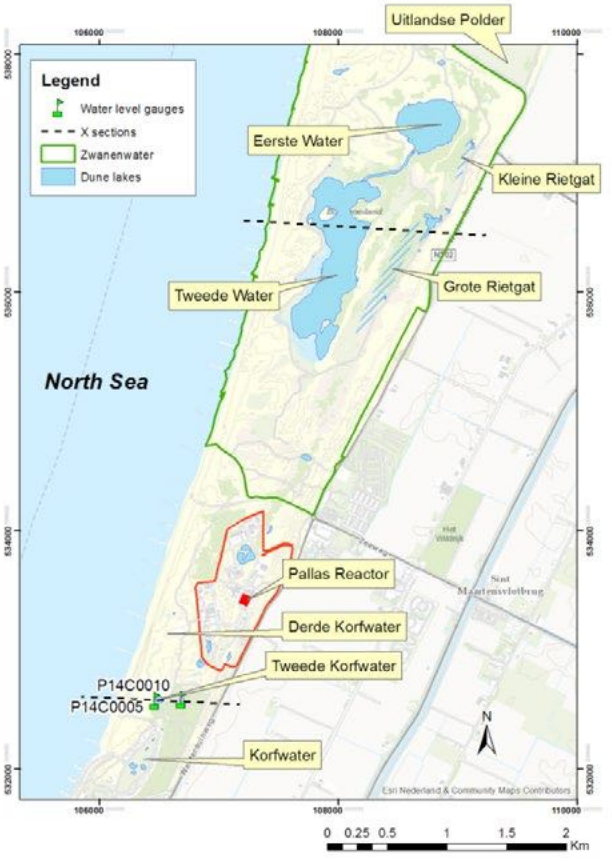
- **Noordzee:** De reactorlocatie is gelegen op circa 750 m afstand vanaf de kustlijn. De diepte van de zeebodem neemt geleidelijk toe in westelijke richting en bereikt een diepte van 25 m op circa 25 km vanuit de kustlijn. Het dichtstbijzijnde waterstand meetstation is Petten-Zuid op circa 1 km vanuit de kustlijn. Het gemiddelde waterniveau in 2015 bedraagt NAP +0,05 m. De 2015 5de en 95ste percentielen van het zeewaterniveau waren respectievelijk NAP -0,91 m en NAP +0,96 m. Het zeewater bevat voornamelijk opgeloste zouten. Bijna 70% van deze zouten bestaat uit natriumchloride (NaCl). De overige 30% bevat voor een groot deel uit chlorides (voornamelijk magnesium- en calciumchlorides). De chloride concentratie wordt daarom beschouwd als een geschikte maat voor het totale zoutgehalte van het zeewater. De zoutconcentratie in de Noordzee varieert als gevolg van het percentage rivierwater dat met het zeewater mengt. Omdat de afvoer van de rivieren afhankelijk is van het seizoen, is ook de verdeling van de zoutconcentratie afhankelijk van het seizoen. De zoutconcentratie nabij de kust is circa 30 g/l. Het overige deel van de opgeloste stoffen bestaat grotendeels uit de kationen van de chloridezouten (Na, Mg en Ca).
- **Duinmeren**: De twee grootste meren in het duingebied zijn het Eerste Water en het Tweede Water. Beiden zijn gelegen in het natuurgebied Zwanenwater ten noorden van de PALLAS-reactor locatie (Figuur 10). De waterpeilen in beide meren variëren tussen NAP +2,4 m en NAP +2,8 m. Het Eerste Water en het Tweede Water staan met elkaar in verbinding waarbij water vanuit het Tweede water richting het Eerste Water kan stromen. Volgens het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is er in het verleden, ten oosten van het Zwanenwater langs de Westerduinweg, een damwand geplaatst om kwel naar de landbouwpercelen te beperken. Het waterniveau van beide meren wordt bepaald door de verhouding tussen neerslag, verdamping en de hoeveelheid grondwater die naar de Noordzee en naar de polders ten westen van het duingebied stroomt.



Figuur 9 Doorsnede chlorideconcentraties grondwater ter plaatse het nucleaire eiland

Tijdens zeer hoge waterstanden kan nutriëntrijk water vanuit de meren naar de oostelijk gelegen duinvalleien stromen. Om deze toestroom te beperken, worden de meren gedraineerd wanneer de waterpeilen gedurende langere tijd boven NAP +2,7 m uitkomen. Het water wordt afgevoerd naar de Uitlandse polder ten noorden van het Eerste Water.

- De duinmeren en de kleinere wateren zijn voornamelijk grondwater gevoed door het freatisch grondwater in de omliggende duinen. Dit blijkt ook uit de waterkwaliteit. Chlorideconcentraties in het Eerste en Tweede Water liggen tussen de 120 en 160 mg/l. In het natuurgebied Zwanenwater wordt carbonaatrijk en ijzerrijk kwelwater aangetroffen.
- **Noordhollandsch Kanaal, waterlopen en drainage:** Ten oosten van het duingebied ligt relatief laaggelegen land (NAP +0,5 m tot NAP -0,5 m) dat intensief wordt ontwaterd door een systeem van waterlopen en drainage. De landbouwpercelen worden naar verwachting gedraineerd door drains op een diepte van 1,1 m-mv. Drainagebuizen en tertiaire waterlopen draineren deze landbouwpercelen. De secondaire waterlopen verzamelen dit drainagewater en transporteren dit naar de primaire waterlopen. De primaire waterlopen hebben een meer regionale functie in het watertransport. Het Noordhollandsch Kanaal is de grootste watergang in het gebied. Dit kanaal komt in het zuiden uit in het IJ in Amsterdam en in het noorden uit in de Waddenzee bij Den Helder. Het kanaal is circa 35 m breed en het waterpeil bedraagt circa NAP -0,50 tot NAP -0,55 m.
  De waterdiepte bedraagt circa 3,5 tot 3,7 m. De gemiddelde chlorideconcentratie van het kanaalwater ter plaatse van deze twee meetpunten ligt tussen circa 240 en 280 mg/l. Er komen uitschieters naar boven voor tot 480 mg/l.



Figuur 10 Ligging van de Noordzee en de duinmeren in de omgeving van de reactor locatie

Grondwateronttrekkingen

Vanwege het drooghouden van (kelders en) gebouwen (gebouwen 13, 201 en 204) en leidingen wordt, indien de grondwaterstand daartoe aanleiding geeft, grondwater opgepompt en weer in de vijver op het terrein geloosd. De maximum toegestane onttrekking bedraagt 30 m³ per uur. In 2013, 2014 en 2015 waren de totaal onttrokken hoeveelheden respectievelijk 9432, 5709 en 1490 m³ (ECN, VGM Jaarverslagen 2013, 2014 en 2015). In 2012 is een lekkage van tritium houdend water naar het grondwater geconstateerd. In 2013 werd 1.200 m³ met tritium verontreinigd grondwater opgepompt en afgevoerd. In 2014 is door het ministerie van Economische Zaken een interventiebeschikking voor de definitieve sanering afgegeven. Deze sanering werd in twee fasen uitgevoerd: verwijdering van de 'hot spots' door onttrekking van maximaal 15 m³ per dag via twee putten en een totaal van 21.900 m³ in de eerste fase. Van 2014 tot 2019 wordt in de tweede fase via één put totaal 5.110 m³ grondwater onttrokken.
Het opgepompte grondwater wordt opgevangen in een buffertank. De inhoud van deze tank wordt regelmatig met een tankwagen afgevoerd naar het DWT waar het op een vloeistofdichte vloer volgens de routinematige procedure wordt verpompt naar de bassins van het waterbehandelingsgebouw. De sanering wordt in 2019 beëindigd. nmiddels is het herziene interventiebesluit van de Minister van Infrastructuur en Milieu van 4 mei 2017 van kracht. Vanwege het herziene interventiebesluit van de minister zal de grondwateronttrekking worden beëindigd. Inmiddels is het herziene interventiebesluit van de Minister van Infrastructuur en Milieu van 4 mei 2017 van kracht. Vanwege het herziene interventiebesluit van de minister zal de grondwateronttrekking worden beëindigd.

Neerslagoverschot

In de kalibratieperiode 1996 tot en met 2005 ligt het neerslagoverschot op basis van de nabijgelegen klimaatstations Petten (neerslag), Callantsoog (neerslag) en De Kooy (verdamping) tussen 0,6 en 0,7 mm per dag. In de vijf voorafgaande jaren ligt dit neerslagoverschot rond de 0,8 mm/dag. Het neerslagoverschot in de periode 1991 tot en met 1995 is mogelijk van invloed op de stijghoogte van het grondwater in de eerste jaren van de kalibratieperiode 1996 tot en met 2005. In grote delen van het duingebied wordt minder verdamping verwacht dan in de klimaatstations wordt gemeten, omdat de grondwaterstand in het duingebied zich grotendeels op meerdere meters beneden maaiveld bevindt. In de lagere delen van het duingebied, waar de grondwaterstand dichtbij het maaiveld staat of het grondwater oppervlaktewater voedt, kan juist meer verdamping optreden. Als startwaarde voor de kalibratie is gekozen voor een neerslagoverschot van 0,8 mm per dag voor het landdeel van het modelgebied. Ter plaatse van de zee is geen neerslagoverschot gemodelleerd.

8.2.1.2 Waterkwaliteit

De huidige kwaliteitstoestand van de Rijkswateren is vastgelegd in de KRW-factsheets, die onderdeel uitmaken van het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021

Tabel 22 Huidige beoordeling waterkwaliteit waterlichaam Hollandse kust (Bron: KRW-factsheet Hollandse kust in (Rijkswaterstaat & Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015)

Kwaliteitselement	Doel	Oordeel 2015	Toelichting
Ubiquitaire prioritaire stoffen[11]	Normen Bkmw 2009	Voldoet niet	Normoverschrijding benzo(ghi)peryleen en tributyltin
Niet-ubiquitaire prioritaire stoffen	Normen Bkmw 2009	Voldoet	Geen norm-overschrijdingen
Specifieke verontreinigende stoffen	Normen Regeling monitoring KRW	Voldoet niet	Normoverschrijding zilver
Algemeen fysisch-chemische parameters • Winter DIN • Temperatuur (max) • Zuurstofverzadiging	 ≤ 0,46 mg N/l ≤ 25°C ≥ 60%	Ontoereikend	DIN[12] (opgelost anorganisch stikstof ontoereikend, temperatuur en zuurstof goed)
Fytoplankton	EKR ≥ 0,60[13]	Goed	
Macrofauna	EKR ≥ 0,60	Matig	

[9]. Deze is samengevat in Tabel 22.
De meeste van de kwaliteitselementen voldoen in de huidige situatie nog niet aan de daarvoor geldende normen en doelstellingen. Uitzonderingen daarop zijn fytoplankton en de niet-ubiquitaire prioritaire stoffen. Voor de overige kwaliteitselementen die behoren tot het criterium (fysisch-chemische) waterkwaliteit verhinderen de concentraties van enkele stoffen het voldoen aan de normen en doelstellingen. Binnen de groep van biologische kwaliteitselementen voldoet alleen macrofauna niet aan de doelstellingen. Voor 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 23.

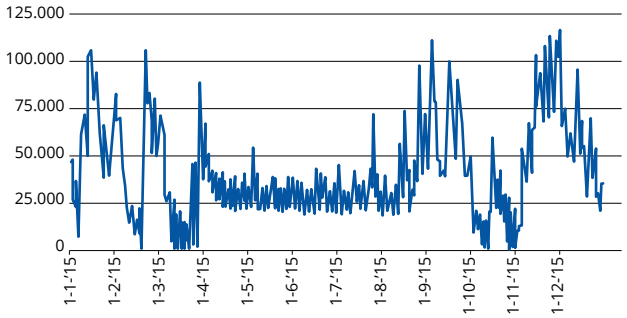
Tabel 23 Achtergrondconcentraties actief chloor, chloroform en bromoform

Stof	Achter-grondconc. 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
Tribroommethaan (bromoform)	0,011 µg/l	Meetgegevens Rijkswaterstaat[14]

8.2.1.3 Koelwateronttrekking en -lozing

In de huidige situatie vindt koelwateronttrekking plaats door de HFR uit het Noordhollandsch Kanaal en dit wordt geloosd op de Noordzee.

Gezien het enorme volume aan water in de Noordzee, zijn er geen beperkingen van beschikbaarheid voor eventuele koelwateronttrekking, dus dit is hier niet verder beschreven. Wel is relevant de zoetwatervoorraad en beschikbaarheid van zoet water uit het Noordhollandsch Kanaal, in relatie tot koelvariant K1. De daggemiddelde afvoer van het Noordhollandsch Kanaal ter hoogte van het zoekgebied over 2015 was gemiddeld 40.743 m^3/uur. In Figuur 11 is de daggemiddelde afvoer van het Noordhollandsch Kanaal weergegeven ter hoogte van het zoekgebied.

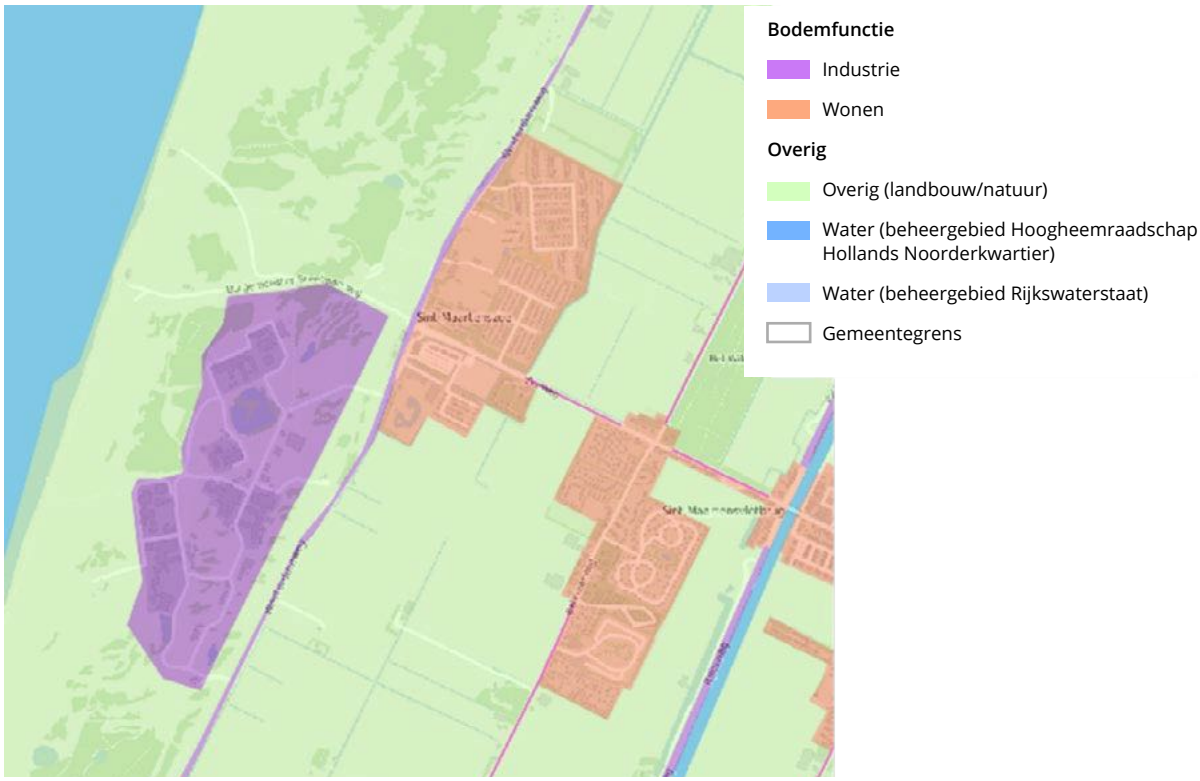


Figuur 11 Daggemiddelde afvoer (in m^3/uur) van het Noordhollandsch Kanaal ter hoogte van het zoekgebied

8.2.1.4 Bodemkwaliteit

Het 'Terrein Energieonderzoek Centrum Nederland in Petten (plangebied) is in de Nota bodembeheer regio Kop van Noord-Holland uitgesloten van gebiedsspecifiek beleid. Het plangebied maakt daardoor geen deel uit van de bodemkwaliteitskaart en voor de locatie geldt het generieke kader van het Besluit bodemkwaliteit.
Dit betekent dat de kwaliteit van toe te passen grond of baggerspecie enerzijds moet voldoen aan de maximale waarden van de functie die voor de ontvangende bodem is aangege-

11 Alomtegenwoordige' stoffen: stoffen die niet meer geloosd worden, maar waarvan nog lange tijd normoverschrijding door nalevering uit het systeem te verwachten is.
12 DIN: Disolved Inorganic Nitrogen.
13 Ecologisch kwaliteitsratio: maat voor de biologische kwaliteit tussen 1 (maximaal) en 0 (minimaal).
14 De achtergrondconcentratie van chloroform en bromoform in de Noordzee is afgeleid van meetgegevens van Rijkswaterstaat. Voor chloroform zijn deze gedownload van http://live.waterbase.nl. 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 2009 t/m 2014 gebruikt. Voor bromoform zijn de 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).



Figuur 12 Bodemfunctieklassen plangebied en omgeving (Bron: Interactieve bodemkwaliteitskaart Kop van Noord-Holland)

ven op de bodemfunctieklassenkaart. Anderzijds moet de kwaliteit van de ontvangende bodem worden onderzocht om vast te stellen of de kwaliteit van de toe te passen grond of baggerspecie van een betere of vergelijkbare kwaliteit is. De uiteindelijke toepassingseis is afhankelijk van de strengste eis van deze dubbele toets. De functie van het plangebied is klasse 'Industrie', zoals blijkt uit Figuur 12.

Bodemverontreinigingen

Figuur 13 toont de locaties waarvan bodemkwaliteitsgegevens beschikbaar zijn bij de Regionale Uitvoeringsdienst Noord-Holland Noord.

PALLAS-reactor

Voor dit deelgebied is Bodemlocatie 1 (Westerduinweg 3 Petten) relevant. Er is voor deze locatie veel bodeminformatie beschikbaar, omdat er (verplichte) bodemonderzoeken zijn uitgevoerd in verband met: Ver- en nieuwbouw op het terrein, aanvragen (revisie)vergunningen in het kader van de Wet Milieubeheer en vervolgonderzoek vanwege geconstateerde verontreinigingen. In 2006 zijn tijdens een verkennend en aanvullend bodemonderzoek, in combinatie met een asbestonderzoek, twee gevallen van ernstige bodemverontreiniging vastgesteld, die (nog) niet zijn gesaneerd:

1. een ernstige grondverontreiniging met koper en zink (42 m³), rondom de HFR, vermoedelijk veroorzaakt door het gritstralen van de HFR;
2. tussen gebouw 102 en 104 is zowel de bovengrond als de ondergrond verontreinigd met asbest. De gewogen asbestconcentratie overschrijdt ruim de interventiewaarde voor asbest van 100 mg/kg.

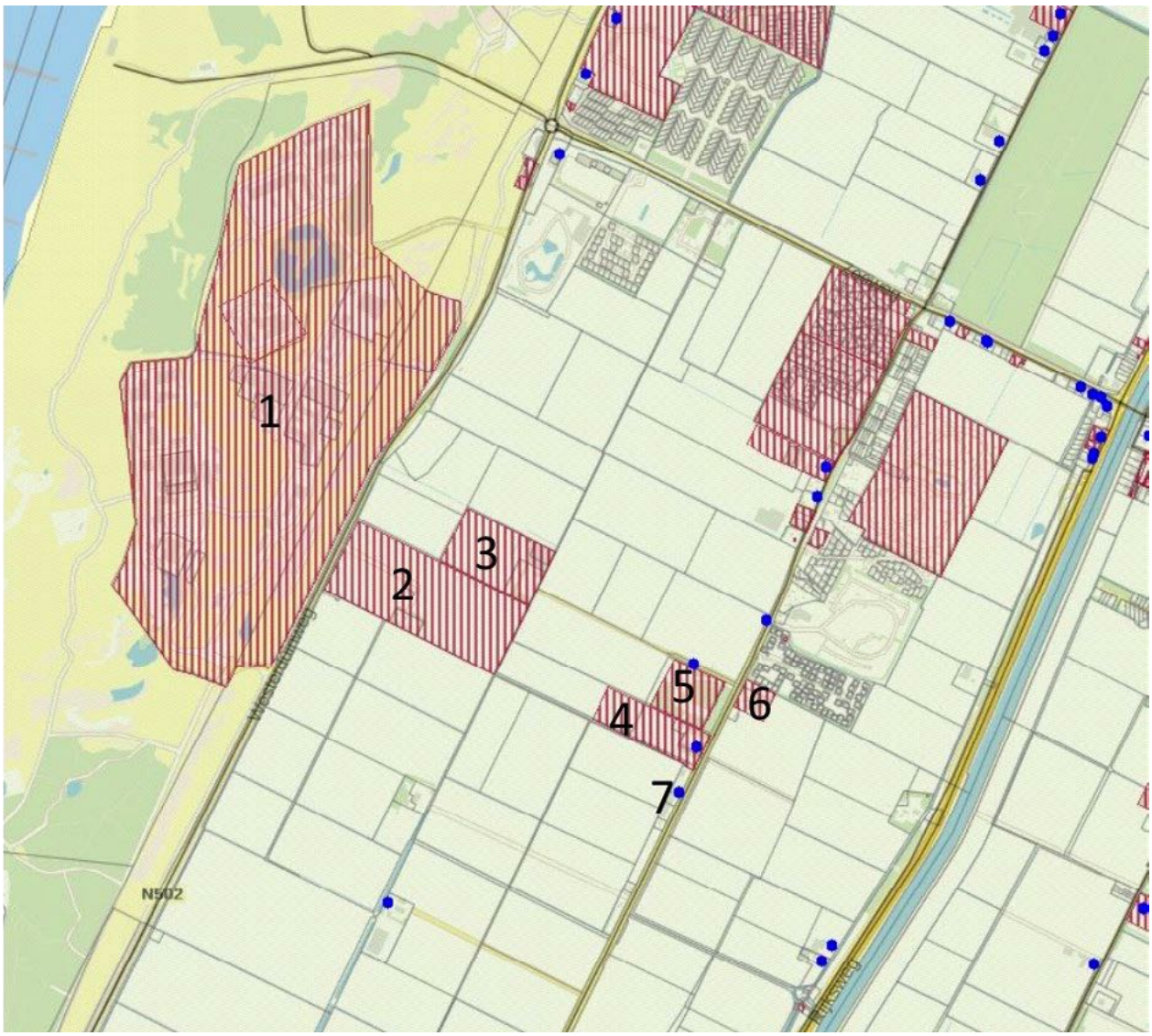
Uit een uitgevoerde risicobeoordeling blijkt dat bij het huidige gebruik van de locatie er geen sprake is van onaanvaardbare risico's als gevolg van de bodemverontreiniging. Er is daardoor geen saneringsnoodzaak. Beide gevallen van bodemverontreiniging zijn gesitueerd op het NRG-terrein en bevinden zich derhalve buiten de invloedsfeer van de ingrepen die voorzien zijn voor de realisatie van de PALLAS-reactor. Het betreft immobiele grondverontreinigingen.

In de overige bodemonderzoeken zijn geen actuele gevallen van ernstige bodemverontreiniging geconstateerd (die nog niet gesaneerd zijn). Plaatselijk is er soms wel sprake van lichte tot sterke verontreiniging. In 2012 zijn sterk verhoogde concentraties tritium gemeten in het grondwater in de bodem bij de HFR en daarbuiten. De tritiumverontreiniging van het grondwater was het gevolg van een lekkage in een transportleiding. Hierdoor werd water uit het primaire systeem van de HFR naar een opslagtank gevoerd. Deze lekkage is inmiddels gedicht en sinds februari 2013 vindt sanering van de 'tritiumpluim' plaats. De sanering staat onder toezicht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). Via periodieke monitoring wordt de actuele 'tritiumpluim' in beeld gebracht. Uit de monitoring blijkt dat de omvang van de sterke verontreiniging afneemt als gevolg van de grondwatersanering. De verspreiding van de pluim (naar het oosten) is beperkt.

Zoekgebied Werkterrein

In dit deelgebied bevinden zich de volgende bodemlocaties:

- Bodemlocatie 2 (Westerduinweg 22 Sint Maartensvlotbrug): In 1999 is op deze locatie een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Voor de bovengrond wordt de achtergrondwaarde overschreden, terwijl voor de ondergrond en het grondwater alle gehalten beneden de achtergrondwaarde liggen. Aangezien er geen sprake is van sterke verontreiniging, of een geval van ernstige bodemverontreiniging, is vervolgonderzoek niet noodzakelijk.



Figuur 13 Bodemfunctieklassen plangebied en omgeving (Bron: Interactieve bodemkwaliteitskaart Kop van Noord-Holland)

- Bodemlocatie 3 (Belkmerweg 67 Sint Maartensvlotbrug): In 2001 is op deze locatie een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Voor de bovengrond wordt de achtergrondwaarde overschreden, terwijl voor de ondergrond en het grondwater alle gehalten beneden de achtergrondwaarde liggen. Aangezien er geen sprake is van sterke verontreiniging, of een geval van ernstige bodemverontreiniging, is vervolgonderzoek niet noodzakelijk.

Zoekgebied leidingen
Binnen dit deelgebied bevinden zich naast de bodemlocaties in de deelgebieden PALLAS-reactor en werkterrein nog 4 andere bodemlocaties (4 t/m 7). De onderzoeksresultaten duiden niet op (potentieel) ernstige verontreinigingen.

8.2.2 Autonome ontwikkelingen

In de volgende paragrafen is per deelaspect beschreven welke autonome ontwikkelingen relevant zijn.

8.2.2.1 Grondwater

Klimaatverandering
De autonome ontwikkelingen op het gebied van grondwater en grondwaterkwaliteit worden voornamelijk gestuurd door klimaatverandering en zeespiegelstijging. Veranderingen in neerslag en verdamping beïnvloeden de grondwateraanvulling en daarmee de grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. Zeespiegelstijging zal versterkte intrusie van zout grondwater in de ondergrond van het studiegebied veroorzaken. Het KNMI heeft in 2014 de KNMI'14 klimaatscenario's voor de toekomst geschetst. Deze scenario's geven aan dat naast temperatuurstijging, de sterke stijging van de neerslaghoeveelheid in de winter (gemeten over de afgelopen eeuw) doorzet in de toekomst. De kans op langdurige zomerdroogte neemt naar het einde van de eeuw eveneens toe. Maar op momenten dat het regent zal de intensiteit van zomerse buien in de toekomst volgens alle scenarioberekeningen fors hoger zijn. Ook hagel en onweer worden in alle scenario's heviger.
Een verhoging van de intensiteit van neerslag resulteert in meer oppervlakkige afstroming. Dit in combinatie met hogere temperaturen en daardoor meer verdamping kan betekenen dat de grondwateraanvulling door het neerslagoverschot geringer wordt, wat resulteert in lagere freatische grondwaterstanden in de zomer. Meer neerslag in de winter kan

resulteren in hoge winter- en voorjaarsgrondwaterstanden. De verschillen tussen zomer en winter grondwaterstanden zullen groter worden.
Volgens de klimaatscenario's neemt het tempo van zeespiegelstijging aan de Noordzeekust toe. Het verschil tussen de scenario's is vooral afhankelijk van het verschil in wereldwijde opwarming. De zeespiegelstijging leidt tot sterkere intrusie van zeewater in de ondergrond. Mogelijk komt minder zoet water beschikbaar in de bouwvoor[15] van de landbouwgebieden. Daarnaast kan vorming en instandhouding van de zoet/brak waterbel in de duinen geringer worden.
De effecten van deze ontwikkelingen zullen voor de tijdshorizon van het peiljaar 2026 nog gering zijn en zijn daarom niet berekend of gekwantificeerd.

Kustverdedigingswerken
Een andere ontwikkeling die mogelijk effect heeft op het grondwaterregime in het studiegebied, is de versterking van de kustverdediging langs de Hondbossche en Pettemer zeewering. Langs deze dijk is aan de zeezijde een paar honderd meter brede strook zand opgespoten. De verwachting is dat dit (tijdelijk) leidt tot een toename van het zoutgehalte van het grondwater en verhoging van de grondwaterstanden binnendijks. In de zomer van 2015 bleek dat het oppervlaktewater in Petten zouter was dan voorheen. HHNK en de gemeente Schagen zijn direct gestart met het doorspoelen van het watersysteem. Onderzoek heeft inmiddels bevestigd dat de oorzaak van het zouter worden van het oppervlaktewater in Petten door de kustversterking komt. Tevens bleek dat door het doorspoelen het oppervlaktewater in de naastliggende polder R (ten oosten van Petten) enkele periodes zouter is geweest. HHNK heeft in overleg met de agrariërs hiervoor een oplossing gevonden. Het watersysteem in Petten wordt in maart 2016 zodanig aangepast dat het water weer het normale gehalte zout bevat, en er geen extra zouthoudend water naar Polder R stroomt. Het zoutere water wordt afgeleid naar de Hazepolder en het gebied ten zuiden van Petten, waar het zouter worden van het oppervlaktewater door de dijkversterking geen probleem is. Deze gebieden (polders) waren altijd al brak en hebben een natuurfunctie. Naar verwachting zal het nog enkele jaren duren voordat al het zout uit het zand van de kustversterking gespoeld is. Tot die tijd controleert HHNK nauwlettend of alles in orde is en of er nog steeds zout uit de kustversterking spoelt. Speciale aandacht wordt hierbij geschonken aan het bollengebied.
In het Korfwater in Petten wordt sinds de aanleg van de kustversterking de grondwaterstand extra in de gaten gehouden. Er was namelijk ingeschat dat de grondwaterstand hier hoger wordt. Recente metingen geven aan dat er plaatselijk een verhoging van de grondwaterstand optreedt. Drainage wordt aangebracht om dit probleem op te lossen.

Overige ontwikkelingen
Op het NRG-terrein vindt op het ogenblik een grondwateronttrekking plaats als sanering van een tritium verontreiniging in het grondwater. Op basis van het herziene interventiebesluit van de Minister van Infrastructuur en Milieu van 4 mei 2017 zal deze onttrekking worden beëindigd.

8.2.2.2 Waterkwaliteit
In het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (RWS, 2015) is een prognose gegeven voor de verwachte waterkwaliteit aan het einde van de planperioden 2016-2021 en 2022-2027. Deze is weergegeven in Tabel 24.
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.

8.2.2.3 Koelwateronttrekking en -lozing
De beschikbaarheid van water vanuit het Noordhollandsch Kanaal kan mogelijk veranderen onder invloed van klimaatverandering. Dit kan van invloed zijn op de hoeveelheid koelwater die beschikbaar is voor PALLAS.
Het is aan het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier om gegeven de ontwikkeling in de beschikbaarheid van water en de ontwikkelingen in het gebruik van water af te

Tabel 24 Prognose waterkwaliteit waterlichaam Hollandse kust in 2021 en 2027 (Bron: KRW-factsheet Hollandse kust in RWS, 2015)

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 niet	Voldoet
Algemeen fysisch-chemische parameters • Winter DIN • Temperatuur (max) • Zuurstofverzadiging	 ≤ 0,46 mg N/l ≤ 25°C ≥ 60%	Ontoereikend	Goed
Fytoplankton	EKR ≥ 0,60	Goed	Goed
Macrofauna	EKR ≥ 0,60	Matig	Goed

15 Bouwvoor is de bovenste laag grond waarin de meest wortelvorming plaatsvindt.

wegen hoeveel water er voor PALLAS beschikbaar gesteld kan worden. Momenteel heeft de zoetwatervoorziening van de HFR na de drinkwatervoorziening en peilhandhaving van de polder (ten behoeve van voorkoming van zetting en verzilting) eerste prioriteit. Wanneer desondanks blijkt dat er minder koelwater beschikbaar is, heeft dit geen impact op de veiligheid. Wel wordt de productiecapaciteit teruggeschroefd tot een capaciteit die werkbaar is voor het beschikbare water. Echter, gezien de vrijwel onmisbare bijdrage van de isotopenproductie van Nederland, is dit scenario niet wenselijk. De situatie rondom het voorziene uittredepunt in zee wordt vooralsnog stabiel geacht. Hier zijn geen ontwikkelingen voorzien.

8.2.2.4 Bodemkwaliteit

Omdat er, met uitzondering van de tritiumpluim, nergens binnen de deelgebieden een saneringsnoodzaak bestaat, mag voor het aspect bodemkwaliteit worden verwacht dat zich geen veranderingen voordoen in de autonome ontwikkeling.
Voor de tritiumpluim geldt een actieve saneringsplicht, die in 2019 moet resulteren in de volgende saneringsnormen[16]:

- maximaal 100 Bq/l vanaf de terreingrens van de OLP naar buiten toe;
- maximaal 100 Bq/l op de terreingrens van de OLP;
- maximaal 400 Bq/l op de grens HFR- en NRG-terrein, aflopend naar 100 Bq/l op de terreingrens van de OLP;
- 7400 Bq/l op het HFR-terrein, aflopend naar 400 Bq/l op de terreingrens van de HFR.

8.3 Milieueffecten

8.3.1 Effectbeschrijving

8.3.1.1 Grondwater

Bouwfase

Uitgangspunt is dat de PALLAS-reactor middels de caissonmethode (variant B1) of in een kuip wordt aangelegd, waarbij onderwaterbeton wordt aangebracht onder de bodem van de kuip (variant B2), om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. In deze situatie vindt geen bemaling plaats (behalve mogelijk een kleine open bemaling om neerslag en geringe hoeveelheden lekkage water af te voeren) en treedt geen verlaging van de stijghoogte op en de verandering van chloride concentratie is nihil[17]. Het brakke water wordt afgevoerd conform wet- en regelgeving, en dus niet geïnfiltreed in de bodem als het daar te zout voor is. Met dit uitgangspunt zijn er geen wezenlijke verschillen in effecten tussen de verschillende varianten. Om de effecten te bepalen zijn modelberekeningen uitgevoerd. De conclusies per beoordelingscriterium zijn in deze paragraaf kort beschreven.
De aanleg van de bouwkuip van de PALLAS-reactor zal binnen damwanden of diepwanden plaatsvinden. Deze wanden laten nauwelijks water door en na voltooiing van de PALLAS-reactor helemaal niet meer. Verticale stroming langs deze wanden is niet te verwachten. Voor heipalen kan dit anders zijn, afhankelijk van het soort heipalen dat gebruikt wordt. Dit kan tot verzoeting leiden in het watervoerend pakket onder de Holocene afzettingen.
Wat betreft het mogelijk optreden van lekkagerisico's geldt het volgende:

- Bij bouwhoogtevariant B1 wordt in den natte ontgraven en worden caissons afgezonken. De waterdruk binnen en buiten de damwanden is in evenwicht. Per definitie treedt dan geen lekkage op.
- Bij bouwhoogtevariant B2 wordt ook in de natte ontgraven. Maar na op diepte te zijn gekomen en het boren van de funderingspalen wordt onderwaterbeton aangebracht en wordt de bouwkuip droog gepompt. Dan kan lekkage ontstaan. Zowel door de diepwanden zelf als via de aansluiting op het onderwaterbeton. Mogelijk worden ook groutankers toegepast. Dat betekent dat de wanden doorboord moeten worden. Door toepassing van kleppen zou dat niet moeten gaan lekken, maar er is een risico door de waterdruk.
- Bij bouwvariant B3 wordt op het maaiveld gebouwd. Funderingspalen worden tot circa NAP -30 m geplaatst. In theorie kan er een lekstroom (kortsluitstroom) langs de palen tussen watervoerende pakketten optreden.

De aanleg van de koelwaterleiding hangt af van de gekozen variant voor koelwaterlevering en -lozing. Bij koelwater uit het Noordhollandsch Kanaal, zal er een sleuf moeten worden gegraven of er zal moeten worden geboord tussen Noordhollandsch Kanaal en nucleaire eiland. Bij koelwater uit de Noordzee en bij lozing op de Noordzee, is ook graven of boren een optie. Voor de ontgraving van de sleuven zal een tijdelijke bemaling moeten worden uitgevoerd. De bemaling tussen de PALLAS-reactor en het Noordhollandsch Kanaal heeft een beperkt en tijdelijk effect op de grondwaterstanden in de omgeving en leidt niet tot verzilting. Wel kan, afhankelijk van het seizoen, gewasschade optreden. De bemaling voor een open sleuf tussen de PALLAS-reactor en de Noordzee heeft een groot effect (tot honderden meters 5 cm of meer verlaging) op de grondwaterstand. Dit heeft vervolgens een effect op de vegetatie en kan leiden tot verplaatsing van de tritiumverontreiniging.

De volgende conclusies zijn getrokken per beoordelingscriterium:

- Vegetatie: Uit de scenarioberekeningen blijkt dat zonder bemaling geen duinvalleien, laaggelegen natte locaties of de kwelzone ten oosten van het duingebied beïnvloed worden. Sleufbemaling voor de aanleg van de koelwaterleiding kan een tijdelijk, groot effect op de freatische grondwaterstanden en daarmee de vegetatie hebben.
- Gebouwen: De PALLAS-reactor locatie ligt te midden van

16 Besluit interventie op grond van art. 119 Besluit Stralingsbescherming, 3 maart 2014.
17 Om inzicht te krijgen wat de effecten zouden zijn wanneer een ontgraving van de bouwkuip binnen damwanden plaatsvindt waarbij de bouwput droog gehouden moet worden middels een verticale bemaling, zijn de bemalingsscenario's in bijlage 2 "Effecten op grondwater bij bemaling tijdens aanleg" beschouwd.

een aantal andere gebouwen. Dit betreft onder andere gebouw 204 op circa 50 m afstand. Andere gebouwen liggen op grotere afstand. Zonder bemaling van de reactorlocatie wordt ter plaatse van deze gebouwen geen effect verwacht. Sleufbemaling voor de aanleg van de koelwaterleiding kan een tijdelijk effect op de grondwaterstanden hebben. De gevolgen voor zetting ter plaatse van bestaande bebouwing kan alleen worden ingeschat wanneer de exacte ligging van de leiding en aanlegmethode bekend zijn.

- Duinen als onderdeel van de primaire kering: Bij aanleg van de PALLAS-reactor zonder bemaling zijn er geen zettingseffecten op de primaire waterkering. Sleufbemaling voor de aanleg van de koelwaterleiding kan een tijdelijk effect op de grondwaterstanden hebben. De gevolgen voor zetting ter plaatse van de primaire waterkering kan alleen worden ingeschat wanneer de exacte ligging van de leiding en aanlegmethode bekend zijn.
- Landbouw: Wanneer geen bemaling voor de aanleg van het nucleaire eiland wordt toegepast, treden geen effecten in het landbouwgebied op. Sleufbemaling voor de aanleg van de koelwaterleiding kan, afhankelijk van het seizoen, tot gewasschade leiden.
- Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen:
  - Het dichtstbijzijnde grondwatersysteem betreft het beheerssysteem van de tritiumvlek op ten minste 100 m ten noorden van de locatie van het nucleaire eiland. Dit systeem wordt naar verwachting naar aanleiding van het herziene interventiebesluit van mei 2017 gestaakt.
  - De monobron ligt op circa 500 m ten noorden van de locatie van het nucleaire eiland. Beïnvloeding van deze onttrekking vindt alleen plaats wanneer de reactorlocatie wordt aangelegd door middel van een grote bemaling. Dit wordt niet verwacht. Er wordt daarom ook geen beïnvloeding van de monobron verwacht.
  - Een derde grondwatersysteem is aanwezig ter plaatse van gebouw 13 en 204. Gebouw 204 is op circa 50 m afstand vanaf de reactorlocatie aanwezig. Vanwege het drooghouden (kelders) van gebouwen (gebouwen 13, 201 en 204) en leidingen wordt, indien de grondwaterstand daartoe aanleiding geeft, grondwater opgepompt en weer in de vijver op het terrein geloosd. Wanneer geen bemaling voor de aanleg van het nucleaire eiland wordt toegepast, dan worden er geen effecten op dit systeem verwacht.

  Sleufbemaling voor de aanleg van de koelwaterleiding kan een tijdelijk effect op de grondwaterstanden hebben. De gevolgen voor bestaande grondwatersystemen kan alleen worden ingeschat wanneer de exacte ligging van de leiding en aanlegmethode bekend zijn.
- Mobiele verontreinigingen: De dichtstbijzijnde mobiele verontreiniging is de tritiumverontreiniging op ten minste 100 m ten noorden van de reactorlocatie. Tijdens de aanlegfase wordt ervan uitgegaan dat geen bemaling of een zeer geringe bemaling wordt toegepast en geen beïnvloeding van de vlek of het beheerssysteem plaatsvindt. Sleufbemaling voor de aanleg van de koelwaterleiding kan een tijdelijk effect op de grondwaterstanden hebben. Dit kan tot verplaatsing van de tritiumverontreiniging leiden. Afhankelijk van de verspreiding van de tritiumpluim op het moment van bemalen, kan ook een bemaling van een leidingsleuf tussen het pompgebouw en het Noordhollandsch Kanaal de verspreiding van het tritium beïnvloeden.

Overgangs- en exploitatiefase

Chlorideconcentraties

De effecten worden per bouwhoogtevariant beschouwd.
De effecten ten gevolge van opstuwing en verlaging van de stijghoogten en grondwaterstanden op de chlorideconcentraties zijn berekend voor de exploitatiefase. In het ontwerp is toepassing van een onttrekkingsdrain aan de bovenstroomse zijde van het nucleaire eiland en een infiltratiedrain aan de benedenstroomse zijde opgenomen. De effecten met deze voorzieningen worden hieronder weergegeven.

Grondwaterstanden en stijghoogten

■ Blokkade grondwaterstroming

De deels ondergrondse aanleg van het nucleaire eiland vormt een blokkade voor de min of meer oostwaarts gerichte grondwaterstroming. Dit resulteert in een verhoging van de grondwaterstanden en stijghoogten ten westen van het gebouw en een verlaging van de grondwaterstanden en stijghoogten ten oosten van het gebouw. Om dit effect zoveel mogelijk te reduceren, is in bouwhoogtevarianten B1 en B2 een drain op ongeveer de hoogte van de hoogst optredende natuurlijke grondwaterstand (ca. NAP +1,6 m) voorzien aan de bovenstroomse zijde van het gebouw. Deze drain voorkomt opstuwing van het freatische grondwater. Aan de benedenstroomse zijde van het gebouw wordt het water via een andere drain geïnfiltreerd. Het resultaat is een zeer geringe verlaging van de freatische grondwaterstand aan de zuid- en oostzijde van het gebouw. Effect op de gevisualiseerde stijghoogten is met enkele millimeters nihil te noemen. In bouwhoogtevariant B3 treedt geen blokkade van de grondwaterstroming op.
Koelingsvariant K1b gaat uit van aanvoer van water vanuit het Noordhollandsch Kanaal onder vrij verval. Geboorde pijpleidingen zullen daarvoor uitkomen in een pomphuis dat tot NAP -11,5 m op de OLP wordt aangelegd. De aanleg van het pomphuis zal binnen damwanden tot NAP -18 m plaatsvinden. Bij deze koelingsvariant treedt hierdoor een extra blokkade van de grondwaterstroming op. Koelingsvarianten K2 en K3 hebben geen effect op de grondwaterstroming.

■ Stijghoogten

Het effect van het pomphuis bij de diepste ligging (variant K1b) op de freatische grondwaterstand is zeer gering. Ten oosten van het pomphuis treedt een grotere verlaging van de freatische grondwaterstand op, tot 13 cm. Deze (extra) verlaging treedt alleen op binnen het bebouwde deel van de OLP. De stijghoogte op NAP -12,5 m wordt nauwelijks extra beïnvloed door het pomphuis. De opstuwing en verlaging van de stijghoogte rond het nucleaire eiland is dezelfde als zonder het pomphuis, alleen strekt het verlagende effect zich iets verder zuidelijker en oostelijker uit.
De funderingspalen doorsnijden mogelijk de slecht-doorlatende lagen tussen dieptes van NAP -15 tot NAP -28 m (Formaties van Kreftenheye en Boxtel en de Eem Formatie). In deze vari-

ant worden de funderingspalen echter binnen een diepwand die tot ca. NAP -60 m reikt geplaatst. De berekeningen laten zien dat de grondwaterstroming binnen deze diepwanden zo gering en dat eventuele lekkage langs de funderingspalen geen effect hebben op grondwaterstanden, stijghoogten of chlorideconcentraties.
De funderingspalen tot NAP -30 m doorsnijden mogelijk de slecht-doorlatende Holocene lagen tussen circa NAP -2 en -10 m dieptes van NAP -15 tot NAP -28 m (Formaties van Kreftenheye en Boxtel en de Eem Formatie).[18] Hierdoor kunnen, in theorie, kortsluitstromen ontstaan tussen het freatische grondwater en de grondwater in de diepere watervoerende pakketten.
De freatische grondwaterstand is hoger dan de stijghoogte in de onderliggende watervoerende pakketten. De stijghoogte boven de slechtdoorlatende lagen van de Formaties van Boxtel, Kreftenheye en de Eem Formatie is ook iets hoger dan de stijghoogte onder deze lagen. De eventuele kortsluitstromen veroorzaken hierdoor een verticale flux. Stroming vanuit het freatische pakket naar het onderliggende watervoerende pakket veroorzaakt een geringe verzoeting van het watervoerend pakket rond de locaties van de kortsluitstromen. Deze verzoeting is echter kleiner dan 1 mg/l en niet-significant. Ook de verlaging van de freatische grondwaterstand door de verticale flux is niet significant (hooguit enkele millimeters).
Hetzelfde geldt voor de fluxen tussen de watervoerende pakketten onder het freatische pakket. De stijghoogten worden niet-significant (hooguit enkele millimeters) beïnvloed en het effect op de chlorideconcentraties is geringer dan 1 mg/l.

Overige effecten:
- Vegetatie (verdroging, verzilting): de freatische grondwaterstand in de duinen ten oosten van het nucleaire eiland daalt met 1 tot 5 cm. Dit heeft geen negatief effect op de daar aanwezige natuurwaarden (zie Natuur, hoofdstuk 13).
- Gebouwen (risico op zettingsschade): de effecten op de grondwaterstand en stijghoogte zijn zo gering dat er geen risico op zetting wordt verwacht.
- Duinen als onderdeel van de zeewering (risico op zetting): de effecten op de grondwaterstand en stijghoogte zijn zo gering dat er geen risico op zetting wordt verwacht.
- Landbouw (droogteschade, schade als gevolg van verzilting): er treedt geen verandering van de grondwaterstanden in het landbouwgebied ten oosten van de PALLAS-reactor op.
- Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen: de grondwaterstand ter hoogte van gebouwen 201 en 204 wordt hoger. Er zal meer water onttrokken moeten worden door de beheersonttrekking ter plaatse, de extra te onttrekken hoeveelheid is zeer gering. Dit is een gering negatief effect.
- Mobiele verontreinigingen (invloed op beheersing): de tritium verontreiniging ligt buiten het invloedsgebied (de 5 cm contour) van de verhoging en verlaging van de grondwaterstanden.

8.3.1.2 Waterkwaliteit
De waterkwaliteit wordt alleen beïnvloed tijdens de overgangs- en exploitatiefase. Om deze reden wordt de bouwfase bij dit deelaspect niet beschouwd.

Overgangs- en exploitatiefase
(Fysisch-) chemische waterkwaliteit
Negatieve effecten op de (fysisch-) chemische waterkwaliteit door de lozing van koelwater zijn alleen te verwachten als gevolg van de chlorering. De beoordeling wordt gebaseerd op de lozing van vrij beschikbaar chloor en de omzettingsproducten bromoform en chloroform.
Hiervoor is gebruik gemaakt van de emissie-immissietoets. 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 (Min. I&M, 2016).
Voor vrij beschikbaar chloor (FO) wordt in K1 en K2 niet voldaan aan de emissie-immissietoets. Bij dit resultaat moet echter bedacht worden dat gerekend is met een conservatieve lozingsconcentratie van 0,2 mg/l (daggemiddelde). Dit is de vergunde concentratie bij meting direct achter de condensor / warmtewisselaar. In de praktijk zal vrij beschikbaar chloor in het koelwatersysteem vrijwel direct reageren met andere verbindingen waarmee het in aanraking komt. Hierdoor is de werkelijke gemiddelde lozingsconcentratie 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.
Voor bromoform en chloroform wordt in alle koelingsvarianten 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.

Biologische waterkwaliteit
Voor de beoordeling van effecten op de biologische waterkwaliteit wordt aangesloten bij de systematiek van het 'Toetsingskader waterkwaliteit' (bijlage 5 van het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021). Dit is het door Rijkswaterstaat gehanteerde kader voor de beoordeling van ecologische effecten van fysieke ingrepen in het watersysteem. Het toetsingskader kent een algemeen en een watertype-specifiek deel. Afhankelijk van het resultaat van het algemene deel moet ook het watertype-specifieke deel worden doorlopen. De beoordeling heeft betrekking op de invloed van de aanleg van de lozingsconstructie (leiding en lozingspunt) op de toestand van fytoplankton en macrofauna. Andere potentiële ecologische effecten worden beoordeeld binnen het aspect 'natuur'.

18 Het funderingsplan is op dit moment nog niet bekend. Wel wordt aangenomen dat vibro-palen gebruikt zullen worden, waarbij eerst een stalen casing (buis) in de grond wordt geheid, of in een voorgeboord gat wordt geplaatst. Deze casing wordt gevuld met wapening en beton waarna de casing getrokken wordt. Door het trekken van de casing kunnen, in theorie, ter hoogte van de slecht-doorlatende kleilagen geringe lekstromen optreden door zand dat in de ruimte tussen funderingspaal en de klei stroomt.

Hoewel details van de lozingsconstructie en de aanlegwijze nog niet bekend zijn, kan het algemene deel van het toetsingskader wel doorlopen worden. Dit leidt tot de volgende bevindingen:

- A: Er is sprake van ingrepen binnen de begrenzing van het waterlichaam.
- B: De ingreep wordt niet aangemerkt als vergunning vrije activiteit van ondergeschikt ecologisch belang voor de Noordzee.
- C: De ingreep heeft niet uitsluitend positieve effecten op de ecologische waterkwaliteit (lokaal/tijdelijk kan er in potentie ook sprake zijn van negatieve effecten).
- D: De ingreep heeft geen negatief effect op de omvang van een geplande of al uitgevoerde KRW-maatregel.

Uit het algemene deel van het toetsingskader volgt dat ook het watertype-specifieke deel moet worden doorlopen. Dit leidt tot de volgende bevindingen:

- 2-I: Negatieve effecten op macrofauna en fytoplankton kunnen niet op voorhand worden uitgesloten.
- 2-I: In de omgeving van het plangebied bevindt zich geen ecologisch relevant areaal voor macrofauna[19]. Voor macrofauna wordt de ingreep daarom niet als relevant beoordeeld.

Voor fytoplankton is er geen ecologisch relevant areaal gedefinieerd, primaire productie (groei van fytoplankton) 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 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.

8.3.1.3 Koelwateronttrekking en -lozing

Overgangs- en exploitatiefase

Koelwateronttrekking

Koelingsvariant K1 zal leiden tot een extra onttrekking van maximaal 3150 m³ water per uur uit het Noordhollandsch Kanaal in de overgangsfase. In de exploitatiefase zal het koelwaterverbruik met 25 m³ water per uur toenemen omdat de PALLAS-reactor iets meer koelwater nodig heeft dan de HFR (3125 m³/uur).
Zeewater dat in koelingsvariant K2 onttrokken wordt voor koeling, wordt ook weer op zee geloosd. In de gebruiksfase is er ten opzichte van de situatie waarin de HFR in gebruik is, sprake van een daling aan onttrokken water aan het Noordhollandsch Kanaal.
In koelingsvariant K3 wordt geen water aan het Noordhollandsch Kanaal of de Noordzee onttrokken. In de gebruiksfase is er ten opzichte van de situatie waarin de HFR in gebruik sprake van een daling aan onttrokken water aan het Noordhollandsch Kanaal.

Koelwaterlozing

Om te toetsen of het effect van de koelwaterlozing significant is, is gebruik gemaakt van de volgende formule, die wordt gebruikt als een eenvoudige toets van koelwaterlozingen:

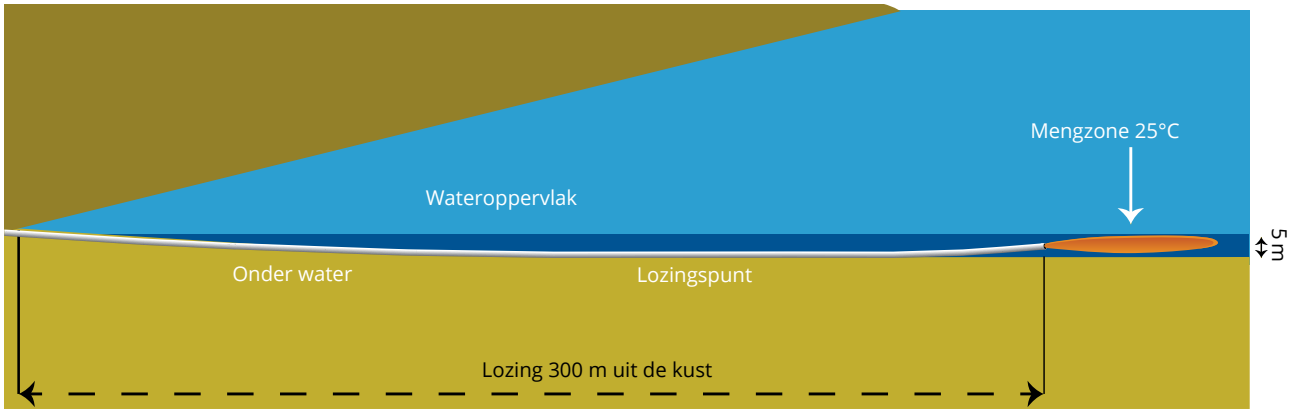
Formule 1:

$$\text{Mengzone } (T > 25°C) = Q_{lozing}/Q_{afvoer} \cdot (1 + T_{lozing} - ER)/(ER - T_{inname})$$

Waarbij:

- ER = 25°C (Ernstig Risiconiveau voor zout water);
- T = Temperatuur in Celsius;
- Q = Debiet in m³/s.

Tot de mengzone behoort dat deel van de koelwaterpluim met een temperatuur van 25 graden of meer. Daar waar de koelwaterpluim afgekoeld is tot onder de 25 graden (het ER-niveau) houdt de mengzone op.
De formule is niet een weergave van wat er daadwerkelijk in het oppervlaktewater plaatsvindt. Het is een overschatting van de omvang van de mengzone, waardoor de formule goed te gebruiken is als een sneltoets. Indien de met de formule berekende omvang van een mengzone voldoet aan het gestelde maximum van 25% (0,25 in de formule) betekent dit dat de



Figuur 14 Schematische weergave (vogelvluchtaanzicht) van koelwaterlozing in zee

19 Op basis van de digitale areaalkaart van Rijkswaterstaat (kaartlaag 'waterdienst potentieel areaal - Areaal Mafauna' op http://www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/mapviewer2i/).

warmtelozing voldoet aan de eis voor de mengzone.
Er hoeft dan voor een vergunningverlening in het kader van de Waterwet geen verder numeriek modelonderzoek te worden gedaan. Overigens kan numeriek modelonderzoek alsnog nodig blijken indien in de ecologische effectbepaling meer kwantitatieve informatie nodig blijkt over de koelwaterpluim. Dit lijkt echter niet het geval te zijn (zie paragraaf 13.4.1)
Aangezien op open zee de breedte van het watersysteem niet zo duidelijk gedefinieerd is als in een rivier, kanaal, haven of estuarium, is hier een aanname voor gedaan. In eerste instantie is uitgegaan van 10 m (gelijk aan twee keer de waterdiepte), zodat het afvoerdebiet (snelheid x breedte x diepte) gelijk wordt aan 79 m³/s. Invullen van de formule van de mengzone laat dan waarden zien van 0,022 tot 0,142 die ruim onder de kritische grens zitten van 0,25. Pas als voor de breedte een fictieve waarde van minder dan 6 m wordt aangehouden, wordt de kritische grens van 0,25 overschreden. Dat gebeurt ook als de zeewatertemperatuur boven de 24°C uitkomt. In combinatie met een conservatieve aanname voor de lozingstemperatuur van 47,5°C is er ruimte in de beoordeling om deze risico's op te vangen.
Het tweede aspect dat een rol speelt bij het beoordelen van een koelwaterlozing is het uitgangspunt dat de mengzone van de koelwaterpluim de bodem niet mag raken. Dit moet een uitgangspunt zijn bij het ontwerp en de optimalisatie van het koelwater outfall systeem (hoogte boven de bodem, grootte uitstroomopening, hoek van uitstroom, mogelijk toepassing van diffusors).

8.3.1.4 Bodemkwaliteit

Bouwfase
Gevallen van ernstige bodemverontreiniging, in relatie tot geplande ruimtelijke ingrepen, dienen gesaneerd te worden conform een formele melding volgens de Wet Bodembescherming (artikelen 28 en 39 (regulier saneringsplan), of artikel 39b Besluit uniforme saneringen(Bus)). Nieuwe gevallen van bodemverontreiniging vallen onder de zorgplicht, waardoor het verplicht is saneringsmaatregelen toe te passen om de verontreiniging (redelijkerwijs) zo volledig mogelijk te verwijderen. Het Besluit bodemkwaliteit, zoals uitgewerkt in de in de Nota bodembeheer regio Kop van Noord-Holland, zorgt ervoor dat de kwaliteit van toe te passen grond of baggerspecie moet voldoen aan de maximale waarden zoals aangegeven op de bodemfunctieklassenkaart. Tevens moet de kwaliteit van de ontvangende bodem worden onderzocht om vast te stellen of de kwaliteit van de toe te passen grond of baggerspecie van een betere of vergelijkbare kwaliteit is. De uiteindelijke toepassingseis is afhankelijk van de strengste eis van deze dubbele toets.[20]
Op basis van deze wettelijke en beleidsmatige kaders kan worden geconcludeerd dat de beoogde ontwikkelingen geen negatieve effecten op de bodemkwaliteit teweegbrengen. Integendeel: daar waar (eventueel) gesaneerd wordt is per definitie sprake van een verbetering van de bodemkwaliteit.

8.3.2 Effectbeoordeling

In de volgende paragrafen is per deelaspect de effectbeoordeling opgenomen.

8.3.2.1 Grondwater

Bouwfase
In de bouwfase is te zien dat enkel koelingsvarianten K1 en K2 een (zeer) negatief effect hebben op vegetatie, landbouw en mobiele verontreinigingen (zie uitleg in paragraaf 8.3.1.1). De bouwhoogtevarianten leiden niet tot negatieve effecten en worden neutraal (0) beoordeeld. (Tabel 25)

Overgangs- en exploitatiefase
Voor de exploitatiefase geldt dat enkel de bouwhoogtevarianten B1 en B2 leiden tot negatieve effecten op de vegetatie en grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen (zie paragraaf 8.3.1.1). De overige varianten leiden niet tot negatieve effecten en worden neutraal (0) beoordeeld. (Tabel 26, zie volgende bladzijde)

Tabel 25 Effectbeoordeling Grondwater, bouwfase[21]

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Vegetatie	0	0	0	- -	- -	0
Gebouwen	0	0	0	0	0	0
Duinen als onderdeel van de waterkering	0	0	0	0	0	0
Landbouw	0	0	0	-	-	0
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	0	0	0	0	0	0
Mobiele verontreinigingen	0	0	0	- -	- -	0

20 Voor grootschalige bodemtoepassingen kan eventueel gebruik worden gemaakt van een verbijzonderd toetsingskader, zoals uitgewerkt in de Nota bodembeheer regio Kop van Noord-Holland, Paragraaf 4.2 en bijlage 2.
21 Uitgangspunt is dat er geen bemaling toegepast wordt. Indien wel wordt bemalen scoren B1 en B2 beiden negatief op alle gebruiksfuncties. Vegetatie, Grondwateronttrekkingssystemen en mobiele verontreinigingen scoren zelfs zeer negatief. Zie ook bijlage 2.

Tabel 26 Effectbeoordeling Grondwater, overgangs- en exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangs- en exploitatiefase						
Vegetatie	0	0	0	0	0	0
Gebouwen	0	0	0	0	0	0
Duinen als onderdeel van de waterkering	0	0	0	0	0	0
Landbouw	0	0	0	0	0	0
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	-	-	0	0	0	0
Mobiele verontreinigingen	0	0	0	0	0	0

8.3.2.2 Waterkwaliteit

Bouwfase

In de bouwfase vinden geen koelwaterlozingen plaats en treden derhalve geen effecten op waterkwaliteit op door koelwaterlozingen.

Overgangs- en exploitatiefase

Hierboven zijn voor de chemische en biologische waterkwaliteit de effecten in de overgangsfase en de exploitatiefase beoordeeld (zie paragraaf 8.3.1.2).

Fysisch-chemische waterkwaliteit

De beoordeling per bouwhoogte- en koelingsvariant is weergegeven in Tabel 27. De lozing van stoffen via het koelwater is voor de koelingsvarianten K1 en K2 en stoffen als neutraal (0) beoordeeld. Uit de beoordeling met de emissie-immissietoets volgt dat de lozing van bromoform en chloroform in alle varianten voldoet, omdat de lozingsconcentraties lager zijn dan de norm. Voor de lozing van vrij beschikbaar chloor geldt dit niet, maar deze lozing is vanwege de in paragraaf 8.3.2.1 benoemde argumenten niet als negatief beoordeeld.

Biologische waterkwaliteit

Uit de beoordeling volgens het Toetsingskader waterkwaliteit volgt dat er als gevolg van de aanleg van de afvoerleiding en de lozingsconstructie (in de exploitatiefase) geen negatieve effecten op de kwaliteitselementen macrofauna en fytoplankton te verwachten zijn (0). De verschillende koelingsvarianten die bij beoordelingscriterium 1 zijn gedefinieerd zijn hierbij niet onderscheidend (Tabel 27).

8.3.2.3 Koelwateronttrekking en -lozing

Voor koelwater zijn alleen de overgangs- en exploitatiefase relevant, aangezien de PALLAS-reactor tijdens de bouwfase geen koelwater nodig heeft.

Overgangs- en exploitatiefase

Koelwateronttrekking

Tijdens de overgangsfase is er in koelingsvariant K1 sprake van koelwateronttrekking door zowel de HFR als de PALLAS-reactor vanuit het Noordhollandsch Kanaal. In de overgangsfase is hierdoor voor koelingsvariant K1 een toename in de hoeveelheid onttrokken koelwater. Er is sprake van een verdubbeling in koelwateronttrekking uit het Noordhollandsch Kanaal en dit is zeer negatief beoordeeld (- -).
In de exploitatiefase is er in koelingsvariant K1 sprake van een in potentiele toename van koelwateronttrekking. De maximale koelwateronttrekking voor de PALLAS-reactor is 3150 m³ per uur tegenover een maximum van 3125 m³ per uur van de HFR. Deze potentiele toename van wateronttrekking uit het Noordhollandsch Kanaal is minder dan 5% en wordt derhalve neutraal beoordeeld (0).
Koelingsvariant K2 is neutraal (0) beoordeeld in de overgangsfase en zeer positief (++) beoordeeld in exploitatiefase. Door verplaatsing van koelwateronttrekking van Noordhollandsch Kanaal naar Noordzee, neemt de koelwateronttrekking met meer dan 50% af (namelijk met 100%).
Koelingsvariant K3 is in de overgangsfase neutraal (0) beoordeeld en in de exploitatiefase zeer positief (++). Voor de luchtkoeling wordt er geen water onttrokken uit zee of het Noordhollandsch Kanaal. In de gebruiksfase is er sprake van

Tabel 27 Effectbeoordeling Waterkwaliteit

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangsfase						
Fysisch-chemische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Biologische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Exploitatiefase						
Fysisch-chemische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Biologische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.

Tabel 28 Effectbeoordeling Koelwateronttrekking en -lozing

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangsfase						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	- -	0	0
Koelwaterlozingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0
Exploitatiefase						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	++	++
Koelwaterlozingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0

een positief effect aangezien er geen onttrekking van water uit het Noordhollandsch Kanaal plaatsvindt, wat betekent dat de koelwateronttrekking met meer dan 50% afneemt (namelijk met 100%).
In bovenstaande tabel is deze beoordeling samengevat.

Koelwaterlozing
In alle koelingsvarianten blijft de mengzone beperkt tot minder dan 5%. Effecten worden derhalve als neutraal beoordeeld (0). De effectbeoordeling is in bovenstaande tabel weergegeven.

8.3.2.4 Bodemkwaliteit

Zoals gesteld is enkel de bouwfase relevant voor het deelaspect bodemkwaliteit.

Bouwfase
De effectbeoordeling is in de volgende tabel weergegeven.

Uit het overzicht van de deelgebieden en de daarin gelegen bodemlocaties kan het volgende worden geconcludeerd:

- In de deelgebieden: 'PALLAS-reactor' en 'Werkterrein, zijn geen gevallen van ernstige bodemverontreiniging bekend. Op basis van deze informatie zijn bij toekomstige ontwikkelingen geen saneringsmaatregelen noodzakelijk, zodat er geen effecten zijn op de (toekomstige) bodemkwaliteit (score: 0).
- In het deelgebied: 'Zoekgebied leidingen' zijn op het NRG-terrein twee gevallen van ernstige bodemverontreiniging bekend. Omdat het op dit moment niet bekend is of deze ernstige bodemverontreinigingen 'geraakt' gaan worden door een beoogde nieuwe leiding, wordt er vooralsnog van uitgegaan dat ook binnen het 'Zoekgebied leidingen' geen saneringsmaatregelen noodzakelijk zijn als gevolg van de beoogde ontwikkelingen. Ook in dit deelgebied zijn er daardoor geen effecten op de (toekomstige) bodemkwaliteit (score: 0).

Tabel 29 Effectbeoordeling bodemkwaliteit

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0

8.4 Mitigerende maatregelen

In de volgende paragrafen wordt per deelaspect beschreven of er mitigerende maatregelen nodig zijn en aan welke maatregelen gedacht kan worden.

Grondwater
De (geringe) effecten vanwege opstuwing en verlaging van de freatische grondwaterstand kan worden gemitigeerd door aan de westzijde van het nucleaire eiland een drain aan te leggen en het water aan de oostzijde weer te infiltreren via een infiltratiedrain.
De sleufbemaling voor de in- en uitlaat naar de Noordzee heeft in het duingebied een groot effect op de freatische grondwaterstanden. De exacte effecten zullen moeten worden bepaald wanneer het bemalingsadvies- en -plan worden opgesteld en de route, diepte, duur en aanlegtechniek bekend zijn (vergunningfase). De effecten op de freatische grondwaterstand kan waarschijnlijk grotendeels of geheel worden voorkomen door de sleuf binnen damwanden te ontgraven. De damwanden moeten dan tot in de slecht-doorlatende Holocene afzettingen onder het duinzand reiken. Ook de effecten van de bemaling van een sleuf voor een koelwaterleiding tussen het Noordhollandsch Kanaal en het pomphuis kunnen pas exact worden bepaald wanneer het leidingtracé is vastgesteld en wanneer de uitvoeringsperiode bekend is. Ook voor deze eventuele bemaling zullen de effecten in het bemalingsadvies- en -plan moeten worden beschreven.

Waterkwaliteit
Voor koeling van de PALLAS-reactor met kanaal- of zeewater zijn vanuit waterkwaliteit geen negatieve effecten te verwachten. Derhalve zijn geen mitigerende maatregelen nodig.

Koelwateronttrekking en -lozing
In de overgangsfase is er in koelingsvariant K1 mogelijk een

additionele wateronttrekking vanuit het Noordhollandsch Kanaal van maximaal 3150 m³/uur. De additionele onttrekking kan in de praktijk lager uitvallen doordat de maximum onttrekking niet altijd plaatsvindt. De mogelijkheden om de absolute onttrekking van de HFR en de PALLAS-reactor in te beperken, is in het besluit-MER nader te beschouwen.
De HFR heeft een prioritaire status. In de verdringingsreeks krijgt de PALLAS-reactor prioriteit direct na de drinkwatervoorziening en peilhandhaving van de polder (ten behoeve van voorkoming van zetting en verzilting) (Draaiboek Waterverdeling en Droogte 2016). In de overgangsfase zal de vraag naar koelwater groter zijn dan de huidige reservering[22] omdat er momenten zullen zijn waarop zowel PALLAS als de HFR een gelijktijdige koelbehoefte zullen hebben.
In geval van droogte is het mogelijk om PALLAS en ook de HFR af te schakelen. In een tijdsbestek van enkele seconden kan het koelvermogen naar 10% van het maximum gereduceerd worden, waarna het koelvermogen langzaam verder afgeschaald kan worden indien nodig. Met het afschakelen van PALLAS en de HFR is in gevallen van droogte ook tijdens de overgangsfase geborgd dat er voldoende koelwater is vanuit het Noordhollandsch Kanaal. Dit afschakelen heeft echter wel consequenties voor de isotopenproductie en een negatieve financiële impact.
Aangezien er geen negatieve effecten zijn te verwachten voor het lozen van koelwater, zijn mitigerende maatregelen niet van toepassing. Wel kan in het ontwerp van het koelwater uitlaatsysteem op diverse manieren geborgd worden dat de mengzone de bodem niet raakt. Bijvoorbeeld door:

- lozingspunten hoger boven de zeebodem te plaatsen;
- grootte uitstroomopeningen te variëren;
- hoek van uitstroom te variëren;
- Toepassing van diffusors.

Bodemkwaliteit
Aangezien er geen negatieve effecten zijn te verwachten, zijn mitigerende maatregelen niet van toepassing. Eventuele bodemverontreinigingen dienen gesaneerd te worden. Saneringen dragen positief bij aan de bodemkwaliteit. Saneringen kunnen nog niet uitgesloten worden aangezien het koelwatertracé nog niet vastligt en er geen dekkend beeld is van het de bodemkwaliteit in het zoekgebied.

8.5 Leemten in kennis

Grondwater
Zonder bemaling van de reactorlocatie wordt ter plaatse van de gebouwen op de OLP geen effect verwacht. Ter controle wordt echter aanbevolen om een peilbuis te plaatsen en op enkele gebouwen hoogtebouten te plaatsen om eventuele effecten waar te kunnen nemen.
Het zoutgehalte is de meest belangrijke parameter voor de kwaliteit van het grondwater. Het zoutgehalte is van invloed op het fysische gedrag van het grondwater (dichtheidsstroming) en is van belang voor de ecologie en de landbouw. Directe meetgegevens van de huidige zoutverdeling zijn echter beperkt beschikbaar en daarmee een leemte in kennis.
Voor adresseren van deze leemte wordt aanvullend onderzoek niet noodzakelijk geacht. Voor het modelleren van het grondwater zijn alle beschikbare gegevens gebruikt. Het aanbrengen van diepe peilbuizen in het duingebied teneinde meer directe meetgegevens te verzamelen brengt, mogelijk schade toe aan de duinen. Dit moet worden afgewogen tegen de meerwaarde van monitoring.
De effecten van een eventuele leidingsleuf door de duinen en door het landbouwgebied tussen het Noordhollandsch Kanaal en het pompgebouw kunnen pas exact worden bepaald wanneer deze eventuele tracés, aanlegdieptes en periode van uitvoering bekend zijn. In het kader van het hiervoor benodigde bemalingsadvies en -plan zal dan de zout-zout verdeling van het grondwater in het te bemaling tracé moeten worden bepaald, evenals het zoutgehalte van nabije oppervlaktewateren zoals sloten in het landbouwgebied.

Waterkwaliteit
Het ontwerp voor het nieuw te realiseren lozingspunt voor de PALLAS-reactor is nog niet in detail uitgewerkt. Daarom is bij de toetsing van het effect van de lozing een deel van de benodigde gegevens geschat, in de meeste gevallen op basis van de HFR. De uiteindelijk te realiseren situatie kan daarom licht afwijken van de getoetste situaties. Omdat bij de toetsing een worst-case benadering als uitgangspunt is gehanteerd, zal dit niet tot een ander toetsresultaat (met een negatieve beoordeling) leiden.

Koelwateronttrekking en -lozing
De additionele onttrekking van water uit het Noordhollandsch Kanaal gedurende de overgangsfase in koelingsvariant K1 komt neer op 15% van de gemiddelde dag-afvoer[23] in het Noordhollandsch Kanaal ter plaatse van de toekomstige reactor. De extra onttrekking is tijdelijk van aard en enkel van toepassing in de overgangsfase. In de exploitatiefase wordt er in potentie juist minder water onttrokken.
Door Hoogheemraadschap Noord-Hollands Noorderkwartier, ANVS en Veiligheidsregio NHN is aandacht gevraagd voor klimaatontwikkeling, die effect heeft op de zoetwatervoorziening in de toekomst. Momenteel staat de zoetwatervoorziening van de HFR op plaats 3, ná de drinkwatervoorziening en peilhandhaving. Het scenario van een eventuele afnemende zoetwaterbuffer in relatie tot de PALLAS-onttrekking in de toekomst is niet expliciet beschouwd in dit plan-MER, maar verdient wel aandacht in het besluit-MER. Hierover dient ook met het hoogheemraadschap overlegd te worden, alvorens tot een verdere keuze te komen voor de vorm van koeling.
De berekende mengzone van de koelwaterlozing blijft onder de kritische grens, waardoor geen modelstudie nodig is in het kader van de Waterwet. In verband met mogelijke effecten op het bodemleven mag de mengzone de zeebodem niet raken. Momenteel is dit uittredepunt nog niet uitgewerkt in het

22 Voor de HFR is 0,9 m³ / seconde gereserveerd (3240 m³ / uur).
23 Gebaseerd op daggemiddelden van 2015.

ontwerp. T.b.v. het besluit-MER en de vergunningen zal het lozingspunt t.z.t. nader gedetailleerd worden.

Bodemkwaliteit
De bodemkwaliteit van de deelgebieden is beoordeeld op eerder uitgevoerde bodemonderzoeken. Aanleiding voor deze onderzoeken waren niet de beoogde ontwikkelingen, waardoor er geen 'dekkend' inzicht is in de bodemkwaliteit. Mogelijk is dus sprake van een onderschatting van het aantal locaties met bodemverontreiniging.
Aan het 'Zoekgebied leidingen' is nog geen concrete invulling gegeven van de beoogde leidingtracés. Hierdoor is het niet duidelijk of de twee ernstige gevallen van bodemverontreiniging 'geraakt' gaan worden door de toekomstige ontwikkelingen.
Aangezien het (saneren van) bodemverontreinigingen als 'positief' wordt beoordeeld, leidt een mogelijke onderschatting van het aantal aanwezige locaties met bodemverontreiniging tot een worst-case effectbeoordeling. De leemte in kennis heeft daardoor geen nadelige gevolgen ten opzichte van de effectscore en is dus niet relevant voor de besluitvorming.

9 Waterveiligheid

De volgende beschrijving van het aspect Waterveiligheid is gebaseerd op het achtergrondrapport Waterveiligheid (zie Bijlage F4).



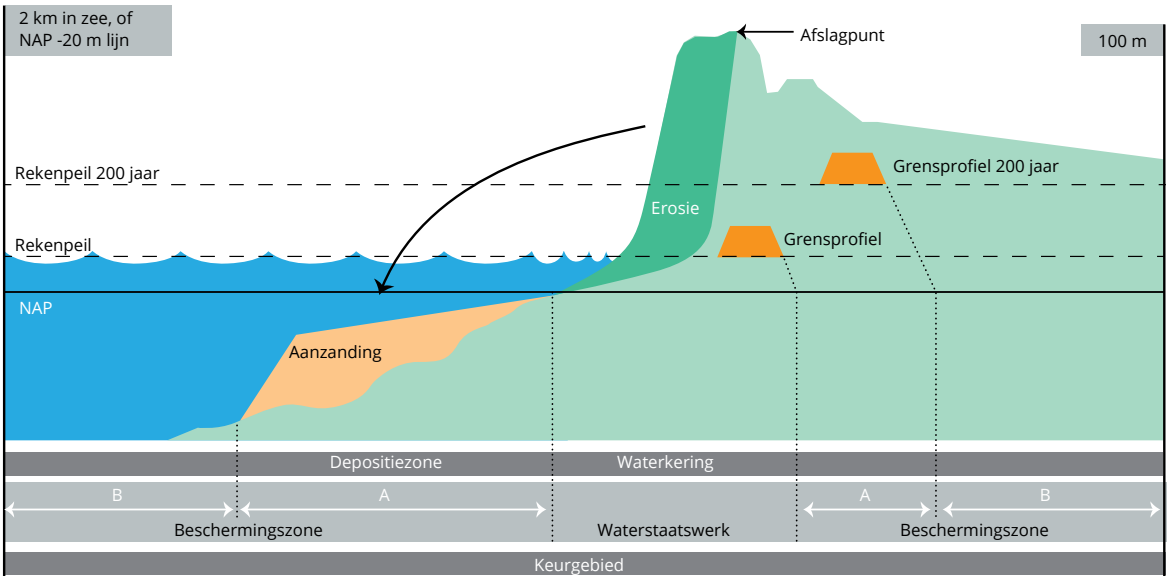
9.1 Beoordelingskader

9.1.1 Beleidskader

In Tabel 30 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Waterveiligheid opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Waterveiligheid.

Tabel 30 Beleid, wet- en regelgeving Waterveiligheid

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Wettelijk Beoordelings-instrumentarium (WBI), Rijksoverheid	Het gaat hier om een zandige waterkering. De toetsingsmethode van het Technisch Rapport DuinAfslag (TRDA) van 2006 wordt gehanteerd, de TRDA2006 [10]. De te hanteren hydraulische belasting (waterstanden en golfaanval) zijn vastgelegd in de HR2006 [11]. Het gaat om de rekenwaarden die resulteren in een mate van duinafslag die met een kans van 1/100.000 per jaar wordt overschreden, en dat bij rekenpeil NAP +5,1 m. De voorziene locatie van de PALLAS-reactor bevindt zich landwaarts op ruim 500 m uit de duinvoet. In dat geval zal de ingreep per definitie niet in de vigerende afslagzone (volgend uit de HR2006-condities) plaatsvinden. Dus is er geen direct effect hebben op de huidige duinveiligheid. Mogelijk is er wel een effect op de langere termijn. Er moet om deze reden specifiek aandacht worden gegeven aan de lange termijn situatie (200 jaar) en de hierbij behorende zwaardere omstandigheden.
Hydraulische Randvoorwaarden (HR) 2006, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2006	De HR2006 worden gebruikt voor het bepalen van de ligging van de achterzijde van het Waterstaatswerk. Deze zone is van belang in de bouwfase. Hier zijn immers de vigerende toets-omstandigheden van belang. Landwaarts van het waterstaatswerk bevindt zich de beschermingszone. Deze bestaat uit twee delen: • Deel A van deze zone verwijst naar de extra breedte van de waterkering die nodig is om ook op langere termijn een voldoende veilige waterkering te hebben. Hiervoor dienen de 200 jaar omstandigheden te worden gehanteerd. • Deel B is als reservering nodig voor het nog binnen de fysieke waterkering landwaarts kunnen laten verschuiven van het afslagpunt. Voor de breedte van deel B wordt bij HHNK een vaste maat van 100 m gebruikt. Deze strook is nodig om te voorkomen dat deel A qua stabiliteit niet meer kan functioneren bijvoorbeeld door het opleggen van restricties ten aanzien van de toelaatbaarheid van grote ontgravingen in deel B. Werken die plaatsvinden in de beschermingszone B zonder afgravingen of seismisch onderzoek, explosiegevaarlijk materiaal of een druk hoger dan 10 bar worden als niet risicovol beschouwd. De uitvoering van deze werken kan zonder vergunning of melding plaatsvinden en zijn in tegenstelling tot werken in beschermingszone A vrijgesteld van de vergunningplicht [12]. De beschermingszone is van belang in de exploitatiefase.
Legger en keur, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK).	De Legger voor het kustdeel bij Petten is nog niet vastgesteld. Wel zijn bij HHNK inmiddels de hiertoe benodigde berekeningen uitgevoerd. Er ligt dus in de basis een zonering voor het kustdeel waarin de PALLAS-reactor is voorzien. Het HHNK zorgt als bevoegd gezag voor een goede staat van de waterkeringen zodat men in het achterliggende lagergelegen gebied veilig kan leven [13]. Om die veiligheid in stand te kunnen houden, zijn er eisen aan het gebruik van de waterkering en aan de ruimte er omheen opgesteld. Deze eisen zijn vastgelegd in de Keur. in de Legger worden de dimensies van de juridische en technische waterkering vastgelegd. De begrenzingen van de binnen het keurgebied aanwezige zones zijn schematisch weergegeven in Figuur 15. Landwaarts van het waterstaatswerk bevindt zich de beschermingszone (Figuur 15). Deel A van deze zone verwijst naar de extra breedte van de waterkering die nodig is om ook op langere termijn een voldoende veilige waterkering te hebben. Deze zone is van belang in de exploitatiefase.



Figuur 15 Schematische weergave keurgebied met Waterstaatswerk en de verschillende beschermingszones waaronder de in deel A en B opgesplitste Binnenbeschermingszone aan de landzijde van de waterkering

9.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Tabel 31 geeft het beoordelingskader weer voor het aspect Waterveiligheid. De volgende ingrepen worden beoordeeld ten aanzien van waterveiligheid: bouwwerk, leidingkruisingen en toegangsweg.

Studiegebied

Het studiegebied strekt zich uit tot de waterkering, de zeewaartse en landwaartse beschermingszone en de waterkering van het Noordhollandsch Kanaal, zie Figuur 16.

Beoordelingskader

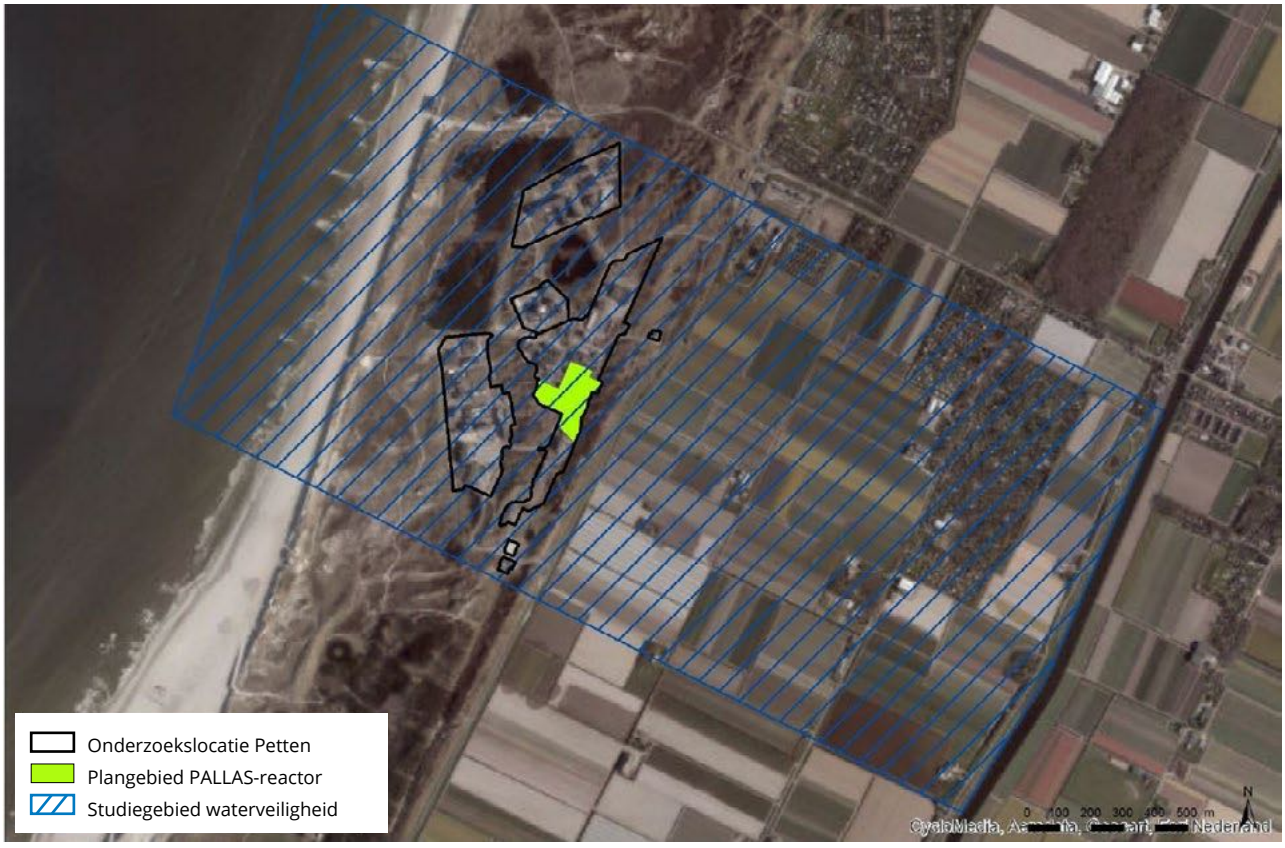
De definitie van de Leggerbegrenzingen vormen het uitgangspunt voor de verdere beoordeling van de ingrepen. Uit de aard van de ingreep en de van de locatie afhankelijke waterkering technische eisen volgt automatisch een oordeel over het effect van de ingreep op de veiligheid van de waterkering.

Relevante fasen

Voor het aspect Waterveiligheid zijn de effecten tijdens de bouwfase en in de exploitatiefase beschreven. De overgangsfase is niet separaat beoordeeld omdat de activiteiten in deze fase, de fase waarin de HFR en de PALLAS-reactor beiden in bedrijf zijn, niet tot andere effecten leiden dan in de exploitatiefase.

Beoordelingsschaal plan-MER

De vertaling van het resultaat van de veiligheidsbeschouwing naar het plan-MER is gebaseerd op de in Tabel 31 beschreven toelichting.
In hoeverre er sprake is van een bepaald effect, hangt sterk samen met de mate waarin de ingreep plaatsvindt in het actieve deel van de waterkering. De definitie van de positie van de verschillende zones (Figuur 15) en de te beschouwen tijdshorizon is daarmee dus extra van belang. Deze te hanteren tijdshorizon is direct gekoppeld aan de relevante fasen (bouwfase of exploitatiefase).



Figuur 16 Studiegebied Waterveiligheid

Tabel 31 Beoordelingskader Waterveiligheid

Beoordelingscriteria	Beschrijving
Bouwwerk	De ingreep voor aanleg van het bouwwerk wordt beoordeeld ten aanzien van de toe- en afname van waterveiligheid.
Leidingkruisingen	Kruisingen met zowel de primaire kering als de regionale keringen worden beoordeeld, tijdens zowel de bouwfase als de exploitatiefase.
Toegangsweg	De ingreep Toegangsweg omvat de aanleg van een tijdelijke toegangsweg door de binnenste (secundaire) duinregel.

Tabel 32 Scoretoekenning beoordeling Waterkering technische impact

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	De veiligheid van de waterkering neemt door de ingreep significant toe (c.q. de kans op falen van de waterkering neemt fors af). In termen van veiligheid beiden ten minste een factor 10.
+	Positief effect	De veiligheid van de waterkering neemt (in principe) beperkt toe omdat er effectief meer zand in het relevante deel van het dwarsprofiel wordt aangebracht.
0	Geen effecten	De ingreep bevindt zich duidelijk landwaarts van de afslagzone en heeft daarmee geen fysiek effect op de veiligheid van de waterkering.
-	Negatief effect	De ingreep heeft een negatief effect op de waterkering, maar er is voldoende restveiligheid over voordat dit een echt probleem wordt. In termen van veiligheid is de veiligheid nog steeds een factor 10 groter dan de wettelijke norm.
- -	Zeer negatief effect	De ingreep heeft een zeer negatief en niet te mitigeren effect op de veiligheid van de waterkering. De veiligheid van het dwarsprofiel komt onder de wettelijke norm.

9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

9.2.1 Huidige situatie

De zeewaarts van de OLP gelegen duinregels zijn lokaal relatief zwak. Eind vorige eeuw zijn om deze reden de duinregels plaatselijk aan de binnenzijde versterkt. De wijziging, in de voor de beoordeling van de veiligheid te hanteren hydraulische condities, leidde er in 2003 toe dat (als gevolg van een verzwaring van deze condities) enkele van deze raaien wederom als (te) zwak werden aangemerkt. Omdat toen een veel groter deel van de kust als zwakke schakel werd gezien, is ingezet op een grootschalige versterking van de Noord-Hollandse kust.
Voor het hier te beschouwen kustdeel is vooral de in 2015 afgeronde zandige versterking van de Hondsbossche en Petten van belang. Door deze uitbouw zal er ook geleidelijk sprake zijn van een toename van de hoeveelheid zand in de voor de OLP gelegen duinen. Dit komt de veiligheid van de waterkering op dit kustdeel per definitie ten goede en het lokaal versterken van smalle duinregels is in dit gebied is dan ook niet meer nodig.
In Figuur 17 is een beeld gegeven van de situatie voor en na uitvoering van genoemde zandige versterking. Te zien is dat er bij Petten een forse zeewaartse verplaatsing van de waterlijn heeft plaatsgevonden. Er mag verwacht worden dat deze uitbouw geleidelijk enig zand zal verliezen dat ten goede komt aan het direct ten noorden hiervan gelegen kusttraject.



Figuur 17 Overzicht duintraject met het voor PALLAS beoogde terrein (in gele cirkel) situatie voor (linker afbeelding) en na de in 2015 afgeronde kustversterking (rechter afbeelding)

9.2.2 Autonome ontwikkelingen

Kustlijn schuift verder zeewaarts

Bij de voorliggende beschouwing is uitgegaan van de situatie zoals deze nu is met een pessimistische uitkijk naar de situatie voor 200 jaar. Het startpunt vormt een inschatting van de nu minimaal geachte ligging van de kustlijn op dit traject. Er mag verwacht worden dat, in het voor de uitwerkingen te hanteren peiljaar 2026, er sprake zal zijn van een verder zeewaarts gelegen kustlijn. Dit leidt, bij herhaling van de 200-jaar-uitwerkingen, per definitie tot een meer zeewaartse ligging van de in het kader van de Legger vastgestelde posities (zie begrenzingen in Figuur 15).

Herziening BasisKustLijn (BKL)

Omdat er nog geen herziening van de thans vigerende BasisKustLijn (BKL) is voorzien, is het ook niet mogelijk om hier berekeningen voor uit te voeren. De op de huidige kustlijnligging gebaseerde duinafslagberekeningen zullen om deze reden als basis voor de beoordeling moeten worden gebruikt. Het is wel duidelijk dat de uitwerkingen voor de 2026-situatie per definitie gunstiger zullen uitpakken. Dit betekent dat bijvoorbeeld negatieve effecten gunstiger kunnen zijn of dat positieve effecten nog positiever kunnen worden beoordeeld.

9.3 Milieueffecten

9.3.1 Effectbeschrijving

Naast de voorziene locatie van de nieuwe reactor zijn in bovenstaand overzichtsfiguur door middel van de rode lijnen de posities van de verschillende JarKus-raaien[24] aangegeven. Km raai 1880 (gelegen op 18,8 km van het nulpunt bij Den Helder) heeft betrekking op het dwarsprofiel dat de locatie van de nieuw te realiseren reactor nagenoeg kruist. Ook is in de figuur de ligging van de RSP-lijn[25] gegeven (rechte lijn kust langs op het strand). Deze vormt het nulpunt voor elke JarKus-raai.

De aangegeven locaties in Figuur 18A betreffen de afslagpunten na 200 jaar. De punten op deze raaien verwijzen naar de positie van het afslagpunt. De groen gemarkeerde punten betreffen het berekende afslagpunt op basis van het in 2015 gemeten dwarsprofiel. De geel gemarkeerde punten hebben betrekking op het afslagpunt dat hoort bij de voor de Legger gehanteerde maatgevende profielvorm. De meest recente afslagpunten (2015) liggen zeewaarts van dit maatgevende afslagpunt. In de figuur zijn ook de verschillende keurzones herkenbaar:

- het waterstaatswerk die in km raai 1880 tot de op ongeveer 450 m van de RSP-lijn gelegen begrenzing van de OLP loopt;
- de binnenbeschermingszone A die aan de zeezijde aansluit op het waterstaatswerk en aan de landzijde in de achterkant van het op de OLP gelegen duinmassief is gelegen;
- de binnenbeschermingszone B die aan de zeezijde aansluit op het binnenbeschermingszone A en aan de landzijde de voorziene locatie van de PALLAS-reactor snijdt.

In Tabel 33 zijn de voor het maatgevende profiel afgeleide begrenzingen samengebracht. Voor de beoordeling van de effecten op de waterveiligheid is de achterzijde van het waterstaatswerk van belang voor de bouwfase. De beschermingszone is van belang voor de exploitatiefase.

9.3.2 Effectbeoordeling

Op basis van de effectbeschrijving in de vorige paragraaf kan een beeld worden gegeven van de effecten van de ingreep op de veiligheid van de waterkering. De beoordeling van de drie waterkering technische aandachtspunten is gebaseerd op het in Figuur 18A beschreven resultaat.

Tabel 34 (na volgende pagina) presenteert de vastgestelde effectscores per ingreep. Na de tabel wordt per ingreep ingegaan op de effectscore.

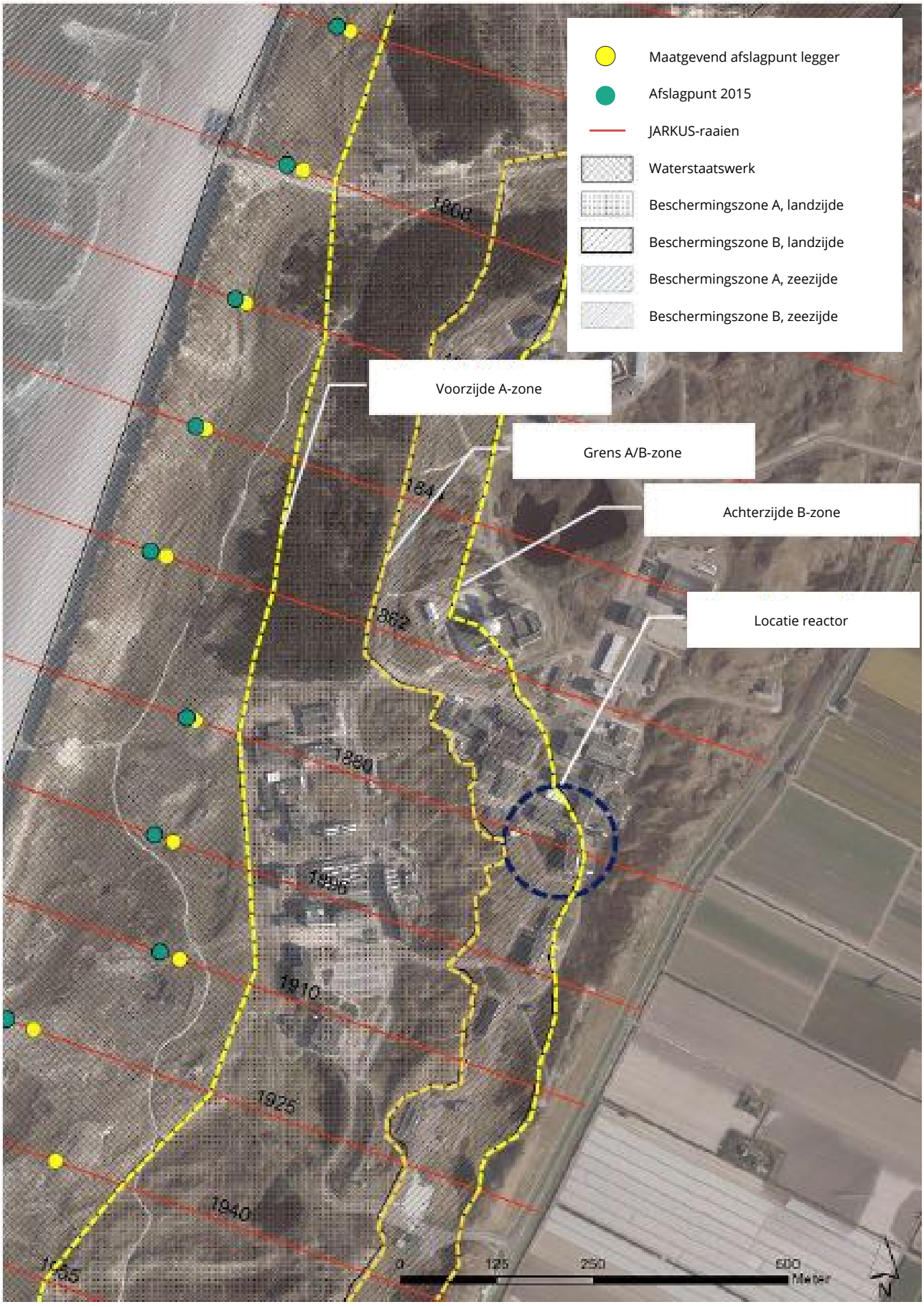
Bouwfase

In de bouwfase ligt de ingreep op grote afstand uit het waterstaatswerk en zijn er sowieso geen waterkering technische implicaties.

Tabel 33 Overzicht detailresultaten leggerzonering km raai 18.80 en relevantie [14]

Beschouwde situatie	Positie	Relevantie
Waterstaatswerk, landzijde (= beschermingszone A, zeezijde)	RSP-433 m (op NAP-niveau)	Huidige condities; Bouwfase
Beschermingszone A, landzijde (= beschermingszone B, zeezijde)	RSP-679 m (op NAP-niveau)	Leggercondities; Exploitatiefase
Beschermingszone B, landzijde	RSP-779 m (op NAP-niveau)	Leggercondities; Exploitatiefase

24 JarKus staat voor Jaarlijkse Kustmeting.
25 Hoofdraai (ook wel Rijksstrandpalenlijn, afgekort RSP genoemd) voor de jaarlijkse kustmetingen is een rechte lijn met knikpunten, die in het terrein buitendijks is uitgezet naar analogie van de vorm van de kustlijn.



Figuur 18A Totaaloverzicht ligging OLP in primaire kering (duingebied) inclusief geplande locatie geplande reactor en positie waterstaatswerk conform concept-Legger (versie 16 juni 2016) [15]

Tabel 34 Overzicht in het kader van de waterveiligheid te beschouwen ingrepen en de effectscore

Ingreep	Effectscore	Opmerkingen
Bouwwerk	0	Per definitie is er conform het ontwerpkader voor de bouwhoogtevarianten B2 en B3 vergroting van het zandvolume in de binnenbeschermingszone, hetgeen leidt tot iets extra veiligheid. Voor bouwhoogtevariant B1 geldt een nagenoeg sluitende zandbalans en is het effect neutraal. Deze overwegingen zijn van toepassing op de exploitatiefase. Tijdens de bouwfase ligt de ingreep op grote afstand van het waterstaatswerk en is voor alle bouwhoogtevarianten de impact per definitie neutraal.
Leidingkruisingen	0	Mits conform de NEN3651-richtlijnen[26] aangelegd, is er geen (negatief) effect op de waterveiligheid. Er is ook geen sprake van een verbetering of verslechtering. Dit geldt zowel voor de kruisingen met de primaire kering als de regionale keringen.
Toegangsweg	0	De ingreep zit buiten keurzone van de primaire kering en is bovendien van tijdelijke aard.

Tabel 35 Effectbeoordeling Koelwateronttrekking en -lozing

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Bouwwerk	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	0
Leidingkruisingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Toegangsweg	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Waterveiligheid	0	0	0	0	0	n.v.t.

Tabel 36 Effectbeoordeling Waterveiligheid, overgangs- en exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangs- en exploitatiefase						
Bouwwerk	0	+	+	n.v.t.	n.v.t.	0
Leidingkruisingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Toegangsweg	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal Waterveiligheid	0	+	+	0	0	0

De resultaten uit Tabel 34 zijn samengevoegd in een totaalscore voor Waterveiligheid voor de bouwfase in Tabel 35. Geconcludeerd kan worden dat de constructie en de aanleg van de koelwaterleidingen in de bouwfase een neutraal effect heeft op de waterveiligheid.

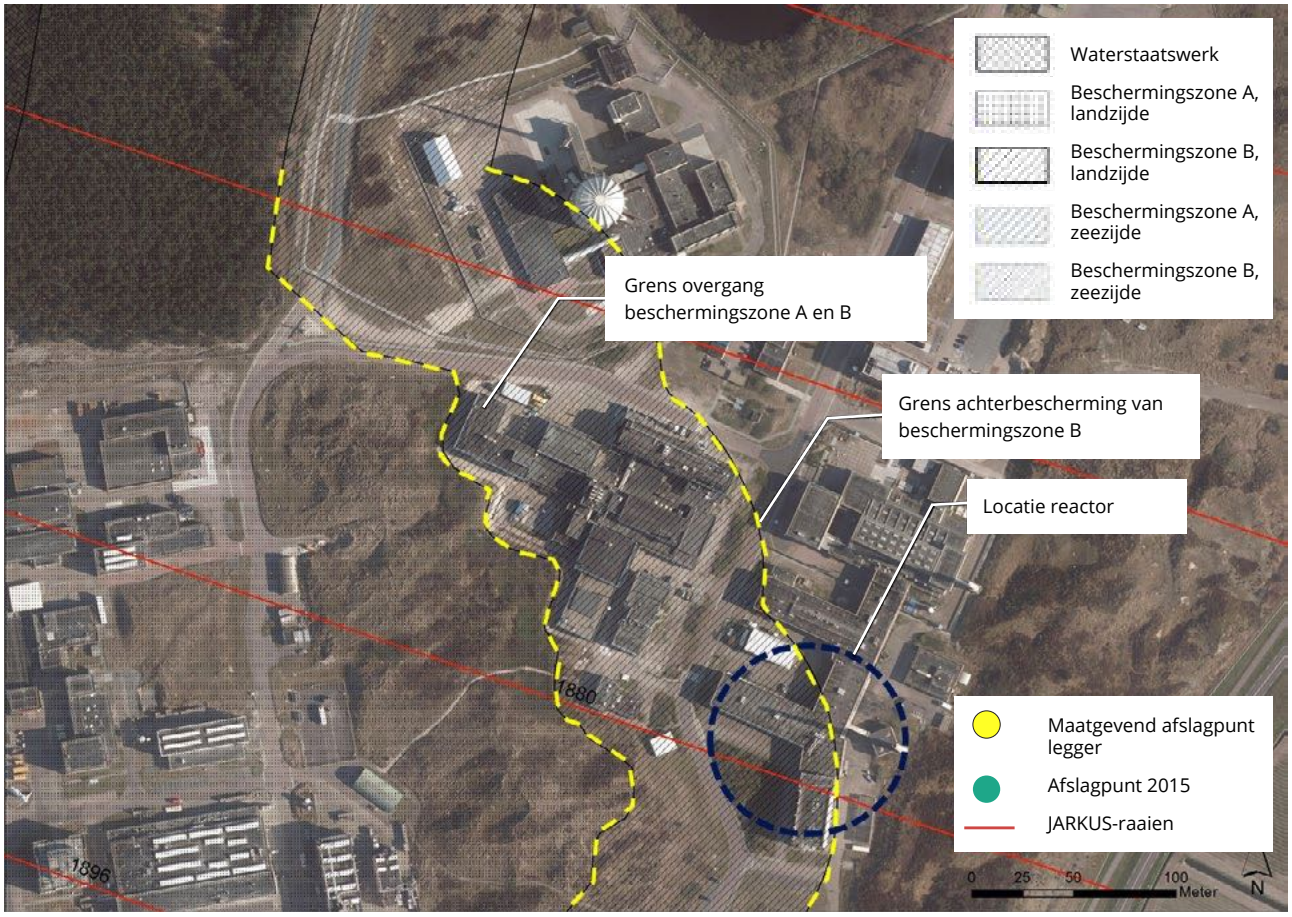
Overgangs- en exploitatiefase

Tabel 36 geeft de effectbeoordeling voor de overgangs- en exploitatiefase. In de exploitatiefase treedt er mogelijk een positief effect op door een positieve zandbalans voor de bouwhoogtevarianten B2 en B3.

Effect bouwwerk en grondverzet

In Figuur 18B is een detail gegeven van de ligging van de PALLAS-reactor ten opzichte van de aldus vastgestelde ligging van de keurzones. In de figuur is ook de positie van de grens tussen de beschermingszones A en B in het relevante gebied expliciet gevisualiseerd.
De voorziene locatie van de PALLAS-reactor is gelegen in de binnenbeschermingszone B. Dit is de zone waarvoor de minst strenge richtlijnen gelden. Doel van de achterliggende richtlijnen is het voorkomen van aantasting van het A-deel. De grens van het A-deel valt samen met de binnenrand van het op de OLP gelegen duinmassief dat lokaal reikt tot ver boven het NAP +10 m niveau. Dit laatste is goed te zien in Figuur 19.
De in deze zone voorziene ingreep bestaat uit een combinatie van het deels ingraven van het nucleaire eiland (in twee van de drie beschouwde bouwhoogtevarianten) in combinatie met een ophoging van het omliggende terrein. De eerdere uitwerkingen laten zien dat er hierbij conform het ontwerpkader sprake is van een netto toevoeging van materiaal voor de bouwhoogtevarianten B2 en B3. Dit komt in principe de veiligheid van de waterkering ten goede. Voor bouwhoogtevariant B1 bedraagt de netto ontgraving 4.936 m³. Omdat deze is gelegen in de meest landwaarts gelegen beschermingszone B heeft deze geen (negatief) effect op de waterveiligheid.
De lokale ontgraving bevindt zich immers achter in een deel van het terrein dat juist wordt opgehoogd en heeft zo geen negatieve invloed op de landwaartse grens van de beschermingszone A en daardoor ook niet op de waterveiligheid van de primaire kering. De effecten van de ingreep kunnen dus voor de bouwhoogtevarianten B2 en B3 als positief worden

26 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.



Figuur 18 Detail positie PALLAS-reactor ten opzichte van de leggerzonering waarbij te zien is dat de constructie is gelegen in de binnenbeschermingszone B (landzijde) op grote afstand van het waterstaatswerk

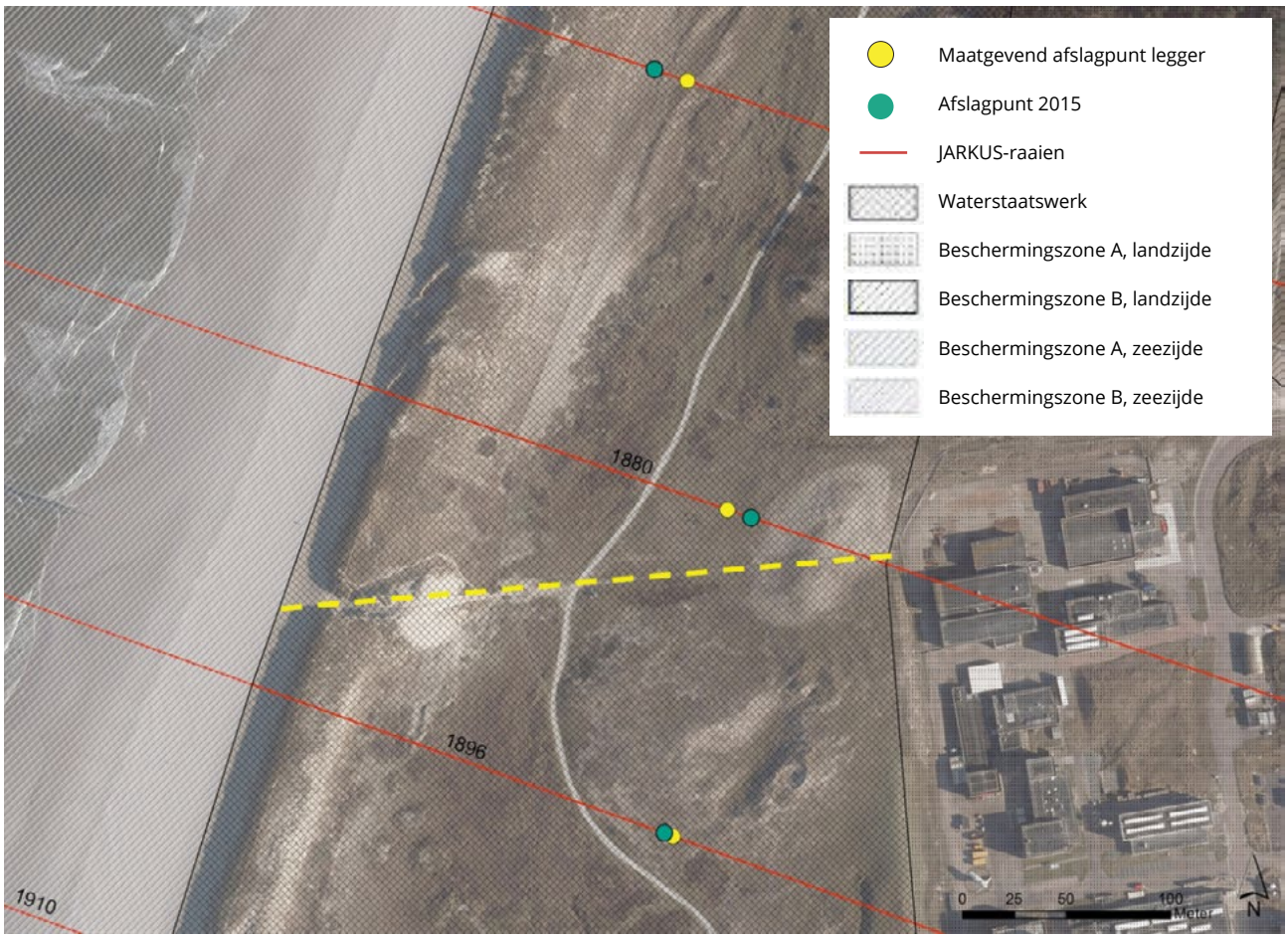


Figuur 19 Detail positie PALLAS-reactor in combinatie met keurbegrenzingen en AHN-gegevens

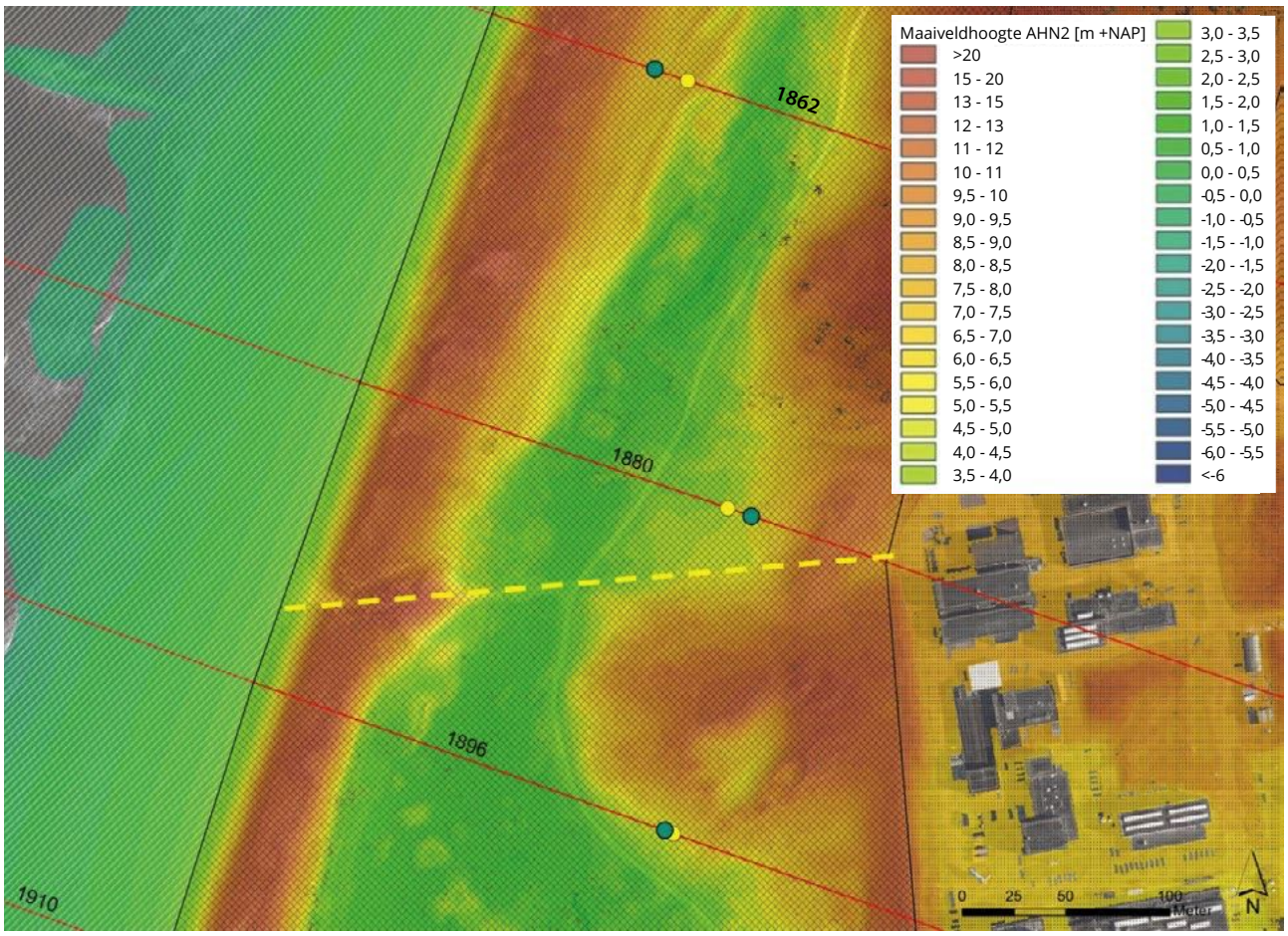
beoordeeld. Dit is in lijn met de in Tabel 32 gepresenteerde scores en leidt tot een neutraal (score: 0) tot positief effect (score: +) (zie ook samenvattende Tabel 34). Ook in het geval er wordt gekozen voor een minder omvangrijke ophoging is er geen effect op de veiligheid. In dat geval geldt voor de score-toekenning een neutrale beoordeling (zie Tabel 34). In de nabije toekomst zal dit effect als gevolg van de doorwerking van de recent bij de Hondsbossche en Pettemer zeewering uitgevoerde kustversterking vrijwel zeker gunstiger uitpakken omdat dan ook de posities van de grenzen van de bescher-mingszone in principe in zeewaartse richting kunnen worden verlegd.

Kruising pijpleiding met primaire kering

In Figuur 20 is de locatie van de voorziene kruising van de koel-waterleiding met de zeereep in detail weergegeven. Duidelijk is dat deze kruising zich in het waterstaatswerk bevindt. De te kruisen duinen zijn aan de strandzijde het hoogst en reiken tot NAP +12 m. Dit is ook te zien op de hoogtekaart (Figuur 21).
Voor de beoordeling van buisleidingsystemen zijn de richtlij-nen in de NEN3650-serie van toepassing: de NEN3651 [15].
Het kruisen van de duinregel is op basis van deze norm geen probleem mits de leiding beperkt is ingegraven en daarbij het duinprofiel volgt. Het maximale niveau waarop de buitenste duinregel wordt gepasseerd, ligt daarbij over enkele ruim boven de (ook op langere termijn) maximaal te verwachten waterstanden.
Het niveau van het duingebied ter plaatse van de kruising is goed te zien in Figuur 21 waarin deze is weergegeven in een AHN2-hoogtekaart. In aanvulling hierop zijn in Figuur 22 de twee hier aanwezige JarKus-profielen gepresenteerd. Te zien is dat de voorste duinregel hier reikt tot ongeveer NAP +13 m. Dit is ruim boven het niveau van de ook op termijn maximaal in rekening te brengen stormvloedpeil (RP-exploitatiefase NAP +7,2 m). Ter plaatse van de huidige kruising ligt het kruin-niveau weliswaar iets lager (zie hoogtekaart), maar is er nog voldoende marge aanwezig.
Feitelijk kan voor de ingraving dezelfde aanpak worden gevolgd als ook is toegepast voor de aanleg van de reeds aanwezige koelwaterleiding. Deze is ook beperkt ingegraven in het duinprofiel.
Mits aan deze eisen wordt voldaan, is er geen netto-effect van de kruising van een of meerdere koelwaterleidingen op de waterveiligheid aanwezig. Het effect wordt om deze reden als neutraal (score: 0) beoordeeld.
Voor de beoordeling van buisleidingsystemen zijn de richtlij-nen in de NEN3650-serie van toepassing: de NEN3651 [15].
Het kruisen van de duinregel is op basis van deze norm geen probleem mits de leiding beperkt is ingegraven en daarbij het duinprofiel volgt. Het maximale niveau waarop de buitenste duinregel wordt gepasseerd, ligt daarbij over enkele ruim boven de (ook op langere termijn) maximaal te verwachten

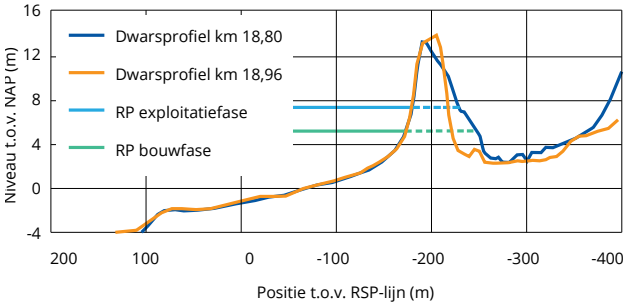


Figuur 20 Detail waterkering ter plaatse van voorziene kruising met de zeereep. Inclusief belijning huidige koelwaterleiding (gele lijn)



Figuur 21 Detail waterkering ter plaatse van voorziene kruising met de zeereep met AHN-hoogte informatie, inclusief belijning huidige koelwaterleiding (gele lijn)

waterstanden.
Het niveau van het duingebied ter plaatse van de kruising is goed te zien in Figuur 21 waarin deze is weergegeven in een AHN2-hoogtekaart. In aanvulling hierop zijn in Figuur 22 de twee hier aanwezige JarKus-profielen gepresenteerd. Te zien is dat de voorste duinregel hier reikt tot ongeveer NAP +13 m. Dit is ruim boven het niveau van de ook op termijn maximaal in rekening te brengen stormvloedpeil (RP-exploitatiefase NAP +7,2 m). Ter plaatse van de huidige kruising ligt het kruinniveau weliswaar iets lager (zie hoogtekaart), maar is er nog voldoende marge aanwezig.
Feitelijk kan voor de ingraving dezelfde aanpak worden gevolgd als ook is toegepast voor de aanleg van de reeds



Figuur 22 Dwarsprofiel ter hoogte van de leidingkruising ter plaatse van km raai 18,00 en 18,96 inclusief het voor de bouw- en exploitatiefase aan te houden rekenpeil (RP)

aanwezige koelwaterleiding. Deze is ook beperkt ingegraven in het duinprofiel.
Mits aan deze eisen wordt voldaan, is er geen netto-effect van de kruising van een of meerdere koelwaterleidingen op de waterveiligheid aanwezig. Het effect wordt om deze reden als neutraal (score: 0) beoordeeld.

Kruising pijpleiding met regionale keringen
Een regionale kering is een niet-primaire waterkering die is aangewezen op basis van een provinciale verordening en/of is opgenomen in de Legger/Keur van het waterschap. Daaronder vallen niet alleen de 'natte' (bijvoorbeeld kades langs boezemwateren), maar ook 'droge' waterkeringen. Voor een dergelijke niet-primaire waterkeringen gelden door de Provincie vastgestelde veiligheidsnormen.

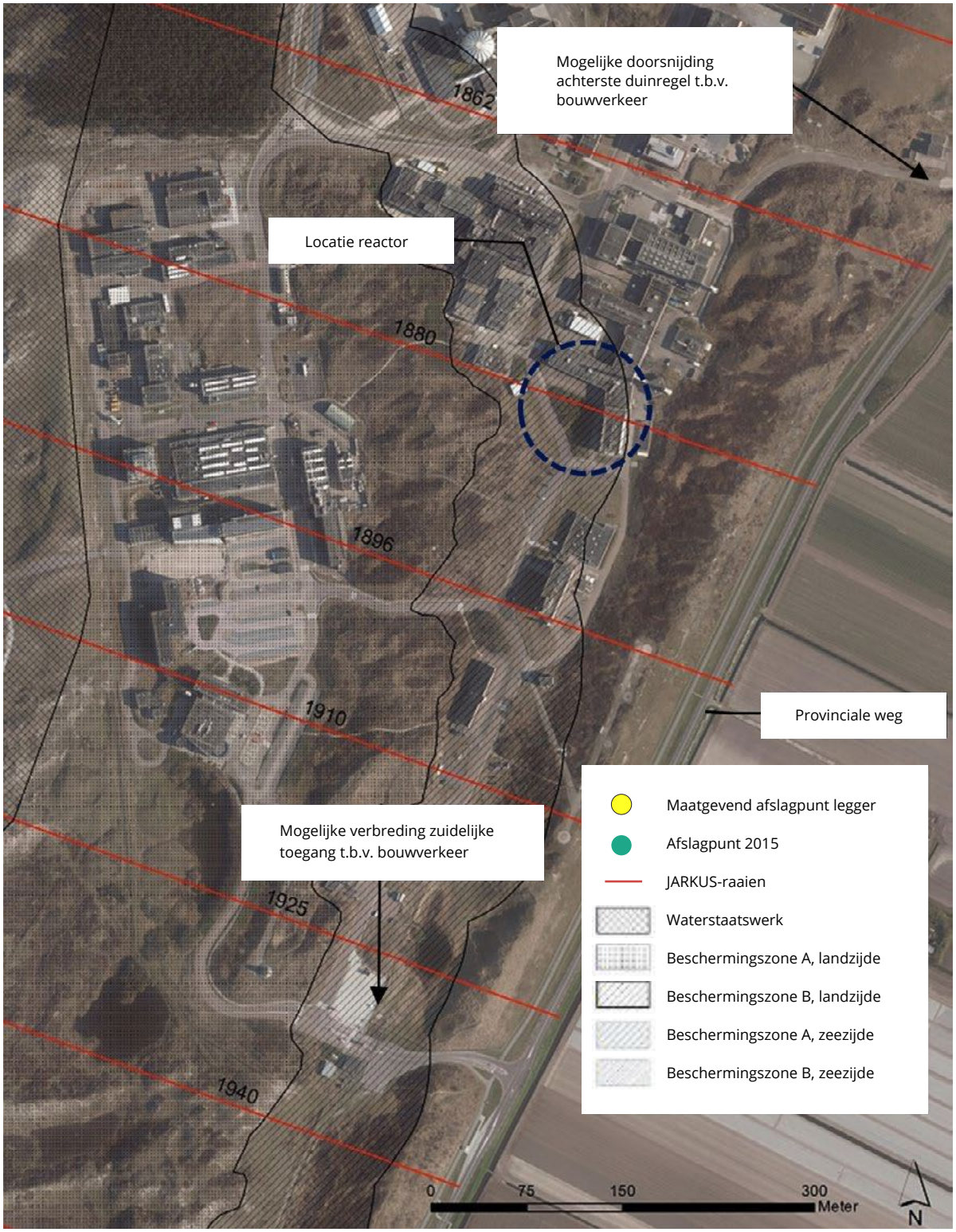
Afhankelijk van de gekozen optie voor de koelwaterleiding is er sprake van twee kruisingen met een dergelijke regionale keringen:

- de langs de N502 gelegen duinregel als tweede kering tegen de zee;
- de langs het Noordhollandsch Kanaal gelegen boezemwaterkering.

Voor de aanleg van grote diameter leidingen (D ≥ 0,30 m) en de hogedrukleidingen (p ≥ 10 bar) moet een veiligheidstoets worden uitgevoerd [16]. Deze toets is vergelijkbaar met die van de primaire keringen als beschreven in het VTV 2006, en

via dit voorschrift conform de normen NEN 3650 en NEN 3651 (2003). Het voldoen aan deze voorwaarden betreft een detaillering van de gekozen oplossing. Als daar aan voldaan wordt is er ook geen veiligheidsprobleem.

Realisatie tijdelijke verbindingsweg
In Figuur 23 is een detail gegeven van de meest landwaartse duinregel die ergens moet worden doorsneden voor het toelaten van het benodigde bouwverkeer voor de constructie van de PALLAS-reactor. Een mogelijke logische locatie voor deze doorsnijding bevindt zich ter plaatse van gebouw 107. Hier is in de huidige situatie een weg aanwezig welke slechts beperkt hoeft te worden doorgetrokken. De secundaire duinregel reikt plaatselijk tot NAP +12 m wat een meer zuidelijk



Figuur 23 Detail positie PALLAS-reactor ten opzichte van het waterstaatswerk, inclusief logische posities van een mogelijke doorsnijding met duinregel langs provinciale weg t.b.v. bouwverkeer

gelegen doorgang niet logisch, doch niet onmogelijk maakt. Een andere optie is de verbreding van de zuidelijke toegang tot de OLP-locatie.
De naast de provinciale weg gelegen duinregel valt niet binnen de bij de primaire kering behorende Keurgrens, hetgeen maakt dat hier geen primaire waterkeringstechnische eisen aan worden gesteld.
Het betreft immers een niet-primaire, tweede (regionale) kering tegen de zee welke bedoeld is als tweede waterkering voor het geval dat de voorliggende primaire kering onverhoopt faalt. In principe moet deze kering te allen tijde in stand blijven.
Een tijdelijke, lokale doorgraving van deze kering is echter toelaatbaar indien het bij deze doorgraving vrijkomende materiaal in de directe omgeving (bij voorkeur naast de doorgraving) wordt geborgen. Dit maakt het immers mogelijk dat het tijdelijke gat in deze kering relatief snel kan worden gedicht. Van belang is daarbij natuurlijk ook dat het hier gaat om een tijdelijke situatie tijdens de bouwfase. Na afloop van de bouwfase is de verbindingsweg niet meer nodig en moet de secundaire kering weer op niveau worden gebracht.

9.3.3 Effect WBI2017 op de effectbeoordeling

In 2017 is overgestapt op een vernieuwde norm en vernieuwde procedures conform het Deltaprogramma (DP2015). In deze paragraaf wordt ingegaan op de effecten van deze overstap op de in de vorige paragraaf gegeven effectbeoordeling.
Een belangrijk aandachtspunt bij de overstap van de vigerende naar de nieuwe veiligheidsmethodiek is dat er twee verschillende type normen worden beschouwd. Deze verschillende typen normen hebben ook verschillende normhoogten (getallen). In aanvulling op deze wijziging wordt in het WBI2017 rekening gehouden met de onzekerheid in de maatgevende waterstanden. Dit was in de vigerende toetsing met de HR2006 nog niet het geval en leidt voor duinen tot enige verhoging van de toetswaterstand ten opzichte van de huidige situatie.

Huidige norm en maatgevend rekenpeil
De vigerende norm gaat uit van een overschrijdingskans van de waterstand waartegen de primaire kering bestand moet zijn. Voor Noord-Holland (dijkringgebied 13) geldt hiervoor thans een normhoogte van 1/10.000 per jaar als gebruik wordt gemaakt van het TRDA-instrumentarium (Technisch Rapport Duinafslag 2006). Voor de beoordeling van de veiligheid van duinwaterkeringen leidt dit tot een maximale faalkans van de duinwaterkering op doorsnedeniveau van 1/100.000 per jaar [10]. Het falen van de doorsnede (samenvallend met het overschrijden van de kritieke afslagpositie) leidt dan impliciet ook tot een overstroming van het achtergelegen gebied.
Bij toepassing van het TRDA-instrumentarium speelt het rekenpeil (de bij de duinafslagberekening in te voeren maatgevende waterstand) een belangrijke rol. Deze wordt in de TRDA-aanpak bepaald door bij de waterstand behorende bij de normhoogte (dus bij een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar) 2/3-deel van de decimeringshoogte op te tellen. Dit leidt tot een rekenpeil dat behoort bij een overschrijdingskans van de waterstand van 0,215 maal 1/10.000, overeenkomend met 1/46.500.
Als de faalkans van de doorsnede als uitgangspunt zou worden gebruikt (dus bij een overschrijdingskans van 1/100.000 per jaar) moet daar juist 1/3-deel van de decimeringshoogte van worden afgetrokken[27]. Dit leidt tot een rekenpeil dat behoort bij een overschrijdingskans van de waterstand van 2,15 maal 1/100.000, eveneens overeenkomend met 1/46.500 per jaar. In de nieuwe benadering wijzigt deze laatste overschrijdingskans.

Normaanpassing
De toekomstige norm gaat echter uit van een overstromingskans van een (deel van een) dijkringgebied. Voor de beschouwde locatie (normtraject 13-3) geldt hiervoor een normhoogte van 1/3.000 per jaar (DP2015). Deze norm is uitgedrukt als de maximaal toelaatbare overstromingskans. In de OI2014-richtlijn is aangegeven hoe deze overstromingskans (geldend voor het dijkringtraject) vertaald moet worden naar een, voor toetsing en ontwerp, te gebruiken faalkanseis per doorsnede. Hierbij dient rekening te worden gehouden met twee aspecten: de faalkansruimte en het lengte-effect. Deze methodiek is recent ook overgenomen in een wetswijziging [17].

Faalkansruimte
In het algemeen kunnen meerdere mechanismen zorgen voor het falen van een waterkering. In de faalkansbegroting is per faalmechanisme een faalkansruimte vastgesteld. Deze is afhankelijk van het type waterkering.
Bij het opstellen van deze faalkansbegroting (t.b.v. faalkansruimte) wordt onderscheid gemaakt tussen duintrajecten en dijk-/overige trajecten. Afhankelijk van het type traject wordt een bepaald percentage van de totale 'ruimte' gereserveerd voor 'overige mechanismen' waarvoor (nog) geen toets- en ontwerpregels beschikbaar zijn, en wordt de overige 'ruimte' onderverdeeld over de verschillende faalmechanismen.
Voor de beschouwde locatie kan worden uitgegaan van een duinentraject. Bij een dergelijk traject is voor het faalmechanisme duinafslag een faalkansruimte van 70% voorzien, hetgeen betekent dat de aan duinafslag gerelateerde overstromingskans voor dit traject gelijk is aan 0,7 maal 1/3.000, gelijk aan afgerond 1/4.285 per jaar. In recent gedeelde WBI-documenten wordt voor dit deel van de kust ook gebruikt gemaakt van deze faalkansruimte.

Lengte-effect
De vertaling van een kans per traject naar een kans per doorsnede dient rekening te houden met het lengte-effect. Het principe van het lengte-effect is dat de kans dat het ergens binnen het dijkringtraject misgaat groter is dan de kans dat het precies op een bepaalde locatie gebeurd. Een maat voor het lengte-effect wordt met de N-waarde weergegeven. Voor duinwaterkeringen moet hierbij een standaardwaarde van 2 worden aangehouden. Uiteindelijk leidt dit conform de nieuwe benadering, waarbij uitgegaan wordt van een aan duinafslag gerelateerde overstromingskans van 1/4.285 per

27 Per definitie betekent een afname in de waterstand met één decimeringshoogte een toename van een factor 10 in overschrijdingsfrequentie. Een afname van 1/3-deel van de decimeringshoogte correspondeert dan met een toename van de overschrijdingsfrequentie met een factor die gelijk is aan de derdemachtswortel van 10, welke gelijk is aan 2,15.

jaar, tot een faalkanseis per doorsnede van 1/4.285 gedeeld door 2, oftewel 1/8.570 per jaar.
Om een eerste vergelijking te maken met de vigerende benadering moet de afgeleide waarde (1/8.570 per jaar) worden vergeleken met de (thans nog vigerende) 1/100.000 per jaar overschrijdingskans van het kritieke afslagpunt. Er is dus sprake van een veel lagere norm, te weten een factor 11. Eenzelfde verhouding wordt gevonden voor de overschrijdingskans van de waterstand in het rekenpeil. In de nieuwe situatie moet van de waterstand, behorende bij een overschrijdingskas van 1/8.570 per jaar, 1/3-deel van de decimeringshoogte worden afgetrokken. Dit leidt tot een rekenpeil dat behoort bij een overschrijdingskans van de waterstand van 2,15 maal 1/8.570, ofwel 1/3.985 per jaar. De thans vigerende waarde is een overschrijdingskans van 1/46.500 per jaar.

Effect meenemen onzekerheid in de waterstanden
Het in rekening brengen van de onzekerheid in de waterstanden maakt dat er, vergeleken met de HR2006-waarden, sprake is van enige verhoging van de waterstand. Dit leidt, via een uit geïntegreerde werklijn, voor station IJmuiden en Den Helder tot een verhoging van respectievelijk 6,3 en 5,3 cm voor een herhalingstijd van 10.000 jaar [18]. Afgerond gaat het daarbij om een verhoging van het rekenpeil van ongeveer 0,1 m. Aangezien zelfs deze conservatieve inschatting veel kleiner is dan de lokaal aanwezige decimeringshoogte van ongeveer 0,6 m (een factor 10 in de overschrijdingskans van de waterstand), zal het effect ervan niet leiden tot het volledig opsouperen van de eerder afgeleide factor 11. Wat rest is een afname van de maatgevende belasting.

Conclusie
Geconcludeerd kan worden dat de beoordelingsnorm (inclusief het effect van de onzekerheid in de waterstand) minder zwaar wordt. Dit betekent dat er bij toekomstige beoordelingen mag worden uitgegaan van lagere waterstanden en minder extreme golfaanval wat leidt tot een reductie in de mate van duinafslag. De positie van het maatgevende afslagpunt zal zich in zeewaartse richting verplaatsen. Ingrepen worden getoetst aan een norm waar zij nog minder afbreuk aan doen.
De overstap in 2017 naar de nieuwe normering leidt dus niet tot een kritischer beoordeling ten opzichte van de in de vorige paragraaf gegeven effectbeoordeling. Hooguit kan de effectbeoordeling als beperkt conservatief worden beschouwd. De gegeven effectbeoordeling, paragraaf 9.3.2, blijft van kracht.

9.4 Mitigerende maatregelen

Indien er sprake is van een negatief effect op de veiligheid van de waterkering dienen mitigerende maatregelen doorgevoerd te worden. Te denken valt aan het aanbrengen van extra zand in de (te zwak beoordeelde) profielen. In dit geval is er voor geen van de beoordeelde ingrepen sprake van een negatief effect. De opmerkingen per ingreep kunnen in deze dus vooral gezien worden als aandachtspunten.

Tijdens de bouwfase is er, afhankelijk van de grondstromen (mogelijk) sprake van een tijdelijk significant negatieve zandbalans. Dat is in deze fase echter geen probleem omdat de ingreep zich heel ver landwaarts van het dan maatgevende waterstaatswerk bevindt. Het uit de ontgraving vrijkomende zand mag dan ook zelfs tot buiten het terrein worden afgevoerd.
In de exploitatiefase is er, afhankelijk van de bouwhoogtevarianten, sprake van een beperkt negatieve tot significant positieve zandbalans. Omdat het hier gaat om een ingraving welke zich achter in een op te hogen terrein bevindt, is er geen negatief effect op de achterbegrenzing van het zogenaamde A-deel van de beschermingszone en dus ook niet op de veiligheid van de primaire kering.

Kruising pijpleiding met primaire kering
Aandachtspunt is het graven van een tijdelijke sleuf in de zeereep voor het doorvoeren van de nieuwe koelwaterleiding(en). Het is van belang dat deze ingraving (indien mogelijk) buiten het stormseizoen plaatsvindt. Daarnaast dient het ontgraven materiaal weer te worden gebruikt om het oorspronkelijk aanwezige maaiveldniveau te herstellen. Het stormseizoen wordt gezien als de gesloten periode waarbinnen bouw- en graafwerkzaamheden in of nabij het waterstaatswerk van de primaire waterkeringen doorgaans niet zijn toegestaan (van 15 oktober tot 15 april). De robuustheid van de waterkering moet in het stormseizoen beschikbaar zijn voor de kerende functie en mag niet verzwakt worden door werkzaamheden. Alleen wanneer de werkzaamheden de veiligheid in het geheel niet negatief beïnvloeden, of de veiligheid zelfs doen toenemen, zijn ze wel toegestaan [13].

Realisatie tijdelijke verbindingsweg
Ten aanzien van de tijdelijke verbindingsweg wordt aanbevolen om het uit de secundaire waterkering afgegraven zandvolume in de directe nabijheid (naast) de doorgraving te bergen en (op het schaalniveau van deze secundaire waterkering) geen afname van volume te laten plaatsvinden. Na afloop van de bouwwerkzaamheden moet het oorspronkelijk ter plaatse van de doorgraving aanwezige maaiveld weer worden hersteld opdat de secundaire waterkering weer functioneel is.

9.5 Leemten in kennis

Voor het beoordelen van de implicatie van de voorziene ingrepen in de primaire waterkering op de waterveiligheid van de kering zijn geen leemten in kennis geconstateerd. Inzicht in de op termijn aan te passen BKL-waarden is wel een punt van aandacht. Het verwachte effect hiervan zal overigens zijn dat de waterkeringtechnische veiligheid alleen maar toeneemt.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

10 Luchtkwaliteit

De volgende beschrijving van het aspect Luchtkwaliteit gebaseerd op het achtergrondrapport Luchtkwaliteit (zie Bijlage F5).



10.1 Beoordelingskader

10.1.1 Beleidskader

In Tabel 37 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Luchtkwaliteit opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Op een aantal beleidsplannen is nader ingegaan na de tabel. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Luchtkwaliteit.

Tabel 37 Beleid, wet- en regelgeving Stralingsbescherming en nucleaire veiligheid

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Wet milieubeheer titel 5.2 (Wm)	Deze titel in de Wm bevat de luchtkwaliteitseisen waaraan moet worden getoetst (Wm artikel 5.16, eerste lid). Onderdeel hiervan is ook het toepasbaarheidsbeginsel (artikel 5.19 lid 2) dat voorschrijft op welke plaatsen niet getoetst hoeft te worden. De Wm biedt enkele grondslagen waarmee kan worden onderbouwd dat een plan voldoet aan de wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit: • Het project leidt niet tot overschrijding van grenswaarden. • Er is sprake van een beperkte verslechtering van de luchtkwaliteit, maar: - per saldo is sprake van een verbetering van de concentratie van de betreffende stof of de concentratie blijft gelijk. - per saldo is sprake van een verbetering van de concentratie van de betreffende stof of de concentratie blijft gelijk. • Het plan draagt niet in betekenende mate bij aan een verslechtering van de luchtkwaliteit. • Het project is genoemd of beschreven in, dan wel past binnen of is in elk geval niet strijdig met het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Als een plan voldoet aan een of meerdere van deze grondslagen, dan vormt luchtkwaliteit geen belemmering voor de realisatie van het plan.
Regeling beoordeling luchtkwaliteit, 2007 (RBL2007) inclusief alle latere wijzigingen.	In de RBL2007 is beschreven hoe de luchtkwaliteit moet worden berekend en beoordeeld. Onderdeel hiervan is ook het blootstellingscriterium dat ingaat op de periode waaraan personen aan concentraties kunnen worden blootgesteld. De berekeningen in het kader van het plan-MER en het bestemmingsplan dienen uitgevoerd te worden conform de RBL2007.
Besluit en regeling niet in betekenende mate bijdragen (luchtkwaliteit), 2007	Een project draagt 'niet in betekenende mate' bij aan de concentratie fijn stof (PM_{10}) of stikstofdioxide (NO_2) in de buitenlucht als de 3% grens niet wordt overschreden. Hiermee wordt bedoeld 3% van de grenswaarde (40 µg/m³) voor de jaargemiddelde concentratie fijn stof of stikstofdioxide. Dit betekent dat feitelijk een toename van 1,2 µg/m³ toelaatbaar wordt geacht.

Wet milieubeheer titel 5.2 (Wm)

Immissies van stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) dienen getoetst te worden aan de grenswaarden zoals opgenomen in bijlage 2 van de Wet milieubeheer (Wm).

Toetsingskader stikstofdioxide

Sinds 1 januari 2015 geldt een grenswaarde van 40 µg/m³ als de jaargemiddelde concentratie en een uurgemiddelde concentratie van 200 µg/m³ die maximaal 18 keer per jaar mag worden overschreden.
In Tabel 38 is een overzicht gegeven van de grenswaarden voor stikstofdioxide.

Toetsingskader fijn stof

Sinds 11 juni 2011 geldt voor fijn stof een grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³ en de 24-uurgemiddelde concentratie van 50 µg/m³ die maximaal 35 dagen per jaar mag worden overschreden. In Tabel 39 is een overzicht gegeven van de grenswaarden voor fijn stof (PM_{10}).

Sinds 1 januari 2015 geldt een grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie fijn stof ($PM_{2,5}$) van 25 µg/m³. In Tabel 40 is een overzicht gegeven van de grenswaarden voor fijn stof ($PM_{2,5}$).

Tabel 38 Overzicht grenswaarde stikstofdioxide

Toetsingseenheid	Max. concentratie	Toetsingseenheid
Jaargemiddelde concentratie:		
Grenswaarde	40 µg/m³	
Uurgemiddelde concentratie:		
Grenswaarde	200 µg/m³	Overschrijding maximaal 18 keer per kalenderjaar toegestaan

Tabel 39 Overzicht grenswaarde fijn stof (PM_{10})

Toetsingseenheid	Max. concentratie	Toetsingseenheid
Jaargemiddelde concentratie:		
Grenswaarde	40 µg/m³	
Uurgemiddelde concentratie:		
Grenswaarde	50 µg/m³	Overschrijding maximaal 35 dagen per kalenderjaar toegestaan

Tabel 40 Overzicht grenswaarde fijn stof ($PM_{2,5}$)

Toetsingseenheid	Max.concentratie	Toetsingseenheid
Jaargemiddelde concentratie:		
Grenswaarde	25 µg/m³	

Toepasbaarheidsbeginsel
In de Wet milieubeheer is opgenomen dat de luchtkwaliteit niet langer getoetst hoeft te worden op plaatsen waar geen mensen kunnen komen. De belangrijkste gevolgen van artikel 5.19 zijn:

- Geen beoordeling van de luchtkwaliteit op plaatsen waar het publiek geen toegang heeft en waar geen permanente bewoning is.
- Geen beoordeling van de luchtkwaliteit op bedrijfsterreinen of terreinen van industriële inrichtingen (hier gelden de ARBO-regels). Dit omvat mede de (eigen) bedrijfswoning. Een uitzondering hierop is voor publiek toegankelijke plaatsen zoals tuincentra; deze worden wél beoordeeld (hierbij speelt het zogenaamde blootstellingscriterium een rol).
- Bij de beoordeling van een inrichting in het kader van de Wet milieubeheer vindt toetsing plaats vanaf de grens van de inrichting of bedrijfsterrein.

Geen beoordeling van de luchtkwaliteit op de rijbaan van wegen, en op de middenberm van wegen, tenzij voetgangers normaliter toegang hebben tot de middenberm.

Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (RBL2007)
Volgens artikel 5.19, derde lid van de Wet milieubeheer worden bij het vaststellen van het kwaliteitsniveau PM_{10} de zwevende deeltjes, die veroorzaakt worden door natuurverschijnselen, afzonderlijk bepaald en ook meegerekend. Volgens lid 4 van dit artikel worden bij overschrijdingen van de grenswaarden de concentratiebijdragen van natuurlijke bronnen steeds in aftrek gebracht. In bijlage 5 uit de 'Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007' is een aftrek opgenomen voor concentraties fijn stof die zich van nature in de lucht bevinden. Het gaat hier om zeezout. Afhankelijk van de regio in Nederland wordt voor zeezout 1 tot 5 µg/m³ in mindering gebracht op de berekende jaargemiddelde concentratie fijn stof. De in dit hoofdstuk gepresenteerde rekenresultaten zijn exclusief zeezoutcorrectie, omdat er geen grenswaarden worden overschreden.

Blootstellingscriterium
De luchtkwaliteit moet alleen bepaald (gemeten of berekend) worden op plaatsen waar de blootstelling significant is. Bij toetsing van de gevolgen van een project aan de luchtkwaliteitseisen is dus van belang dat de plaatsen worden bepaald waar significante blootstelling plaatsvindt. Daarvoor moet eerst duidelijk zijn wat significant is of niet.
In artikel 22 van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl) staat dat de luchtkwaliteit wordt bepaald op plaatsen waar de bevolking 'kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de betreffende luchtkwaliteitseis significant is'. Hieruit blijkt dat de duur van de periode dat iemand (1 individu) gemiddeld wordt blootgesteld bepalend is voor de vraag of de luchtkwaliteit dient te worden beoordeeld. Er wordt daarbij verder geen onderscheid gemaakt naar de gevoeligheid van groepen of de aard van het verblijf. De grenswaarden zijn opgesteld ten behoeve van de gezondheid van de gehele bevolking.
Hiermee wordt bedoeld dat bij de bepaling of een verblijfstijd significant is, de verblijfstijd vergeleken moet worden met een jaar, dag of uur, afhankelijk van de vraag of je te maken hebt met een jaargemiddelde, een daggemiddelde of een uurgemiddelde grenswaarde voor een stof.

10.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Tabel 41 geeft het beoordelingskader weer voor het aspect Luchtkwaliteit. Na de tabel worden de beoordelingscriteria toegelicht.

Studiegebied
Het studiegebied voor het aspect Luchtkwaliteit bakent het gebied af waarbinnen toename of afname van NO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$ op woningen en gevoelige bestemmingen wordt beoordeeld. Dit betreft 1.000 meter aan weerszijde van de beschouwde wegen en locaties waar mogelijk materieel ingezet wordt in de realisatiefase. Omdat het lage bronnen betreft, geldt dat buiten deze kilometer de concentraties lager liggen dan binnen deze afstand. Het beschouwen van een groter gebied heeft derhalve geen invloed op de toetsing.
De realisatie van de PALLAS-reactor heeft mogelijk effecten op luchtkwaliteitsemissies en -immissies in het plangebied en in de omgeving. Voor het aspect Luchtkwaliteit worden deze effecten berekend en kwantitatief beoordeeld. Hierbij worden de effecten in de bouwhoogte- en koelingsvarianten afgezet tegen de achtergrondconcentraties in autonome toekomstige situatie.

Tabel 41 Beoordelingskader Luchtkwaliteit

Beoordelingscriterium	Beschrijving
Effecten op NO_2	Effecten van de realisatie van de PALLAS-reactor op stikstofdioxide concentraties in de lucht.
Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$	Effecten van de realisatie van de PALLAS-reactor op fijn stof concentraties in de lucht.

In Nederland zijn de maatgevende luchtverontreinigende stoffen stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en$PM_{2,5}$). Dit komt doordat de achtergrondconcentraties van deze stoffen op veel locaties al dicht tegen de grenswaarden aanliggen. Om deze reden vindt in dit plan-MER de effectbeoordeling plaats op basis van deze maatgevende stoffen. Voor NO_2 wordt beoordeeld voor hoeveel woningen de voorgenomen activiteit leidt tot een toename van 1,2 µg/m³. Dit is 3% van de grenswaarde, ofwel de NIBM-grens[28] . Voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ wordt uitgegaan van een lagere bijdrage, omdat deze bijdrage over het alge-

28 De NIBM-tool is een rekentool waarmee de bijdrage van ruimtelijke plannen aan de luchtkwaliteit vastgesteld kan worden. Hiermee kan vastgesteld worden of een plan niet-in-betekenende-mate bijdraagt (NIBM). De NIBM-tool is in 2008 ontwikkeld door het ministerie van Infrastructuur en Milieu in samenwerking met Kenniscentrum InfoMil. De NIBM-tool wordt jaarlijks door InfoMil geactualiseerd.

meen al een factor 10 lager liggen dan bij NO_2. Zie verder de beoordelingsschaal in Tabel 42.
Naast effecten op luchtkwaliteit, kunnen emissies van NO_x ook effect hebben op natuurgebieden (stikstofdepositie). De effecten op natuurgebieden als gevolg van stikstofdepositie worden in het achtergrondrapport natuur (en in hoofdstuk 13 van deel B) beoordeeld.

Relevante fasen
De effecten in de exploitatiefase zijn beperkt, aangezien sprake is van zeer lage concentratiebijdragen in relatie tot de achtergrondconcentraties. De grootste effecten treden op in de bouwfase. Hiermee is voor het aspect luchtkwaliteit de bouwfase maatgevend. Om deze reden vindt de effectbeoordeling plaats op basis van de effecten in de exploitatiefase en de bouwfase.
Effecten ten aanzien van de bouwhoogte- en koelingsvarianten zijn niet onderscheidend en worden daarom niet separaat beschouwd.

Beoordelingsschaal plan-MER
De beoordelingsschaal voor het aspect Luchtkwaliteit is weergegeven in Tabel 42.

Tabel 42 Scoretoekenning beoordeling Luchtkwaliteit

Score	Betekenis	Toelichting	
		Effect op NO_2	Effect op PM_{10} en $PM_{2,5}$
++	Zeer positief effect	10 - 20% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verbetering van meer dan 1,2 µg/m³	10 - 20% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verbetering van meer dan 0,4 µg/m³
+	Positief effect	5 - 10% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verbetering van meer dan 1,2 µg/m³	5 - 10% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verbetering van meer dan 0,4 µg/m³
0	Geen effecten	Minder dan 5% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verandering van meer dan 1,2 µg/m³	Minder dan 5% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verandering van meer dan 0,4 µg/m³
-	Negatief effect	5 - 10% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verslechtering van meer dan 1,2 µg/m³	5 - 10% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verslechtering van meer dan 0,4 µg/m³
- -	Zeer negatief effect	10 - 20% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verslechtering van meer dan 1,2 µg/m³	10 - 20% van aantal woningen en gevoelige bestemmingen een verslechtering van meer dan 0,4 µg/m³

10.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

10.2.1 Huidige situatie
De immissieconcentratie van stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) in de huidige situatie in het plangebied wordt bepaald door industrie, wegverkeer, scheepvaart, landbouw en emissies uit het buitenland.
In de huidige situatie wordt de luchtkwaliteit in het onderzoeksgebied bepaald door de grootschalige achtergrondconcentratie (GCN). In de volgende afbeeldingen zijn de achtergrondconcentraties voor stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) weergegeven voor 2017. Er is gebruikgemaakt van de GCN zoals deze door het ministerie van Infrastructuur en Milieu op 15 maart 2017 is gepubliceerd.



Figuur 24 Achtergrondconcentratie NO_2 in de huidige situatie 2017

In de huidige situatie liggen de achtergrondconcentraties NO_2 nabij het plangebied tussen 8,5 en 11,0 µg/m³. De maximale concentratie treedt op circa 1,5 kilometer ten oosten van het plangebied, langs de N9. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de grenswaarde van 40 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie.



Figuur 25 Achtergrondconcentratie PM_{10} in de huidige situatie 2017

Ook de achtergrondconcentraties PM_{10} liggen in de huidige situatie ver onder de grenswaarde van 40 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie. De maximale concentratie PM_{10} bedraagt maximaal 17,9 µg/m³ in de omgeving van het plangebied. Deze concentratie treedt op ten oosten van het plangebied.



Figuur 26 Achtergrondconcentratie $PM_{2,5}$ in de huidige situatie 2017

Net als voor NO_2 en PM_{10} liggen de achtergrondconcentraties $PM_{2,5}$ in de huidige situatie ver onder de grenswaarde van 25 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie. De concentratie $PM_{2,5}$ ligt tussen 7,8 en 9,1 µg/m³ in de omgeving van het plangebied. De maximale concentratie treedt op ten oosten van het plangebied.

10.2.2 Autonome ontwikkelingen

In de autonome situatie 2026 wordt de luchtkwaliteit in het onderzoeksgebied bepaald door de grootschalige achtergrondconcentratie (GCN). In de volgende afbeeldingen zijn de achtergrondconcentraties voor stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) weergegeven voor 2026. Er is gebruikgemaakt van de GCN zoals deze door het ministerie van I&M op 15 maart 2017 is gepubliceerd.



Figuur 27 Achtergrondconcentratie NO_2 in de autonome situatie 2026

In de autonome situatie 2026 liggen de jaargemiddeldeconcentraties NO_2 in de omgeving van het plangebied lager dan in de huidige situatie vanwege strengere emissie-eisen en steeds schoner worden van motorvoertuigen. In 2026 ligging de achtergrondconcentraties in de omgeving van het plangebied tussen 6,5 en 8,2 µg/m³. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de grenswaarde van 40 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie.



Figuur 28 Achtergrondconcentratie PM_{10} in de autonome situatie 2026



Figuur 29 Achtergrondconcentratie $PM_{2,5}$ in de autonome situatie 2026

Ook voor fijn stof PM_{10} geldt dat de achtergrondconcentratie lager is dan in de huidige situatie. De achtergrondconcentratie PM_{10} in het plangebied ligt tussen 15,6 en 16,4 µg/m³. Ook in de autonome situatie wordt ruimschoots aan de grenswaarde voldaan.

De achtergrondconcentratie $PM_{2,5}$ bedraagt in de autonome situatie 2026 6,8 tot 7,7 µg/m³ in de omgeving van het plangebied. Ook de concentraties van $PM_{2,5}$ in de autonome situatie voldoen ruimschoots aan de grenswaarde.

10.3 Milieueffecten

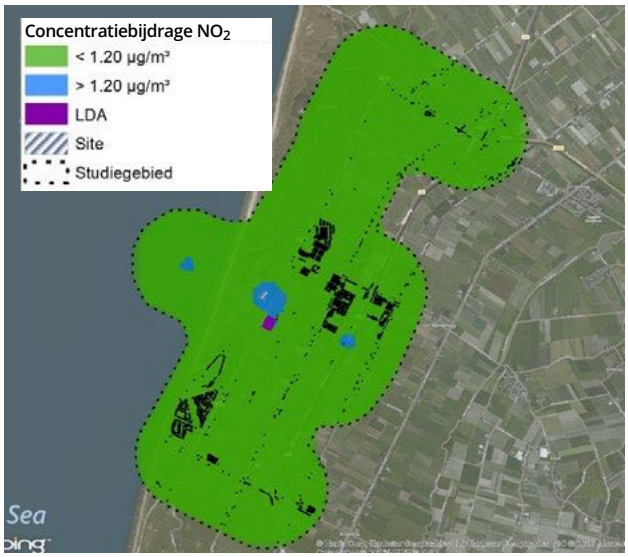
10.3.1 Effectbeschrijving

Bouwfase

Onderstaand zijn de effecten in de bouwfase voor stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) beschreven.

Stikstofdioxide (NO_2)

In Figuur 30 is de concentratiebijdrage aan de jaargemiddelde concentratie NO_2 in de bouwfase weergegeven.



Figuur 30 Jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_2 in bouwfase in het studiegebied

Uit Figuur 30 Jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_2 in bouwfase in het studiegebied blijkt dat de jaargemiddelde concentraties alleen dicht bij de site, LDA30 en een mogelijke locatie van een pomphuis hoger liggen dan de 'In Betekenende Mate' grens van 1,2 µg/m³. Deze afstand bedraagt maximaal circa 400 m rondom de site en LDA[30]. Rondom een mogelijke locatie voor het pomphuis betreft de afstand tot aan de NIBM-grens circa 150 m. Hier is een enkele woning binnen de contour gelegen. In de volgende tabel zijn de tellingen weergegeven.

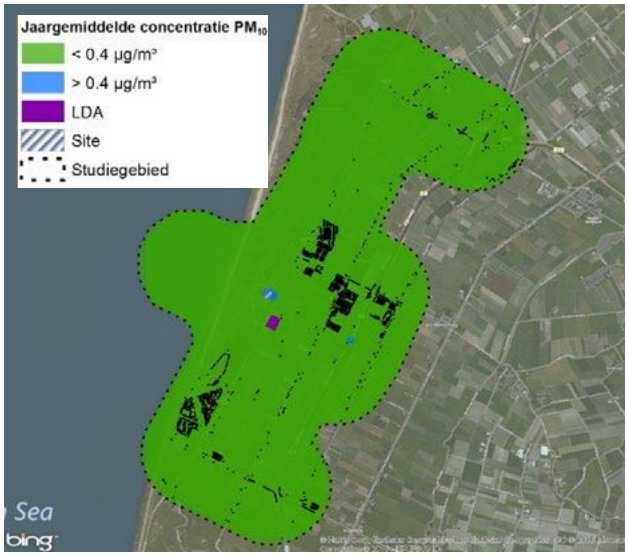
Tabel 43 Tellingen woningen en adressen met een toe- of afname jaargemiddelde concentraties NO_2

Verbetering of verslechtering: concentratieverandering NO_2	Aantal woningen of gevoelige bestemmingen
-1,2 µg/m³ - 0 µg/m³	0
0 µg/m³ - 1,2 µg/m³	2792
> 1,2 µg/m³	2

Uit Tabel 43 Tellingen woningen en adressen met een toe- of afname jaargemiddelde concentraties NO_2 blijkt dat binnen het plangebied vrijwel alle woningen en gevoelige bestemmingen een toename ondervinden van de jaargemiddelde concentraties NO_2 die minder dan 1,2 µg/m³ bedraagt. Een enkele woning ondervindt een toename groter dan 1,2 µg/m³. De totale jaargemiddelde concentraties (achtergrondconcentratie + bijdrage) liggen in de bouwfase, daar waar woningen of gevoelige bestemmingen aanwezig zijn, nergens hoger dan

10,9 µg/m³. De uurgemiddelde norm voor NO_2 wordt nergens overschreden.

Fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$)
In Figuur 31 is de concentratiebijdrage aan de jaargemiddelde concentratie PM_{10} in de bouwfase weergegeven.



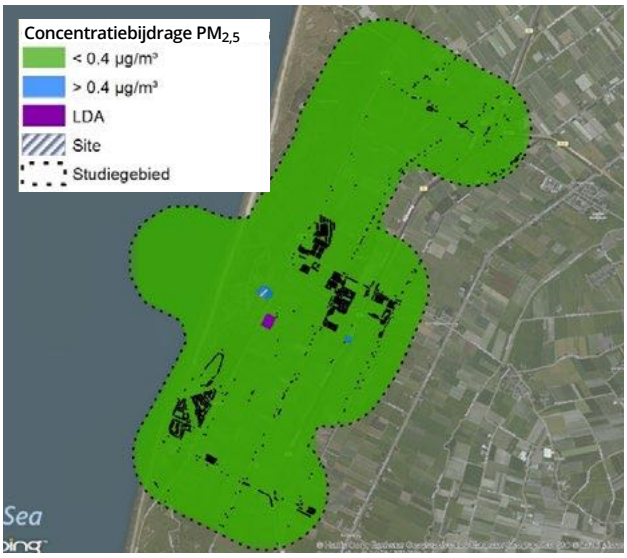
Figuur 31 Jaargemiddelde concentratiebijdrage PM_{10} in bouwfase in het studiegebied

Uit Figuur 31 Jaargemiddelde concentratiebijdrage PM_{10} in bouwfase in het studiegebiedblijkt dat de jaargemiddelde concentraties PM_{10} alleen dicht bij de site, LDA en een mogelijke locatie van een pomphuis hoger liggen dan 0,4 µg/m³. Deze afstand bedraagt maximaal circa 200 m vanaf de site en 90 m vanaf het pomphuis. Er liggen twee woningen binnen contouren hoger dan 0,4 µg PM_{10}/m³ gelegen. In de volgende tabel zijn de tellingen weergegeven.

Tabel 44 Tellingen woningen en adressen met een toe- of afname jaargemiddelde concentraties PM_{10}

Verbetering of verslechtering: concentratieverandering NO_2	Aantal woningen of gevoelige bestemmingen
-0,4 µg/m³ - 0 µg/m³	0
0 µg/m³ - 0,4 µg/m³	2792
> 0,4 µg/m³	2

Uit bovenstaande tabel blijkt dat binnen het plangebied twee woningen of gevoelige bestemmingen een toename ondervinden van de jaargemiddelde concentraties PM_{10} van meer dan 0,4 µg/m³.
De totale jaargemiddelde concentraties (achtergrondconcentratie + bijdrage) liggen voor PM_{10} in de bouwfase, daar waar woningen of gevoelige bestemmingen aanwezig zijn, nergens hoger dan 17,3 µg/m³. De 24-uursgemiddelde norm voor PM_{10} wordt maximaal 6 dagen overschreden. In Figuur 32 is de concentratiebijdrage aan de jaargemiddelde concentratie $PM_{2,5}$ in de bouwfase weergegeven.



Figuur 32 Jaar gemiddelde concentratiebijdrage $PM_{2,5}$ in bouwfase in het studiegebied

Uit bovenstaande figuur blijkt dat de jaargemiddelde concentraties $PM_{2,5}$ alleen dicht bij de site en het werkterrein en nabij een mogelijke locatie voor het pomphuis hoger liggen dan 0,4 µg/m³. Deze afstand bedraagt maximaal circa 110 m vanaf de site en LDA[29]. Vanaf het pomphuis bedraagt deze afstand circa 83 m. Binnen deze contouren zijn geen woning of gevoelige bestemming gelegen. In de volgende tabel zijn de tellingen weergegeven.

Tabel 45 Tellingen woningen en adressen met een toe- of afname jaargemiddelde concentraties $PM_{2,5}$

Verbetering of verslechtering: concentratieverandering $PM_{2,5}$	Aantal woningen of gevoelige bestemmingen
-0,4 µg/m³ - 0 µg/m³	0
0 µg/m³ - 0,4 µg/m³	2792
> 0,4 µg/m³	2

Uit Tabel 45 Tellingen woningen en adressen met een toe- of afname jaargemiddelde concentraties $PM_{2,5}$ blijkt dat binnen het plangebied twee woningen of gevoelige bestemmingen een toename ondervinden van de jaargemiddelde concentraties $PM_{2,5}$ van meer dan 0,4 µg/m³.
De totale concentraties (achtergrondconcentratie + bijdrage) liggen voor $PM_{2,5}$ in de bouwfase, daar waar woningen of gevoelige bestemmingen aanwezig zijn, nergens hoger dan 10,5 µg/m³.

Exploitatiefase
Hierna zijn de effecten in de exploitatiefase voor stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) beschreven. Gezien de

29 De exacte locatie van het werkterrein is nog niet bekend. Er wordt een zoekgebied gehanteerd. Om in de berekeningen toch emissies te kunnen projecteren, is gerekend met een worstcase locatie binnen dit zoekgebied. Het gaat om een locatie die dicht bij woningen ligt, met een ongunstige positie ten opzichte van de overheersende windrichting en een locatie die in cumulatie met de site verhoogde concentraties oplevert.

zeer lage concentratiebijdragen zijn geen concentratieplots opgenomen, omdat deze geen meerwaarde opleveren ten opzichte van de achtergrondconcentratieplots.

Stikstofdioxide (NO_2)
In de exploitatiefase bedraagt de maximaal berekende concentratiebijdrage NO_2 daar waar woningen of gevoelige bestemmingen aanwezig zijn in zowel 2017 als 2026 circa 0,05 µg/m³ als jaargemiddelde concentratie. Deze maximale bijdrage vindt plaats net ten noordoosten van de locatie waar voor het luchtonderzoek het werkterrein is geprojecteerd[30] (zie Figuur 30). In combinatie met de heersende achtergrondconcentraties liggen de totale jaargemiddelde concentraties in zowel 2017 als 2026 lager dan 11 µg/m³.

Fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$)
Voor zowel PM_{10} als $PM_{2,5}$ treden in 2017 en 2026 geen noemenswaardige concentratiebijdragen op. Alle berekende toenames liggen lager dan 0,01 µg/m³ als jaargemiddelde concentratie. Er kan gesteld worden dat de concentraties fijn stof in 2017 en 2026 volledig door de achtergrondconcentraties worden bepaald.

10.3.2 Effectbeoordeling

Bouwfase
Zoals beschreven in paragraaf 10.1.2 is de bouwfase maatgevend en worden daarom de effecten in de bouwfase beschouwd. In de volgende tabel is de effectbeoordeling (op basis van de maatgevende bouwfase) weergegeven. Effecten ten aanzien van de bouwhoogte- en koelingsvarianten zijn niet onderscheidend en worden daarom niet separaat beschouwd.

Effecten op NO_2
Op basis van tellingen van adressen (zie Tabel 43) binnen het plangebied blijkt dat een enkele woning of gevoelige bestemming een toename ondervindt van meer dan 1,2 µg/m³. Omdat dit aantal woningen of gevoelige bestemmingen minder dan 5% betreft, is op basis van Tabel 42 een score 0 (geen effecten) toegekend.

Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$
Op basis van tellingen van adressen (Tabel 44 en Tabel 45) binnen het plangebied blijkt dat voor zowel PM_{10} als $PM_{2,5}$ geldt dat geen woningen of gevoelige bestemmingen een toename van meer dan 0,4 µg/m³ ondervinden. Deze toenames betreffen minder dan 5% van de woningen of gevoelige bestemmingen en daarom is conform Tabel 42 een score 0 (geen effecten) toegekend.

Wettelijke toetsing
De maatgevende situatie wordt bepaald door de bouwfase. Concentraties en bijdrages in de exploitatiefase liggen lager dan in de bouwfase. Daarom wordt voldaan aan de normen voor luchtkwaliteit als in de bouwfase wordt voldaan. Onderstaand is de toetsing beschreven van de bouwfase.
Uit de berekeningen blijkt dat daar waar getoetst dient te worden een bijdrage van meer dan 1,2 µg/m³ optreedt. Het project draagt daarmee 'In betekenende mate' bij aan de concentraties luchtverontreinigende stoffen en dient hierdoor getoetst te worden aan de grenswaarden uit de Wet milieubeheer. Er wordt in de bouwfase een maximale concentratie van 10,9 µg/m³ berekend voor NO_2. Deze waarde ligt lager dan de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³. De uurgemiddelde norm voor NO_2 wordt nergens overschreden.
De maximaal berekende concentratie voor PM_{10}, daar waar getoetst dient te worden, bedraagt 17,3 µg/m³ in de bouwfase. Deze waarde ligt lager dan de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³. De 24-uursgemiddelde norm voor PM_{10} wordt maximaal 6 maal overschreden en wordt voornamelijk bepaald door de achtergrondconcentraties. Dit ligt lager dan het toegestane aantal overschrijdingsdagen van 35.
Voor $PM_{2,5}$ bedraagt de maximaal berekende waarde, daar waar getoetst dient te worden, 10,5 µg/m³ in de bouwfase. Deze concentratie ligt lager dan de grenswaarde van 25 µg/m³ die geldt voor de jaargemiddelde concentratie $PM_{2,5}$.
Er vindt voor het aspect Luchtkwaliteit nergens overschrijdingen plaats van de grenswaarden. Het aspect Luchtkwaliteit vormt daarmee geen belemmering voor de planvorming.

Tabel 46 Effectbeoordeling Luchtkwaliteit, bouwfase (maatgevende fase)

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Effecten op NO_2	0	0	0	0	0	0
Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$	0	0	0	0	0	0

10.4 Mitigerende maatregelen

Omdat de achtergrondconcentraties in het plangebied vrij laag zijn en de bijdrage van het project in de bouw- en exploitatiefase beperkt is, worden er geen grenswaarden overschreden. Voor het aspect Luchtkwaliteit zijn er om deze reden geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.

In het kader van de vergunningverlening wordt wel een aandachtspunt benoemd. Er is groot verschil in emissie-eisen van dieselmaterieel tussen stages III en IV. De werklocaties liggen nabij kwetsbare habitattypen. Om die reden kiest PALLAS als uitgangspunt om diesel met emissies van stage IV (schoonste dieselmaterieel) toe te passen. Dit is dus geen mitigerende maatregel, maar is op voorhand al toegepast als uitgangspunt.

10.5 Leemten in kennis

Leemten in kennis en informatie kunnen deels ontstaan door het ontbreken van kennis en informatie op dit moment, maar ook door onzekerheid over ontwikkelingen in de toekomst. Voor het aspect Luchtkwaliteit zijn de volgende leemten geconstateerd:

1. onzekerheid in achtergrondconcentraties en emissiefactoren;
2. onzekerheid in het aantal bedrijfsuren van emissiebronnen en het aantal dieselmaterieel en motorvoertuigbewegingen.

Ad1) *Onzekerheid in achtergrondconcentratie en emissiefactoren*
Elk jaar worden emissiefactoren en achtergrondconcentraties vastgesteld conform de nieuwste inzichten. De trend in luchtkwaliteit is voor zowel de emissiefactoren als de achtergrondconcentraties dat deze daalt. Als de emissiefactoren en achtergrondconcentraties worden bijgesteld, gaat dit vaak om kleine wijzigingen. De verwachting is, dat eventuele nieuwe inzichten geen grote effecten hebben op de uitkomsten van het onderzoek.

Ad 2) *Onzekerheid in aantal bedrijfsuren, aantal dieselmaterieel en motorvoertuigbewegingen*
Het overzicht van emissiebronnen is gebaseerd op het Ontwerpkader [19] en inschatting van de volumes grond, beton en andere materialen die toegepast worden. Bij het bepalen van de luchtemissies als gevolg van de aanleg van PALLAS is telkens gezocht naar een conservatieve aanlegmethode vanuit luchtkwaliteit optiek. Daarnaast is voor al het in te zetten materieel de bovengrens aangehouden qua vermogen voor het bepalen van de emissies. Ook hiervoor geldt dat de verwachting is dat eventuele nieuwe inzichten geen grote effecten hebben op de uitkomsten van het onderzoek.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

11 Geluid

De volgende beschrijving van het aspect Geluid is gebaseerd op het achtergrondrapport Geluid (zie Bijlage F6).



11.1 Beoordelingskader

11.1.1 Beleidskader

In Tabel 47 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Geluid opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Geluid

11.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Het aspect Geluid wordt beoordeeld conform het beoordelingskader dat in Tabel 48 is weergegeven.

Studiegebied

Het studiegebied strekt zich uit tot het gebied met geluidgevoelige bronnen die beïnvloed kunnen worden, zie Figuur 33.

Tabel 47 Beleid, wet- en regelgeving Geluid

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Bouwbesluit, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012	Voor de meeste aanleg-/bouwwerkzaamheden vormt het Bouwbesluit 2012 het toetsingskader. Hierin zijn de eisen opgenomen ten aanzien van geluidhinder. De werkzaamheden voor PALLAS dienen conform de gestelde eisen aan werkperioden en blootstellingsduur en -niveau uitgevoerd te worden.
Circulaire Bouwlawaai, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010	Volgens de Circulaire Bouwlawaai 2010 zijn werkzaamheden op zaterdag alleen door middel van een ontheffing toegestaan. Voor geluidbronnen die continu in bedrijf zijn, zoals grondwaterpompen, adviseert de Circulaire Bouwlawaai in de ontheffing voor de avond- en nachtperiode een geluidnorm voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau te stellen van ten hoogste 45 dB(A) respectievelijk 40 dB(A) op de dichtstbijzijnde geluidgevoelige bestemmingen. Dit komt overeen met een grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde.
Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening, voormalige Ministerie van VROM, 1998	Deze ministeriële handreiking richt zich vooral op niet gezoneerde industrieterreinen en solitaire bedrijven. Als een gemeente eigen beleid ontwikkelt voor industriegeluid, door een Nota Industrielawaai op te stellen, vormt dat het toetsingskader voor de eisen in milieuvergunningen. Het terrein van de HFR en het voor PALLAS beoogde terrein betreffen een niet-geluidgezoneerd terrein. Voor de maximale geluidniveaus LAmax wordt gestreefd naar niveaus die ter plaatse van woningen niet meer dan 10 dB(A) hoger zijn dan de langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus. De grenswaarden voor het maximale geluidniveau zijn: • 70 dB(A) in de dagperiode. • 65 dB(A) in de avondperiode. • 60 dB(A) in de nachtperiode.
Wet milieubeheer, voormalige Ministerie van VROM, 1996	Voor vergunningsplichtige inrichtingen wordt het verkeer van en naar de inrichting beoordeeld op basis van de Circulaire 'Geluidhinder veroorzaakt door het wegverkeer van en naar de inrichting'. Deze circulaire adviseert een voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde en een maximale grenswaarde van 65 dB(A) etmaalwaarde.



Figuur 33 Studiegebied Geluid

Beoordelingkader
Voorliggend hoofdstuk richt zich op de beschrijving van de effecten op de woonomgeving en gaat derhalve alleen op het eerste beoordelingscriterium in. De effecten op gevoelige gebieden, het tweede criterium, worden beschreven in hoofdstuk 13 alsook in het achtergrondrapport Natuur (kenmerk 079210966).

Tabel 48 Beoordelingskader Geluid

Beoordelingscriteria	Beschrijving
Geluidbelasting op woningen	Geluidbelasting op woningen, andere geluidgevoelige gebouwen en geluidgevoelige terreinen
Geluidbelasting op gevoelige gebieden	Geluidbelasting op stiltegebieden, natuurgebieden et cetera.

Geluidbelasting op woningen
Geluidbelasting op woningen, andere geluidgevoelige gebouwen en geluidgevoelige terreinen wordt getoetst aan de hand van *de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening en de Wet milieubeheer.*

Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening
Tot op heden heeft de gemeente Schagen nog geen eigen beleid voor industrielawaai, een zogenoemde Nota Industrielawaai, vastgesteld. Dit betekent dat bij het opstellen van geluidvoorschriften gebruik moet worden gemaakt van de systematiek van richt- en grenswaarden conform Hoofdstuk 4 van de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening. Voor woonbestemmingen beveelt de handreiking de in Tabel 49 opgenomen richtwaarden aan. Bij vergunningverlening wordt voor het aspect Geluid als volgt gehandeld:
Voor nieuwe inrichtingen:
- Bij de eerste toetsing worden de waarden van Tabel 49 gehanteerd.
- Overschrijding van deze richtwaarden kan toelaatbaar zijn op grond van een bestuurlijk afwegingsproces.
- Een belangrijke rol daarbij speelt het bestaande referentieniveau van het omgevingsgeluid.
- Als maximumniveau geldt de "etmaalwaarde[30]" van 50 dB(A) op de gevel van de dichtstbijzijnde woningen of het referentieniveau van het omgevingsgeluid.

Voor bestaande inrichtingen:
- Bij herziening van vergunningen worden de richtwaarden volgens Tabel 49 steeds opnieuw getoetst.
- Overschrijding van de richtwaarden is mogelijk tot het referentieniveau van het omgevingsgeluid.
- Overschrijding van het referentieniveau van het omgevingsgeluid tot een maximum "etmaalwaarde" van 55 dB(A) kan in sommige gevallen toelaatbaar worden geacht op grond van een bestuurlijk afwegingsproces waarbij de geluidbestrijdingskosten een belangrijke rol dienen te spelen.

Wanneer het bestaande (vergunde) niveau ten gevolge van de inrichting hoger is dan de "etmaalwaarde" van 55 dB(A), dient bij de opstelling van vergunningvoorschriften de laatstgenoemde waarde óf het referentieniveau van het omgevingsgeluid als maximum te worden gehanteerd.
Voor het bovenstaande geldt steeds dat een verhoging van de richtwaarden alleen kan worden toegestaan na toepassing van de Beste Beschikbare Technieken (BBT) om de geluidemissie zoveel mogelijk te beperken.
De omgeving van PALLAS kan het beste worden gekarakteriseerd als een landelijke omgeving. Hiervoor geldt ter plaatse van woningen een richtwaarde voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van 40 dB(A) in de dagperiode, 35 dB(A) in de avondperiode en 30 dB(A) in de nachtperiode (zie Tabel 49).

Indirect geluid vanwege verkeer van en naar de inrichting
Op basis van de Circulaire 'geluidhinder veroorzaak door het wegverkeer van en naar de inrichting; beoordeling in het kader van de vergunningverlening op basis van de Wet milieubeheer wordt voor de effectbeoordeling uitgegaan van:
- een richtwaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidgevoelige bestemmingen;
- een maximale grenswaarde van 65 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidgevoelige bestemmingen.

Relevante fasen
Voor het aspect Geluid zijn de effecten tijdens de bouwfase en in de exploitatiefase beschreven. De overgangsfase is niet separaat beoordeeld omdat de activiteiten in deze fase, de fase waarin de HFR en de PALLAS-reactor beiden in bedrijf zijn, niet tot andere effecten leiden dan in de exploitatiefase.

Beoordelingsschaal plan-MER
De beoordelingsschaal voor het aspect Geluid is voor de

Tabel 49 Richtwaarden voor woonomgevingen

Aard van de woonomgeving	Aanbevolen richtwaarden in de woonomgeving in dB(A)		
	Dag	Avond	Nacht
Landelijke omgeving	40	35	30
Rustige woonwijk, weinig verkeer	45	40	35
Woonwijk in de stad	50	45	40

30 De etmaalwaarde is de hoogste waarde van:
- Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau LAr,LT in de dagperiode (07.00-19.00 uur).
- Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau LAr,LT in de avondperiode (19.00-23.00 uur) + 5 dB(A).
- Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau LAr,LT in de nachtperiode (23.00-07.00 uur) + 10 dB(A).

Tabel 50 Scoretoekenning beoordeling Waterkering technische impact

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Niet van toepassing
+	Positief effect	Niet van toepassing
0	Geen effecten	Het geluid voldoet aan een dagwaarde van 60 dB(A) en een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van 45 dB(A) in de avond- en 40 dB(A) in de nachtperiode
-	Negatief effect	Het geluid overschrijdt een dagwaarde van 60 dB(A), maar de blootstellingsduur voldoet aan de eis in het Bouwbesluit 2012 of het geluid overschrijdt een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van 45 dB(A) in de avond- en 40 dB(A) in de nachtperiode met ten hoogste 5 dB(A)
- -	Zeer negatief effect	Het geluid overschrijdt de reguliere geluideis in het Bouwbesluit 2012 of het geluid overschrijdt een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van 45 dB(A) in de avond- en 40 dB(A) in de nachtperiode met meer dan 5 dB(A)

Tabel 51 Scoretoekenning beoordeling Geluid, overgangs- en exploitatiefase

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Niet van toepassing
+	Positief effect	Het geluid neemt af
0	Geen effecten	Het geluid voldoet aan de richtwaarde van 40 dB(A) voor een landelijke omgeving
-	Negatief effect	Het geluid overschrijdt de richtwaarde van 40 dB(A) etmaalwaarde voor een landelijke omgeving, maar voldoet aan de grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde
- -	Zeer negatief effect	Het geluid overschrijdt de grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde

bouwfase weergegeven in Tabel 50 en voor de overgangs- en exploitatiefase in Tabel 51.

Bouwfase
In het geval van geluidhinder kan er in de bouwfase van positieve effecten geen sprake zijn. Voor de beoordeling van de bouwfase wordt in eerste instantie getoetst aan de dagwaarde van 60 dB(A), waarvoor een onbeperkte blootstellingsduur geldt. Bij overschrijding van deze dagwaarde wordt getoetst of er voldaan wordt aan de maximaal toegestane blootstellingsduur of dat het nodig wordt geacht om een ontheffing aan te vragen. Voor activiteiten in de avond- en nachtperiode wordt getoetst aan een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van 45 dB(A) in de avond- en 40 dB(A) in de nachtperiode.

Overgangs- en exploitatiefase
Voor de beoordeling van de overgangs- en exploitatiefase wordt in eerste instantie getoetst aan de richtwaarde van 40 dB(A) etmaalwaarde voor een landelijke omgeving. De eventuele geluidhinder zal dan minimaal zijn. Bij overschrijding van de richtwaarde wordt getoetst aan de grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde voor een nieuwe inrichting. Als net aan de grenswaarde wordt voldaan, mag verwacht worden dat er hinder optreedt, maar wordt het hinderniveau nog acceptabel geacht.

Indirecte hinder
Indirecte hinder is gedefinieerd als geluidhinder veroorzaakt door verkeer van en naar de OLP. De geluidbelasting van enkel het verkeer van en naar de OLP is berekend. Indirecte hinder vindt plaats in alle drie de fasen en wordt voor allemaal hetzelfde beoordeeld. Tabel 52 geeft de score toekenning voor de beoordeling van indirecte hinder tijdens de bouw-, overgangs- en exploitatiefase.

Tabel 52 Scoretoekenning beoordeling Geluid, indirecte hinder in bouw-, overgangs- en exploitatiefase

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Niet van toepassing
+	Positief effect	Niet van toepassing
0	Geen effecten	Het geluid voldoet aan de richtwaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde
-	Negatief effect	Het geluid overschrijdt de richtwaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde, maar voldoet aan de maximale grenswaarde van 65 dB(A) etmaalwaarde
- -	Zeer negatief effect	Het geluid overschrijdt de maximale grenswaarde van 65 dB(A) etmaalwaarde

11.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

11.2.1 Huidige situatie

In de referentiesituatie (HFR in gebruik conform de huidige situatie) wordt de geluidbelasting in het studiegebied vooral bepaald door de HFR en de provinciale weg N502. De geluidemissie van de inrichting wordt vooral bepaald door de geluidafstraling van het primaire en secundaire pompgebouw, het luchtbehandelingsgebouw, de reactorbijgebouwen, ventilatoren, CV uitlaten, het noodstroomaggregaat, een heftruck en verkeersbewegingen.
De dichtstbijzijnde geluidgevoelige bestemmingen betreffen enkele verspreid liggende woningen langs de provinciale weg N502 (Westerduinweg). Deze woningen bevinden zich op enkele honderden meters afstand van de OLP. Tussen de woningen en de OLP bevindt zich een duinenstrook met een hoogte van 5 m of meer ten opzichte van het gemiddelde maaiveldniveau voor de OLP.
Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ($L_{Ar,LT}$) ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen bedraagt ten hoogste circa 25 dB(A) in de dagperiode, 22 dB(A) in de avondperiode en 19 dB(A) in de nachtperiode. Dit komt overeen met 29 dB(A) etmaalwaarde.

Zoals aangegeven wordt de geluidbelasting in het studiegebied mede bepaald door de provinciale weg N502 (Westerduinweg). De geluidbelasting vanwege deze weg is berekend voor het jaar 2016. Hieruit blijkt dat ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen het beoordelingsniveau 61 dB(A) in de dagperiode, 62 dB(A) in de avondperiode en 51 dB(A) in de nachtperiode bedraagt. De geluidcontouren voor de nachtperiode (de maatgevende periode) zijn weergegeven in Figuur 34, dit is de maatgevende periode.

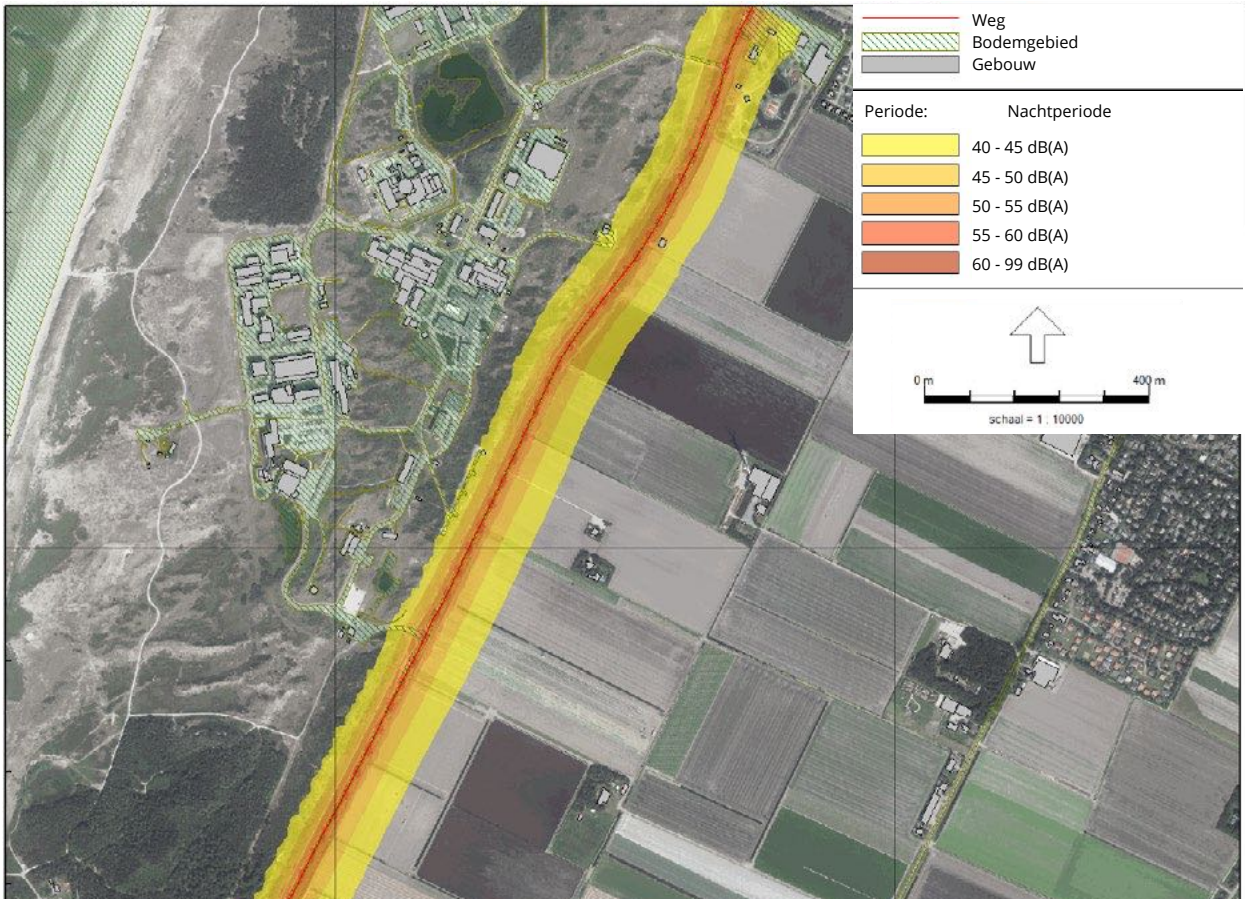
In 2011 is onderzoek verricht naar het heersende referentieniveau van het omgevingsgeluid[31]. Dit is gedefinieerd als de hoogste waarde van:

- het gemeten L_{95}-niveau[32] van het omgevingsgeluid;
- het optredende equivalente geluidniveau LAeq in dB(A), veroorzaakt door zoneringsplichtige wegen, minus 10 dB(A).

In september en oktober 2011 zijn geluidmetingen verricht in de omgeving van Westerduinweg en Belkmerweg om het L95-niveau van het omgevingsgeluid vast te stellen. Uit de geluidmetingen blijkt het volgende:

- in de dagperiode bedraagt het gemeten L_{95}-niveau 41 tot 44 dB(A);
- in de nachtperiode bedraagt het gemeten L_{95}-niveau 39 tot 41 dB(A).

Hierbij moet opgemerkt worden dat het niveau in de nacht-



Figuur 34 Geluidcontouren voor de maatgevende nachtperiode (peiljaar 2016)

31 Akoestisch normen onderzoek PALLAS-reactor NRG Petten, Rapport 2011-12-02 versie 2.0 van Witteman Geluidbeheersing.
32 Het L_{95}-niveau is het geluidniveau dat 95% overschreden wordt oftewel het basisniveau dat 95% van de tijd aanwezig is.

periode is gemeten tussen 00.10 en 01.26 uur. In het midden van de nacht zou het referentieniveau nog lager kunnen zijn.

Uit de berekeningen voor het peiljaar 2016 blijkt dat het berekende L_{Aeq} minus 10 dB(A) bij de dichtstbijzijnde woningen aan de Westerduinweg gelijk is aan:
- 29 tot 51 dB(A) in de dagperiode;
- 30 tot 52 dB(A) in de avondperiode;
- 28 tot 41 dB(A) in de nachtperiode.

11.2.2 Autonome ontwikkelingen

In de referentiesituatie zal voor het peiljaar 2026 de geluidbelasting vergelijkbaar zijn met de huidige situatie. Alleen de geluidbelasting vanwege het verkeer zou door de autonome groei van het verkeer iets kunnen toenemen. Naar inschatting zal de autonome groei van het wegverkeer echter zeer beperkt zijn gezien er geen noemenswaardige ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving zijn voorzien.

11.3 Milieueffecten

11.3.1 Effectbeschrijving

11.3.1.1 Bouwfase

De bouwfase duurt enkele jaren waarin verschillende bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd. Veel van deze werkzaamheden zullen niet gelijktijdig plaatsvinden, maar worden achtereenvolgens uitgevoerd. Voor de bouwfase is daarom onderscheid gemaakt in vier perioden met bijbehorende bouwwerkzaamheden:
- periode 1: Aanleg van een werkterrein;
- periode 2: Palen boren voor de nucleaire reactor en graafwerkzaamheden voor de aanleg van de pijpleiding naar zee en naar het kanaal (in het geval van koelingsvariant K1 en K2);
- periode 3: Ontgraving en aanleg nucleaire reactor met de betoncentrale in werking;
- periode 4: Aanleg pompgebouw, palen boren voor de gebouwen ter plaatse van Off Plot Scope (OPS) en de koelunits in het geval van koelingsvariant K3 en de betoncentrale in werking.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de reguliere bouwwerkzaamheden en de heiwerkzaamheden.

Bouwwerkzaamheden

In de dagperiode wordt voor bouwperiode 4 bij alle woningen de hoogste geluidbelasting berekend. In de avond- en nachtperiode wordt de hoogste geluidbelasting berekend voor bouwperiode 3. De geluidbelastingen zijn bepaald op basis van de maatgevende periode en de per periode maatgevende aanlegwerkzaamheden ter plaatse van de rekenpunten. Er is dus rekening gehouden met de aanleg van verschillende koelingsvarianten in één rekenmodel. Dit betreft een worst case benadering.
Voor de reguliere bouwwerkzaamheden bedraagt het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ten hoogste circa 53 dB(A) in de dag-, avond- en nachtperiode. Hiermee wordt in de dagperiode voldaan aan de eisen van het Bouwbesluit 2012. In de avond- en nachtperiode wordt de in de Circulaire Bouwlawaai 2010 aanbevolen richtwaarde van 45 dB(A) voor de avondperiode en 40 dB(A) in de nachtperiode overschreden. Deze richtwaarde wordt bij circa vier woningen overschreden. Deze overschrijding wordt veroorzaakt door het gebruik van de betoncentrale in de avond- en nachtperiode. De betoncentrale is gelegen op het werkterrein. Het zoekgebied voor het werkterrein is gesitueerd aan de zuidzijde van het OLP op circa 180 m afstand van de dichtstbijzijnde woning. Indien het werkterrein op deze locatie wordt gerealiseerd, dienen er mitigerende maatregelen aan de betoncentrale te worden getroffen.
Het werkterrein kan ook verplaatst worden (binnen het zoekgebied) naar een meer gunstigere positie ten opzichte van de woningen in de omgeving. Er is daarom ook een geluidcontour berekend en contourafstand bepaald voor de etmaalwaarde van 45 dB(A) en 40 dB(A), die aangeeft welke randvoorwaarden er zijn om overschrijdingen op woningen als gevolg van de betoncentrale te voorkomen.

Deze contourafstanden bedragen:
- 45 dB(A) etmaalwaarde: 325 m;
- 40 dB(A) etmaalwaarde: 500 m.

Wanneer woningen zich op een afstand van 500 m of meer van het werkterrein bevinden, is er geen sprake meer van een overschrijding. Wanneer er woningen op een afstand tussen de 500 m en 325 m zijn gelegen, is er enkel sprake van een overschrijding in de nachtperiode. Deze kan door mitigerende maatregelen worden weggenomen (zie paragraaf 11.4). Wanneer er zich woningen binnen de 325 m bevinden van het werkterrein is er zowel sprake van een overschrijding in de avond- als in de nachtperiode. Dit betekent dat mitigerende maatregelen aan de betoncentrale noodzakelijk zijn (zie paragraaf 11.4). Overigens is de betoncentrale over het algemeen alleen overdag in bedrijf. De situatie met continue betonstort betreft slechts een beperkte periode. Het gebeurt echter wel vaker dan incidenteel en is daarom in dit onderzoek als maatgevend beschouwd voor de akoestisch representatieve bedrijfssituatie.

Heiwerkzaamheden

Heiwerkzaamheden vinden plaats ter plaatse van het werkterrein en ter plaatse van het pompgebouw nabij het kanaal (koelingsvariant K1). Aangezien de exacte locatie van zowel het werkterrein als het pompgebouw nabij het kanaal nog niet

Tabel 53 Contourafstanden heiwerkzaamheden

Geluidbelasting [dB(A)]	Afstand [m]
60	520
65	360
70	250
75	160
80	100

bekend is, kan niet exact aangegeven worden wat de geluidbelasting bij de omliggende woningen bedraagt. Er is daarom een geluidcontour berekend en een contourafstand bepaald van enkele dagwaarden uit het Bouwbesluit 2012. Deze afstanden zijn in de volgende tabel opgenomen (zie Tabel 53). Op basis van de afstand tot de dichtst bijgelegen woning kan worden bepaald hoe lang de heiwerkzaamheden maximaal mogen plaatsvinden. Wanneer heiwerkzaamheden plaatsvinden binnen deze afstanden tot de dichtstbijzijnde woning of als de heiwerkzaamheden langer optreden, dienen mitigerende maatregelen te worden beschouwd (zie paragraaf 11.4). Hiermee kan de effectafstand worden verkleind.
Uit de berekende contourafstanden blijkt dat als het pompgebouw op een afstand van minimaal 160 m van woningen wordt gesitueerd, er naar verwachting aan de eisen van het Bouwbesluit 2012 wordt voldaan (maximale blootstellingsduur van 15 dagen). Vooralsnog wordt niet verwacht dat dit tot een knelpunt zal leiden. Mocht het pompgebouw toch dichter bij woningen worden geplaatst, dan zijn mitigerende maatregelen nodig.

Aanleg koelwaterleiding
De exacte locatie van de koelwaterleiding vanaf het kanaal naar het OLP is nog niet bekend. De werkzaamheden voor de aanleg van de koelwaterleiding veroorzaken geluid. De 60 dB(A) contour ligt op 45 m afstand en de 65 dB(A) contour ligt op 25 m afstand. Wanneer de koelwaterleiding wordt aangelegd op minder dan 45 m van een woning gelden er restricties voor de bouwperiode conform het Bouwbesluit 2012 of zijn er mitigerende maatregelen nodig. Vooralsnog wordt niet verwacht dat dit tot een knelpunt zal leiden.

Indirecte hinder
Voor het bouwverkeer dat over de N502 Westerduinweg van en naar het OLP gaat is de indirecte hinder beoordeeld. De geluidbelasting van enkel het bouwverkeer is beoordeeld. Voor drie woningen wordt de voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde overschreden. De geluidbelasting bedraagt hier maximaal 59 dB(A). Om te beoordelen wat de bijdrage van het bouwverkeer is op de geluidbelasting vanwege de N502 Westerduinweg is ook de geluidbelasting berekend met het huidige verkeer. Voor de woningen met een geluidbelasting boven de voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) blijkt dat de toename door het bouwverkeer 2 dB(A) bedraagt.

11.3.1.2 Overgangs- en exploitatiefase

Bouwhoogtevarianten
De bouwhoogtevarianten zijn voor het aspect Geluid niet onderscheidend, omdat de geluidemissie niet veranderd. Alleen plaatselijk zou door afscherming of reflectie een iets ander niveau kunnen optreden, maar ter plaatse van de woningen op relatief grote afstand is dit effect verwaarloosbaar. Bij de beschrijving van de effecten van deze varianten is uitgegaan van de koelingsvariant K1. Voor de exploitatiefase is de koeling bepalend voor het effect.

Koelingsvarianten
Voor koelingsvariant K1 bedraagt het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau op woningen ten hoogste 28 dB(A) in de dagperiode, 25 dB(A) in de avondperiode en 25 dB(A) in de nachtperiode. De hoogste etmaalwaarde bedraagt hiermee 35 dB(A). Er zijn dus geen woningen met een geluidbelasting van meer dan 40 dB(A) etmaalwaarde. Hiermee wordt aan de richtwaarde voldaan.
Het effect voor koelingsvariant K2 is vergelijkbaar met koelingsvariant K1, omdat voor beide varianten de afstand tot woningen voldoende groot is. Er zijn dus ook voor deze variant geen woningen met een geluidbelasting van meer dan 40 dB(A) etmaalwaarde.
Met koelingsvariant K3 wordt er in de dagperiode bij twee woningen een overschrijding van de richtwaarde berekend, in de avondperiode bij 5 woningen en in de nachtperiode bij 20 woningen. Er zijn twee woningen met een geluidbelasting van meer dan 50 dB(A) etmaalwaarde. De hoogst belaste woning ondervindt een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau van circa 47 dB(A) in de dag-, avond- en nachtperiode. Dit komt overeen met circa 57 dB(A) etmaalwaarde.
Door de inzet van stillere koelunits, een ander type koeling met een lagere geluidemissie, de plaatsing van geluiddempers en/of de realisatie van een afscherming zal het geluid voor variant K3 met minimaal 7 dB(A) moeten worden gereduceerd om bij de dichtstbijzijnde woningen aan de grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde te kunnen voldoen. Dit houdt in dat het totale (immissierelevante) bronvermogen van de groep koelunits niet meer mag bedragen dan 105 dB(A), zie paragraaf 11.4.

Indirecte hinder
Voor geen enkele woning wordt de voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde overschreden. De geluidbelasting bedraagt maximaal 47 dB(A).
Om te beoordelen wat de bijdrage van het verkeer van en naar de inrichting is op de geluidbelasting vanwege het overige verkeer op de N502 Westerduinweg is ook de geluidbelasting berekend met het huidige verkeer. De bijdrage van het verkeer van en naar de inrichting bedraagt maximaal 0,1 dB(A).

11.3.2 Effectbeoordeling

De effectbeoordeling is samengevat in Tabel 54.

De bouwhoogtevarianten zijn voor het aspect Geluid niet onderscheidend. Bij de beschrijving van de effecten van deze varianten is uitgegaan van de koelingsvariant K1. Voor de overgangsfase en de exploitatiefase is enkel de koelingsvariant bepalend voor het effect.

Bouwfase
Voor de bouwfase worden de richt- en grenswaarden voor de avond- en nachtperiode overschreden. Mogelijk wordt ook de maximale blootstellingsduur voor de dagperiode overschreden vanwege heiwerkzaamheden ten behoeve van het pompgebouw bij het kanaal (K1). Vanwege de overschrijding van de grenswaarden voor de bouwactiviteiten, worden voor de bouwfase van de PALLAS-reactor alle bouwhoogte varianten als zeer negatief (- -) beoordeeld.
De bouwwerkzaamheden voor de koelingsvarianten K2 en K3 zijn ondergeschikt aan de overige bouwwerkzaamheden. Deze

Tabel 54 Effectbeoordeling Geluid

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Geluidbelasting op woningen vanwege bouwactiviteiten	- -	- -	- -	-	0	0
Geluidbelasting op woningen vanwege indirecte hinder	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Overgangs- en exploitatiefase						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege bedrijfsactiviteiten	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege indirecte hinder	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

werkzaamheden zullen alleen overdag plaatsvinden en er vinden geen heiwerkzaamheden plaats. Derhalve zijn de effecten voor deze koelingsvarianten als neutraal (0) beoordeeld. Voor de bouw van de koelingsvariant K1, worden heiwerkzaamheden verricht. Hierdoor wordt mogelijk de dagwaarde van 60 dB(A) overschreden, de werkzaamheden zullen waarschijnlijk wel voldoen aan de maximale blootstellingsduur. Om deze reden wordt koelingsvariant K1 als negatief (-) beoordeeld. Aangetekend moet worden dat in verband met het zoekgebied voor de koelwaterleidingen de exacte locatie en werkzaamheden voor de aanleg van de koelwaterleiding pas duidelijk worden na verdere detaillering en keuzes omtrent de te hanteren koelingsvariant in de volgende fase (ten behoeve van vergunning). In het kader van de verdere detaillering en vergunningaanvragen dient deze score bijgesteld te worden als het geluidniveau de dagwaarde van 60 dB(A) blijkt te overschrijden. Deze kans wordt echter klein geacht. Dit geldt enkel voor het zoekgebied leidingen tussen het kanaal en de OLP. Tussen de zee en het OLP zijn geen woningen in de buurt aanwezig.
Vanwege het bouwverkeer dat over de Westerduinweg van en naar de OLP gaat is de indirecte hinder beoordeeld. Voor drie woningen wordt de voorkeursgrenswaarde overschreden. De maximale waarde wordt niet overschreden. Om deze reden is de indirecte hinder beoordeeld als negatief (-). Er is geen onderscheid tussen de verschillende bouwhoogtevarianten.

Overgangs- en exploitatiefase
Voor de overgangs- en exploitatiefase wijken voor de koelingsvarianten K1 en K2 de effecten nauwelijks af van de referentiesituatie. Deze varianten worden derhalve als neutraal (0) beoordeeld.
Voor koelingsvariant K3 wordt de grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde overschreden. Derhalve wordt deze koelingsvariant als zeer negatief (- -) beoordeeld. De indirecte hinder vanwege het verkeer van en naar het OLP over de Westerduinweg is ook beoordeeld voor de overgangs- en exploitatiefase. Vanwege het beperkte aantal voertuigbewegingen worden er geen overschrijdingen van de voorkeursgrenswaarde berekend. Om deze reden wordt indirecte hinder als neutraal (0) beoordeeld. De koelingsvarianten K1 t/m K3 hebben geen invloed op de indirecte hinder. Voor koelingsvariant K1 wordt er dagelijks van en naar het pompgebouw nabij het kanaal gereden, dit betreffen echter dusdanig weinig voertuigen dat het effect hiervan verwaarloosbaar is. Dit wordt ook als neutraal (0) beoordeeld. In de voorliggende studie is met conservatieve uitgangspunten gerekend.

11.4 Mitigerende maatregelen

Uit het onderzoek blijkt dat de volgende geluidbronnen (zeer) negatieve effecten veroorzaken:
- betoncentrale (in de avond- en nachtperiode);
- heiwerkzaamheden;
- koelingsvariant K3.

Voor voornoemde bronnen zijn in het geluidonderzoek vooralsnog 'worst case' uitgangspunten gehanteerd. Voor de betoncentrale, de pompgebouwen en de heiwerkzaamheden bij deze centrale en gebouwen geldt dat de exacte locatie nog niet vastligt.
Bij de uitwerking van het ontwerp moet aandacht worden besteed aan het mitigeren van bovengenoemde (zeer) negatieve effecten. Hierbij kan aan de volgende mitigerende maatregelen worden gedacht voor de verschillende geluidbronnen:
- Betoncentrale:
  De betoncentrale kan worden afgeschermd richting de dichtstbijzijnde woning. Verder kan er rekening worden gehouden met de situering van de betoncentrale. Door de betoncentrale op voldoende afstand van de dichtstbijzijnde woning te plaatsen, zijn wellicht minder mitigerende maatregelen nodig.
- Heiwerkzaamheden:

Voor de heiwerkzaamheden kunnen maatregelen worden toegepast zoals een heimantel of een andere techniek worden toegepast zoals het boren van palen zodat voldaan kan worden aan de blootstellingsduur uit het Bouwbesluit 2012.

- Verder kunnen negatieve effecten beperkt worden door de betoncentrale en de pompgebouwen op een relatief grote afstand van woningen te projecteren. Hiermee kan naar verwachting aan de maximale blootstellingsduur van het Bouwbesluit 2012 worden voldaan.
- Koelingsvariant K3:
  De inzet van stillere koelunits, een ander type koeling met een lagere geluidemissie, de plaatsing van geluiddempers en/of de realisatie van een afscherming tussen de koelunits en de dichtstbijzijnde woningen. Met de inzet van deze maatregelen zal het geluid voor koelingsvariant K3 ter plaatse van de dichtstbijzijnde woningen met minimaal 7 dB(A) moeten worden gereduceerd. Dit houdt in dat het totale bronvermogen van de toe te passen koelunits niet meer mag bedragen dan 105 dB(A). Bij de toepassing van koelunits met een grote bronhoogte zoals thans gehanteerd voor koelingsvariant K3 zal een schermwand echter waarschijnlijk geen reële optie zijn.

Met toepassing van voornoemde maatregelen kunnen de effecten vanwege de bouwfase en koelingsvariant K3 worden beperkt tot ‘negatief’.

11.5 Leemten in kennis

Op het moment van onderzoek is er nog beperkt inzicht in de geluidbronnen en de sterkte en intensiteit hiervan. Afwijkingen van de gehanteerde uitgangspunten kunnen leiden tot relevante andere effecten. Gezien het feit dat conservatieve uitgangspunten zijn gehanteerd, wordt niet verwacht dat deze effecten negatiever zullen uitpakken.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

12 Licht

De volgende beschrijving van het aspect Licht is gebaseerd op het achtergrondrapport Licht (zie Bijlage F7).



12.1 Beoordelingskader

12.1.1 Beleidskader

Op het gebied van lichthinder is nog geen landelijke wetgeving voorhanden. Er zijn geen strikte normen voor kunstmatige verlichting in de vorm van een afstandsbepaling.
In Tabel 55 is beknopt het relevante beleid voor het aspect Licht opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Licht.

NSVV-richtlijnen

De Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV) heeft richtlijnen uitgegeven ten aanzien van voorkoming van lichthinder [20]. In deze richtlijn zijn enkele visuele effecten beschreven die tot lichthinder kunnen leiden. Een van deze effecten is de directe lichtinval. Als parameter ter bepaling van dit effect wordt de verticale verlichtingssterkte in een punt in een relevant oppervlak (Ev in lux) gehanteerd. Bij woningen zijn dit meestal de verticale (gevel-) oppervlakken, vooral de ramen.
In de NSVV-richtlijn zijn gebieds- en periodeafhankelijke normen opgenomen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een viertal gebiedstyperingen/zones met elk een eigen norm (zie Tabel 56):

- E1: gebieden met een zeer lage omgevingshelderheid, in het algemeen natuurgebieden en landelijke gebieden ver van woonkernen;
- E2: gebieden met een lage omgevingshelderheid, in het algemeen buitenstedelijke en landelijke (woon)gebieden;
- E3: gebieden met een gemiddelde omgevingshelderheid, in het algemeen stedelijke (woon)gebieden;
- E4: gebieden met een hoge omgevingshelderheid, in het algemeen stedelijke gebieden met nachtelijke activiteiten, zoals uitgaanscentra en industriegebied.

Om een indruk te geven van verlichtingssterkten, is in de volgende Tabel 57 een aantal situaties weergegeven met de daarbij passende lichtsterkten.

Tabel 57 Verlichtingssterkte in aantal situaties [21]

Situatie	Verlichtingssterkte (lux)
Daglicht bij volle zon midden zomer	50.000 – 100.000
Daglicht bij betrokken hemel	1.000 - 10.000
Daglicht gemiddeld	5.000
Schemering	10
Volle maan bij heldere hemel	0,25
Nieuwe maan bij heldere hemel	0,002
Geheel maanloze, zwaar bewolkte nacht	0,001
Bureauverlichting	200 - 800
Leeslicht (werkvlak)	400
's avonds normaal verlichte kamer	25 -50
Leesdrempel mens (krant te lezen)	0,3
Grens kleuren zien mens	0,1
Grens zien voor aan donker geadapteerd oog mens	0,0001

12.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Tabel 58 geeft het beoordelingskader weer voor het aspect Licht. De effecten van het aspect Licht worden beoordeeld voor het woon- en leefmilieu. Effecten van licht op natuur worden beoordeeld in hoofdstuk 13 Natuur.

Tabel 55 Beleid, wet- en regelgeving Licht

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Wet Milieubeheer (Wm), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015	De Wet milieubeheer regelt hoe inrichtingen met hun omgeving moeten omgaan. Voor bedrijven met een omgevingsvergunning (art. 2.1 lid 1 onder de Wabo) kan het voorkomen van lichthinder geregeld worden via de voorschriften. Ten aanzien van verlichting van de werkplek in de buitenruimte is de NEN-EN 12464-2:2014 van kracht (invulling vanuit ARBO-wetgeving).
Provinciaal Milieubeleidsplan 2015-2018, Provincie Noord-Holland, 2015	In het Provinciaal Milieubeleidsplan 2015 – 2018 staat het beleid voor licht en donkerte. De doelstelling is het beschermen van de oerkwaliteit donkerte in buitenstedelijk gebied en het verminderen van verlichting in het relatief lichte binnenstedelijke gebied. Daarbij wil de Provincie Noord-Holland het volgende borgen: • Donkerte is een van de aspecten die meegewogen moet worden bij ruimtelijke ontwikkelingen, ook bij bestemmingsplannen van gemeenten. Als dit onvoldoende gebeurt, gaat de provincie het gesprek met de betreffende partij aan. • Op basis van de Wet milieubeheer wordt in vergunningverlening en handhaving gekeken naar "doelmatig gebruik van energie", donkerte kan hier als afgeleide van profiteren.

Tabel 56 Richtwaarden voor verlichtingssterkte (Ev) ter voorkoming van lichthinder [20]

Periode	E1: natuurgebied	E2: landelijk gebied	E3: stedelijk gebied	E4: stadscentrum/ industriegebied
07.00 – 21.00 uur	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
21.00 – 07.00 uur	1 lux	1 lux	2 lux	4 lux

Studiegebied
Het studiegebied voor het lichtonderzoek wordt afgeleid van het plangebied van de PALLAS-reactor, het zoekgebied voor het werkterrein en de koelwaterleidingen. Hier kunnen zich de (tijdelijke) lichtbronnen voor het project bevinden. De effecten voor het aspect Licht worden bekeken vanaf een verlichtingssterkte van minimaal 0,1 lux (ten behoeve van natuur). In dit geval betekent dit dat het studiegebied tot maximaal 50 m buiten de zoekzones en het plangebied reikt.

Tabel 58 Beoordelingskader Licht

Beoordelingscriteria	Toelichting
Directe lichtinval bij woningen	Directe lichtinval bij de woningen in de directe omgeving van de OLP en langs het leidingentracé en het werkterrein

Beoordelingskader
Als uitgangspunt is bij de beoordeling van de effecten op bovenstaand beoordelingscriterium uitgegaan van een worst-case scenario. Dit houdt in dit geval in dat het werkterrein binnen het zoekgebied zo dicht mogelijk bij woningen ligt.
In het kader van dit plan-MER is het beoordelingscriterium directe lichtinval gebaseerd op de richtlijnen van de NSVV 'Richtlijn Lichthinder' van november 2014 [20]:

- Het gebied direct ten noorden, westen en zuiden van PALLAS-reactor kan worden gekarakteriseerd als een omgevingszone E1 (natuurgebied), zie beleidskader paragraaf 12.1.1. Voor de omgevingszone E1 geldt op de gevels van de woningen een richtwaarde van 1 lux in de nachtperiode. De nachtperiode is maatgevend voor de beoordeling van lichthinder.
- De woningen in het buitengebied, ten oosten van het plangebied, kunnen worden gekarakteriseerd als omgevingszone E2 (landelijk gebied), zie beleidskader paragraaf 12.1.1. Voor de omgevingszone E2 geldt op de gevels van de woningen een richtwaarde van 1 lux in de nachtperiode.

Relevante fasen
Voor het aspect Licht zijn de effecten tijdens de bouwfase en in de exploitatiefase beschreven. De overgangsfase is niet separaat beoordeeld omdat de activiteiten in deze fase, de fase waarin de HFR en de PALLAS-reactor beiden in bedrijf zijn, niet tot andere effecten leiden dan in de exploitatiefase.
Voor het aspect Licht is de bouwfase bepalend. In de exploitatiefase is veel minder verlichting nodig dan in de bouwfase. Daarnaast ligt de locatie van de reactor verder van de bebouwing dan in de bouwfase (verlichting werkterrein en aanleg van de koelleidingen). Als in de bouwfase aan de norm voor verlichtingssterkte wordt voldaan, dan zal in de exploitatiefase en overgangsfase ruimschoots aan de norm worden voldaan.

Beoordelingsschaal plan-MER
De beoordelingsschaal voor het aspect Licht is weergegeven in Tabel 59. In het geval van lichthinder kan er van positieve effecten geen sprake zijn.

Tabel 59 Scoretoekenning beoordeling Licht

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Niet van toepassing
+	Positief effect	Niet van toepassing
0	Geen effecten	Geen verandering, toename verlichtingssterkte bij omwonenden van 0-1 lux
-	Negatief effect	Gering negatief effect, toename verlichtingssterkte bij omwonenden van 1-2 lux
- -	Zeer negatief effect	Groot negatief effect, toename verlichtingssterkte bij omwonenden van > 2 lux

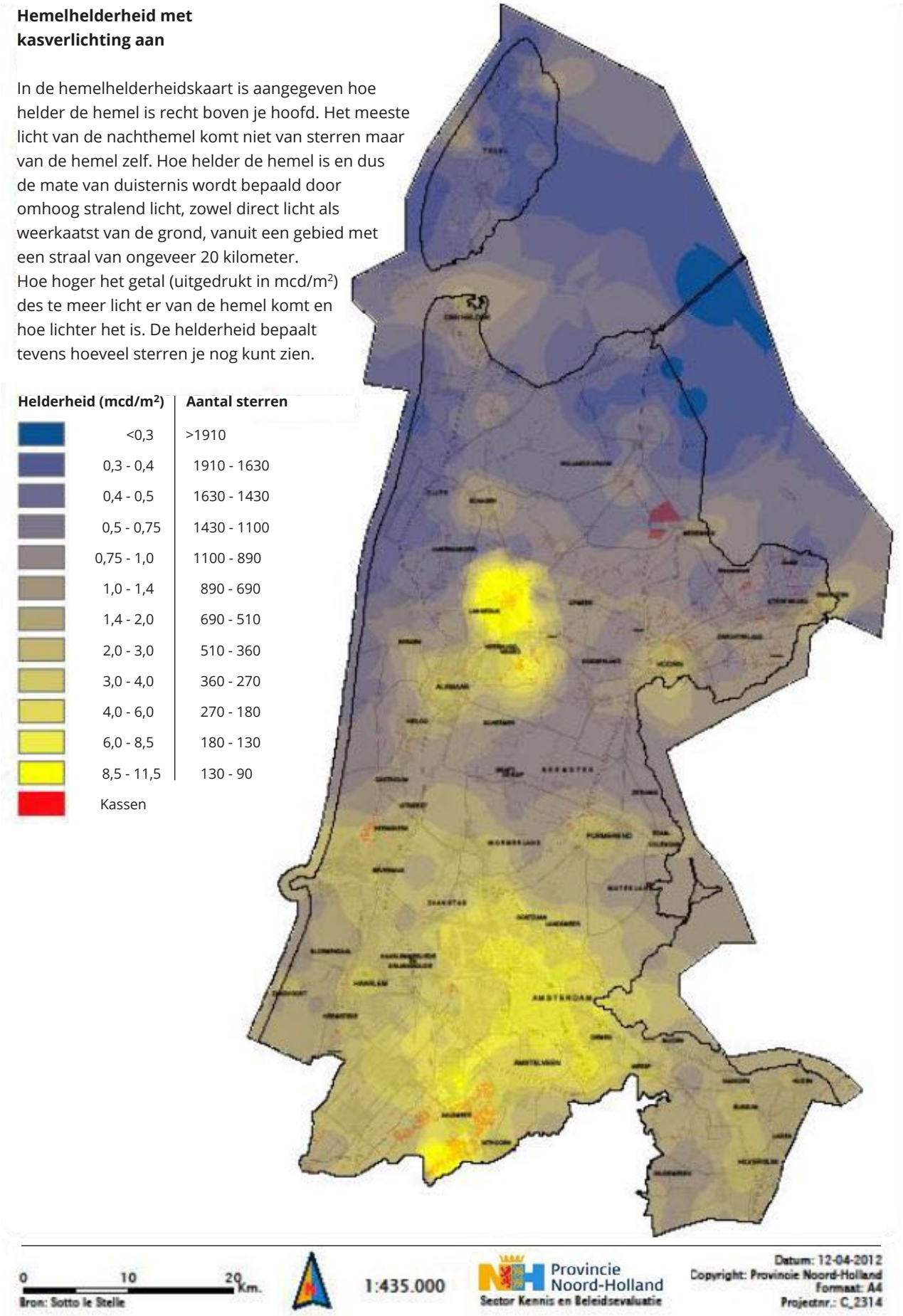
12.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

12.2.1 Huidige situatie
Op de website van de provincie staat onder het kopje 'thema/milieu/licht en donkerte' het volgende geschreven betreffende dit onderwerp:
"Nederland is een van de meest verlichte landen ter wereld, met Noord-Holland als een van de meest verlichte provincies. Onder andere veiligheid in het verkeer en de 24-uurs economie zorgen ervoor dat Noord-Holland steeds vaker en op steeds meer plekken verlicht wordt. Ook de Noord-Hollandse glastuinbouw straalt grote hoeveelheden licht uit. Door kassen, wegverlichting, bedrijventerreinen, sportvelden en reclameobjecten heeft het licht het donker steeds meer verdreven, vooral in de Metropoolregio Amsterdam en de kassengebieden."
Uit de hemelhelderheidskaart van de provincie Noord-Holland blijkt dat er in het plangebied relatief weinig licht wordt uitgestraald. In directe omgeving van de PALLAS-reactor is relatief weinig verlichting aanwezig. De verlichting in de directe omgeving van het plangebied wordt voornamelijk bepaald door de aanwezige bedrijven en wegverlichting.

12.2.2 Autonome ontwikkelingen
Naar verwachting worden in de autonome situatie steeds meer energiezuinige lampen ingezet langs de weg en het verlichten van (bedrijfs-) terreinen zoals Ledverlichting. De lampjes zijn zo klein dat over het algemeen het licht naar beneden wordt gestuurd. Hiermee wordt relatief weinig licht naar de omgeving gestraald.

Hemelhelderheid met kasverlichting aan

In de hemelhelderheidskaart is aangegeven hoe helder de hemel is recht boven je hoofd. Het meeste licht van de nachthemel komt niet van sterren maar van de hemel zelf. Hoe helder de hemel is en dus de mate van duisternis wordt bepaald door omhoog stralend licht, zowel direct licht als weerkaatst van de grond, vanuit een gebied met een straal van ongeveer 20 kilometer.
Hoe hoger het getal (uitgedrukt in mcd/m^2) des te meer licht er van de hemel komt en hoe lichter het is. De helderheid bepaalt tevens hoeveel sterren je nog kunt zien.



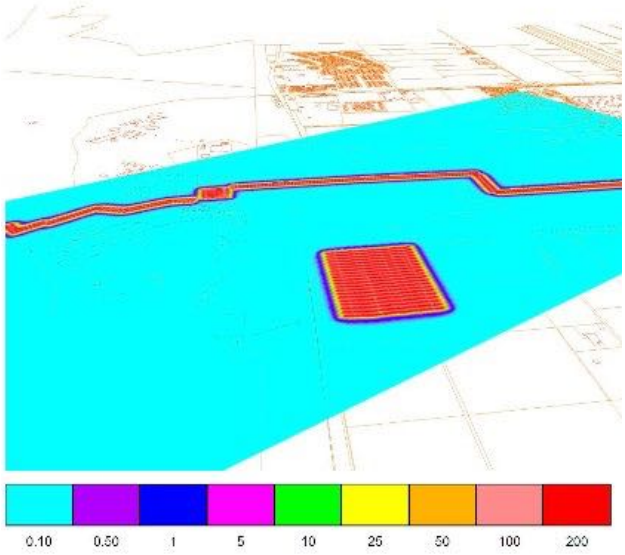
Figuur 35 Hemelhelderheidskaart van de Provincie Noord-Holland

12.3 Milieueffecten

12.3.1 Effectbeschrijving

Bouwfase

De bouwwerkzaamheden zullen voornamelijk in de dagperiode tussen 7.00 en 16.00 uur plaatsvinden. In de zomerperiode zal geen kunstmatige verlichting nodig zijn. In de winterperiode zal kunstmatige verlichting tussen 7.00 en 8.30 uur worden gebruikt. Incidenteel kunnen de bouwwerkzaamheden gedurende 24 uur plaatsvinden.
In principe is het gebruikt van kunstmatige verlichting beperkt. Omdat de exacte locatie van het werkterrein en koelwaterleiding nog niet bekend is, zijn deze gemodelleerd op de meest ongunstige locatie binnen het zoekgebied. De beschouwde locaties kunnen leiden tot negatieve effecten.
In Figuur 36 zijn de effecten van verticale verlichtingssterkte[33] in de bouwfase weergegeven.



Figuur 36 Verticale verlichtingssterkte in de bouwfase

Uit de berekeningsresultaten blijkt dat de verlichtingssterkte, veroorzaakt door verlichting op het werkterrein ten behoeve van de aanleg van de PALLAS-reactor en koelleidingen (koelingsvarianten K1, K2 en K3), ter plaatse van de woningen ten hoogste 1,4 lux bedraagt. Deze verlichtingssterkte is berekend op de gevels van de woning aan de Westerduinweg 22. Hiermee wordt voldaan aan de richtwaarde van 5 lux voor woningen in landelijk gebied in de dagperiode (7.00-21.00 uur). Als de werkzaamheden in de nachtperiode (21.00-7.00 uur) plaatsvinden, zal de norm van 1 lux in de nachtperiode worden overschreden. Ter plaatse van het bungalowpark aan de Belkmerweg 54 kan een verlichtingssterkte van 30 lux optreden als gevolg van de verlichting ten behoeve van de aanlegwerkzaamheden van de koelwaterleiding naar het kanaal. Dit geldt alleen voor koelingsvarianten K1 en K2. Hiermee zal de norm ruimschoots worden overschreden. Dit kan voorkomen worden door een afstand van ten minste 30 m aan te houden met de lichtbron ten behoeve van de werkzaamheden voor de koelwaterleidingen tot het bungalowpark.
De verlichtingssterkte ter plaatse van Natura 2000-gebied Noordzeekustzone ten gevolge van de werkzaamheden op de OLP en het werkterrein ligt ruimschoots onder de 0,1 lux. De aanleg van de koelleiding richting zee loopt door Natura 2000-gebied. De 0,1 lux ligt op circa 50 m van de lichtbron(nen). Voor nadere detaillering over effecten op natuur, zie hoofdstuk 13 en achtergrondrapportage Natuur (Bijlage F8).

Overgangs- en exploitatiefase

Zoals beschreven in paragraaf 12.1.2 zijn de effecten in de bouwfase maatgevend. In de referentiesituatie zal lokaal lichtemissie en -immissie rondom PALLAS-reactor toenemen. De lichtimmissie in de overgangsfase zal lager zijn dan in de bouwfase. Ter plaatse van lichtgevoelige objecten op relatief grote afstand is het effect verwaarloosbaar.
De bouwhoogtevarianten zijn voor het aspect Licht niet onderscheidend, omdat de lichtemissie niet veranderd. De lokale lichtimmissie kan veranderen als in varianten B2 en B3 de lichtmasten of lichtpunten op een hogere hoogte worden geplaatst. Alleen plaatselijk zou door hogere lichtmasten of hogere lichtpunten een iets ander lichtimmissie kunnen optreden, maar ter plaatse van de lichtgevoelige objecten op relatief grote afstand is dit effect verwaarloosbaar. De koelingsvarianten zijn niet van invloed op het aspect Licht.

12.3.2 Effectbeoordeling

Bouwfase

De toename van verlichtingssterkte ter plaatse van de woningen neemt op basis van het huidige zoekgebied van het werkterrein toe met maximaal 1,4 lux. Ter plaatse van een woning kan de verlichtingssterkte tot 30 lux oplopen op basis van het zoekgebied van de koelwaterleidingen naar het kanaal in koelingsvariant K1. Het tracé van koelvariant K2 en de locatie van luchtkoeling (variant K3) liggen op relatief grote afstand van lichtgevoelige objecten. De effecten van deze varianten zijn daarom verwaarloosbaar. Conform de in Tabel 59 beschreven beoordelingsschaal wordt de omvang van de verlichtingssterkte als gering negatief (-) beoordeeld voor de bouwhoogtevarianten vanwege het werkterrein en neutraal (0) voor koelingsvarianten K2 en K3 tot zeer negatief (- -) voor koelingsvariant K1 beoordeeld. Een overzicht van de effectbeoordeling is in Tabel 60 weergegeven.

Tabel 60 Effectbeoordeling Licht, bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Toename verlichtingssterkte bij lichtgevoelige objecten	-	-	-	- -	0	0

33 De verlichtingssterkte is de op een oppervlak invallende lichtstroom per oppervlakte-eenheid (eenheid: lux).

Tabel 61 Effectbeoordeling Licht, overgangs- en exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangs- en exploitatiefase						
Toename verlichtingssterkte bij lichtgevoelige objecten	0	0	0	0	0	0

Overgangs- en exploitatiefase
In de overgangsfase zal de lichtemissie en immissie rondom het plangebied PALLAS-reactor lokaal toenemen. Gezien de lichtcontouren rondom het plangebied in de bouwfase, is de verlichtingssterkte ten gevoelige van de overgangsfase ter plaatse van lichtgevoelige objecten verwaarloosbaar. Conform de in Tabel 4 beschreven beoordelingsschaal wordt de omvang van de verlichtingssterkte in de overgangsfase als neutraal (0) beoordeeld. De verlichtingssterkte van bouwhoogte- en koelvarianten zijn niet onderscheidend voor het aspect licht ter plaatse van lichtgevoelige objecten. Een overzicht van de effectbeoordeling in de overgangsfase is in Tabel 61 weergegeven.

12.4 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen
Om de effecten in de nachtperiode ten gevolge van kunstmatige verlichting op het werkterrein te voorkomen, dient bij de realisatie van het werkterrein een afstand van circa 30 m (ten opzichte van woningen) in acht te worden genomen. Het betreft de minimale afstand van de lichtbron tot de woning. Ook bij de aanleg van de koelwaterleidingen dient de lichtmast op een minimale afstand van 30 m van de woningen te worden geplaatst om negatieve effecten te voorkomen.
Om de verlichtingssterkte in de omgeving verder te reduceren, kunnen de volgende maatregelen worden genomen:

- de lichtmasten niet te hoog maken;
- de uitstraalrichting van de armaturen zoveel mogelijk van de woningen en natuurgebieden af positioneren;
- het toepassen van ledverlichting behoort tot de mogelijkheden aangezien ledverlichting puntverlichting is en minder naar de omgeving straalt;
- het achterwege laten van verlichting daar waar het kan.

Effectbeoordeling na mitigerende maatregelen
Binnen het zoekgebied is het eenvoudig om een locatie te vinden voor het werkterrein en de koelwaterleidingen waarbij geen effecten als gevolg van licht optreden. De effecten van het aspect Licht na mitigerende maatregelen is daarom beoordeeld als neutraal (0).

Tabel 62 Effectbeoordeling Licht na mitigerende maatregelen

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Toename verlichtingssterkte bij omwonenden	0	0	0	0	0	0

12.5 Leemten in kennis

De lichtuitstraling naar de omgeving is afhankelijk van verschillende factoren. De lichtuitstraling is onder andere afhankelijk van het type lamp, de uitstralingsrichting, de intensiteit van de verlichting, de hoogte van de lichtmasten, de mate van afscherming van de lamp, de afscherming door objecten op het terrein en dergelijke.
De werkelijke lichtuitstraling naar de omgeving kan afwijken van hetgeen nu is berekend. De berekende verlichtingssterkte dient te worden beschouwd als een richtwaarde. De effecten kunnen voor de werkelijke situatie kleiner zijn (er is een worst case benadering gehanteerd, zie paragraaf 12.1.2).
Indien armaturen met ledverlichting worden toegepast en het gebied alleen verlicht wordt waar nodig, dan zullen de effecten kleiner zijn dan hetgeen nu is berekend.

13 Natuur

De volgende beschrijving van het aspect Natuur is gebaseerd op het achtergrondrapport Natuur (zie Bijlage F8). Zie voor meer uitgebreide beschrijvingen dit achtergrondrapport.



13.1 Beoordelingskader

13.1.1 Beleidskader

In Tabel 63 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Natuur opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Na de tabel wordt nader ingegaan op de Wet natuurbescherming en de Provinciale Ruimtelijke Verordening. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Natuur.

Wet natuurbescherming

De Wet natuurbescherming is op 1 januari 2017 in werking getreden, en vervangt de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De Wet natuurbescherming regelt de bescherming en instandhouding van Natura 2000-gebieden, beschermde soorten en hun vaste rust- en verblijfplaatsen en bossen en beplantingen. Nadere regelgeving is uitgewerkt in het Besluit Natuurbescherming en de Regeling Natuurbescherming.

Gebiedsbescherming: Natura 2000-gebieden

Onder Natura 2000-gebieden vallen de gebieden die op grond van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn zijn aangewezen. Bij de aanwijzing van deze gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd voor soorten en habitats die zich al op het gewenste niveau (kwalitatief en kwantitatief) bevinden en uitbreidingsdoelstellingen respectievelijk verbeterdoelstellingen voor soorten en habitats die zich nog niet op het gewenste niveau bevinden.
Natura 2000-gebieden genieten op grond van de wet een strikte bescherming. Het is verboden om zonder vergunning projecten te realiseren of andere handelingen te verrichten die gelet op de instandhoudingsdoelstellingen voor een Natura 2000-gebied de kwaliteit van de natuurlijke habitats of de habitats van soorten in dat gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. Om dit toetsbaar te maken, kent de wet een goedkeuringsvereiste voor plannen (zoals het bestemmingsplan voor PALLAS), die significante gevolgen voor Natura 2000-gebieden zouden kunnen hebben en een vergunningplicht voor projecten. De goedkeuring of de vergunning wordt alleen verleend wanneer zeker is dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet aangetast worden. Wanneer deze zekerheid bij globale beoordeling van een plan of project (voortoets) niet geboden kan worden, moet een diepgaandere studie, de passende beoordeling, de wetenschappelijke informatie geven voor de onderbouwing van het besluit.
Als de aantasting van natuurlijke kenmerken niet kan worden uitgesloten, kan het besluit slechts worden genomen wanneer voldaan wordt aan alle drie de volgende criteria ('ADC-toets'):

- A: Alternatieve oplossingen ontbreken;
- D: er is sprake van Dwingende redenen van groot openbaar belang;
- C: Compenserende maatregelen worden tijdig en voorafgaand aan de uitvoering van de ingreep uitgevoerd.

In de voortoets en passende beoordeling moet tevens rekening gehouden worden met cumulatieve effecten. De Wet natuurbescherming vraagt, in navolging van de Habitatrichtlijn (art. 6 lid 3), bij de beoordeling van de significantie van negatieve gevolgen van een plan ook de gevolgen van andere plannen, projecten en activiteiten te betrekken. Hierbij moet worden getoetst of alle ingrepen tezamen tot significant negatieve gevolgen kunnen leiden.

Tabel 63 Beleid, wet- en regelgeving Natuur

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Wet natuurbescherming, Rijksoverheid, 2017	De Wet natuurbescherming regelt de bescherming van Natura 2000-gebieden en van in het wild levende planten en dieren en hun vaste rust- en verblijfplaatsen. PALLAS ligt op korte afstand van de Natura 2000-gebieden "Zwanenwater & Pettemerduinen" en "Noordzeekustzone". De voorzieningen voor de koelwatervoorziening liggen binnen de begrenzing van deze natuurgebieden. Binnen het invloedsgebied van PALLAS komen daarnaast verschillende beschermde soorten voor. Het Programma Aanpak Stikstof (PAS) is wettelijk verankerd in de Wet natuurbescherming. Op basis van het PAS kan aan projecten die leiden tot stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden ontwikkelingsruimte worden toegekend. PALLAS is aangemeld als prioritair project. Voor het project zal daarom naar verwachting in het PAS-ontwikkelingsruimte gereserveerd worden. Daarmee ontstaat ook uitzicht op de uitvoerbaarheid van het bestemmingsplan in relatie tot stikstof.
Natuurnetwerk Nederland (NNN), Provincie Noord-Holland, 2016	Het NNN is het landelijk netwerk van natuurgebieden. De duinen, de kustzone van de Noordzee en bepaalde gebieden in de polders behoren tot het NNN. Dit netwerk is planologisch beschermd, de Provinciale Ruimtelijke Verordening geeft hier de regels voor. Op het NNN is het nee, tenzij-beginsel en compensatiebeginsel van toepassing. Ingrepen in het NNN die leiden tot aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden zijn niet toegestaan, tenzij voldaan wordt aan een aantal voorwaarden: voor het plan moet sprake zijn van een groot openbaar belang en er mogen geen reële alternatieven zijn. De effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden moet gecompenseerd worden.
Rode Lijsten	In Nederland zijn voor 18 soortgroepen nationale Rode Lijsten van bedreigde opgesteld, waaronder zoogdieren, vogels, reptielen, amfibieën, vissen, dagvlinders en libellen. De Rode Lijsten zijn een belangrijk hulpmiddel voor het stellen van prioriteiten in het natuurbeleid en zijn indicatief voor de mate waarin aanwezige natuurwaarden bijzonder zijn. Hoewel de Rode Lijsten niet direct doorwerking hebben in beleid en soorten van de Rode Lijst niet automatisch een beschermde status hebben, hebben zij wel indirect invloed op beheer en monitoring van natuurgebieden. Verandering in populaties van Rode-Lijstsoorten zijn daarnaast indicatief voor de veranderingen in de natuurwaarde van een gebied. Binnen het invloedsgebied van PALLAS komen verschillende soorten van Rode Lijsten voor.

Soortbescherming
De Wet natuurbescherming regelt de bescherming van in het wild voorkomende planten en dieren. De wet maakt onderscheid in drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:
- Vogelrichtlijnsoorten;
- Habitatrichtlijnsoorten;
- Andere soorten.

Verbodsbepalingen
Ten aanzien van Vogelrichtlijnsoorten verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art. 3.1 lid 1), het opzettelijk vernielen van nesten, rustplaatsen en eieren (art. 3.1 lid 2), het rapen of onder zich hebben van eieren (art. 3.1 lid 3) en het opzettelijk storen van vogels (art. 3.1lid 4). Het verbod tot opzettelijk storen geldt niet in het geval de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (art. 3.1 lid 5).
Ten aanzien van Habitatrichtlijnsoorten verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art 3.5 lid 1), het opzettelijk verstoren (art 3.5 lid 2), het opzettelijk vernielen of rapen van eieren (art 3.5 lid 3) en het beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art 3.5 lid 4).
Ten aanzien van Habitatrichtlijnsoorten verbiedt de wet het opzettelijk te plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen en vernielen (art 3.5 lid 5).
Ten aanzien van Andere soorten geldt slechts een verbod tot het opzettelijk doden of vangen (art 3.10 lid 1 onder a) en het opzettelijk beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art 3.10 lid 1 onder b). Ten aanzien van de nationaal beschermde plantensoorten geldt een verbod tot opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen (art 3.10 lid 1 onder c).

Gedragscodes, vrijstellingen en ontheffingen
Provinciale staten en de minister van EZ kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen (art 3.3 lid 2-4; 3.8 lid 2-5, 3.10 lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten.
Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden (zie hieronder).
Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van EZ en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van EZ het gevoegd gezag is. Voor handelingen waarvoor gedeputeerde staten het bevoegd gezag zijn, geldt de vrijstellingslijst van de betreffende provincie. De provincie Noord-Holland heeft op 3 oktober 2016 de Verordening vrijstelling soorten Noord-Holland gepubliceerd, waarin de regelgeving ten aanzien van (onder andere) vrijstellingen en ontheffingen is uitgewerkt. (Provincie Noord-Holland, 2016c). Daaruit blijkt o.a. dat voor algemeen voorkomende soorten zoogdieren (zoals konijn, haas, egel, diverse muizen en spitsmuizen) en amfibieën (bruine kikker, gewone pad, kleine watersalamander, meerkikker en middelste groene kikker) een vrijstelling geldt voor ruimtelijke ontwikkelingen.
Voor soorten waarvoor (in de betreffende provincie) geen vrijstelling geldt, moet een ontheffing worden aangevraagd wanneer er een handeling wordt uitgevoerd waardoor een verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 of 3.10 van de Wnb wordt overtreden (art 3.3 lid 1,3; 3.8 lid 1,3, 3.10 lid 2). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per categorie. De eerste eis die wordt gesteld, is dat er geen andere bevredigende oplossing mag zijn. Dat betekent -ook in combinatie met de in artikel 11.1 beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, en ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan het kappen van bomen buiten het broedseizoen, of het afzetten van en het wegvangen van soorten in het werkgebied. Verder kan een ontheffing alleen worden verleend wanneer is aangetoond dat er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soort. Daarnaast gelden er per categorie verschillende aanvullende voorwaarden.

Zorgplicht
In aanvulling op de beschermingsregels voor Natura 2000-gebieden en beschermde soorten geldt voor deze gebieden en voor alle in het wild levende planten en dieren een algemene zorgplicht, die eenieder verplicht om voldoende zorg in acht te nemen voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en voor in het wild levende dieren en planten en hun directe leefomgeving.

Natuurnetwerk Nederland (NNN) - Provinciale ruimtelijke verordening
In de Nota Ruimte is in het verleden op landelijk niveau de Ecologische Hoofdstructuur (tegenwoordig Natuurnetwerk Nederland, NNN) vastgelegd. De Nota Ruimte en Realisatieparagraaf Nationaal Ruimtelijk Beleid zijn in 2012 vervangen door het Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening (Barro) en Structuurvisie Infrastructuur & Ruimte (SVIR). Het NNN bestaat uit verbindingszones en beschermde reservaten en Natura 2000-gebieden. Het doel van het NNN is het vergroten en verbinden van natuurgebieden. Door deze verbindingen vindt uitwisseling plaats van planten en dieren tussen gebieden. Het NNN is begrensd en planologisch vastgelegd. Het beschermingsregime is onder de Wet ruimtelijke ordening vastgelegd in het Barro en werkt via provinciale verordeningen door in gemeentelijke bestemmingsplannen. Ruimtelijke ingrepen met significant negatieve effecten zijn niet toegestaan. Het nee, tenzij-regime uit de Nota Ruimte laat alleen onder bepaalde voorwaarden ontwikkelingen toe. Dit geldt vooral voor gronden binnen het NNN. Voor gronden die grenzen aan het NNN, maar daar zelf buiten liggen, gelden geen beperkingen. Het NNN heeft in Noord-Holland, in tegenstelling tot Natura 2000-gebieden, geen 'externe werking' die een toets van gebruik aangrenzend aan het natuurgebied verplicht stelt.
Het Rijk heeft in samenwerking met de provincies het beleids-

kader Spelregels EHS uitgewerkt. Het Rijk heeft de provincies gevraagd de inhoud van de Spelregels EHS, waaronder saldobenadering, te laten doorwerken in het provinciaal ruimtelijk beleid.
Relevante documenten voor Noord-Holland zijn: de Provinciale Ruimtelijke Verordening [22] en het bijbehorende Natuurbeheerplan [26]. De provincie Noord-Holland onderscheidt naast het NNN ook natuurverbindingen en weidevogelleefgebieden met een vergelijkbaar beschermingsregime als de NNN.
Het planologisch beleid van de provincie is erop gericht om de natuurwaarden (de wezenlijke kenmerken en waarden) in het Natuurnetwerk Nederland (NNN), de natuurverbindingen en het weidevogelleefgebied te beschermen. Ruimtelijke ingrepen zijn daar dan ook alleen toegestaan als ze de wezenlijke kenmerken en waarden niet aantasten. Onder bepaalde voorwaarden zijn ingrepen die deze waarden aantasten, wel toegestaan. Er moet sprake zijn van een zwaarwegend maatschappelijk belang, er zijn geen alternatieven voor de ingreep en de effecten van de ingreep dienen met behulp van landschappelijke inpassing en mitigerende maatregelen verzacht te worden. Leidt inpassing en mitigatie tot onvoldoende resultaat, dan is compensatie aan de orde.
Op grond van artikel 2.10.1 lid 2 van het Barro is de titel NNN niet van toepassing op (onder andere) de Noordzee. De wateren, genoemd in dit artikel, vallen niet onder het bereik van titel 2.10 in die zin dat provincies deze gebieden niet hoeven aan te wijzen als NNN. Op deze wateren is het planologische beschermingsregime uit de Barro niet van toepassing. Het betreft wateren die onder de Habitat- en Vogelrichtlijn grotendeels zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. Het regime uit de Wet natuurbescherming is daarom onverkort op deze gebieden van toepassing.

Rode Lijst
Voor het actief beschermen van natuur wordt de mate van bedreiging van soorten gevolgd. Hiervoor is een mondiale standaard beschikbaar in de vorm van de IUCN (International Union for the Conservation of Nature) Rode Lijst van bedreigde soorten. Op deze lijst is te zien welke planten en dieren bedreigd worden.
Hoewel de Rode Lijsten niet direct doorwerking hebben in beleid of soorten van de Rode Lijst niet automatisch een beschermde status hebben, hebben de Rode Lijsten wel indirect invloed op beheer en monitoring van natuurgebieden. Verandering in populaties van Rode-Lijstsoorten zijn daarnaast indicatief voor de veranderingen in de natuurwaarde van een gebied.

13.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Onderzoeksopzet
De beschrijving en beoordeling van de effecten van de bouw en de exploitatie van de PALLAS-reactor is gekoppeld aan de verschillende wettelijke en beleidsmatige kaders die voor het aspect natuur in het gebied van toepassing zijn en in paragraaf 13.1.1 zijn beschreven. Deze kaders omvatten alle natuurwaarden in het studiegebied die een maatschappelijke relevantie hebben:

- de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden (Wet natuurbescherming);
- beschermde soorten planten en dieren (Wet natuurbescherming);
- de wezenlijke kenmerken en waarden van het Natuurnetwerk Nederland NNN (Provinciale Ruimtelijke Verordening Noord-Holland [22]);
- bedreigde en kwetsbare soorten planten en dieren (Rode Lijsten).

De beschrijving en beoordeling van de effecten van PALLAS-reactor heeft plaatsgevonden in de volgende stappen:

- scoping: selectie van type effecten die op voorhand te verwachten zijn en bepaling van de maximale ruimtelijke reikwijdte van deze stappen. De uitkomsten van de scoping stap bepalen de onderzoeksopgave voor deze studie en de omvang van het studiegebied voor de verschillende typen effecten;
- beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling van het studiegebied. Deze beschrijving richt zich op de natuurwaarden die relevant zijn vanuit de verschillende beschermingskaders, gevoelig kunnen zijn voor de effecten die bij de scoping zijn geselecteerd en voorkomen binnen de maximale reikwijdte van deze effecten;
- beschrijving van de effecten van de bouwstenen voor het nucleaire eiland, de koeling en de Lay Down Area in respectievelijk de verschillende fasen;
- beoordeling van de effecten op basis van het beoordelingskader in relatie tot de verschillende beschermingskaders;
- beschrijving van mitigerende maatregelen die noodzakelijk of gewenst zijn om negatieve effecten te voorkomen of terug te brengen tot een (vanuit de beschermingskaders) aanvaardbaar niveau. Het mitigerend effect van deze maatregelen is beschreven, waarna een definitieve effectbeoordeling is uitgevoerd.

Studiegebied
Het aspect Natuur wordt beoordeeld conform het beoordelingskader in Tabel 64. De omvang van het studiegebied varieert per effect, en strekt zich voor sommige potentiële effecten uit tot ruim buiten het plangebied, zie Figuur 37.



Figuur 37 Globale begrenzing studiegebied (rood omrand)

Scoping
In het achtergrondrapport Natuur zijn de resultaten van de scopingfase uitgebreid toegelicht. Op basis van een analyse van de effectketens die op kunnen treden als gevolg van de bouw en exploitatie van PALLAS, de mogelijke reikwijdte van deze effecten en de ligging van beschermde gebieden en

verspreiding van beschermde en Rode-Lijstsoorten is een onderzoeksopgave geformuleerd (Tabel 64). In deze tabel is weergegeven welke beoordelingscriteria zijn gebruikt voor de beschrijving van de effecten vanuit de verschillende kaders die van toepassing zijn op het aspect natuur.

Effectbeschrijving en-beoordeling

Voor de verschillende bouwhoogte- en koelingsvarianten voor het voornemen zijn de effecten bepaald en beschreven. Daar waar onzekerheden of bandbreedtes verwacht werden, is uitgegaan van de effecten in een worst case scenario. De effecten zijn getoetst aan de beschermingskaders die van toepassing zijn, waarbij is beoordeeld of er een risico bestaat dat er strijdigheden ontstaan met wettelijke bepalingen. Wanneer dat het geval is zijn mitigerende maatregelen gedefinieerd (zie paragraaf 13.5). Met het oog op de vergunbaarheid en de effecten ten aanzien van natuur, is ervoor gekozen om alleen een effectscore inclusief de wettelijk verplichte maatregelen op te nemen. Zonder toepassing van deze maatregelen is de activiteit namelijk niet (of zeer lastig) vergunbaar. Dit impliceert dat deze maatregelen onderdeel uit zullen maken van de activiteit en zijn derhalve ook op die manier beoordeeld. Het gelijktijdig in bedrijf zijn van beide reactoren heeft alleen mogelijke gevolgen bij de lozing van koelwater in de Noordzee. Bij alle andere effecten is er daarom geen onderscheid gemaakt tussen de effecten van de overgangsfase en de exploitatiefase. Tenzij anders aangegeven, gelden alle in dit hoofdstuk beschreven effecten voor zowel de overgangs- als de exploitatiefase.

In Tabel 65 tot en met Tabel 68 zijn de criteria voor de beoordeling van de effecten van aanleg en gebruik van PALLAS vanuit de beschreven wettelijke en beleidsmatige kaders (paragraaf 13.1.1) omschreven.

In de tabellen is aangegeven wat de betekenis is van de aan de effecten toegekende scores in de gebruikte vijfpuntschaal.

Tabel 64 Beoordelingskader Natuur

Kader	Beoordelingscriteria
Gebiedsbescherming Wet natuurbescherming Rode Lijst	Oppervlakteverlies/mechanische effecten
	Verstoring
	Stikstofdepositie
	Inzuiging van vis
	Hydrologische veranderingen
	Thermische veranderingen oppervlaktewater
	Chemische veranderingen oppervlaktewater
NNN	Oppervlakteverlies/mechanische effecten
	Verstoring
	Hydrologische veranderingen
Soortbescherming Wet natuurbescherming	Oppervlakteverlies/mechanische effecten
	Verstoring
	Inzuiging van vis
	Hydrologische veranderingen
	Thermische veranderingen oppervlaktewater
	Chemische veranderingen oppervlaktewater

Tabel 65 Scoretoekenning beoordeling Natuur, gebiedsbescherming: Wet natuurbescherming

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een sterke verbetering van de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden in Natura 2000-gebieden. Levert een grote bijdrage aan de instandhoudingsdoelstellingen.
+	Positief effect	Een beperkte verbetering van de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden in Natura 2000-gebieden. Levert een beperkte bijdrage aan de instandhoudingsdoelstellingen.
0	Geen effecten	Geen (noemenswaardige) effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.
-	Negatief effect	Een beperkte afname van het areaal, kwaliteit en/of populatieomvang van habitattypen of soorten binnen Natura 2000-gebieden. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen zijn uit te sluiten.
- -	Zeer negatief effect	Een grote afname van het areaal, kwaliteit en/of populatieomvang van habitattypen of soorten binnen Natura 2000-gebieden. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen zijn niet uit te sluiten.

Tabel 66 Scoretoekenning beoordeling Natuur, gebiedsbescherming: Provinciaal Ruimtelijke Verordening Noord-Holland

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een sterke verbetering van de wezenlijke kenmerken of waarden en/of aanzienlijke uitbreiding van NNN.
+	Positief effect	Een verbetering van de wezenlijke kenmerken of waarden en/of geringe uitbreiding van NNN.
0	Geen effecten	Wezenlijke kenmerken of waarden van NNN worden (nagenoeg) niet aangetast.
-	Negatief effect	Wezenlijke kenmerken of waarden van NNN worden aangetast en/of een gering deel gaat verloren. Er is geen compensatie vereist.
- -	Zeer negatief effect	Wezenlijke kenmerken of waarden van EHS worden ernstig aangetast en/of een aanzienlijk deel gaat verloren. Er is compensatie vereist.

Tabel 67 Scoretoekenning beoordeling Natuur, soortbescherming: Wet natuurbescherming

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een aanzienlijke verbetering of uitbreiding van leefgebieden van streng beschermde (Habitatrichtlijn) soorten en vogels (Vogelrichtlijn) met jaarrond beschermde broedplaats.
+	Positief effect	- Een aanzienlijke verbetering of uitbreiding van leefgebieden van matig beschermde (Andere soorten, niet vrijgesteld) soorten en vogels (Vogelrichtlijn) zonder jaarrond beschermde broedplaats. - Een geringe verbetering of uitbreiding van leefgebieden van streng beschermde (Habitatrichtlijn) soorten en vogels (Vogelrichtlijn) met jaarrond beschermde broedplaats.
0	Geen effecten	(Nagenoeg) geen aantasting of verbetering van leefgebieden van beschermde soorten of alleen overtreding van verbodsbepalingen voor soorten waarvoor bij ruimtelijke ontwikkeling een vrijstelling geldt (Andere soorten, vrijgesteld).
-	Negatief effect	- Een ernstige aantasting of verlies van leefgebieden van matig beschermde (Andere soorten, niet vrijgesteld) soorten en vogels (Vogelrichtlijn) zonder jaarrond beschermde broedplaats. Verbodsbepalingen voor voorgenoemde soorten worden overtreden en de staat van instandhouding komt mogelijk in gevaar. - Een geringe aantasting of verlies van leefgebied van zwaar beschermde (Habitatrichtlijn) soorten en vogels (Vogelrichtlijn) met jaarrond beschermde broedplaat. Verbodsbepalingen voor voorgenoemde soorten worden overtreden en de staat van instandhouding komt mogelijk in gevaar.
- -	Zeer negatief effect	Een (zeer) ernstige aantasting of verlies van leefgebieden van zwaar beschermde (Habitatrichtlijn) soorten en vogels (Vogelrichtlijn) met jaarrond beschermde broedplaats. Verbodsbepalingen voor voorgenoemde soorten worden overtreden en de staat van instandhouding komt mogelijk in gevaar.

Tabel 68 Scoretoekenning beoordeling Natuur, soortbescherming: Rode Lijst

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Een aanzienlijke verbetering of uitbreiding van leefgebieden van aanwezige Rode-Lijstsoorten.
+	Positief effect	Een verbetering of uitbreiding van leefgebieden van aanwezige Rode-Lijstsoorten.
0	Geen effecten	(Nagenoeg) geen aantasting of verbetering van leefgebieden van Rode-Lijstsoorten.
-	Negatief effect	Een ernstige aantasting of verlies van leefgebieden van aanwezige Rode-Lijstsoorten.
- -	Zeer negatief effect	Een zeer ernstige aantasting of verlies van leefgebieden van aanwezige Rode-Lijstsoorten.

13.2 Huidige situatie

In het Achtergrondrapport Natuur is een uitgebreide beschrijving gegeven van de huidige situatie in het studiegebied. In de volgende tekst zijn de belangrijkste ecologische waarden van het gebied beschreven.

13.2.1 Natura 2000-gebieden

Het plangebied voor de PALLAS-reactor grenst aan twee Natura 2000-gebieden. De tracés voor de koelwaterleiding tussen het nucleaire eiland en de Noordzee doorkruist beide Natura 2000-gebieden:

- Zwanenwater & Pettemerduinen;
- Noordzeekustzone.

Zwanenwater & Pettemerduinen

Figuur 38 geeft de begrenzing van het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen.

Het Zwanenwater en de Pettemerduinen behoren tot de best behouden vastelandsduinen van Nederland. Het gebied bestaat uit twee parallel aan de kust liggende duinenrijen met daartussen gevarieerde vochtige duinvalleien en twee grote duinmeren. Een verschil met de meeste andere vastelandsduinen is dat het Zwanenwater nooit is gebruikt voor waterwinning. Mede hierdoor zijn de valleibegroeiingen uitzonderlijk goed ontwikkeld.

In en rond het plangebied komen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied verschillende kwalificerende natuurwaarden voor.

In het oostelijke deel van het Zwanenwater komen over grote oppervlakten heidebegroeiingen met kraaihei voor. Daarnaast is de moslaag doorgaans goed ontwikkeld, met diverse soorten levermos. Door hun omvang vormen deze heiden de beste voorbeelden van habitattype 2140 in de vastelandsduinen.

Droge duingraslanden komen in het gebied hoofdzakelijk voor in een korstmosrijke vorm van de Duin-Buntgrasassociatie (Violo-Corynophoretum). Als gevolg van verruiging door duinriet en zandzegge staan de begroeiingen echter sterk onder druk, hoewel verspreid over het hele gebied nog goed ontwikkelde voorbeelden te vinden zijn. De zandhagedis, tapuit, bergeend, wulp, roodborsttapuit en een enkele boomleeuwerik broeden in de open delen van het duingebied, terwijl zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw en stormmeeuw hier kolonies van enkele honderden paartjes vormen.

Naast de Kraaiheivegetatie behoren de soortenrijke, hei-



Figuur 38 Begrenzing (geel) van het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen



Figuur 39 Begrenzing (geel) van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone

schrale graslanden van de duinvalleien tot de belangrijkste natuurwaarden van het Zwanenwater. Hier groeien soorten als drienervige zegge, gewone dophei, hondsviooltje, stekelbrem, welriekende nachtorchis, gewone vleugeltjesbloem, stijve ogentroost, gelobde maanvaren, geelhartje, tormentil, heidekartelblad, tandjesgras en blauwe zegge. Echte zeldzaamheden van de heischrale begroeiingen zijn harlekijn en vlozegge. De delen met deze soorten hebben kenmerken van Blauwgrasland (Cirsio dissecti-Molinietum), waarbij ook sterzegge en addertong voorkomen. Deze bijzondere stukjes vegetatie staan sterk onder druk.
De natte valleien herbergen een grote populatie rugstreeppad. In de natte en vochtige duinvalleien die onder invloed van kwelwater staan, behoren de (gemaaide) graslanden merendeels tot de Dotterbloemhooilanden. Er groeien duizend planten van brede orchis en rietorchis. Begeleidende soorten zijn moeraskartelblad, waterdrieblad, paddenrus, schorpioenmos, tenger goudmos en reuzenpuntmos. Behalve heischrale elementen als welriekende nachtorchis, groeit hierin veel week veenmos. Het Zwanenwater is daarmee voor deze hoogveensoort de enige groeiplaats van betekenis in de duinen.
De duinmeren (het Eerste en Tweede Water) zijn van groot belang voor vogels. In het bijzonder de lepelaar heeft het Zwanenwater bekendheid gegeven.

Habitattypen en soorten in het studiegebied
In en rond het plangebied komen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied verschillende habitattypen en soorten voor die in het Natura 2000-gebied beschermd worden. De aanwezigheid van kwalificerende natuurwaarden en mogelijke relevantie voor het verdere onderzoek op basis van de aanwezigheid is beschreven in dit hoofdstuk.
In het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen komt een groot aantal habitattypen voor. Deze liggen alle binnen de potentiële reikwijdte van effecten van PALLAS (vooral als gevolg van stikstofdepositie). Ook binnen de OLP komen vegetaties voor die beantwoorden aan de vegetatiekundige criteria voor habitattypen. Deze worden echter niet beschermd omdat deze buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied liggen.
Van de broedvogels die in het Natura 2000-gebied specifieke beschermd worden komt de tapuit voor in de omgeving van

het plangebied. De overige soorten (aalscholver, roerdomp, lepelaar) zijn moerasvogels die in de duinmeren van het Zwanenwater broeden, buiten het bereik van de effecten van PALLAS. Dit geldt ook voor het voorkomen van beide niet-broedvogels (dwerggans, slobeend).

Noordzeekustzone
De overgang van de open zee naar land wordt in ons land gevormd door de Noordzeekustzone. Hiervan is het gedeelte tussen Bergen en de monding van de Eems als Natura 2000-gebied bestempeld. Figuur 39 geeft de begrenzing van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone.
Deze zandige, dynamische kust is internationaal gezien een zeldzaam biotoop en herbergt lokaal grote hoeveelheden schelpdieren. Mede daardoor vormt het in de winter een belangrijk foerageergebied voor soorten als zwarte zee-eend en eidereend. Het gebied is ook een belangrijke kraamkamer voor mariene vissoorten. Het betreft een dynamisch gebied, met hoge stroomsnelheden, sterke schommelingen in zoutgehalten (mede onder invloed van de rivieren) en sterke temperatuurwisselingen door het jaar heen. Het gebied hangt functioneel samen met de diepere delen van de Noordzee en de Waddenzee: met beide vindt sterke uitwisseling van sediment plaats. Binnen de Noordzeekustzone wordt voortdurend materiaal afgezet en weer verplaatst als gevolg van zeestromingen en golfwerking.
Het zijn vooral pioniersoorten die zich onder de dynamische omstandigheden in dit kustgebied thuis voelen. Onder de dieren zijn slechts weinig soorten aan de extreme condities aangepast, maar de soorten die er leven, komen doorgaans wel in hoge dichtheden voor: de kustzone heeft de hoogste biomassa aan benthos van het hele Nederlands Continentaal Plat (NCP). Vooral weekdieren (Mollusca) en borstelwormen (Polychaeta) dragen bij aan de biomassa.
Daarnaast is de soortenrijkdom van de visfauna in de gehele kustzee hoger dan op het NCP. Vrijwel alle Nederlandse zoutwatervissen zijn in het Natura 2000-gebied aan te treffen, waarvan sommigen zelfs gebonden aan de kustzone en daarbuiten niet of nauwelijks op het NCP voorkomen. Verder behoort de Noordzeekustzone tot de belangrijkste vogelgebieden van het NCP.
De Noordzeekustzone is aangemeld voor de habitattypen Permanent overstroomde zandbanken (H1110) en Slik- en zandplaten (H1140). Beide typen worden vooral gevonden aan de buitenkant van de brede geulen tussen de Waddeneilanden, maar ook het kustgebied voor de Hollandse Kust bestaat uit het eerstgenoemde habitattype. Hier vormen zich buitendelta's met een afwisseling van zandplaten en diepere geulen. De droogvallende platen worden door gewone en grijze zeehond gebruikt om te rusten. Ook de bruinvis wordt in toenemende mate in de Nederlandse kustwateren gezien, soms zelfs met jongen. Omdat ze vooral in de noordelijke helft van het NCP voorkomt, is de Noordzeekustzone het belangrijkste Natura 2000-gebied dat tot nu toe voor deze soort in ons land is aangemeld.

Habitattypen en soorten in het onderzoeksgebied
Nabij het plangebied komen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied verschillende habitattypen en soorten voor.
De zone voor de Noord-Hollandse kust bestaat volledig uit het habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken. Overige habitattypen komen in het studiegebied niet voor.
De kustzone vormt leefgebied voor de zeeprik, rivierprik en fint. Deze soorten kennen een ruime verspreiding in de hele Noordzee, en trekken via de kustwateren en Waddenzee naar rivieren om te paaien.
De hele kustzone is ook leefgebied voor zeezoogdieren (bruinvis, gewone zeehond, grijze zeehond). Bruinvissen komen overal in de Noordzee voor, zowel ver van de kust als dicht langs het strand [23]. Vooral in de periode februari-maart is de soort dicht bij de kust aan te treffen [24].

De dichtstbijzijnde ligplaatsen van zeehonden liggen op een afstand van 18 km [23] .De aanwezigheid van foeragerende of migrerende exemplaren langs de kust is niet uitgesloten.
De in de Noordzeekustzone beschermde soorten broedvogels (bontbekplevier, strandplevier, dwergstern) komen alleen op de Waddeneilanden voor, en niet binnen het studiegebied voor PALLAS.
De wateren voor de kust vormen het leefgebied voor verschillende soorten watervogels. Vooral roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend zijn sterk gebonden aan de Noordzeekustzone, waar ze foerageren op vis en schelpdieren. Andere soorten watervogels (eider, aalscholver, topper, dwergmeeuw) komen regelmatig in het gebied voor. Het gebied is incidenteel van belang voor de eider, vooral tijdens strenge winters wanneer de Waddenzee is dichtgevroren.
Hoogwatervluchtplaatsen voor steltlopers zijn niet aanwezig in de omgeving van het studiegebied. De functie van het strand als foerageergebied is beperkt. Vooral drieteenstrandlopers worden hier regelmatig gezien. Op de strandhoofden foerageren regelmatig scholeksters en steenlopers.

13.2.2 Soortbescherming
In het plangebied en omgeving komen geen soorten planten voor die beschermd worden door de Wet natuurbescherming. Wel komen er verspreid in en om het plangebied broedende vogels voor. Dit beperkt zich niet alleen tot de delen met begroeiing: meeuwen en steltlopers broeden ook juist op de onbegroeide delen. Ook op de daken van de huidige gebouwen broeden kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en stormmeeuwen. De verspreiding van deze soorten is geheel beperkt tot de OLP. Buiten de hekken van de OLP is de predatie van de op de grond aanwezige eieren en kuikens te groot.
Verspreid in het plangebied komen verschillende soorten kleine zoogdieren voor. Algemene soorten in het duingebied zijn de rosse woelmuis, bosmuis en veldmuis. De zeldzamere waterspitsmuis is gevangen in het moeras aan de westkant van het Zwanenwater. Het plangebied is ongeschikt voor deze soort, omdat de soort voorkomt in glooiende oevers met een rijke vegetatie.
Van de reptielen is alleen de zandhagedis in de duinen op en rond de OLP waargenomen. De soort komt voor in lage dichtheden. En van de amfibieën is de rugstreeppad een streng beschermde soort die in het gebied voorkomt.
In het plangebied en omgeving komen geen soorten vissen voor die beschermd worden door de Wet natuurbescherming.

13.2.3 Rode lijst

Rode-Lijstsoorten zijn soorten planten en dieren die kwetsbaar tot sterk bedreigd zijn, en daarom bijzondere aandacht krijgt in het biodiversiteitsbeleid en het beheer van natuurgebieden. Niet alle Rode-Lijstsoorten zijn beschermd door de Wet natuurbescherming. In Tabel 69 is een overzicht gegeven van alle aangetroffen Rode-Lijstsoorten in het studiegebied. Voor verspreidingskaarten wordt verwezen naar het onderzoek van Braad et al, 2015 [23].

Tabel 69 Aangetroffen Rode-Lijstsoorten in het studiegebied [23]

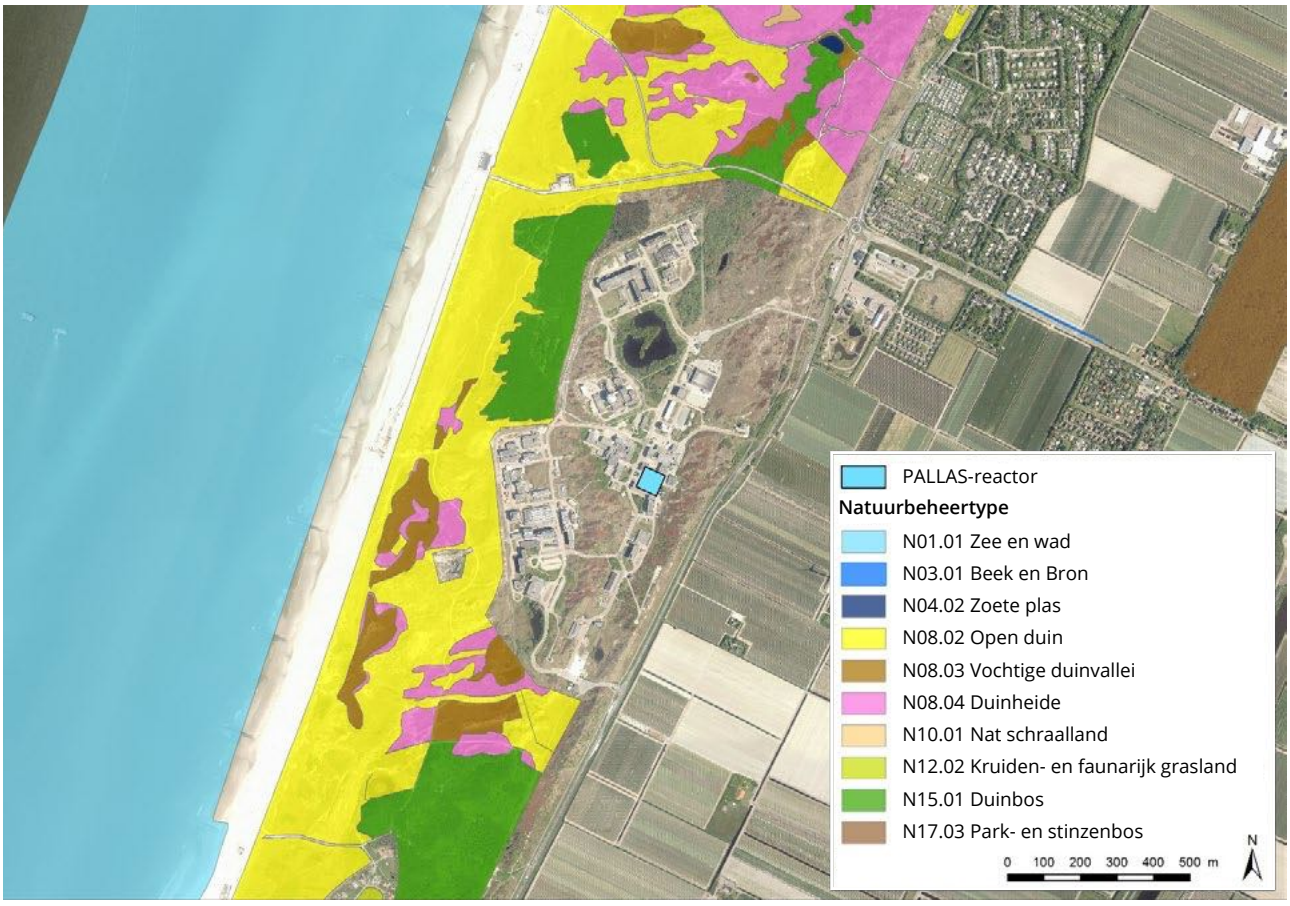
Soortgroep	Soorten
Flora	Armbloemige waterbies, beemdkroon, bevertjes, bosaardbei, brede orchis, draadzegge, driedistel, dwergbloem, dwergvlas, galigaan, geelhartje, gelobde maanvaren, groenknolorchis, grote keverorchis, heidekartelblad, hondsviooltje, kamgras, kattendoorn, klein wintergroen, kleine ratelaar, kleinste egelskop, klimopwaterranonkel, knopbies, moerasbasterdwederik, moeraskartelblad, Oosterse morgenster, parnassia, rode ogentroost, rond wintergroen, ronde zonnedauw, sierlijke vetmuur, Spaanse ruiter, steenanjer, stekelbrem, stijve moerasweegbree, stijve ogentroost, vleeskleurige orchis, vlozegge, wateraardbei, waterdrieblad, welriekende nachtorchis, wilde gagel, zeerus
Broedvogels	Graspieper, huismus, kneu, koekoek, nachtegaal, patrijs, ransuil, tapuit
Amfibieën	Rugstreeppad
Reptielen	Zandhagedis
Zoogdieren	Laatvlieger, rosse vleermuis, waterspitsmuis
Dagvlinders	Bruin blauwtje, bruine eikenpage, duinparelmoervlinder, heivlinder, kleine parelmoervlinder

13.2.4 Gebiedsbescherming: Provinciale Ruimtelijke Verordening Noord-Holland

Figuur 40 laat zien dat het duingebied in de omgeving van het plangebied is aangewezen als NNN. De Noordzee is door de provincie aangewezen als EHS grote wateren (nu NNN). De OLP maakt geen deel uit van het NNN.

Wezenlijke kenmerken en waarden

De wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN worden in belangrijke mate weerspiegeld in de natuurbeheertypen van het gebied. Figuur 40 geeft de natuurbeheertypenkaart van de huidige situatie.



Figuur 40 Natuurbeheertypenkaart van de NNN in de omgeving van het plangebied. Bron: Kaartviewer Natuurbeheerplan 2016 Noord-Holland[34]

34 https://maps.noord-holland.nl/GeoWebSilverlight/Viewer.html?ViewerConfig=https://maps.noord-holland.nl/Geocortex/Essentials/GeoWeb50/REST/sites/NATUURBEHEERPLANNEN/viewers/NBP_Silverlight/virtualdirectory/Config/Viewer.xml.

13.3 Autonome ontwikkelingen

Natura 2000-gebieden

Zwanenwater & Pettemerduinen

Voor het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen is een beheerplan opgesteld [24]. In dit beheerplan zijn de instandhoudingsdoelen voor het gebied uitgewerkt, en zijn maatregelen beschreven om deze doelen te realiseren. De prioriteiten voor Zwanenwater & Pettemerduinen worden aangegeven door drie kernopgaven, die vooral betrekking hebben op het algemene ecologische systeem, en op habitattypen en soorten die onder druk staan en/of waarvoor Nederland van (zeer) groot internationaal belang is (zie tekstkader 3.1). De kernopgaven gelden voor het gehele gebied en vormen het kader voor de instandhoudingsdoelen, die zich richten op specifieke habitattypen en soorten. Deze kernopgaven zijn:

- uitbreiding en herstel kwaliteit van grijze duinen (H2130), ook als habitat van tapuit, velduil en blauwe kiekendief, door tegengaan vergrassing en verstruweling. Grijze duinen grenzend aan het OLP.
- behoud vochtige duinvalleien (H2190) als habitat van roerdomp, lepelaar, blauwe kiekendief, velduil, noordse woelmuis, nauwe korfslak en groenknolorchis. Nabij het plangebied liggen wel duinvalleien, maar voorgenoemde soorten komen er niet voor.
- ontwikkeling heischrale graslanden (H6230), heischrale grijze duinen (H2130C) en blauwgraslanden (H6410) op kansrijke locaties. Deze liggen vooral in het noordelijk deel van het gebied, het Zwanenwater, buiten de invloedssfeer van PALLAS.

Daarnaast worden in het kader van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) maatregelen in het gebied getroffen, die de kwaliteit van stikstofgevoelige habitattypen verhogen [25].
Als gevolg van deze maatregelen wordt verwacht dat in de komende jaren de kwaliteit van de habitattypen in het gebied op peil blijft, of licht verbetert. De verspreiding van de habitattypen zal, binnen de natuurlijke fluctuaties die op kunnen treden, min of meer gelijk blijven.
De tapuit heeft landelijk een zeer negatieve trend in de populatieomvang. Dit geldt ook voor het natura 2000-gebied Zwanenwater en Pettemerduinen. In 2015 kwam nog 1 broedpaar voor. De verwachting is dat herstel van de populatie zeer langzaam zal zijn, en dat de populatieomvang voorlopig op een laag niveau blijft.

Noordzeekustzone

Ook voor het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is een beheerplan opgesteld [26]. Voor dit gebied is de kernopgave geformuleerd als: Behoud zee-ecosysteem met permanent overstroomde zandbanken H1110B, als habitat voor zwarte zee-eend, roodkeelduiker, topper en eider, met bodems van verschillende ouderdom en meer natuurlijke opbouw van vispopulaties.
De instandhoudingsdoelstelling voor het habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken wordt met de huidige beheerpraktijk niet gehaald. Knelpunten zijn het ontbreken van een natuurlijke opbouw van bodemfauna en vispopulaties, het onvoldoende voorkomen van vissen en schelpdieren en menselijke verstoring. Met de maatregelen in het beheerplan is de verwachting dat de instandhoudingsdoelstelling in de eerste beheerplanperiode vanz es jaar niet wordt gehaald, maar wel in tweede of derde periode. Dit geldt ook voor de bruinvis. Voor de overige zeezoogdieren en vissen zij de instandhoudingsdoelen wel gehaald. Mogelijk treden verdere verbeteringen van de populaties op als gevolg van maatregelen leders (trekvissen), of natuurlijke toename van de populaties (zeehonden).
Het is onduidelijk of met de huidige beheerpraktijk de instandhoudingsdoelstelling wordt gehaald voor diverse soorten schelpdieretende watervogels. Knelpunten zijn onduidelijkheid over de trend en onvoldoende aanwezigheid van voedsel en rust in het gebied. Met de maatregelen in het beheerplan is de verwachting dat de instandhoudingsdoelstelling in de komende beheerplanperioden wordt gehaald.
Voor de verschillende soorten steltlopers zijn de vooruitzichten gunstig. Voor deze soorten is de verwachting dat de populatie stabiel blijft.

Tabel 70 Relevante veranderingen in de autonome ontwikkeling voor de deelgebieden

Deelgebied	Aanwezigheid beschermde soorten
1 Locatie reactor	De locatie van de reactor en bijgebouwen is in de huidige situatie bebouwd. Deze gebouwen worden gesloopt. Het terrein wordt vervolgens intensief beheerd (greenfield). Dit beheer verhindert de vestiging van beschermde soorten planten en dieren.
2 Mogelijke locatie luchtkoeling	De luchtkoeling wordt ten zuiden van de reactor geplaatst. Een deel van het terrein is nog bebouwd. Deze gebouwen worden gesloopt. Het terrein wordt vervolgens intensief beheerd (greenfield). In de autonome ontwikkeling is het overige deel van dit terrein niet wezenlijk veranderd in vergelijking met de huidige situatie.
3 Leiding Noordhollandsch Kanaal	De leiding naar het Noordhollandsch Kanaal loopt door de binnenduinrand en landbouwgebieden. De binnenduinrand is niet aan wezenlijke veranderingen onderhevig. Hetzelfde geldt voor de landbouwgebieden aan de binnenzijde, waar ook geen sprake is van een wezenlijke verandering door autonome ontwikkelingen.
4 Leiding Noordzee	De leiding loopt door het duingebied. Het duingebied is in principe in Nederland een dynamisch landschap, maar vanwege de waterveiligheid is, is veel dynamiek niet toegestaan. Op kleine schaal vinden mogelijk verschuivingen van vegetatietypen plaats, maar wezenlijke verschillen zijn niet aan de orde.
5 Werkterrein	Het werkterrein is gelegen in het landbouwgebied aan de binnenzijde van de duinen. Deze gebieden zijn niet aan wezenlijke veranderingen onderhevig.

Beschermde soorten
Het plangebied is opgedeeld in vijf deelgebieden. De aanwezigheid van beschermde soorten in de autonome ontwikkeling wordt bepaald door 1) de huidige aanwezigheid van beschermde soorten en 2) de ontwikkeling van habitats (landschap en omgeving). In Tabel 70 (vorige pagina) is per deelgebied aangegeven welke verandering verwacht wordt.

Rode-Lijstsoorten
Zoals beschreven, veranderen de omstandigheden niet wezenlijk in het plangebied en de omgeving. Uitgangspunt is dan ook dat de soorten die in Tabel 69 zijn opgenomen, in vergelijkbare dichtheden, op vergelijkbare locaties voorkomen.

Gebiedsbescherming: Provinciale Ruimtelijke Verordening Noord-Holland
De ambitiekaart voor het NNN voor de omgeving van het plangebied komt overeen met de huidige situatie (zie Figuur 40). Voor de autonome ontwikkeling wordt derhalve uitgegaan van behoud van de huidige situatie.

13.4 Milieueffecten

13.4.1 Effectbeschrijving

13.4.1.1 Bouwfase

Oppervlakteverlies

Nucleaire eiland
Het nucleaire eiland met bijbehorende voorzieningen, waaronder ook de luchtkoelers in koelingsvariant K3, ligt binnen de OLP en buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen en het NNN. De locatie is in de huidige situatie nog grotendeels bebouwd en verhard. Bij de start van de bouw is deze bebouwing gesloopt en is het gebied als greenfield ingericht en beheerd. Daarbij is vestiging van beschermde soorten tegen gegaan. De bouwlocatie is daarom geen leefgebied van beschermde en Rode-Lijstsoorten planten, (broed)vogels, zoogdieren en reptielen. Effecten zijn daarmee uitgesloten.

Werkterrein (Lay Down Area)
Het werkterrein ligt eveneens buiten het Natura 2000-gebied en het NNN. Op de locatie komen geen beschermde soorten en Rode-Lijstsoorten. Effecten van het werkterrein zijn daarom uitgesloten.

Aanleg koelwaterleidingen (varianten K1 en K2)
Bij de aanleg van leidingen voor de inname en/of lozing van koelwater tussen de reactor en de Noordzee treedt (overwegend) tijdelijk oppervlakteverlies op van verschillende habitattypen in de Natura 2000-gebieden Zwanenwater & Pettemerduinen en Noordzeekustzone. Deze gebieden maken ook deel uit van het NNN. De habitattypen maken deel uit van de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN in deze gebieden. Bij zorgvuldige aanleg en herstel van bodem en vegetatie kunnen de habitattypen en leefgebieden zich in meer of mindere mate herstellen in de loop van de tijd.
In aanvulling op het zoekgebied voor tracés is gekeken naar ander tracés die bij een open ontgraven leiden tot zo min mogelijk schade in het Natura 2000-gebied. Figuur 41 geeft de ligging van de onderzochte tracés. In de volgende tekst is ook weergegeven welke gevolgen de mogelijke tracés hebben op Natura 2000-gebied. Hierbij is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- De leidingen worden aangelegd door middel van een gegraven sleuf; het plaatsen van de leidingen door middel van een gestuurde boring heeft niet de voorkeur, gezien de ligging in de waterkering (het duingebied). Wat de mogelijkheden zijn voor aanleg wordt nog onderzocht. Uitgangspunt is dat er een sleuf gegraven wordt, eventueel verstevigd met wanden, en dat het zand naast de sleuf tijdelijk in depot wordt gezet.
- Bij het bepalen van de nieuwe tracés is vooralsnog geen rekening gehouden met technische of ruimtelijke beperkingen, die voortkomen uit de ligging van andere leidingen, gebouwen en andere voorzieningen op de OLP en daarbuiten. Ook is geen rekening gehouden met eventueel niet toegankelijke of bruikbare terreinen binnen de OLP en daarbuiten, met uitzondering van het terrein van de HFR.
- De aandacht lag in het bijzonder op die habitattypen die de grootste belemmering vormen bij vergunningverlening. Hierbij gaat het om habitattypen waarvoor een instandhoudingsdoelstelling geldt die is gericht op toename van oppervlakte en/of verbetering van de kwaliteit, en waarvoor bij aantasting herstel op korte termijn lastig is. Dit zijn in het bijzonder de habitattypen grijze duinen [H2130] en vochtige duinvalleien [H2190]. In aansluiting op de huidige beoordelingspraktijk, worden oppervlakteverliezen van habitattypen van meer dan 100 m² beschouwd als een significante aantasting.



Figuur 41 Ligging van de onderzochte tracés

In Tabel 71 zijn de habitattypen opgenomen die in het zoekgebied liggen van de koelwaterleidingen tussen de PALLAS-reactor en de uitlaat in de Noordzee, en door de aanleg daarvan kunnen worden aangetast.

Tabel 71 Habitattypen die worden beïnvloed door aanleg van koelwaterleidingen in het duingebied.

Habitattype	A	B	C1	C2	D	E	F
H2110	X	X	X	X	X	X	X
H2120	X	X	X	X	X	X	X
H2130A			X	X	X	X	X
H2130B	X			X	X	X	
H2140A			X	X	X		
H2140B		X	X	X	X		
H2170		X	X	X	X		
H2190B						X	X
H2190C						X	

In Tabel 72 is aangegeven in welke mate de habitattypen effecten ondervinden en wat de mogelijkheden zijn om schade te beperken. Uit de herstelstrategieën die per habitattype zijn opgesteld voor het PAS [27] blijkt dat de herstelbaarheid van de meer dynamische habitattypen van de zeebodem en de stuivende duinen (H1110B en H2120) goed is. Deze habitattypen zullen zich binnen enkele jaren geheel hebben hersteld. De herstelbaarheid van de overige habitattypen is matig. Het herstel kan bevorderd worden door de vegetatiezode vooraf af te steken en apart in depot te zetten (habitattypen H2130, H2140 en H2170), of de bodem van aangetaste duinvalleien met kalkarm zand af te werken. Omdat de aantasting plaatsvindt over een smalle zone, kan de aangetaste zone vrij snel gekoloniseerd worden vanuit de niet aangetaste habitattypen die in de directe omgeving voorkomen.

Tabel 72 Effecten van de mogelijke tracés. In de laatste kolom is tevens aangegeven hoe schade te beperken is.

Tracé	Effecten op kwalificerende natuurwaarden	Mogelijkheden om effecten te beperken
A	Er is sprake van aantasting van grijze duinen. Het gaat hier wel om een beperkt oppervlak in vergelijking met andere tracés, echter wel meer dan 100 m². Na afronding van de werkzaamheden is het weer mogelijk voor Grijze duinen om zich te ontwikkelen op het tracé. Herstel is echter voorzien op lange termijn.	Het oppervlak om op lange termijn Grijze duinen te ontwikkelen neemt toe door het kappen van bos. De ontwikkeling zal eerst richting Witte duinen zijn, maar op termijn zullen soorten uit omringende duinen zich uitbreiden over het tracé. Het gaat hier om algemene soorten als zandzegge, buntgras en mossen.[35]
B	Dit tracé leidt tot relatief weinig effecten op gevoelige habitattypen. Grijze duinen en duinvalleien worden gespaard met dit tracé. Wel zijn er kleine effecten op een aantal andere habitattypen.	Na afronding van de werkzaamheden is uitbreiding van Grijze duinen op lange termijn mogelijk over het tracé.
C1 en C2	Wanneer het tracé aan een van beide zijden van het tegelpad wordt aangehouden, gaat dit ten koste van een aanzienlijk oppervlak Grijze duinen (> 100 m²). Het oppervlak van C1 is groter dan C2, omdat bij C2 er nog een afwisseling plaatsvindt duinheiden met kraaihei.	Schade is te beperken als de leiding onder het tegelpad kan komen te liggen. Waarschijnlijk is dit niet mogelijk omdat hier de leiding van de HFR ligt. Herstel van de vegetatie is bij beide opties niet, of slechts na lange tijd mogelijk.
D	Binnen het zoekgebied ligt een aanzienlijk oppervlak Grijze duinen. Dit is met name aan de westkant. Het kan hier gaan over een verlies van een aanzienlijk oppervlak (> 100 m²).	Door gedetailleerde uitwerking van het tracé kan schade beperkt worden, maar niet geheel worden voorkomen. Herstel van grijze duinen is niet, of slechts na lange tijd mogelijk.
E	Wanneer dit tracé wordt aangehouden wordt een beperkt oppervlak Grijze duinen aangetast. Afhankelijk van de wijze van aanleg kan dit meer dan 100 m² zijn. Daarnaast treedt een effect op in de duinvallei, wat aanzienlijke gevolgen kan hebben als tijdens de werkzaamheden ook onttrekking van water plaatsvindt.	Door het eerste deel van de leiding onder de weg naar het schietterrein aan te leggen is een groot deel van het aanwezige Grijze duin te sparen. Als het noodzakelijk is om tijdelijk water te onttrekken, dient dit bij voorkeur buiten het groeiseizoen te gebeuren (najaar).
F	Wanneer dit tracé wordt aangehouden net ten noorden van het schietterrein, wordt een aanzienlijk oppervlak Grijze duinen aangetast. Bovendien is een afname mogelijk van de duinvalleien, die aanzienlijke gevolgen kan hebben als tijdens de werkzaamheden ook onttrekking van water plaatsvindt.	Door het eerste deel van de leiding onder de weg naar het schietterrein en indien mogelijk onder het noordelijk deel van het schietterrein aan te leggen is een groot deel van het aanwezige Grijze duin te sparen. Als het noodzakelijk is om tijdelijk water te onttrekken, dient dit bij voorkeur buiten het groeiseizoen te gebeuren (najaar).

35 Schade aan de bossen is te voorkomen door de leiding onder het aanwezige wandelpad te leggen. In dat geval is de kap ten oosten van het fietspad te beperken tot enkele bomen.

Uit deze beoordeling is af te leiden dat alleen de tracés A en B het duingebied doorkruisen op een manier waarbij de habitattypen H2130B (kalkarm) en H2130A (kalkrijk) gespaard worden en/of mogelijkheden voor aanzienlijk herstel ontstaan. Bij de andere tracés is aantasting van deze habitattypen echter niet te vermijden en zijn de mogelijkheden tot herstel beperkt. Deze tracés kunnen alleen gebruikt worden met toepassing van herstelmaatregelen voor het habitattype grijs duin. Het herstel kan bevorderd worden door de vegetatiezode vooraf af te steken en apart in depot te zetten (habitattypen H2130, H2140 en H2170), of de bodem van aangetaste duinvalleien met kalkarm zand af te werken. Omdat de aantasting plaats vindt over een smalle zone, kan de aangetaste zone vrij snel gekoloniseerd worden vanuit de niet aangetaste habitattypen die in de directe omgeving voorkomen. De herstelbaarheid van de meer dynamische habitattypen van de zeebodem en de stuivende duinen (H1110B en H2120) is goed. Voor H1110B geldt dat het bodemleven zich op het leidingtracé binnen een aantal jaren hersteld zal hebben. Deze habitattypen zijn binnen enkele jaren geheel hersteld.

Bij het ingraven van de leiding voor de lozing van koelwater naar de Noordzee bestaat in het duingebied een kans op effecten op diverse beschermde en Rode Lijst-soorten. Het gebied tussen het Noordhollandsch Kanaal en de OLP heeft vanwege het intensieve agrarische gebruik geen betekenis voor bijzondere beschermde soorten. In variant K1 treden alleen mogelijke effecten op voor algemeen voorkomende soorten zoogdieren en amfibieën. Bij de kruising van de stuifdijk tussen de N508 en de bouwlocatie kan tijdelijke aantasting van leefgebied van de zandhagedis optreden, afhankelijk van het tracé dat wordt gevolgd. Voor het duingebied geldt dat de effecten bij variant K2 groter zijn dan bij variant K1, vanwege het grotere gezamenlijke ruimtebeslag van beide leidingen die bij variant K2 worden ingegraven. Voor de tracés in het duingebied (Figuur 41) geldt het volgende:

- Voor beschermde soorten:
  - Beschermde flora: komen niet voor langs de tracés.
  - Broedvogels: komen in vergelijkbare mate voor langs alle tracés. Werkzaamheden leiden tot vernieling van nesten.
  - Zoogdieren: kleine grondgebonden zoogdieren zijn langs alle tracés te vinden. De werkzaamheden leiden tot doden en vernieling van leefgebieden. Voor vleermuizen hebben de tracés geen wezenlijk belang, vliegroutes en foerageergebieden blijven behouden.
  - Reptielen: De zandhagedis is op een aantal plaatsen in de duinen waargenomen. Langs alle tracés is het mogelijk dat deze soort voorkomt. Het doden en vernielen van een klein deel van het leefgebied zijn niet uitgesloten.
  - Amfibieën: Leefgebieden van de rugstreeppad worden niet gekruist. Maar het is mogelijk dat de werkzaamheden een aantrekkende werking op deze soort hebben. De soort wordt aangetrokken door ondiep water. In dat geval is het doden van individuen en het vernielen van eieren niet uitgesloten. Dit geldt voor alle tracés.
  - Dagvlinders: De bruine eikenpage komt niet voor langs de tracés. De duinparelmoervlinder is in de duinvalleien waargenomen. Voor geen van de tracés is aanwezigheid van deze vlinder uit te sluiten. De werkzaamheden leiden mogelijk tot het doden van individuen, vernielen van eieren en leefgebieden.
- Voor Rode-Lijstsoorten: Rode-Lijstsoorten zijn voornamelijk aanwezig in de duinvalleien.

Voor de verschillende tracés is geen wezenlijk onderscheid te maken in de effecten op beschermde en Rode-Lijstsoorten. Na herstel van de bodem en de vegetatie kunnen groeiplaatsen en leefgebieden in de meeste gevallen volledig hersteld worden.

Luchtkoeling (variant K3)

De locatie voor de luchtkoeling ligt buiten het Natura 2000-gebied en het NNN. Op de locatie komen geen beschermde soorten en Rode-Lijstsoorten. Effecten van oppervlakteverlies door aanleg van de luchtkoeling zijn daarom uitgesloten.

Mechanische effecten

Mechanische effecten kunnen in de bouwfase ontstaan door:

- berijding met (vracht)auto's en graafmachines in het duingebied bij de aanleg van koelwaterleidingen;
- aantasting van de zeebodem bij het ingraven van koelwaterleidingen.

Berijding in het habitattype Grijze Duinen H2130B in het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettermerduinen (tevens NNN) kan leiden tot tijdelijke aantasting van de vegetatie. Ruimtebeslag is echter meer bepalend dan het mechanische effect.

Deze effecten kunnen voor de biodiversiteit van dit habitattypen ook positieve gevolgen hebben, wanneer de vegetatie gedomineerd wordt door hoger groeiende grassen. Er ontstaan dan open plekken in de vegetatie die de vestiging van kenmerkende soorten en dieren mogelijk maken. Berijding van andere habitattypen, vooral die van duinvalleien, kan leiden tot onomkeerbare negatieve effecten.
Berijding in duingraslanden kan leiden tot beschadiging van vaste broed-, rust- en verblijfplaatsen en dood van beschermde en bedreigde soorten zoals tapuit en andere grondbroedende soorten, zandhagedis, rugstreeppad, duinparelmoervlinder en planten.
De ingraving van koelwaterleidingen in de bodem van de Noordzeekustzone leidt tot een tijdelijke afname van de kwaliteit van het habitattype H1110B (minder dan 1 ha).

Verstoring

De effecten van verstoring tijdens de bouwfase kunnen op verschillende wijzen tot stand komen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen effecten op land en op zee.

Effecten op land

Op land zijn de effecten van geluid maatgevend. Deze reiken op land verder dan effecten van visuele verstoring of trillingen. Binnen de OLP zijn effecten op natuurwaarden als gevolg van licht uitgesloten, vanwege de ook nu al aanwezige verlichting en het geaccidenteerde terrein, dat zorgt voor afscherming.
De worst case situatie ontstaat hier bij bouwhoogtevariant B1 voor het nucleaire eiland (vanwege de langere bouwtijd en gro-

ter zandtransport) en koelingsvariant K1 voor de koeling (vanwege de grotere spreiding in gebieden waar gewerkt wordt). Voor effecten van licht op natuur wordt een drempelwaarde voor de verlichtingssterkte van 0,1 lux gehanteerd. Beneden deze verlichtingssterkte zijn effecten op natuur uitgesloten. Deze drempelwaarde wordt op geringe afstand rondom de werklocaties (het nucleaire eiland, koelwaterleidingen, werkterrein) bereikt. Zie hiervoor Figuur 36 in hoofdstuk 12). Binnen deze zones zijn de effecten van geluid als gevolg van het gebruikte materieel veel groter. Geluid is daarmee maatgevend voor de effecten op natuur.
Bij de beschrijving van de effecten van verstoring door geluid is onderscheid gemaakt in continu geluid als gevolg van gebruik van gemotoriseerd materieel e.d. en impulsgeluid bij het heien van funderingspalen.
Voor de verstoringsgevoelige soorten in de omgeving van het plangebied is voor continu geluid de drempelwaarde van 47 dB(A) van toepassing. Beneden dit geluidsniveau zijn negatieve effecten uitgesloten, daarboven neemt de dichtheid van (broedende) vogels geleidelijk af. Aangenomen wordt dat dit ook geldt voor niet broedende vogels en andere verstoringsgevoelige dieren (amfibieën, zoogdieren).
De ligging van de contour van 47 dB(A) is berekend voor verschillende fasen in het bouwproces. Zie hiervoor het achtergrondrapport natuur. Uit de berekeningen blijkt dat, met uitzondering van de werkzaamheden aan de koelwatervoorzieningen in de duinen en de Noordzee, de maatgevende contour van 47 dB(A) vrijwel geheel binnen de OLP blijft, en dus vrijwel niet tot binnen de begrenzingen van het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen en het NNN reikt. Bij de ingang van het OLP valt een klein deel van de stuifdijk langs de Westerduinweg binnen de contour. Dit deel van het gebied is geen leefgebied voor kwalificerende soorten binnen het Natura 2000-gebied (zoals de tapuit).
Bij de aanleg van de koelwaterleidingen in de duinen en de Noordzee is de geluidsbelasting in een klein deel van de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Zwanenwater & Pettemerduinen hoger dan de drempelwaarde van 47 dB(A). De maximale oppervlakte die tijdelijk verstoord wordt is in de Pettemerduinen 10 ha, en in de Noordzeekustzone 12,5 ha.
De voor het Natura 2000-gebied kwalificerende tapuit is in de natuuronderzoeken van 2012 en 2015 niet als broedvogel aangetroffen binnen de verstoorde zones. Wel broeden hier meer algemene soorten: boomleeuwerik, braamsluiper, buizerd, graspieper, kneu, koekoek en roodborsttapuit [23] [28]. Deze soorten worden als gevolg van de werkzaamheden verstoord, wanneer de werkzaamheden tijdens het broedseizoen plaats vinden. Ze zullen zich niet in het verstoorde gebied vestigen, of reeds gevestigde broedparen hebben kans op een verminderd broedsucces.
Binnen de contour van 47 dB(A) op de OLP komen diverse soorten (broed)vogels, zoogdieren en amfibieën voor. De meeste van deze soorten zijn gebonden aan de menselijke omgeving en hebben zich op de OLP gevestigd waar al sprake is van doorlopende verstoringsdruk door geluid en visuele prikkels. Aangenomen mag worden dat deze soorten niet gevoelig zijn voor toename van de geluidbelasting tijdens de bouw van PALLAS. De OLP is foerageergebied van verschillende soorten vleermuizen. Deze foerageren in het voorjaar, zomer en najaar vanaf de schemering tot zonsopgang. In deze periode van de dag wordt, behoudens incidentele situaties, niet gewerkt aan PALLAS. Verstoring van foeragerende vleermuizen is daarom uitgesloten.
Het gebied rondom het werkterrein wordt intensief gebruikt voor de landbouw. In het gebied kunnen algemene soorten vogels, zoogdieren en amfibieën voorkomen. Deze soorten zijn doorgaans gewend aan menselijk gebruik van het gebied en zijn weinig gevoelig voor verstoring door geluid en visuele hinder. Effecten op deze algemene soorten worden daarom niet verwacht. Ook hier zijn effecten op eventuele foeragerende vleermuizen uitgesloten, omdat tijdens de foerageerperiode geen activiteiten op het werkterrein plaatsvinden.
In het Ontwerpkader voor PALLAS wordt uitgegaan van het heien van palen voor de betonfabriek op de Lay Down Area, het pompstation voor koelwater bij het kanaal (variant K1) en het innameplatform op de Noordzee (variant K2). Deze werkzaamheden hebben een beperkte duur van maximaal enkele dagen. De ligging van de Laeq 24 uurs-contouren van 42, 47 en 50 dB(A) als gevolg van deze heiactiviteiten is berekend (zie hiervoor het achtergrondrapport Natuur). De ligging van deze contouren blijkt dat in een groot deel van het duingebied van de Pettemerduinen de geluidbelasting toeneemt tot boven de drempelwaarde van 47 dB(A). Dit is een tijdelijk effect van maximaal enkele dagen. Wanneer de heiwerkzaamheden plaatsvinden buiten het broedseizoen kunnen vogels tijdelijk verstoord worden en uitwijken naar andere gebieden in de omgeving. Wanneer de heiwerkzaamheden binnen het broedseizoen plaatsvinden is verstoring van de broedende vogels, en als gevolg daarvan een verminderd broedsucces, niet uitgesloten. Dat geldt ook voor de tapuit, waarvoor in het Natura 2000-gebied instandhoudingsdoelen gelden.
De tijdelijke verhoging van de geluidsbelasting als gevolg van heiwerkzaamheden voor het pompstation bij het kanaal reikt niet tot in het Natura 2000-gebied. Wel wordt een groot deel van het poldergebied tijdelijk verstoord. Ook hier kan buiten het broedseizoen mijdingsgedrag van vogels ontstaan, en tijdens het broedseizoen een verlaging van het broedsucces. Het gaat hier alleen om algemene vogels van agrarisch cultuurlandschap, park en bos (de laatste in de recreatietereinen en tuinen in het gebied).

Effecten op zee
Op de Noordzee zijn de effecten van visuele verstoring boven water maatgevend boven effecten van geluid en licht. Onder water is het effect van geluid maatgevend.

Effecten boven water
De worst case situatie ontstaat bij de koelingsvariant K2 en is onafhankelijk van de bouwhoogtevarianten. Bij koelingsvariant K2 worden zowel de inlaat als de uitlaat van de koelwatervoorziening binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone aangelegd, en wordt een innameplatform op de Noordzee gebouwd.
Bij de bouw van het platform en het aanbrengen van de koelwaterleidingen (koelingsvarianten K1 en K2) wordt gewerkt met schepen en kranen. Dit leidt tot verstoring van vogels en zeezoogdieren in de directe omgeving van de werkzaamheden. De maximale verstoringsafstand is 1200 m (verstorings-

afstand van rustende zeehonden).
Vogels die foerageren op benthos (eider, topper, zwarte zee-eend) zijn gebonden aan de voorkomens van schelpdieren, en daarmee minder flexibel dan visetende vogels.
De schelpdiervoorkomens kunnen jaarlijks wisselen in omvang en locatie, en kunnen beperkend zijn voor de populatieomvang van deze eenden in de Noordzeekustzone. Wanneer de locatie voor het innameplatform en leidingen overlapt met schelpdiervoorkomens kunnen negatieve effecten op deze vogelsoorten niet worden uitgesloten.
Voor de topper en de eider vormt de Noordzeekustzone een opvanggebied in situaties waarin voedselbeschikbaarheid (mossels, kokkels) in de Waddenzee beperkt is. In de Noordzeekustzone ter hoogte van het projectgebied werden in de periode 2000-2005 relatief grote concentraties eidereenden aangetroffen. De topper komt alleen incidenteel voor. De zwarte zee-eend is in Nederland in belangrijke mate aangewezen op de Noordzeekustzone, waarbinnen hij vooral in hoge concentraties voorkomt ten noorden van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog, en (in mindere mate) ten zuiden van het projectgebied.

In 2012 is het voorkomen van diverse schelpdieren in de Nederlandse kustwateren onderzocht, waaronder Spisula. Het aandeel Spisula van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone in het totale bestand van de Nederlandse kustwateren bedraagt circa 4% (uitgedrukt in biomassa). Een fractie daarvan komt potentieel in het gebied waar de activiteiten voor PALLAS zijn gepland [31]. In de afgelopen jaren (2008-2010) zijn op telmomenten in de winter zeer geringe aantallen eiders, toppers en zwarte zee-eenden aangetroffen langs de Noord-Hollandse kust. Ook dit wijst erop dat andere delen van de Noordzeekust en de Waddenzee voor deze soorten momenteel belangrijker zijn als voedsel- en rustgebied. Wanneer deze situatie zich doorzet in de komende periode zullen de aantallen verstoorde dieren als gevolg van de vaarbewegingen voor PALLAS nihil zijn, en kunnen negatieve effecten worden uitgesloten.
Daarnaast leidt het heien van de funderingen voor het platform op zee tot een aanzienlijk gebied dat verstoord wordt door geluid boven water. Binnen dit gebied komen echter weinig soorten voor die gevoelig zijn voor deze vorm van geluidverstoring. Eventueel aanwezige foeragerende vogels, zoals eidereend en zwarte zee-eend, kunnen gedurende de korte tijd dat gewerkt wordt tijdelijk uitwijken. Dit duurt maximaal 2 dagen. Deze periode is dermate kort, dat geen blijvende effecten optreden voor deze soorten.

Effecten onder water
In de bouwfase zal zowel continu onderwatergeluid als mogelijk impulsgeluid worden geproduceerd bij de koelingsvarianten K1 en K2. Het continue geluid zal ervoor zorgen dat in een straal van maximaal 5 km vissen en zeezoogdieren verstoord worden. Dit is een zeer klein areaal van het totale leefgebied van zeezoogdieren en vissen. Het plangebied heeft voor deze soorten geen specifieke functie waar andere delen van de Noordzeekustzone niet in kunnen voorzien.
Wanneer er geheid moet worden voor de aanleg van het innameplatform zijn de effecten sterk afhankelijk van het heischema (duur, frequentie, gebruikt vermogen). Hoewel het geluid waarschijnlijk snel uitdooft door de relatieve ondiepte van het water kan op voorhand niet worden uitgesloten dat dit leidt tot effecten negatieve effecten op vogels en zeezoogdieren. Bij tijdelijke effecten kunnen deze dieren uitwijken naar andere delen van de Noordzeekustzone. Fysieke schade aan dieren die dicht bij het plangebied aanwezig zijn op het moment dat met heien wordt begonnen kan niet worden uitgesloten. Het gaat hierbij om tijdelijke of permanente verschuiving van de gehoordrempel van zeehonden en bruinvissen (TPS en PPS) en fysieke schade aan vissen en vissenlarven als gevolg van de sterke toename van de druk. Dit effect kan worden voorkomen door toepassen van mitigerende maatregelen.

Stikstofdepositie
De effecten van stikstofdepositie zijn alleen relevant voor Natura 2000-gebieden. Voor de andere kaders zijn effecten van stikstofdepositie niet relevant.
In de bouwfase treedt emissie van stikstof op door het gebruik van voertuigen, schepen en gemotoriseerd materieel. De stikstof komt via de atmosfeer terecht in omringende natuurgebieden en kan daar negatieve gevolgen hebben voor vermestings- en verzuringsgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden.
Op 17 maart 2017 is de partiële herziening van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in werking getreden, in deze herziening is PALLAS opgenomen in de lijst van prioritaire projecten met een reservering voor stikstofdepositie. Voor deze aanvraag is een uitgebreide analyse uitgevoerd van het gebruik van stikstof emitterend materieel in de aanleg- en exploitatiefase [29].
Op basis van de analyse van deze emissies is een berekening gemaakt met het door de PAS wettelijk voorgeschreven rekenprogramma AERIUS. Tabel 74 geeft een overzicht van de maximale deposities in de verschillende Natura 2000-gebieden rond het plangebied voor de PALLAS-reactor. De hoogste deposities treden op bij de diepste variant B1. Dit wordt veroorzaakt door het relatief grote grondverzet en de inzet van graafmachines, vrachtauto's en ander materieel daarbij. Bij de koeling treedt het grootste effect op bij de aanleg van een koelsysteem dat gebruik maakt van zeewater (variant K2).

Tabel 73 Maximale toename van depositie in Natura 2000-gebieden als gevolg van verschillende varianten voor reactor en koeling (in mol N/ha/jaar)

Variant	Zwanenwater & Pettemerduinen	Duinen Den Helder – Callantsoog	Schoorlse Duinen
Nucleaire eiland variant B1 inclusief koeling variant K2	15,25	0,11	0,06

De maximale deposities vinden plaats in het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen, op korte afstand vanwaar de belangrijkste activiteiten plaatsvinden. De depositie in het Natura 2000-gebied Duinen Den Helder-Callantsoog en

Schoorlse Duinen zijn zeer gering (respectievelijk maximaal 0,11 en 0,06 mol N/ha/jaar).
Bij de aanleg van het nucleaire eiland treden de hoogste deposities op in de duinen direct naast de ingang van de OLP (Habitattype H2130B, grijze duinen kalkarm). Bij de aanleg van het koelwatersysteem treden de maximale deposities op op het traject van de koelwaterleiding in het duingebied (diverse habitattypen).
De hoogste depositie als gevolg van de hele bouwfase treedt op bij de ingang van de OLP en bedraagt maximaal 15,25 mol N/ha/jaar bij een combinatie van het nucleaire eiland bouwhoogtevariant B1 en koelingsvariant K2.

Hydrologische veranderingen
Ecologische effecten als gevolg van hydrologische veranderingen zijn relevant voor Natura 2000-gebieden en het NNN en voor beschermde en Rode-Lijstsoorten.
Uitgangspunt voor de effectbepaling is dat het nucleaire eiland bij bouwhoogtevariant B1 wordt aangelegd volgens de caissonmethode en dat bouwhoogtevariant B2 wordt aangelegd in een bouwkuip met betonnen wanden, en dat het uitgraven van de bouwkuip in den natte plaatsvindt. Bronbemaling hoeft daarbij niet toegepast te worden. Er treedt dan geen verlaging van de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het grondwater in het omliggende gebied op. Effecten op verdrogingsgevoelige natuurwaarden in het Natura 2000-gebied Zwanenwater en Pettemerduinen als gevolg van de bouw van de reactor zijn daarmee uitgesloten. In de directe omgeving van de bouwlocatie voor de reactor zijn geen natte terreindelen aanwezig waar verdrogingsgevoelige planten- en diersoorten voorkomen. Ook effecten op beschermde en Rode-Lijstsoorten zijn daarmee uitgesloten.
De bemaling voor een open sleuf bij de aanleg van koelwaterleidingen tussen de PALLAS-reactor en de Noordzee heeft een relatief groot effect op de omgeving. Een verlaging van de grondwaterstand van meer dan 5 cm strekt zich uit tot een enkele honderden meters van de sleuf. In deze zone liggen verschillende duinvalleien met hydrologisch gevoelige habitattypen. Afhankelijk van de duur van de verdroging kan dit leiden tot irreversibele schade aan de bodem van deze habitattypen, wat leidt tot afname van de kwaliteit van de habitattypen H2140A. H2170 en H2190C. Ook de verschillende Rode-Lijstsoorten die in deze gebieden voorkomen worden negatief beïnvloed door deze grondwaterstandsverlaging. Alle andere werkzaamheden ten behoeve van de PALLAS-reactor hebben geen wezenlijke gevolgen voor het grond- en oppervlaktewatersysteem van de duinen en de polder.

13.4.1.2 Overgangsfase
In de overgangsfase zijn zowel de HFR als de PALLAS-reactor in gebruik. Dit heeft invloed op de inname en lozing van koelwater.
In koelingsvariant K1 nemen beide reactoren koelwater in vanuit het Noordhollandsch Kanaal. De effecten van inzuiging van vis nemen daardoor tijdelijk toe ten opzichte van de huidige situatie. Bij koelingsvariant K2 geldt dat in de overgangsfase zowel sprake is van effecten van inzuiging van vis vanuit het Noordhollandsch Kanaal (HFR) als vanuit de Noordzee (PALLAS).
Bij de lozing van het koelwater in de Noordzee is in de overgangsfase sprake van twee lozingspunten. Aangenomen wordt dat deze punten op voldoende afstand van elkaar liggen om vermenging van de beide mengzones die daardoor ontstaan te voorkomen. Dit leidt tot een vergroting van het totale oppervlak binnen de Noordzeekustzone dat beïnvloed wordt door de koelwaterlozingen.

13.4.1.3 Exploitatiefase
Verstoring
Het nucleaire eiland
Het gebruik van de PALLAS-reactor en omliggende gebouwen gaat gepaard met een zeer beperkte emissie van geluid. De (maatgevende) contour van 47 dB(A) blijft beperkt tot de OLP. Effecten op de Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn daarmee uitgesloten. Ook effecten op beschermde en Rode-Lijstsoorten in de omgeving van het voor PALLAS beoogde terrein kunnen uitgesloten worden.
In de overgangs- en exploitatiefase treden geen trillingen van betekenis op. Trillingen worden in de omgeving van de reactor dan ook niet waargenomen.
De verlichting van de PALLAS-reactor is gelijk aan de verlichting van andere gebouwen op de OLP. Uit het achtergrondrapport Licht (en Hoofdstuk 12) blijkt dat in het gebied dat direct buiten de hekken en de parkeerplaats van de locatie ligt, de voor natuur relevante drempelwaarde van 0,1 lux niet wordt overschreden. De aanwezigheid van PALLAS leidt daarom niet tot verhoging van de verlichtingssterkte in Natura 2000-gebieden. De effecten op beschermde en Rode-Lijstsoorten zijn daardoor eveneens verwaarloosbaar klein.

Koelwaterinname
Er ontstaat een zeer beperkte verhoging van de geluidbelasting als gevolg van het oppompen van koelwater op zee (koelingsvariant K2). Dit is een zeer beperkte toename ten opzichte van het bestaande geluid op zee, zowel boven water als onder water. Het lozen van koelwater vindt plaats zonder gebruik van pompen ter plekke van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. Er zijn daarom geen verstoringseffecten verbonden aan de lozing van koelwater bij de koelingsvarianten K1 en K2.
Effecten van continu onderwatergeluid op natuurwaarden in de overgangs- en exploitatiefase zijn daardoor uit te sluiten.

Luchtkoeling
De toepassing van luchtkoeling leidt niet tot overschrijding van de maatgevende contour van 47 dB(A) in de omliggende Natura 2000-gebieden en het NNN.
De toename van de geluidbelasting blijft beperkt tot de OLP en het westelijk deel van de polder. De meeste hier aanwezige soorten zijn gewend aan verstoring door menselijk gebruik en zullen weinig nadelige effecten ondervinden. Voor 's nachts actieve vleermuizen kunnen effecten optreden, afhankelijk van de frequentie van het geluid van de luchtkoelers. De dichtheid aan foeragerende vleermuizen in de OLP is echter laag.

Stikstofdepositie
In de overgangs- en exploitatiefase treedt emissie van stikstof

op door verwarming en warmwatervoorziening in gebouwen en transport van materiaal en personeel. De depositie in de overgangs- en exploitatiefase blijft beperkt tot het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen. De maximale waarde bedraagt 1,66 mol N/ha/jaar op het habitattype H2130B grijze duinen (kalkarm). De hoogste deposities vinden plaats op de randen van het Natura 2000-gebied rondom de OLP en langs de Westerduinweg.

Inzuiging van vis en andere organismen

Inzuiging van vis en andere organismen is een aspect dat relevant is voor Natura 2000-gebieden en beschermde en Rode-Lijstsoorten. Externe effecten op de NNN worden niet meegenomen of zijn niet relevant in de Noordzee. Dit effect is alleen relevant voor de varianten K1 en K2 voor de koelvoorzieningen, waarbij koelwater ingenomen wordt uit het Noordhollandsch Kanaal (variant K1) of de Noordzee (variant K2). Door het beperkte debiet is het invloedsgebied van de inzuiging beperkt. Op enige afstand van het inlaatpunt is de stroomsnelheid kleiner dan 15 cm/s, en zullen de meeste vissen aan de zuigkracht van het inlaatpunt kunnen ontsnappen. De aantallen individuen die worden ingezogen zijn daarom klein. Een deel van de vissen wordt met behulp van het visretoursysteem teruggevoerd naar het open water. Een deel van deze vissen zal dit echter niet overleven of ernstig gewond raken.

Daardoor kan niet worden volledig voorkomen dat individuen van beschermde soorten als zeeprik, rivierprik en fint (kwalificerende soorten Noordzeekustzone) negatieve gevolgen ondervinden van de waterinname. Door de geringe aantallen en het grote leefgebied zal dit echter geen gevolgen hebben voor de populaties van deze soorten.

De waterinname in het Noordhollandsch Kanaal leidt niet tot effecten op beschermde vissoorten. Deze komen niet voor in het kanaal.

Thermische veranderingen in oppervlaktewater

Door middel van een eenvoudige toets is in het kader van het Achtergrondrapport Bodem en water beoordeeld of het noodzakelijk is om een uitgebreide numerieke modelstudie uit te voeren voor de nieuwe koelwaterlozing van PALLAS. Voor het zoute kustwater (aangemerkt als schelpdierwater) geldt dat:

- de temperatuurstijging beperkt moet blijven tot 3°C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur, tot een maximum van 25°C en
- de mengzone, het gebied waarin de temperatuur boven de 25°C uitstijgt, de bodem niet mag raken.

De mengzone is dat deel van het oppervlaktewater dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur van méér dan 25°C is gebracht en wordt begrensd door de ruimtelijke 25°C-isotherm.

Voor zeewater bestaat geen goede toets voor het beoordelen van de omvang van het effect van de koelwaterlozing. Omdat het volume van de lozing gering is (3300 m³/h = 0,92 m³/s), is in het achtergrondrapport Bodem en water, naar analogie van de toets voor rivieren en kanalen, beoordeeld of de mengzone beperkt blijft tot 25% van de dwarsdoorsnede van het watersysteem, waarbij voor de dwarsdoorsnede een zeer conservatieve waarde van 5 m (gelijk aan de waterdiepte) is aangehouden. Uit de toets blijkt dat de mengzone beperkte blijft van 2,2 tot 14,2%, en daarmee ruim onder de kritische grens ligt van 25%.

De vorm van het lozingspunt is nog niet ontworpen, zodat niet beoordeeld kan worden of de mengzone de zeebodem raakt. In ieder geval is dat risico het kleinst in de winter (grootste dichtheidsverschil als gevolg van grootste temperatuurverschil) bij koeling met water van het kanaal (koelingsvariant K1; nog groter dichtheidsverschil door zoet-zout), waardoor de opdrijvende kracht groot is. In de zomer met koeling met zeewater (koelingsvariant K2) is het risico het grootst. Gezien de uitkomsten van de toets, zoals hierboven beschreven, is het te verwachten dat met een goed ontwerp kan worden voorkomen dat de koelwaterpluim de bodem raakt.

Wanneer ondanks deze maatregelen niet kan worden voorkomen dat de mengzone de zeebodem raakt, leidt dit tot de volgende effecten in deze beïnvloede zone, die gezien de geringe omvang van de mengzone maar een zeer klein deel van de Noordzeekustzone betreffen:

- Aanzienlijke verhoging van de temperatuur op de bodem heeft gevolgen voor de samenstelling van de bodemfauna. Bij hoge temperaturen zal de bodemfauna verarmen, waardoor de bodem van minder belang is voor benthosetende vissoorten en vogels. Deze zullen deze zone overigens zelf ook mijden vanwege de hoge temperaturen. Bij geringe temperatuurstijgingen tot net boven de 25°C, zal de bodemfauna van samenstelling veranderen, wat overigens niet hoeft te leiden tot afname van biodiversiteit en biomassa. Wel kan deze verandering leiden tot afname van kenmerkende soorten van het habitattype H1110B.
- Vissen in de omgeving die deze temperatuursverhoging onprettig vinden, zullen migreren naar andere plaatsen, terwijl vissen die hogere temperaturen aangenaam vinden, zullen worden aangetrokken. In alle gevallen geldt dat voor de vissen die de mengzone mijden voldoende areaal overblijft
- Het is niet aannemelijk dat zeezoogdieren direct beïnvloed worden door de temperatuurverhoging. Hier zijn de temperatuurwisselingen niet groot genoeg voor. Bovendien zullen zij de pluim met warm water gemakkelijk kunnen mijden.
- Temperatuurveranderingen kunnen leiden tot veranderingen in doorzicht vanwege de invloed van temperatuur op de valsnelheid van slib. In het algemeen geldt dat bij een toename van de temperatuur de valsnelheid van het slib toeneemt waardoor het doorzicht toeneemt. In dit gebied is de slibconcentratie echter laag en het doorzicht relatief hoog. Dit betekent dat het water hooguit nog iets helderder wordt, maar dat dit geen effecten op instandhoudingsdoelen zal hebben.
- De zuurstofconcentratie in zeewater is afhankelijk van de temperatuur. Hoe hoger de temperatuur, des te lager de zuurstofconcentratie in het water. Over het algemeen kan gesteld worden dat zuurstofconcentraties onder de 5 mg/l schade aan het ecosysteem kunnen opleveren.
  Uitgaande van een gemiddelde zeewatertemperatuur in de zomer van 20°C, een toename aan het lozingspunt tot maximaal 47,5°C, en een snelle afname van deze tempe-

ratuur door menging wordt deze kritische grens vrijwel nergens gehaald. Een ecologisch effect van temperatuur op het zuurstofgehalte is daarmee uitgesloten. Effecten op de kwaliteit van het habitattype H1130B en beschermde soorten vissen en zeezoogdieren zijn daarmee uitgesloten.

Chemische veranderingen oppervlaktewater
In het secundaire koelwatersysteem wordt in de koelingsvarianten K1 en K2 actief chloor gedoseerd als aangroeiwerend middel (bestrijding biofouling). Het te lozen koelwater bevat hierdoor resten vrij beschikbaar chloor en schadelijke omzettingsproducten hiervan (vooral chloroform en bromoform). Dit kan in potentie negatieve gevolgen hebben voor de chemische en/of de ecologische waterkwaliteit. Hiervoor zijn doelstellingen vastgesteld in het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW).
Voor bromoform en chloroform wordt in beide koelingsvarianten voldaan aan de effluenttoets. Dat wil zeggen dat de concentratie van de stof in het te lozen koelwater lager is dan de norm voor de fysisch-chemische waterkwaliteit. Omdat de stoffen snel afbreken en er bovendien geen aanwijzingen zijn dat ze schadelijk zijn voor organismen heeft een tijdelijke verhoging van de concentratie geen gevolgen voor beschermde of Rode-Lijstsoorten vissen, vogels en zeezoogdieren.

13.4.2 Effectbeoordeling
In deze paragraaf wordt de ernst van de hierboven beschreven effecten getoetst. Hierbij zijn de effecten getoetst aan de verschillende relevante wettelijke kaders. Op basis hiervan wordt een effectscore bepaald. Daarbij wordt voor de effecten van het nucleaire eiland en de koeling telkens uitgegaan van de variant met de grootste effecten. Voor een meer uitgebreide effectbeoordeling wordt verwezen naar het Achtergrondrapport Natuur. Zoals gezegd is ervoor gekozen om alleen een effectscore inclusief de wettelijk verplichte maatregelen op te nemen. Zonder toepassing van deze maatregelen is de activiteit namelijk niet (of zeer lastig) vergunbaar. Dit implicieert dat deze maatregelen onderdeel uit zullen maken van de activiteit en zijn derhalve ook op die manier beoordeeld.

13.4.2.1 Toetsing aan Wet natuurbescherming: gebiedsbescherming
De aanleg en het gebruik van de PALLAS-reactor heeft invloed op natuurwaarden in de Natura 2000-gebieden Zwanenwater & Pettemerduinen en Noordzeekustzone.
De volgende effecten kunnen niet worden uitgesloten in de **bouwfase**:

Zwanenwater & Pettemerduinen
- oppervlakteverlies diverse habitattypen;
- mechanische aantasting diverse habitattypen;
- stikstofdepositie op verschillende habitattypen;
- verstoring van de tapuit door heiwerkzaamheden en door de aanleg van koelwaterleidingen in de duinen;
- verdroging van natte en vochtige duinhabitats als gevolg van de aanleg van koelwaterleidingen.

Noordzeekustzone
- oppervlakteverlies habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee);
- mechanische verstoring habitattype H1110B;
- fysieke schade als gevolg van onderwatergeluid bij zeezoogdieren en vissen;
- verstoring van eider en zwarte zee-eend door aanleg koelwatervoorzieningen in de Noordzee.

In de **overgangs- en exploitatiefase** kunnen de volgende effecten optreden:

Zwanenwater & Pettemerduinen
- stikstofdepositie op verschillende habitattypen.

Noordzeekustzone
- inzuiging van trekvissen bij inlaat van koelwater;
- kwaliteitsafname habitattype H1110B door thermische verontreiniging.

Effecten van oppervlakteverlies, mechanische effecten, verstoring en hydrologische effecten
Bij de aanleg van koelwaterleidingen treedt oppervlakteverlies op van het habitattype H2130B, en mogelijk permanente effecten op andere habitattypen. De aard en omvang van het effect is afhankelijk van de exacte tracering. Voor tracés A en B is het effect beperkt omdat er mogelijkheden voor herstel zijn, maar voor tracés C1, C2, D, E en F (zie Figuur 41) zijn de mogelijkheden voor herstel beperkt. Voor deze habitattypen geldt echter wel een uitbreidingsdoelstelling geldt en zijn prioritair. Het ruimtebeslag kan groter zijn dan de minimumoppervlakte waarboven significante effecten van oppervlakteverlies optreden volgens de Leidraad bepaling Significantie (0,1 are of 10 m²). Deze waarde is gebaseerd op de minimale oppervlakte waarmee de aanwezigheid van een habitattype kan worden vastgesteld. De effecten van dit oppervlakteverlies zijn daarom mogelijk significant negatief.
De mechanische verstoring van het habitattype H2130B vindt lokaal plaats en heeft een tijdelijk effect op de vegetatie. Dit effect kan ook positieve invloed hebben op de biodiversiteit, omdat het variatie aanbrengt in de mate van openheid van de vegetatie. De vegetatie zal zich na korte tijd herstellen omdat door de berijding geen wijzigingen optreden in de standplaatscondities. Berijding van andere habitattypen kan permanente effecten hebben, omdat kwetsbare bodems van deze habitattypen aangetast worden. De omvang van deze effecten is eveneens afhankelijk van de tracering van de leidingen en kunnen de drempelwaarde voor significante effecten overtreden. Ook de mechanische effecten kunnen daarmee significant negatief zijn.
Bij de aanleg van de koelwaterleiding ontstaat een tijdelijke en sterke verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving. In de directe omgeving van de tracés komen duinvalleien voor met deze habitattypen. Afhankelijk van de duur van de verdroging kan dit leiden tot irreversibele schade aan de bodem van deze habitattypen, wat leidt tot afname van de kwaliteit van de habitattypen. Voor de betrokken habitattypen H2140A. H2170 en H2190C gelden behoudsdoelstellingen. De kwaliteitsafname is hier strijdig mee. Deze effecten zijn daarom mogelijk significant negatief.
Als gevolg van de berijding bestaat een klein risico op schade

aan nesten of broedsels van de tapuit. Ook kan de tapuit verstoord worden door de werkzaamheden aan de koelwaterleidingen en door heiwerkzaamheden op de locatie voor de reactor. Hoewel deze soort nu niet in het plangebied broedt, kan daar wel sprake zijn wanneer de populatie in het Natura 2000-gebied zich herstelt. Beschadiging van de broedplaats en verstoring kunnen leiden tot een verminderd broedsucces van de tapuit en daarmee tot een effect op de populatie.
Bij het heien van funderingspalen voor de betonfabriek op de Lay Down Area bestaat een risico op verstoring van de tapuit, wanneer deze werkzaamheden in het broedseizoen plaatsvinden. Als gevolg hiervan kan het broedsucces van aanwezige broedparen verminderen.
De staat van instandhouding van de tapuit in Nederland en in het gebied is zeer ongunstig. Het aantal broedparen is in de afgelopen decennia sterk afgenomen. Een negatief effect op de tapuit leidt daarom tot significant negatieve gevolgen voor het Natura 2000-gebied. Dit effect kan worden voorkomen door het nemen van mitigerende maatregelen.

Effecten van stikstofdepositie
In de bouwfase treedt gedurende de bouw (3-4 jaar) depositie van stikstof in het gebied op van maximaal 15,25 mol N/ha/jaar. Voor 10 habitattypen in het gebied is de totale depositie (achtergrondwaarde + project) hoger dan de kritische depositiewaarde. Ook in de overgangs- en exploitatiefase treedt (permanente) depositie van stikstof op, zij het met een veel lagere waarde (1,66 mol N/ha/jaar). Ook dit leidt tot overschrijding van de kritische depositiewaarde van dezelfde habitattypen.
PALLAS is in mei 2016 door de provincie Noord-Holland aangemeld als prioritair project in het PAS. Op grond daarvan kan in het PAS ontwikkelingsruimte voor het project worden gereserveerd in segment 1. De maximaal aangevraagde reservering bedraagt 16,02 mol N/ha/jaar. Dit is voldoende om de depositie tijdens de exploitatiefase op te vangen.
Bij toekenning van de ontwikkelingsruimte staat op voorhand vast dat de stikstofdepositie als gevolg van het project niet leidt tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied, omdat de PAS daar voldoende maatregelen tegenover heeft gesteld. In de passende beoordeling bij het PAS is aangetoond dat uitvoering van de PAS geen significante negatieve gevolgen voor Natura 2000-gebieden heeft [29]. Significante negatieve gevolgen van PALLAS voor het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen kunnen daarmee eveneens worden uitgesloten.
Het PAS kan geen ontwikkelingsruimte toebedelen aan het bestemmingsplan voor PALLAS. Omdat de concrete uitvoering van het project identiek is aan de maximale (ruimtelijke) mogelijkheden die het bestemmingsplan biedt, kan worden afgeleid dat, bij reservering van voldoende ontwikkelingsruimte, de maximale uitvoering van het bestemmingsplan PALLAS niet zal leiden tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van het gebied. Het bestemmingsplan is daarmee, voor wat betreft de effecten van stikstof, uitvoerbaar volgens de Wet natuurbescherming.
Omdat nog niet bekend is hoe het tracé voor de koelwaterleidingen gaat lopen levert de aanleg van PALLAS een risico op significante effecten op voor verschillende habitattypen en de tapuit. Deze effecten dienen te worden gemitigeerd.

Beoordeling effecten Natura 2000-gebied Noordzeekustzone
Op het habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken treedt een gering effect op als gevolg van oppervlakteverlies en mechanische effecten bij het aanleggen van koelwaterleidingen, en een kwaliteitsafname van het habitat wanneer niet kan worden voorkomen dat de mengzone van de koelwaterlozing de zeebodem raakt.
Door het bouwen van het innameplatform gaat een oppervlakte van 0,25 ha van het habitattype H1110B verloren. Omdat het platform op palen staat is de bodem en de waterkolom nog wel beschikbaar voor de mariene fauna.
Het habitattype H1110B komt in grote delen van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone voor. Dit gebied heeft een oppervlakte van 123.000 ha. Het habitattype komt in Natura 2000-gebieden binnen het Nederlandse deel van de Noordzee voor met een oppervlakte van 590.000 ha. Door dynamische processen in ondiepe delen van de Noordzee is het habitattype bovendien sterk aan veranderingen onderhevig, zowel in kwaliteit als in oppervlakte.
Het verlies van 0,25 ha en tijdelijke aantasting van maximaal 1 ha van het habitattype H1110B betreft een zeer klein deel van het totale voorkomen van het habitattype binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en daarbuiten. Deze oppervlakte valt weg tegen de variaties in het voorkomen van het habitattype als gevolg van natuurlijke processen in de Noordzee. Het effect is daarom niet significant. Bij de lozing van koelwater ontstaat in het habitattype H1110B een mengzone waar de temperatuur van het zeewater warmer dan 25 °C is. De omvang van deze mengzone is gering. Wanneer niet kan worden voorkomen dat de mengzone de bodem van de zee raakt, kan dit negatieve gevolgen hebben voor de bodemfauna. Thermische verontreiniging heeft een negatief gevolg voor de kwaliteit van het habitattype H1110B en voor vissen die zich dichtbij of op de bodem bevinden zoals zeeprik en rivierprik.
De oppervlakte van het deel van de zeebodem dat door de mengzone zou kunnen worden geraakt is zeer gering ten opzichte van de oppervlakte van het habitattype H1110B en de leefgebieden van rivierprik en zeeprik. De beide vissoorten komen ook buiten het Natura 2000-gebied in de Noordzee voor.

Bij de inname van koelwater in variant K2 ontstaat een risico op inzuiging van vis in de Noordzeekustzone. Daarbij kan niet uitgesloten worden dat individuen van de rivierprik, zeeprik en fint worden opgezogen. Het invloedsgebied van het innamepunt is waarschijnlijk zeer klein, terwijl het verspreidingsgebied van deze soorten in de Noordzee zeer groot is (ook buiten het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone). De locatie ligt bovendien niet in de directe omgeving van riviermondingen waar deze vissoorten naar toe trekken om hun paaigebieden te bereiken. Inzuiging van individuen van deze soorten zal daarom slechts incidenteel plaatsvinden en heeft geen effect op de staat van instandhouding van de populaties. Het risico kan verder verkleind worden door het treffen van mitigerende maatregelen.

De staat van instandhouding van habitattype H1110B, zeeprik en rivierprik is matig gunstig. Voor het habitattype H1110B geldt een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit, voor de beide vissoorten een verbeterdoelstelling voor de populatie. Deze verbeterdoelstelling houdt vooral verband met het elders verbeteren van de trekroute en verbeteren van zoet-zout-overgangen. De eventueel lokaal optredende effecten van temperatuurverhoging hebben hier geen invloed op.
Vanwege de matige gunstige staat van instandhouding kan vooralsnog kan niet geheel uitgesloten worden dat de effecten op habitattype H1110B, zeeprik en rivierprik significant zijn. Wanneer voor de bouw van het innameplatform geheid moet worden zijn fysieke effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren en vissen niet uitgesloten. Het risico hierop is klein, maar wanneer het optreedt, is een significant negatief gevolg mogelijk op soorten met een ongunstige staat van instandhouding (alle zeezoogdieren en vissen met uitzondering van de gewone zeehond). Deze effecten kunnen gemitigeerd worden.
Bij de werkzaamheden voor het aanleggen van de koelwatervoorzieningen op de Noordzee kan verstoring plaatsvinden op foeragerende eiders en zwarte zee-eenden, wanneer in het plangebied concentraties van schelpdieren voorkomen op het moment van uitvoering. De staat van instandhouding van de eider is zeer ongunstig, die van de zwarte zee-eend matig gunstig. Beschikbaarheid van voedsel kan voor beide soorten beperkend zijn voor de populatie-ontwikkeling. Vooral in strenge winters (wanneer de Waddenzee is dichtgevroren) zijn beide soorten aangewezen op de Noordzeekustzone. Onder deze condities kan verstoring van de eenden leiden tot grote effecten op de populatie. Deze effecten zijn dan ook significant negatief.
Significant negatieve gevolgen kunnen niet worden uitgesloten voor het habitattype H1110B, bruinvis, grijze zeehond, rivierprik, zeeprik, fint, eider en zwarte zee-eend. In de tabel is aangegeven wat de staat van instandhouding en de instandhoudingsdoelstellingen zijn van de habitattypen en soorten die beïnvloed worden door PALLAS.

Mitigerende maatregelen
Om significante effecten te voorkomen, of te verlagen tot op een niveau dat ze niet langer significant zijn, dienen de volgende mitigerende maatregelen getroffen te worden.

Oppervlakteverlies en verdroging van habitattypen bij aanleg koelwaterleidingen
Oppervlakteverlies en mechanische effecten op habitattypen in het duingebied kunnen op de volgende wijze voorkomen of beperkt worden:
- zorgvuldige tracering van de leidingen, bij voorbaat in de directe omgeving van de bestaande koelwaterleiding voor de HFR. Op dit tracé zijn de effecten beperkt tot witte duinen en duingraslanden die relatief snel kunnen herstellen. Dit is het geval voor tracé A en B in Figuur 41;
- zo veel mogelijk vermijden van tracés die laagtes in de duinen kruisen waar habitattypen van (vochtige) duinheiden en duinvalleien aanwezig zijn;
- vervoer van materieel en materiaal via bestaande infrastructuur (weg van OLP naar schietterrein, fietspad Noordzeeroute, eventueel via het strand);
- minimalisatie van het ruimtebeslag van de vergraving;
- zorgvuldig herstel van de bodem en de zode op basis van een door terzake deskundige opgesteld herstelplan.

Verdroging van habitattypen kan voorkomen of beperkte worden door:
- werkzaamheden buiten het groeiseizoen (maart – oktober) uit te voeren;
- de ontgraving binnen damwanden uit te voeren, die tot in de kleiige en venige afzettingen onder het duinzand worden geplaatst. Het waterbezwaar en de verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving worden hiermee grotendeels gereduceerd;
- kiezen van een alternatieve aanlegmethode ter hoogte van de gevoelige habitats (boren van leidingen).

Het is aan te bevelen in het kader van het opstellen van het bemalingsplan, wanneer de route, dieptes, aanlegmethode enz. beter bekend zijn, de effecten op grondwaterstanden en chlorideconcentraties met een specifiek model hiervoor nogmaals te berekenen.

Verstoring tapuit bij aanleg koelwaterleidingen en heiwerkzaamheden
Verstoring van broedende tapuiten bij de aanleg van koelwaterleidingen in het duingebied van de Pettemerduinen kan worden voorkomen door de volgende maatregelen:
- uitvoering van de werkzaamheden buiten het broedseizoen van de tapuit (april-juni);
- bij uitvoering van de werkzaamheden gedurende de broedtijd dient het plangebied vooraf geïnventariseerd te worden op aanwezigheid van territoria van de tapuit. Bij aantreffen van territoria dient de planning van de werkzaamheden aangepast te worden.

Verstoring van broedende tapuiten bij heiwerkzaamheden op de Lay Down Area kan worden voorkomen door de volgende maatregelen:
- uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen (april-juni);
- toepassen alternatieve methode voor plaatsen heipalen (boren, trillen).

Bij het treffen van deze maatregelen kunnen significante negatieve effecten op de tapuit geheel voorkomen worden.

Thermische verontreiniging Habitattype H1110B en trekvissen
Bij het ontstaan van een mengzone bij het uitlaatpunt van de koelwaterlozing moet voorkomen worden dat het deze de zeebodem raakt. Daarnaast wordt de omvang van de mengzone beperkt wanneer stromingen en turbulentie invloed hebben. De koelwaterlozing dient daarom bij voorkeur hoog in de waterkolom geplaatst te worden waarbij het koelwater in opwaartse richting wordt geloosd.
Wanneer één van de koelwatervarianten K1 en K2 opgenomen wordt in het voorkeursalternatief moet nader modelonderzoek uitwijzen wat de omvang en de verspreiding van de mengzone is, en in welke mate door plaatsing en uitvoering van de lozing effecten op het mariene ecosysteem voorkomen kunnen worden.

Fysieke schade door onderwatergeluid
Zeezoogdieren en vissen zullen gebieden met een hoge geluidbelasting mijden. Wanneer dieren echter overvallen worden door plotselinge impulsgeluiden met een niveau dat boven de drempelwaarde voor gehoorschade ligt, kunnen ze niet tijdig vluchten. Hierdoor kan tijdelijke of permanente schade ontstaan aan gehoororganen. Dit kan worden voorkomen door de heiwerkzaamheden te beginnen met een zogenaamde slow-start. Door te beginnen met heien met een laag vermogen vluchten eventueel aanwezige dieren uit de omgeving. Daarna kan het vermogen geleidelijk opgevoerd worden tot het benodigde niveau. Deze maatregel heeft geen gevolgen voor vislarven, die vooral afhankelijk zijn van zeestromingen en niet zelf het invloedsgebied van het heien kunnen ontvluchten.
Effecten van heien kunnen ook worden voorkomen door andere bouwmethoden te kiezen (zoals trillen) of geluidbeperkende maatregelen te nemen (zoals bellenschermen). Ook kan een methode gevolgd worden waarbij het vermogen van de heiklappen geleidelijk wordt opgevoerd, waardoor dieren tijdig kunnen vluchten.
Het effect is mede afhankelijk van de periode waarin de werkzaamheden plaatsvinden. In de zomer vindt migratie van zwangere zeehonden plaats, terwijl de periode januari-mei van belang is voor vislarven. De effecten van heien zijn daarom het kleinst in de periode augustus-december. In deze periode is ook de dichtheid van bruinvissen langs de kust relatief laag [31].
Door het uitvoeren van (een combinatie van) bovenstaande maatregelen kan fysieke schade bij zeezoogdieren en vissen voorkomen worden, en de schade aan vislarven tot een minimum beperkt worden.

Effecten op vissen als gevolg van inzuiging
Voor het beperken van inzuiging van vissen kunnen diverse maatregelen genomen worden. Maatregelen die de stroomsnelheid van het water waarin de vissen voorkomen beperken tot maximaal 15 m/s hebben de voorkeur boven (alleen) een visretoursysteem. Bij het laatste kan meestal niet voorkomen dat een deel van de vis sterft of gewond raakt.
In grote lijnen kan daarbij gebruik gemaakt worden van de volgende soorten systemen [32]:

- Mechanische barrières, deels ook voor de aanpassing van instroomsnelheid (houden de vis fysiek tegen, zoals roosters, schermen, netten en filters).
- Afscheidingssystemen (afscheiden van de vis uit de koelwaterstroom richting een bypass om deze vervolgens terug te voeren naar het oppervlaktewater).
- Gedragssystemen (veranderen of gebruik maken van het natuurlijk gedrag van vis om deze te lokken of af te schrikken, bijvoorbeeld met licht, geluid of bellenschermen).

Verstoring benthosetende watervogels
Verstoring van eiders en zee-eenden die in de Noordzeekustzone foerageren op schelpdieren kan worden voorkomen door voorafgaand aan de werkzaamheden onderzoek uit te voeren naar de aanwezigheid van schelpdieren binnen het invloedsgebied van de werkzaamheden. Wanneer concentraties van schelpdieren (vooral halfgeknotte strandschelp (Spisula subtruncata)) in het gebied voorkomen dient uitvoering van de werkzaamheden plaats te vinden buiten de periode waarin de eenden aanwezig zijn in het gebied (vooral wintermaanden, tijdens strenge winters).
Wanneer deze maatregel uitgevoerd wordt, kan verstoring van eiders en zwarte zee-eenden geheel worden voorkomen.

Beoordeling effecten na mitigatie
Effecten op het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen kunnen geheel worden uitgesloten na mitigatie. In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone kunnen significante gevolgen voorkomen worden, wanneer de uitlaat van de koelwaterleiding zo geconstrueerd wordt dat de mengzone de zeebodem niet raakt. Nader onderzoek in de vervolgfasen van het onderzoek dient hier inzicht in te bieden. De effecten van onderwatergeluid en verstoring kunnen geheel worden gemitigeerd.

Cumulatietoets
Na mitigatie zijn alleen effecten van thermische verontreiniging in de Noordzeekustzone niet uitgesloten. De overige effecten kunnen door mitigatie geheel weggenomen worden. Voor deze effecten is een cumulatietoets niet nodig.
Een cumulatietoets op de effecten van thermische verontreiniging zal worden uitgevoerd in een later stadium van het voorbereidend onderzoek voor PALLAS, wanneer variant K1 of K2 voor de koeling deel zou uitmaken van het voorkeursalternatief, en het ontwerp van de koelwateruitlaat uitgewerkt is.

Conclusie
De toetsing van de effecten van de bouw en de exploitatie leidt tot de volgende conclusies:

- De bouw en de exploitatie van de PALLAS-reactor met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen leidt, na toepassing van mitigerende maatregelen, niet tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen.
- De bouw van de PALLAS-reactor met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen leidt, na mitigatie, niet tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone.
- De exploitatie van de PALLAS-reactor kan leiden tot kwaliteitsafname van het habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken en negatieve effecten op trekvissen, als gevolg van thermische verontreiniging. Het ontwerp van de koelwateruitlaat moet uitwijzen of te allen tijde voorkomen kan worden dat de mengzone de zeebodem raakt. Significant negatieve effecten kunnen daarom vooralsnog worden uitgesloten voor de varianten K1 en K2 voor de secundaire koeling, wanneer een dergelijk ontwerp mogelijk is.
- De bouw van de reactor en koelwatervoorzieningen leidt in geen van de varianten tot gevolgen voor Natura 2000-gebieden in de omgeving als gevolg van stikstofdepositie, mits aan het project voldoende ontwikkelingsruimte wordt toegekend vanuit de prioritaire status die voor het project is aangevraagd.
- De aanleg en het gebruik van het koelwatersysteem (vari-

Tabel 74 Effectbeoordeling voor effecten op Natura 2000-gebieden (na wettelijk verplichte maatregelen)

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase	0	0	0	-	-	0
Overgangsfase	0	0	0	-	-	0
Exploitatiefase	0	0	0	-	-	0

anten K1 en K2) kan leiden tot (niet significante) negatieve effecten op beide Natura 2000-gebieden.

Het bestemmingsplan voor PALLAS-reactor (dat alleen betrekking heeft op de locatie voor de nucleaire installatie) kan in overeenstemming met de Wet natuurbescherming worden vastgesteld.

13.4.2.2 Toetsing aan de Wet natuurbescherming: soortbescherming

Toetsing aan verbodsbepalingen

De gevolgen van de aanleg en het gebruik voor beschermde soorten worden afgezet tegen de verbodsbepalingen van ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming.

De volgende effecten op beschermde soorten zijn geïdentificeerd in dit achtergrondrapport. Hierbij wordt niet verder ingegaan op de soorten waarvoor een vrijstelling geldt:

- Oppervlakteverlies van leefgebieden van beschermde soorten in het duingebied als gevolg van aanleg van koelwaterleidingen. Het gaat om zandhagedis en rugstreeppad (beide Habitatrichtlijnsoorten).
- Beschadiging van nesten en/of vaste rust- en verblijfplaatsen en dood van beschermde en bedreigde soorten zoals tapuit en andere grondbroedende soorten (Vogelrichtlijnsoorten), zandhagedis (Habitatrichtlijnsoort) en duinparelmoervlinder (Andere soort, waarvoor geen vrijstelling geldt) als gevolg van berijding. Individuele dieren kunnen hierbij gedood of gewond raken.
- Verstoring van (broed)vogels (Vogelrichtlijnsoorten), zoogdieren en amfibieën (Andere soorten, waarvoor een vrijstelling geldt) in het duingebied bij aanleg van de koelwaterleidingen.
- Verstoring van zeezoogdieren in de Noordzee (Habitatricht-

Tabel 75 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.1 ten aanzien van Vogelrichtlijnsoorten

Soort	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4	Als gevolg van
Broedvogels tijdens de broedtijd	X	X			Werkzaamheden op de OLP en in het duingebied

Verbodsbepalingen:
Lid 1: te doden of te vangen;
Lid 2: opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen;
Lid 3: eieren te rapen en deze onder zich te hebben;
Lid 4: opzettelijk te verstoren; verstoring toegestaan indien niet van wezenlijke invloed op de staat van instandhouding.

Tabel 76 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.5 ten aanzien van Habitatrichtlijnsoorten

Soort	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4	Als gevolg van
Zandhagedis	X	X	X	X	Werkzaamheden in het duingebied
Rugstreeppad	X	X	X	X	Werkzaamheden in het duingebied
Bruinvis	X	X			Werkzaamheden in de Noordzee

Verbodsbepalingen:
Lid 1: opzettelijk te doden of te vangen;
Lid 2: opzettelijk te verstoren;
Lid 3: eieren van dieren opzettelijk te vernielen of te rapen;
Lid 4: voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen;
Lid 5: opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Tabel 77 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.10 lid 1 ten aanzien van Andere soorten

Soort	a	b	c	Als gevolg van
Duinparelmoervlinder	X	X		Werkzaamheden in het duingebied
Gewone zeehond				Werkzaamheden in de Noordzee
Grijze zeehond				Werkzaamheden in de Noordzee

Verbodsbepalingen:
a: opzettelijk te doden of te vangen;
b: vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen opzettelijk te beschadigen of te vernielen
c: opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen

lijnsoorten en Andere soorten, waarvoor geen vrijstelling geldt) bij aanleg van de koelwatervoorzieningen.

In de tabellen is per soort(groep) op basis van de effectbeschrijving in de vorige paragraaf aangegeven welke verbodsbepalingen van de Wnb kunnen worden overtreden als gevolg van de werkzaamheden. Daarbij is nog geen rekening gehouden met eventueel mogelijke mitigerende maatregelen.

Voor de effecten op een aantal soorten is een ontheffing Wet natuurbescherming nodig. Het project moet dan wel aan een aantal voorwaarden voldoen die zijn:

- Er bestaat geen andere bevredigende oplossing. Dit is in dit geval uitgewerkt in het MER, hier zijn verschillende alternatieven aan bod gekomen en beschreven waarom deze wel of niet haalbaar zijn. Hierbij wordt verder gekeken dan alleen de nabijgelegen natuurwaarden.
- Er moet een relevant wettelijk belang zijn. De wettelijke belangen (kunnen) verschillen per beschermingscategorie:
- Voor Vogelrichtlijnsoorten: "1° in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid" van toepassing. De nieuwe reactor is namelijk noodzakelijk voor de productie van isotopen voor medisch gebruik en is daarmee van belang voor de volksgezondheid.
- Voor Habitatrichtlijnsoorten: "3° in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten". De nieuwe reactor is namelijk noodzakelijk voor de productie van isotopen voor medisch gebruik en is daarmee van belang voor de volksgezondheid.
- Voor Andere soorten:
  - "3° in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten." De nieuwe reactor is namelijk noodzakelijk voor de productie van isotopen voor medisch gebruik en is daarmee van belang voor de volksgezondheid.
  - "a. in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden, daaronder begrepen het daarop volgende gebruik van het ingerichte of ontwikkelde gebied." De nieuwe reactor is een ruimtelijke ontwikkeling en daarmee is ook dit belang relevant.
- Het is belangrijk dat het project voor beschermde soorten niet leidt tot een verslechtering van de staat van instandhouding. Voor geen van de soorten waarvoor een ontheffing wordt aangevraagd wordt de staat van instandhouding aangetast. Als er sprake is van een aantasting van leefgebieden dan gaat het om geringe delen van het leefgebied waar sprake is van aantasting. In de omgeving van de leefgebieden van beschermde soorten (duingebieden en Noordzee) zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bovendien zijn een groot deel van de effecten beperkt en is het na de werkzaamheden op termijn weer mogelijk om de huidige leefgebieden weer te gebruiken. Er is geen sprake van aantasting van de staat van instandhouding.

In alle gevallen geldt de zorgplicht, die een ieder verplicht voldoende zorg in acht te nemen ten aanzien van in het wild levende planten en dieren en waar nodig maatregelen te nemen die redelijkerwijs kunnen worden gevergd om schadelijke gevolgen voor planten en dieren te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken. Dit betekent dat in eerste instantie mitigerende maatregelen genomen moeten worden om effecten te beperken

Mitigerende maatregelen

In het kader van de soortbescherming worden de volgende maatregelen genomen:

- Algemeen (in het kader van de zorgplicht):
  - Oppervlakteverlies van leefgebied van beschermde soorten kan (deels) voorkomen worden door een zorgvuldige tracering van de koelwaterleidingen.
  - Effecten van berijding op diersoorten in het duingebied kan (deels) worden voorkomen door:
    - Zoveel mogelijk gebruik te maken van bestaande wegen en paden.
    - De afstand tot de bouwlocatie zo klein mogelijk te houden.
    - Gebruik te maken van relatief lichte voertuigen.
    - Vaste routes te gebruiken en deze routes vooraf te bepalen aan de hand van aanwezige vegetatie en biotoopkenmerken van kwetsbare soorten.
- Voor Vogelrichtlijnsoorten zijn effecten op broedende vogels volledig te voorkomen:
  - Verstoring van broedvogels in het duingebied kan worden voorkomen door verstorende werkzaamheden uit te voeren buiten de broedtijd (maart-juli). Hiermee wordt ook voorkomen dat verstoring plaats vindt van algemene soorten zoogdieren in een voor hen kwetsbare periode (buiten de winterslaap, tijdens grootbrengen van jongen). Als het niet mogelijk is om werkzaamheden buiten deze periode uit te voeren, dan kan buiten het gevoelige seizoen de vegetatie verwijderd worden om aanwezigheid van vogels te voorkomen.
- Voor Habitatrichtlijnsoorten zijn met name door maatregelen de effecten op individuen te voorkomen. Effecten op leefgebieden blijven aan de orde, in de meeste gevallen slechts voor de duur van de werkzaamheden:
  - In de duinen:
    - Plaats voorafgaand aan de werkzaamheden amfibieschermen tussen de duingebieden en de werkgebieden om te voorkomen dat zandhagedissen en rugstreeppadden vanuit het omringende duingebied het plangebied tijdens de werkzaamheden optrekken.
    - Voorkom ondiepe plassen water in het werkgebied en depot. Hiermee wordt voorkomen dat rugstreeppadden naar het werkgebied of depot trekken. Effecten op rugstreeppadden zijn volledig te voorkomen als kolonisatie wordt voorkomen.
  - In de Noordzee: zie mitigerende maatregelen in § 6.3.2.2.
- Voor Andere soorten zijn met name door maatregelen de effecten op individuen te voorkomen. Effecten op leefgebieden blijven aan de orde, in de meeste gevallen slechts

Tabel 78 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.5 ten aanzien van Habitatrichtlijnsoorten na het nemen van mitigerende maatregelen.

Soort	Lid 1	Lid 2	Lid 3	Lid 4	Lid 5	Als gevolg van
Zandhagedis				X		Werkzaamheden in het duingebied
Rugstreeppad						Werkzaamheden in het duingebied
Bruinvis						Werkzaamheden in de Noordzee

Verbodsbepalingen:
Lid 1: opzettelijk te doden of te vangen;
Lid 2: opzettelijk te verstoren;
Lid 3: eieren van dieren opzettelijk te vernielen of te rapen;
Lid 4: voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen;
Lid 5: opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Tabel 79 Mogelijke overtreding van de verbodsbepalingen van artikel 3.10 lid 1 ten aanzien van Andere soorten na het nemen van mitigerende maatregelen.

Soort	a	b	c	Als gevolg van
Duinparelmoervlinder		X		Werkzaamheden in het duingebied
Gewone zeehond				Werkzaamheden in de Noordzee
Grijze zeehond				Werkzaamheden in de Noordzee

Verbodsbepalingen:
a: opzettelijk te doden of te vangen;
b: vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen opzettelijk te beschadigen of te vernielen
c: opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen

voor de duur van de werkzaamheden. De maatregelen zijn genoemd onder maatregelen in het kader van de zorgplicht en voor Habitatrichtlijnsoorten.

Toepassing van de bovenstaande mitigerende maatregelen beperkt het effect op beschermde soorten. Alle resterende effecten hebben een lokaal karakter en zijn tijdelijk van aard. Geen van de effecten leidt daarom na mitigatie tot afbreuk aan de gunstige staat van instandhouding van de beschermde soorten planten en dieren in het plangebied. De resterende verbodsbepalingen die mogelijk overtreden worden na het nemen van mitigerende maatregelen staan in Tabel 78 en Tabel 79.

Conclusie

Bij de bouw en de exploitatie van de PALLAS-reactor met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen kunnen effecten op beschermde soorten ontstaan waardoor algemene verbodsbepalingen van de Wet natuurbescherming kunnen worden overtreden:

- Voor Vogelrichtlijnsoorten geldt dat de effecten op beschermde soorten volledig kunnen worden voorkomen door het nemen van mitigerende maatregelen. De gunstige staat van instandhouding van geen van de in het plangebied voorkomende soorten komt in gevaar.
- Voor Habitatrichtlijnsoorten moet bij het graven van een koelwaterleiding in het duingebied een ontheffing worden aangevraagd voor de zandhagedis. Het vernielen van leefgebieden is niet uit te sluiten, hoewel er voldoende leefgebieden blijven bestaan. De staat van instandhouding wordt niet aangetast. Ook aan de andere voorwaarden voor het verkrijgen van een ontheffing is voldaan.
- Voor Andere soorten moet bij het graven van een koelwaterleiding in het duingebied een ontheffing worden aangevraagd voor de duinparelmoervlinder. Het vernielen van leefgebieden is niet uit te sluiten, hoewel er voldoende leefgebieden blijven bestaan. De staat van instandhouding wordt niet aangetast. Ook aan de andere voorwaarden voor het verkrijgen van een ontheffing is voldaan.

De bouw en exploitatie van de PALLAS-reactor kan op grond van het bovenstaande uitgevoerd worden in overeenstemming met de Wet natuurbescherming.

In Tabel 80 zijn de in deze paragraaf beschreven effecten op beschermde soorten beoordeeld voor de verschillende varianten voor het nucleaire eiland en de koeling en de verschillende fasen.

De effecten treden alleen op als gevolg van de aanleg en het gebruik van de koelwatervoorzieningen in varianten K1 en K2.

13.4.2.3 Toetsing aan de Provinciale Ruimtelijke Verordening

Toetsing aan beschermingsregime

De effecten op het Natuurnetwerk zijn in beginsel gelijk aan de effecten op het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemer-

Tabel 80 Effectbeoordeling voor effecten op het Natuurnetwerk Nederland (na wettelijk verplichte maatregelen)

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase	0	0	0	-	-	0
Overgangsfase	0	0	0	0	0	0
Exploitatiefase	0	0	0	0	0	0

Tabel 81 Effectbeoordeling voor effecten op het Natuurnetwerk Nederland (na wettelijk verplichte maatregelen)

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase	0	0	0	-	-	0
Overgangsfase	0	0	0	0	0	0
Exploitatiefase	0	0	0	0	0	0

duinen. De beide gebieden overlappen elkaar grotendeels. De Noordzee maakt deel uit van het NNN maar valt niet onder de planologische bescherming van de Provinciale Ruimtelijke Verordening [22]. Hiervoor wordt het beschermingsregime van de Wet natuurbescherming toegepast. Overige delen van het NNN liggen buiten de invloedssfeer van het project.
In voorgaande paragraaf is geconcludeerd dat de effecten op het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen zeer gering zijn en geen significant negatieve gevolgen hebben voor habitattypen en de tapuit. Ook de effecten op beschermde en Rode-Lijstsoorten zijn zeer gering en kunnen worden gemitigeerd. De wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN in het duingebied worden daarom niet aangetast.

Mitigerende maatregelen
Effecten op de NNN zijn uitgesloten of worden gemitigeerd door maatregelen die in het kader van Natura 2000 of beschermde soorten worden genomen. Aanvullende specifieke mitigerende maatregelen zijn daarom niet nodig.

Conclusie
De bouw en de exploitatie van PALLAS leiden niet tot aantasting van de wezenlijke kenmerken van het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Aanvullende mitigerende en compenserende maatregelen zijn niet nodig. Het bestemmingsplan voor PALLAS en de uitvoering van het project kan plaatsvinden in overeenstemming met de Verordening Ruimte van de provincie Noord-Holland [22].
In Tabel 81 zijn de in deze paragraaf beschreven effecten op het NNN beoordeeld voor de verschillende varianten voor het nucleaire eiland en de koeling en de verschillende fasen. Effecten treden alleen op in de bouwfase van de koelwatervoorzieningen.

13.4.2.4 Rode Lijst
De effecten op bedreigde Rode-Lijstsoorten komen in grote lijnen overeen met die van de beschermde soorten planten en dieren en hebben een lokaal en veelal ook tijdelijk karakter. De mitigerende maatregelen die ingezet worden voor Natura 2000 en beschermde soorten werken ook door op beschermde soorten planten en dieren in het plangebied, waardoor de effecten verder beperkt worden. De aantasting van het leefgebied van de rivierdonderpad kan beperkt worden door het werkgebied in het natte profiel van het kanaal zo klein mogelijk te houden.
Inzuiging van (Rode-Lijstsoorten) vissen in het Noordhollandsch Kanaal en de Noordzee kan worden voorkomen door een groot aantal mogelijke maatregelen en technieken [32]. In algemene zin zijn de volgende categorieën van maatregelen inzetbaar:

- mechanische barrières (houden de vis fysiek tegen);
- verzamelsystemen (actief verzamelen van de vis om deze vervolgens terug te voeren naar het oppervlaktewater);
- afscheidingssystemen (afscheiden van de vis uit de koelwaterstroom richting een bypass om deze vervolgens terug te voeren naar het oppervlaktewater);
- gedragssystemen (veranderen of gebruik maken van het natuurlijk gedrag van vis om deze te lokken of af te schrikken).

De keuze van specifieke technieken hangt af van gedrag en levenswijze van de specifieke soorten die beschermd moeten worden en het systeem van waterinlaat dat wordt gebruikt. Door gebruik te maken van deze maatregelen kan een substantieel deel van de effecten van inzuiging worden voorkomen. Een maatregel die alle sterfte of verwonding van vis voorkomt, is niet beschikbaar.
Er is geen specifiek afwegingskader voor Rode-Lijstsoorten in relatie tot ruimtelijke ontwikkeling en inrichting. De Rode Lijsten zijn een beleidsmatig instrument om bij inrichting en beheer van gebieden gerichte maatregelen te kunnen nemen die de staat van instandhouding van kwetsbare en bedreigde soorten kunnen bevorderen.
Omdat de effecten op Rode-Lijstsoorten zeer gering zijn, staat de bouw en exploitatie van PALLAS beleid ten aanzien van kwetsbare en bedreigde soorten niet in de weg, zie Tabel 82.

Tabel 82 Effectbeoordeling voor effecten op Rode-Lijstsoorten (na wettelijk verplichte maatregelen)

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase	0	0	0	-	-	0
Overgangsfase	0	0	0	0	0	0
Exploitatiefase	0	0	0	0	0	0

13.5 Mitigerende en compenserende maatregelen

Mitigerende maatregelen

De mitigerende maatregelen zijn reeds beschreven in paragraaf 13.4.2. De voorgestelde mitigerende maatregelen zijn alle verbonden aan de aanleg en het gebruik van het koelwatersysteem in de varianten K1 en K2. De bouw en exploitatie van de PALLAS-reactor met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen leiden na het treffen van deze mitigerende maatregelen niet tot significante negatieve gevolgen voor Natura 2000-gebieden en het NNN.

Ten aanzien van de bouw van het nucleaire eiland en bijbehorende gebouwen, de Lay Down Area en de installaties voor luchtkoeling zijn vooralsnog geen mitigerende maatregelen nodig. Deze projectonderdelen leiden niet tot oppervlakteverlies van Natura 2000, NNN of leefgebied van beschermde soorten. De effecten van verstoring blijven binnen de grenzen van de OLP. De soorten die hier voorkomen zijn gewend aan menselijke activiteiten op de OLP. De effecten van hydrologische veranderingen zijn zeer lokaal en hebben geen invloed op verdrogingsgevoelige terreingedeelten. De effecten van stikstof worden gemitigeerd in het kader van de PAS.

De mitigerende maatregelen leiden tot de volgende aandachtspunten voor het ontwerp en de uitvoering van de aanleg van koelwatervoorzieningen:

- vormgeving en diepte van de koelwateruitlaat in de Noordzee bij de verschillende varianten (varianten K1 en K2). Voorkomen moet worden dat de mengzone die ontstaat de bodem van de Noordzee raakt;
- vormgeving en locatie van het waterinnamepunt in het Noordhollandsch Kanaal, inclusief voorzieningen voor beperking visintrek (variant K1);
- vormgeving, locatie en aanlegmethode waterinnamepunt Noordzee (variant K2);
- tracering van de koelwaterleidingen (varianten K1 en K2) in het duingebied in relatie tot voorkomen van effecten op beschermde habitattypen en soorten. De tracés A en B als weergegeven in Figuur 41 leiden tot het minst ruimtebeslag op habitattypen;
- voorkomen van verdrogingseffecten bij de aanleg van de koelwaterleidingen, door alternatieve uitvoeringsmethoden of plaatsen van damwanden;
- routestructuur voor werkzaamheden in de duinen;
- uitvoering heiwerkzaamheden op de lay down area.

Compenserende maatregelen

De bouw en exploitatie van de PALLAS-reactor leiden na mitigatie niet tot significante negatieve gevolgen voor Natura 2000-gebieden en het NNN. Compenserende maatregelen in de vorm van inrichting van nieuwe natuurgebieden zijn daarom niet nodig.

De bouw en exploitatie van de PALLAS-reactor met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen doen, na het treffen van mitigerende maatregelen, geen afbreuk aan de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten of Rode-Lijstsoorten. Aanvullende compenserende maatregelen, in de vorm van inrichting van nieuwe leefgebieden en rust- of verblijfplaatsen zijn daarom niet nodig.

13.6 Leemten in kennis

De effectbeschrijving en -beoordeling voor het aspect Natuur is gebaseerd op een volledige en actuele inventarisatie van habitattypen en soorten in het duingebied van het Zwanenwater en de Pettemerduinen, de Onderzoekslocatie Petten en de daaraan grenzende binnenduinrand in de Polder Zijpe. Voor deze gebieden bestaan daarom geen leemten in kennis ten aanzien van de voorkomende natuurwaarden. Deze gegevens zijn verzameld in 2015, en zijn gedurende 3 tot 5 jaar voldoende actueel en representatief voor het gebied. Hoewel de beschermingsstatus van soorten wel is veranderd met de inwerkingtreding van de nieuwe Wet natuurbescherming, is het onderzoek nog steeds bruikbaar. Het onderzoek heeft zich namelijk niet alleen gericht op soorten die destijds beschermd waren in het kader van de Flora- en faunawet, maar ook op andere zeldzame soorten.

De Noordzeekustzone is niet in dit onderzoek betrokken. Van de Noordzeekustzone zijn weinig gedetailleerde gegevens beschikbaar over het voorkomen van vissen, vogels, zeezoogdieren en de ecologische factoren die de verspreiding van deze soorten bepalen (zoals variatie in het voorkomen van voedselbronnen). Van vogels en zeezoogdieren bestaat wel globale informatie over het voorkomen op de Noordzee, maar deze informatie is veelal te grof om gedetailleerde uitspraken te doen over de effecten van activiteiten voor PALLAS in de Noordzeekustzone. Op basis van deze globale informatie, en gebruikmakend van het voorzorgsbeginsel bestaat er echter voldoende inzicht in het optreden van mogelijke effecten en daaraan verbonden mitigerende maatregelen om te waarborgen dat de activiteiten in overeenstemming met wetgeving uitgevoerd kunnen worden.

Het Ontwerpkader [19] voor PALLAS geeft vooralsnog een zeer globaal beeld van het ontwerp, de bouwmethode en de exploitatie van PALLAS. Voor een deel is dit voldoende om effecten uit te kunnen sluiten (oppervlakteverlies, hydrologische effecten), maar andere effecten kunnen in dit stadium slechts indicatief worden aangeduid.

Voor de bepaling van de stikstofdepositie is in het kader van de aanmelding van PALLAS als prioritair project een uitgebreide inventarisatie van het gebruik van stikstof emitterend materieel en installaties in de bouw- en exploitatiefase gemaakt. Op grond van deze inventarisatie is een betrouwbare berekening gemaakt van de depositie van stikstof bij de verschillende bouwhoogte- en koelingsvarianten in de bouwfase en voor de exploitatiefase.

14 Recreatie en toerisme

De volgende beschrijving van het aspect Recreatie en toerisme is gebaseerd op het achtergrondrapport Recreatie en toerisme (zie Bijlage F9).



14.1 Beoordelingskader

14.1.1 Beleidskader

In Tabel 83 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Recreatie en toerisme opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Recreatie en toerisme.

Tabel 83 Beleid, wet- en regelgeving Recreatie en toerisme

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Nationale Visie Kust, Ministerie Infrastructuur & Milieu, 2013	De Nationale Visie Kust geeft een integraal perspectief op toekomstbestendige ontwikkelingsscenario's voor de Nederlandse kust. Er wordt uitwerking gegeven aan de 5 ontwikkelprincipes van het Nationaal Kader Kust, waarbij de principes 3 (natuurlijke dynamiek) en 4 (ruimtelijke kwaliteit) relevant zijn. De Nationale Visie Kust betekent dat bij elke ontwikkeling steeds gestreefd dient te worden naar behoud of verbetering van de (ruimtelijke) kwaliteit en identiteit van de leefomgeving (woningen, stranden, recreatiegebieden), een hogere kwaliteit van onderling verbonden natuurgebieden en hogere ecologische en landschappelijke kwaliteiten.
Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, Ministerie Infrastructuur & Milieu, 2014	De Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee gebieden wijst gebieden aan voor de bouw van windmolenparken op zee. Zowel de velden IJmuiden Ver als Hollandse Kust liggen in de invloedssfeer van het plangebied en kunnen op termijn van invloed zijn op de mate van ongereptheid van het zicht op zee.
Structuurvisie Noord-Holland 2040, Provincie Noord-Holland, 2010	De Structuurvisie Noord-Holland beschrijft het ruimtelijk beleid van de provincie en benoemt de provinciale belangen: klimaatbestendigheid, ruimtelijke kwaliteit en duurzaam ruimtegebruik. Een afweging van de drie belangen gaat vooraf aan de ruimtelijke beslissingen van de provincie Noord-Holland. Voor het plangebied en haar omgeving hanteert de provincie de volgende uitgangspunten. • Duinen: prioriteit voor veiligheid en natuur met ruimte voor recreatie/toerisme. • Polder Zijpe: grootschalige landbouw en bollenconcentratie.
Strategische Agenda Kust, Provincie Noord-Holland, 2012	De Agenda stelt dat de identiteit van de kust als geheel en de landschappelijke relatie tussen afwisselende natuurgebieden en kustplaatsen versterkt moet worden. Ook wordt gestreefd naar een zonering waarbij kwaliteiten worden geïntensiveerd, zoals het intensiveren van "reuring" in de recreatiezones en waar mogelijk ook het intensiveren van "rust" in natuurgebieden
Bereikbaarheid kust Bergen-Zijpe 2006-2008, Provincie Noord-Holland, 2006	Het doel van dit programma was om samen met betrokken kustgemeenten de bereikbaarheid op zomerse dagen te vergroten. Hierbij werd ook de overlast voor omwonenden verminderd en de bereikbaarheid voor hulpdiensten vergroot.
Keuze aan de kust, project identiteit kustplaatsen van Noord-Holland, Provincie Noord-Holland, 2010	Met het meerjarig project Identiteit Kustplaatsen geeft de provincie uitvoering aan integrale ontwikkeling van het kustgebied. De provincie Noord-Holland streeft naar een veilige, economisch sterke en ruimtelijk aantrekkelijke kust. Voldoende en gedifferentieerde ruimte voor recreatie en toerisme wordt van belang geacht. Het project sluit aan op de provinciale doelstelling om de badplaatsen te revitaliseren en leverde input aan het Deltaprogramma en de Nationale Visie Kust.
Leefstijlatlas, Provincie Noord-Holland, 2012	De Leefstijlatlas koppelt demografische gegevens aan interesses, wensen en behoeften op het gebied van vrijetijdsbesteding. Met deze kennis over het vrijetijdsgedrag wil de Provincie beleidsmakers, ondernemers en non-profitorganisaties in de vrijetijdssector ondersteunen om meer vraaggericht te opereren bij bijvoorbeeld gebiedsontwikkeling en het aanleggen van recreatieve voorzieningen. In Petten is de verblijfsrecreatie rustig en ingetogen van karakter.
Veelkleurig landschap, landschapsontwikkelingsplan (LOP), gemeente Zijpe, 2009	Het LOP voor de gemeente Zijpe geeft aan hoe de landschappelijke kwaliteit van Zijpe versterkt kan worden. Het heeft tot doel een informatie- en inspiratiebron te zijn, als ook een toetsings- en afwegingskader voor ontwikkelingen. Het heeft tevens tot doel het bevorderen van de integratie van natuur-, milieu-, woon-, recreatie- en ruimtelijke ordenings- en waterplannen.
Beeldkwaliteitsplan kustzone Petten, gemeente Schagen, 2015	In dit beeldkwaliteitsplan wordt de gewenste ruimtelijke en visuele kwaliteit en het ambitieniveau van de kustzone Petten aan de hand van verschillende ruimtelijke aspecten beschreven. In het beeldkwaliteitsplan wordt een strandontwikkeling geschetst, waarbij voorzien wordt in verschillende vormen van gebruik. Hierdoor ontstaat een aantal te onderscheidende soorten stranden variërend van sport/actief tot rust/natuur. De meest noordelijke zone (aan zuidzijde OLP), wordt aangeduid als zone voor natuur, rust en ontspanning. Ten aanzien van eventuele nieuwe seizoensgebonden ruimtegebruik zoals standplaatsen en kiosken, wordt gesteld dat deze in omvang beperkt zijn en geplaatst worden bij de entrees van strandopgang en pleinen waar nog geen vergelijkbare voorziening is gevestigd of vestiging verwacht wordt.

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Structuurvisie Petten Dorp in de Duinen, gemeente Zijpe, 2012	De structuurvisie is bedoeld als kader voor ruimtelijke ontwikkelingen. De primaire doelstelling van de structuurvisie is samenhang aan te brengen in de verschillende initiatieven
Gebiedsvisie Sint Maartenszee, gemeente Zijpe, 2012	In de gebiedsvisie worden de ruimtelijke ontwikkelingen voor Sint Maartenszee en het omringende landschap in hun onderlinge samenhang geschetst. De gebiedsvisie plaatst de ontwikkelingen in een ruimer landschappelijk kader en geeft richting aan ontwikkelingen en bestaande initiatieven. Er wordt sterk ingezet op een kwaliteitsslag voor de bestaande parken. Uitbreiding van het recreatie-aanbod dient alleen om herstructurering en diversiteit in het aanbod mogelijk te maken.
Nota Strandbeleid Schagen, gemeente Schagen, 2016	De nota Strandbeleid geeft de spelregels aan voor het strandgebruik in de gemeente, zodat diverse vormen van strandgebruik een plek kunnen krijgen zonder elkaar in de weg te zitten. Het strandbeleid is een verfijning van de recreatieve identiteit/profilering zoals benoemd in de nota Keuze aan de kust. In het strandbeleid is meer beperkt tot de relatie met ECN met betrekking tot duurzame ontwikkeling.

14.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Bij het aspect Recreatie en toerisme gaat het om dagrecreatieve activiteiten en verblijfsrecreatie (logies). Tabel 85 geeft het beoordelingskader weer voor het aspect Recreatie en toerisme. Na de tabel worden de beoordelingscriteria en de beoordelingsmethodiek toegelicht.

Studiegebied

Het studiegebied ligt buiten en nabij de OLP, met name daar waar door bouwverkeer toeristisch/recreatieve routes gekruist worden en daar waar de PALLAS-reactor visueel aanwezig is.

Tabel 84 Beoordelingskader Recreatie en toerisme

Beoordelingscriteria	Beschrijving
Recreatieve gebruiksmogelijkheden	De mate waarin de omgeving van de OLP het recreatief gebruik wordt beïnvloed.
Recreatieve belevingswaarde	De mate waarin recreatieve activiteiten beïnvloed worden door de ruimtelijke uitstraling van de voorgenomen activiteit.
Bereikbaarheid	De mate waarin toegangswegen tot en parkeerfaciliteiten bij dagrecreatieve activiteiten en verblijfsrecreatie worden beïnvloed.
Economische waarde	De mate waarin de werkgelegenheid en de inkomsten in het gebied (als gevolg van toeristische bestedingen) worden beïnvloed.
Identiteit	De mate waarin de bekendheid en onderscheidenheid van Petten en Sint Maartenszee als toeristisch gebied en de mogelijkheid om die (verder) te ontwikkelen worden beïnvloed.

Beoordelingskader

Recreatieve gebruiksmogelijkheden

Voor dit beoordelingscriterium wordt beschouwd in welke mate in de omgeving van de OLP het recreatief gebruik wordt beïnvloed. Een afname van de recreatieve gebruiksmogelijkheden in de omgeving van de OLP wordt negatief beoordeeld. Behoud van de bestaande mogelijkheden wordt neutraal beoordeeld. Een toename van recreatieve gebruiksmogelijkheden wordt positief beoordeeld.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen dagrecreatieve gebruiksmogelijkheden en verblijfsrecreatieve gebruiksmogelijkheden.

De volgende dagrecreatieve activiteiten worden beschouwd:

- Strandactiviteiten (zonnen, baden, struinen) en watersportactiviteiten (branding kanovaren, kitesurfen). In de effectbeoordeling wordt beschouwd of en zo ja in welke mate strandactiviteiten en watersportactiviteiten worden beïnvloed.
- Fietsen en wandelen (in de duinen, in de polder). In de effectbeoordeling wordt beschouwd of en zo ja in welke mate recreatieve wandel- en fietsnetwerken worden beïnvloed.

De volgende verblijfsrecreatieve mogelijkheden worden beschouwd:

- Productaanbod voor verblijfsrecreatie (hotels, pensions, bungalows, campings). In de effectbeoordeling wordt beschouwd of en zo ja in welke mate productaanbod voor verblijfsrecreatie wordt beïnvloed.

Recreatieve belevingswaarde

Dit beoordelingscriterium werkt uit in welke mate recreatieve activiteiten beïnvloed worden door de ruimtelijke uitstraling van de voorgenomen activiteit. De recreatieve belevingswaarde ligt in het verlengde van het criterium belevingswaarde, zoals uitgewerkt bij het aspect Landschap en cultuurhistorie (zie hoofdstuk 15). De belevingswaarde betreft daar de zichtbare kenmerken van/in het landschap, zoals deze door gebruikers van het gebied ervaren worden. Waar de belevingswaarde bij het aspect landschap en cultuurhistorie algemeen wordt beschouwd, wordt bij het aspect Recreatie en toerisme specifiek gekeken naar de beleving door recreanten en dus naar type recreanten en recreatieve gebieden (strand, duinen, polder, verblijfsterreinen et cetera).

Er is sprake van een positief effect wanneer de belevingswaarde wordt versterkt door bijvoorbeeld nieuwe ruimtelijke kwaliteiten toe te voegen of lelijke objecten aan het zicht te onttrekken of mooier te maken. Negatieve effecten ontstaan wanneer de belevingswaarde, als gevolg van aanwezige of veranderende ruimtelijke kwaliteiten, verslechteren.

Bereikbaarheid

Dit beoordelingscriterium gaat over de mate waarin toegangswegen tot en parkeerfaciliteiten bij dagrecreatieve activiteiten en verblijfsrecreatie worden beïnvloed. Is er sprake van

Tabel 85 Scoretoekenning beoordeling Recreatie en toerisme

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede verbetering van het huidige recreatief product c.q. de recreatieve aantrekkelijkheid in lijn met het beleidskader.
+	Positief effect	Beperkte en/of lokale verbetering van het huidige recreatief product c.q. recreatieve aantrekkelijkheid in lijn met het beleidskader.
0	Geen effecten	Geen of zeer beperkte en/of zeer tijdelijke beïnvloeding van het huidige en/of beleidsmatig gewenste recreatief product c.q. de recreatieve aantrekkelijkheid.
-	Negatief effect	Beperkte en/of lokale aantasting van het huidige en/of beleidsmatig gewenste recreatief product c.q. de recreatieve aantrekkelijkheid.
- -	Zeer negatief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede aantasting van het huidige en/of beleidsmatig gewenste recreatief product c.q. de recreatieve aantrekkelijkheid.

betere of slechtere verbindingen? Is er sprake van tijdelijke stremming tijdens de bouwfase? Een verslechtering van de bereikbaarheid wordt negatief beoordeeld.

Economische waarde
Dit beoordelingscriterium beschouwt de mate waarin de werkgelegenheid en de inkomsten in het gebied (als gevolg van toeristische bestedingen) worden beïnvloed. Er is geen maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA) uitgevoerd. Om deze reden is een kwalitatieve inschatting gemaakt van de effecten.

Identiteit
Dit beoordelingscriterium gaat over de mate waarin de bekendheid en onderscheidenheid van Petten en Sint Maartenszee als toeristisch gebied en de mogelijkheid om die (verder) te ontwikkelen worden beïnvloed. Hierbij wordt het beleidsstuk Keuze aan de kust [33] als referentie gebruikt.

Relevante fasen
Voor het aspect Recreatie en toerisme zijn de effecten tijdens de bouwfase en in de exploitatiefase beschreven. De overgangsfase is niet separaat beoordeeld omdat de activiteiten in deze fase, de fase waarin de HFR en de PALLAS-reactor beiden in bedrijf zijn, niet tot andere effecten leiden dan in de exploitatiefase.

Beoordelingsschaal plan-MER
De beoordeling voor het aspect Recreatie en toerisme is voor alle beoordelingscriteria kwalitatief uitgevoerd, op basis van expert judgement. Bij de effectbeoordeling is de bovenstaande kwalitatieve beoordelingsschaal gehanteerd. (Tabel 85)

De toelichting op de beoordelingscriteria en vertaling naar de beoordelingssystematiek wordt per beoordelingscriterium toegelicht.

14.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

14.2.1 Huidige situatie

Recreatieve waarde van het gebied
De OLP zelf is een beveiligd afgesloten bedrijventerrein met verschillende deels geclusterde, deels losse bedrijfsgebouwen, die samen een thematische campus vormen op het gebied van energie- en nucleair onderzoek. De OLP is voor het brede publiek geen recreatieve bestemming.
De omgeving van de OLP is vooral interessant voor recreanten en toeristen vanwege de kust (zee, strand, duinen) en de bollenvelden. Dit trekt zowel dagrecreanten en toeristen die hiervoor in de omgeving verblijven in bungalowparken, op campings of in hotels in en rond Sint Maartenszee en Petten. Er zijn voor recreanten diverse voorzieningen aanwezig, variërend van strandpaviljoens tot (kleinschalige) attractieparken. Het strand en de bollenpolder zijn hier bepalend. De polder is vooral in de periode dat de bollenvelden in bloei staan van grote recreatieve waarde. De omliggende duinen vormen een natuurgebied dat samen met de doorlopende strandstrook het hele jaar van recreatieve waarde is, maar met een piek in de zomer. Een sterk divers en uitgestrekt duinlandschap, zoals bij de zuidelijke duinen (Schoorl en Bergen), ontbreekt hier echter. De scheiding tussen strand en polder is scherp en wordt gevormd door de Westerduinweg. De zeekering in het noorden van Noord-Holland is relatief smal en wordt vaak gevormd door maar één duinenrij of forse dijk. Het groene achterland biedt ruimte voor aantrekkelijke routes en voorzieningen die een waardevolle aanvulling vormen op het product 'strand' [34].

Recreatieve mogelijkheden
Dagrecreatieve mogelijkheden
Het strand langs de OLP wordt gekenschetst als matig intensief en rustig recreatief en de strandopgangen als sterk intensief. Er zijn op drie punten relevante strandopgangen:
1. de formele strandopgang aan de noordzijde van de OLP, met strandpaviljoen Sint Maartenszee New Zuid;
2. de formele strandopgang aan de zuidzijde van de OLP bij Petten, bij strandpaviljoen Zee en zo;
3. halverwege een informele strandopgang. Op dit punt is het Noordzeepad ook het dichtste bij het strand (circa 120 m, grootste afstand ter hoogte OLP is circa 330 m).

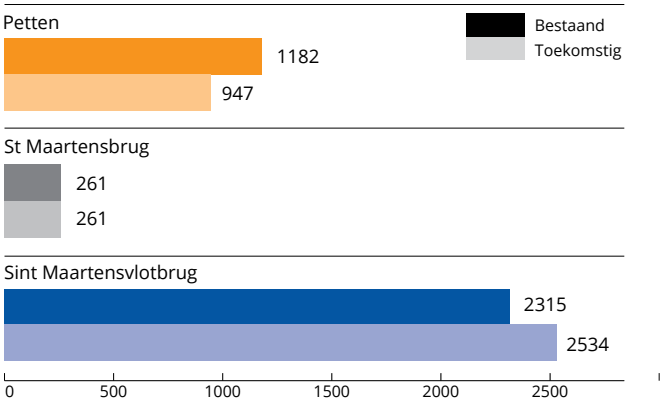
Naast de genoemde strandpaviljoens, zijn op of nabij het strand geen specifieke recreatieve voorzieningen. Recreanten kunnen bij de strandpaviljoens ligbedden huren. Ten zuiden van Petten ligt de nieuwe Hondsbossche en Pettemer zeewe-

ring, een duin- en strandlandschap.
Wat betreft watersportactiviteiten is in Petten Surfschool Petten gevestigd die lessen aanbiedt voor golfsurfen, bodyboarden en suppen. Voor deze activiteiten is in het badseizoen een apart vak aangewezen, maar buiten het badseizoen mag dit langs het hele strand plaatsvinden. Ook Sint Maartenszee is aangeduid als surfspot waar mensen kunnen golfsurfen en kitesurfen, maar hiervoor is geen apart vak aangewezen. Wel is er een activiteitenvak aangegeven voor vliegerbuggy's op het strand. In het badseizoen mag alleen in de activiteitenvakken worden gereden met vliegerbuggy's. Buiten het badseizoen mag dat langs het hele strand. Er geldt een algemeen verbod voor waterski's. Recreanten kunnen bij de strandpaviljoens ligbedden huren.
De kustrecreatie in het gebied wordt zowel ruimtelijk als qua rust beïnvloed door het tussen de OLP en het strand gelegen schietterrein Petten van de Koninklijke Marine. Dit terrein wordt gebruikt voor het doen van (plaat)schietproeven en beproevingen van kleine explosieve componenten van wapensystemen.
Plaatschietproeven vinden maximaal 20 dagen per jaar plaats. Voor overige wapens en explosieven is het aantal schoten per jaar gelimiteerd. Dit aantal verschilt per wapen/explosief. Schietproeven vinden minstens 19 dagen per jaar plaats in de dagperiode (9 uur tot 19 uur). Incidenteel (als uitloop van een beproeving en minder dan 13 dagen per jaar) vindt dit ook plaats in de avondperiode (19 uur tot 21 uur).

In de vakantieperiode van 1 juni tot 1 september wordt niet geschoten, tenzij in extreme situaties hier de noodzaak toe ontstaat. Er wordt altijd richting de Noordzee geschoten. Door middel van rode vlaggen op het duin en op het strand wordt het onveilige gebied aangegeven. Buiten het schietseizoen wordt de locatie gebruikt door de Reddingsmaatschappij Maartenszee [35].
De volgende wandel- en fietsroutes zijn aanwezig:

- De Noordzeeroute, ook wel het Noordzeepad genoemd. Dit is een lange-afstands wandel/fietsroute rond de Noordzee. Het loopt van Schotland via Engeland, België, Nederland, Duitsland, Denemarken en Zweden naar Noorwegen. In Nederland loopt het wandeltraject over hetzelfde traject als de Wandelroute E9 en de lange afstandswandelroute Hollands Kustpad (LAW 5-2). Voor de fietsroute van het Noordzeepad, wordt de Westerduinweg aangegeven.
- Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier heeft de GPS fietsroute 'Zee, duin, dijk en polder' (18 km) ontwikkeld. De route loop via het nieuwe fietspad langs de Hondsbossche en Pettemer zeewering naar het achterland.
- Bestaande routes van het fietsknooppuntennetwerk zijn: fietsroute Petten, Camperduin en Groet (37,2 km), fietsroute rondje Petten en Schagen (29,8 km), fietsroute Petten, Sint Maartenszee en Groet (21,3 km).
- Naast deze routes zijn op de website van de VVV Top van Holland nog vier dagtochten te vinden, wandel- of fietsroutes 'Het Zijper Landschap' (17-25 km). De route van dag 1 loopt van Petten via Sint Maartenszee naar Burgerbrug.

Verblijfsrecreatieve mogelijkheden
In de directe, maar ook bredere omgeving van de OLP is een groot aantal verblijfsrecreatieterreinen aanwezig, als uitvalsbasis voor kustrecreanten. Wanneer je echter door het gebied loopt, zou je niet zeggen dat er zich ongeveer 1.200 recreatiewoningen en verschillende campings met Nederlandse en Duitse bezoekers bevinden. Mensen die hier komen, komen voor de rust, voor de dijk het strand of de natuur. Het toeristisch aanbod bestaat dan ook slechts uit een aantal ondernemende campings en bungalowparken (Identiteit Kustplaatsen). Tevens zijn er aanvullende recreatieve voorzieningen zoals het (kleinschalige) attractiepark De Goudvis met een buitenspeelplaats en een overdekt speelparadijs en verschillende fietsverhuurbedrijven. In Figuur 42 is een overzicht opgenomen van de verblijfsrecreatieve mogelijkheden, hotels, pensions, camping(s) en bungalowparken die zich bevinden nabij de OLP (Petten/Sint Maartenszee).



Figuur 42 Verblijfsrecreatieve aanbieders per kern [36]

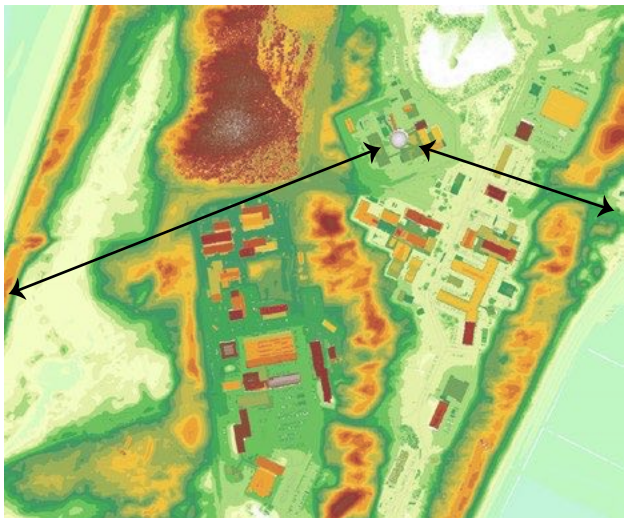
Recreatieve belevingswaarde
Het terrein kan door recreanten op verschillende manieren beleefd worden: vanuit de polder, het duingebied, vanaf het strand en vanaf de zee. Belangrijk hierbij zijn de hoogtes van de gebouwen op de OLP en de omliggende duinen. De meeste gebouwen zijn van een vergelijkbare hoogte zijn als de hogere duintoppen. Een aantal gebouwen is hoger dan de hoogste



Figuur 43 Foto zicht naar het zuiden met sokkel windmolen – opname Arcadis 2007

duintoppen, zoals de koepel van de huidige HFR en de schoorstenen bij de HFR. De betonnen sokkel van de windmolen is een bijzonder geval, omdat deze bovenop een duin staat. Deze is daardoor goed zichtbaar (Figuur 43).

De HFR en de diverse schoorstenen zijn door hun grotere hoogte zichtbaar vanuit verschillende standpunten in de omgeving. De op Figuur 44 aangegeven zichtlijnen geven aan dat door laagtes in de duinsystemen, vanuit enkele standpunten de HFR meer dan elders zichtbaar is, doordat zij daar ter plaatse minder wordt afgeschermd. In de polder zijn de aanwezige windmolens ruimtelijk soms dominanter dan de HFR.



Figuur 44 Hoogtekaart huidige terreinsituatie met doorzichten (pijlen)

De OLP is beperkt ervaarbaar vanaf de kust. Een enkel gebouw steekt soms net over de duin heen. Vanuit beide strandopgangen en vanuit het recreatieve fietspad door de duinen is de OLP wel goed te ervaren. De zichtbaarheid van de bebouwing aan de polderzijde is sterk afhankelijk van de combinatie van gebouwhoogte, duinhoogte en zichtpunt. Dichtbij het terrein is veel bebouwing, waaronder de HFR, vaak beperkt zichtbaar. Men kan dan niet “over de duin heenkijken”. Op grotere afstand is de zichthoek anders en kan het wel. Wordt de afstand heel groot, dan versmelt het als object met de andere objecten aan de horizon. Afhankelijk van het weer / helderheid treedt dit effect sneller of minder snel op. Door de openheid in de polder, is er vanuit een groot gebied zicht op de HFR.
Bedrijventerreinen worden als relatief storende elementen in het landschap ervaren [37]. Zeker in een natuurlijke omgeving als een duingebied verwacht je als recreant/toerist geen bedrijventerrein. In het geval van de OLP, komt daar nog de nuclaire dimensie bij. Ondanks dat het terrein niet altijd even zichtbaar is, zal elk onderdeel eerder als storend en dus negatief worden beleefd.

Bereikbaarheid

De bereikbaarheid per fiets en te voet is onder “dagrecreatieve mogelijkheden” toegelicht. De bereikbaarheid van de Onderzoekslocatie Petten per auto is beschreven in het hoofdstuk Verkeer (zie Hoofdstuk 17). Voor Recreatie en toerisme rondom Petten en Sint Maartenszee worden dezelfde routes gebruikt. In Figuur 45 zijn de ontsluitingswegen weergegeven.



Figuur 45 Ontsluiting Onderzoekslocatie Petten

Economische waarde
Geschat wordt dat er ongeveer 905.000 overnachtingen op jaarbasis zijn in de gemeente Schagen. In 2011 waren er in Schagen ongeveer 400 toeristische bedrijven gevestigd. In datzelfde jaar waren er 1290 banen in de sector toerisme en recreatie. Van alle arbeidsplaatsen in de gemeente is 5 à 6% in de vrijetijdseconomie [38] [39]. Tussen 2011 en 2015 zijn deze percentages stabiel gebleven [38]. In de kernen Petten en Sint Maartenszee is, vanwege de ligging bij de zee, de toeristische sector groter dan in de gemeente Schagen.

Identiteit
De identiteitsbepaling is gebaseerd op het beleidsstuk Keuze aan de kust [32]. Voor dit rapport ten behoeve van het plan-MER zijn de in dit beleidsstuk benoemde profielen van Sint Maartenszee en Petten relevant. Voor beiden is een eigen profiel opgesteld, maar daarnaast maken beiden ook deel uit van het geografische cluster Wadden-polderlandschap. Voor de toekomst is in dit cluster de uitdaging het creëren van diversiteit. Petten wordt geclusterd met Camperduin en Hargen aan Zee. De strijd tegen het water en bouwen aan de kust is hierbij de rode draad.

Profiel Sint Maartenszee
Sint Maartenszee wordt gekarakteriseerd als een kleine, wat onopvallende badplaats die vooral bezocht wordt door families met jonge kinderen en door gepensioneerden. Ze komen jaar in en jaar uit om van rust, strand en natuur te genieten. Er is ook sprake van een groot aantal Duitse bezoekers. De kracht van de identiteit van Sint Maartenszee zit in zijn eenvoud: rust, ruimte, strand en schone lucht. Zelfredzaamheid, lekker op jezelf, ver van de drukte van de stad zijn kenmerken van het profiel van Sint Maartenszee. Mooie vergezichten (strand, duin, polder) worden zeer gewaardeerd. Het recreatieve profiel van Sint Maartenszee is echter steeds minder onderscheidend ten opzichte van de badplaatsen in de omgeving. Sint Maartenszee is geen dorp en heeft dan ook geen dorpscentrum. Het is een gebied waar je tijdelijk verblijft, samengesteld uit een aantal enclaves, recreatieparken, die van de weg zijn afgekeerd. De recreatieve activiteiten (maar ook overige bebouwing, zoals van de OLP) wil men ook liever niet zien, maar het landschap en de natuur des te meer. Behalve deze omgeving is er niets wat de parken onderling verbindt. Het totale aanbod aan activiteiten lijkt vrij groot, echter, dit aanbod is zeer seizoensgebonden. Weekendverhuur is eventueel wel mogelijk, maar het organiseren van activiteiten is niet rendabel het hele jaar door. Omdat de trend is dat gasten kritischer worden en op zoek zijn naar beleving of thema's, is het de vraag of de huidige identiteit van het gebied, als bundeling van individuele enclaves, dat voldoende biedt. Omliggende badplaatsen maken optimaal gebruik van de aangrenzende natuur door een goede toegankelijkheid. Het fietsnetwerk in Sint Maartenszee en omgeving is erg uitgebreid, maar de wandelroutes lopen op dit moment alleen van de parken naar zee. Door het gebrek aan wandelpaden door de polder zijn er bovendien weinig mogelijkheden om rondjes te lopen. De slechte toegankelijkheid van duinen, polder en natuurgebieden vanuit Sint Maartenszee is een zwak punt.

Profiel Petten
Petten is klein, gelegen aan een monumentale dijk en met een nieuw groot duin en strand voor de deur. In Petten is alles zeer bescheiden aanwezig. Eenvoud en bescheidenheid zijn kenmerkend voor het profiel van Petten: geen grote toeristische drukte, massale evenementen of een uitgebreid en culinair aanbod. Het toeristisch aanbod in Petten bestaat vooral uit enkele ondernemende campings. De bezoekers van Petten komen over het algemeen niet speciaal voor het dorp, maar vooral voor de dijk of de natuur. Dit aanbod lokt ook vooral de 'arme Duitser' vanwege de betaalbaarheid van het dorp. De kustversterking is een kans voor Petten om de identiteit van bouwen aan de kust uit te buiten. De OLP moet ook als kans worden gezien. Het is hier de uitdaging om de energiekennis en -producten meer naar buiten te brengen. Voor toeristen zou het dan niet een enge, maar wel spannend en daarmee onderscheidend bezoek opleveren. In het strandbeleid wordt dit genuanceerd naar een aan ECN gekoppeld duurzaamheidsbeleving.

14.2.2 Autonome ontwikkeling
De volgende autonome ontwikkelingen zijn relevant voor Recreatie en toerisme:
- Strandhuisjes Petten: Er zullen vijftig seizoenstrandbouwwerken (strandhuisjes) worden gerealiseerd op het Noordzeestrand bij Petten.
- Sportpaviljoen Petten: Het zuidstrand van Petten krijgt een paviljoen dat is gericht op (water)sport. Het sportpaviljoen is onderdeel van de totale toeristische impuls dat het nieuwe strand voor Petten zal bieden. Het sportpaviljoen zal verschillende sporten aanbieden. De belangrijkste zijn kitesurfen, blokarten, strandsportdagen voor scholen en verschillende groepslessen, zoals bootcamp en cross-fit trainingen op het strand.
- Bohemien Estate Sint Maartenszee: Op circa 200 m vanaf de voet van de duinen in Sint Maartenszee wordt het project Bohemien Estate gerealiseerd. Dit project bestaat uit een hotel met 121 kamers, 71 recreatieappartementen, een parkeerkelder en een groot terras. Bohemien Estate ligt aan de Zeeweg, tussen Petten en Callantsoog in de gemeente Schagen.
- Voormalig hotel tegenover De Goudvis: Het leegstaande voormalig hotel Sint Maartenszee tegenover De Goudvis zal plaatsmaken voor recreatieve appartementen. Er zijn veertien appartementen en vijf penthouses gepland.
- Hondsbossche en Pettemer zeewering: De autonome ontwikkelingen zoals toename in toerisme of dagrecreatie naar aanleiding van de oplevering van de Honsbossche en Pettemer zeewering in 2015 zijn nog niet inzichtelijk. Deze ontwikkeling is daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling.
- Kunstduinen Sint Maartenszee: De PvdA-fractie van de gemeente Schagen had als plan kunstduinen op te werpen om het zicht de gebouwen op de OLP te ontnemen. In augustus 2016 bleek echter dat er geen politieke steun was voor de plannen in de gemeenteraad van Schagen. Deze ontwikkeling is daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling.
- Windparken op zee: Voor de kust is sprake van al vergunde

en aangewezen gebieden voor windenergie. Afhankelijk van de wijze van invulling kan dit van invloed zijn op de mate van ongereptheid van het zicht op zee. Voor het plangebied zal dat relatief nog kunnen meevallen, omdat de dicht bij de kustgelegen gebieden al wat verder zuidelijk liggen en de gebieden tegenover het plangebied veel verder op zee.
- In Sint Maartenszee zijn er plannen om het aanbod aan recreatieve eenheden uit te breiden. In Petten zal het aanbod krimpen (zie Figuur 42).

14.3 Milieueffecten

14.3.1 Effectbeschrijving

Effecten voor het aspect Recreatie en toerisme vinden plaats in de bouwfase en exploitatiefase. De effecten voor het aspect Recreatie en toerisme verschillen niet voor de overgangs- en exploitatiefase en worden daarom niet separaat beschreven.

14.3.1.1 Bouwfase

Recreatieve gebruiksmogelijkheden

In de bouwfase heeft het werkterrein in de polder een beperkte invloed op de recreatieve gebruiksmogelijkheden van het gebied. Het werkverkeer richting Onderzoekslocatie Petten zal het (recreatieve) fietspad langs het duingebied kruisen, waardoor er mogelijk hinder optreedt. De geluidseffecten zijn beperkt. De aanlegwerkzaamheden op en nabij het strand voor de koelingsvarianten K1 en K2 zijn van tijdelijke duur, maar maken strandgebruik voor die periode op zijn minst voor een deel van de tijd zeer lastig. In het badseizoen is dit zeer onwenselijk. Voor alle bouwhoogte- en koelingsvarianten geldt dat ze leiden tot een negatief effect op de recreatieve gebruiksmogelijkheden.

Recreatieve belevingswaarde

In de bouwfase zijn er voor alle varianten effecten ten aanzien van de zichtbaarheid van de bouwwerkzaamheden op de OLP, als ook het werkterrein in de open polder. Gezien de relatieve openheid van de polder zullen beiden zichtbaar zijn. De verstorende werking van het werkterrein zal sterk afhankelijk zijn van de inrichting van dit terrein, maar zal beperkt blijven tot de periode van de bouw.

Bereikbaarheid

In de bouwfase zal het verkeer over de toegangswegen richting recreatieve voorzieningen toenemen. De hoeveelheid verkeersbewegingen per etmaal tijdens de bouwfase is echter beperkt en zorgen niet voor een grote verzwaring van de intensiteit (zie het aspect Verkeer, Hoofdstuk 17). De wegen in het plangebied (N502, N503 en N9) beschikken over ruim voldoende restcapaciteit om een kleine toename van (bouw) verkeer op te vangen en af te wikkelen zonder negatieve gevolgen voor de doorstroming.
Er worden in de bouwfase geen wegen richting recreatieve gebruiksmogelijkheden afgesloten en het aantal parkeerplaatsen voor bezoekers verandert niet als gevolg van de bouw.

Economische waarde

De effecten op de economische waarde zijn moeilijk te voorspellen, omdat vergelijkbare cases ontbreken of omdat effecten op recreatie en toerisme niet in beeld zijn gebracht. Tijdens de bouwfase kunnen er in potentie zowel positieve als negatieve effecten optreden. Veel tijdelijke arbeidskrachten gaan aan de slag om de PALLAS-reactor te realiseren. Een deel van deze arbeidskrachten zal tijdens de bouw in het gebied verblijven. Recreatiewoningen die anders leeg staan (zeker buiten het hoogseizoen) kunnen worden verhuurd en ook horeca en middenstand kunnen profiteren van deze tijdelijke arbeidskrachten.
Een potentieel negatief effect is dat toeristen tijdens de bouwfase het gebied mijden, vanwege de hinder die optreedt. Geluidshinder en visuele hinder kunnen toeristen afschrikken.

Identiteit

In de bouwfase zullen de werkzaamheden en zeker ook het werkterrein het profiel van Sint Maartenszee aantasten. Naast de werkzaamheden van de bouw op de OLP, kan bij koelingsvariant K1 het leggen van koelwaterleidingen in de polder en door het strand en de duinen en bij koelingsvariant K2 het leggen van koelwaterleidingen door strand en duinen ook als verstoring worden ervaren. Het gaat hier immers vooral om rust en beleving van landschappelijke- en natuurlijke kwaliteiten.

De werkzaamheden met betrekking tot koelingsvariant K3 vinden plaats op de OLP en zijn daardoor ondergeschikt aan de effecten van de bouwhoogtevarianten B1 tot en met B3. Voor het profiel van Petten treden er geen effecten op.

14.3.1.2 Overgangs- en exploitatiefase

Recreatieve gebruiksmogelijkheden

De bouwhoogtevarianten leiden niet tot effecten op recreatieve gebruiksmogelijkheden in de overgangs- en exploitatiefase. In de exploitatiefase zijn er voor koelingsvariant K1 nauwelijks effecten te verwachten op de recreatieve gebruiksmogelijkheden in het gebied, omdat na aanleg van de koelwaterleidingen de recreatie niet verstoord wordt. Voor koelingsvariant K2 leidt het platform dat gekoppeld is aan het instroompunt zowel in fysieke zin als qua aantrekkelijkheid tot negatieve effecten voor de recreatieve gebruikswaarde van het strand. Kon men eerst de OLP letterlijk achter zich laten, nu herinnert het platform aan de installaties op de OLP. Vanwege de ligging op relatief korte afstand van de kust, is het platform daarnaast potentieel een gevaarlijk object voor bijvoorbeeld (kite) surfers en andere watersporters. Dit geldt alleen buiten het badseizoen, waarbij het aantal watersporters wel lager is dan in het badseizoen. Bij koelingsvariant K3 treedt een toename van geluid op bij een groot aantal van de bungalowparken en campings in Sint Maartenszee en bij camping Corfwater in Petten (zie aspect Geluid, Hoofdstuk 11).

Recreatieve belevingswaarde

In de overgangsfase en exploitatiefase zullen de nieuwe

gebouwen van de PALLAS-reactor in meer of mindere mate vanuit de omgeving beleefbaar zijn. Het effect is het sterkst in de periode als de bollenvelden in bloei staan, omdat dan de meeste recreanten/toeristen ook speciaal daarvoor naar het gebied komen.
Uit de visualisatiestudie dat in het kader van het aspect Landschap en cultuurhistorie heeft plaatsgevonden, (opgenomen in Bijlage F10) blijkt dat vanuit vrijwel alle locaties bouwhoogtevariant B3 een dominant fors volume is, dat nadrukkelijk meer aanwezig zal zijn dan de huidige HFR. Bij bouwhoogtevariant B2 is dat minder het geval. In een groot aantal gevallen is de nieuwbouw in lijn met de huidige bebouwing. Toch is het vanuit een aantal belangrijke zichtpunten in de polder meer zichtbaar dan de huidige HFR. Dit komt vooral door de omvang (hoogte in combinatie met breedte) van het nieuwe bouwvolume. Bouwhoogtevariant B1 is veel minder hoog en vanuit een groot aantal punten niet zichtbaar. Het bouwvolume is helemaal in lijn met bestaande bouwvolumes.
Voor de koelingsvarianten geldt dat de hoogte van de koelunits niet zozeer tot effecten zal leiden. De condensatievorming daarentegen wel. De hoogte van de koelunits voor koelingsvariant K3 (14,5 m +NAP[36]) is vergelijkbaar met de gemiddelde hoogte van de duinenrij die tussen de installatie en de polder ligt (circa 11 – 14 m +NAP). Op korte afstand is het daarom lastig om ze “over de duin heen” te kunnen zien, terwijl op grote afstand het geringe hoogteverschil ten opzichte van de duinen, de koelunits ook weinig onderscheidend zal zijn. De koelunits zijn nadrukkelijk lager dan veel van de omliggende bebouwing. Naar verwachting wordt de koelinstallatie wat betreft verstoring niet heel anders beschouwd dan bedrijfsgebouwen.
Voor koelingsvariant K1 gaat het vooral om pijpleidingen. Deze zullen voor recreanten niet zichtbaar zijn. Wel is er sprake van een relatief bescheiden pomphuisje aan het Noordhollandsch Kanaal. Dit ligt buiten het recreatief/toeristisch kerngebied en zal daarom weinig impact hebben op de recreatieve belevingswaarde. Koelingsvariant K2 waarbij water uit de Noordzee wordt gebruikt, heeft wel een sterk effect ten aanzien van de belevingswaarde, doordat het platform van het inlaatpunt vanaf het strand zichtbaar zal zijn. Dit heeft een negatieve impact op de natuurlijke en ongerepte uitstraling van het gebied. Aan zee worden recreanten hierdoor geconfronteerd met de OLP en PALLAS, dat anders vanaf het strand grotendeels verborgen is achter de duinen.

Voor de koelingsvariant waar met koelunits op basis van verneveling van water wordt gekoeld (koelingsvariant K3) zijn twee aspecten van belang:
- De zichtbaarheid/beleving van de installatie zelf.
- De zichtbaarheid/beleving van condensatievorming (waterdamp als gevolg van de verneveling).

Condensatievorming kan de associatie van rook oproepen. Rook heeft een negatieve lading, omdat het een gevoel geeft van schadelijke stoffen die worden uitgestoten. Dit zal juist bij een nucleaire installatie negatief gevoeld worden, ondanks dat het in werkelijkheid alleen gaat om waterdamp. Condensatievorming kan zich gedurende 50% van de tijd in een jaar voordoen, waarbij dit zich concentreert in de wintertijdperiode[37]. Circa 75% van de tijd per jaar dat zich condensatievorming kan voordoen is in de wintertijdperiode. Daarnaast doet het zich iets vaker ‘s nachts dan overdag voor. Voor de beleving van de condensatievorming is dit relevant omdat juist in de zomerperiode en overdag meer recreanten in het gebied zijn en de condensatievorming kunnen beleven. De condensatievorming is parallel aan de duinenrij net zo breed als de installatie (circa 50 m[38]). De hoogte is circa 10 m tot 15 m en dus 25 m tot 30 m +NAP. Een exacte maximale of gemiddelde hoogte is moeilijk te geven, omdat dit sterk afhankelijk is van lokale weercondities. De condensatievorming is alleen zichtbaar vanuit de polder.

Bereikbaarheid
Tijdens de exploitatiefase neemt het aantal verkeersbewegingen niet toe. Zoals blijkt uit de huidige situatie is er ruim voldoende capaciteit op de wegen om de verkeersbewegingen in de exploitatiefase op te vangen en af te wikkelen.

Economische waarde
Tijdens de exploitatiefase treden er naar verwachting geen effecten op. De huidige centrale is dan vervangen door de PALLAS-reactor. De situatie is weer stabiel en voor toeristen en recreanten is er weinig verschil ten opzichte van de huidige situatie[39].

Identiteit
Voor de exploitatiefase ontstaan er tegenstrijdige effecten voor Petten en Sint Maartenszee. Vanuit het profiel van Petten zijn de activiteiten op de OLP een kans. De bouw van de nieuwe PALLAS-reactor, maar ook het pomphuisje van koelingsvariant K1 zijn daarbij mogelijk zelfs een positieve ontwikkeling. De nucleaire activiteiten van de OLP kan als kans gezien worden voor de versterking van de recreatieve identiteit van Petten door vooral het verband te leggen met het thema duurzaamheid in relatie tot ECN.
Voor Sint Maartenszee is dit echter niet het geval. Nog meer dan in de bouwfase zal nu voor de lange termijn de beleving van landschappelijke- en natuurlijke kwaliteiten worden aangetast door nieuwe gebiedsvreemde industriële objecten. Dit geldt zeker ook voor het platform op zee bij koelingsvariant K2 en de condensatievorming van koelingsvariant K3.

14.3.2 Effectbeoordeling

Bouwfase
Tabel 86 geeft de effectbeoordeling voor de bouwfase voor het aspect Recreatie en toerisme. Na de tabel wordt deze beoordeling per beoordelingscriterium toegelicht.

Recreatieve gebruiksmogelijkheden
Er zijn beperkt negatieve effecten ten aanzien de recreatieve gebruiksmogelijkheden in deze fase. De effectscore is daarom negatief (-).

36 Conform het Ontwerpkader [19] is de maximale hoogte van een koelunit is 11 m. De koelunits liggen op 3,5 m +NAP.
37 Zie Achtergrondrapportage Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit.
38 Conform het Ontwerpkader [19] is de breedte van een enkele koelunit is 12,5 m. Er liggen vier van deze units op korte afstand van elkaar.
39 Het al dan niet in werking zijn van de HFR in de referentiesituatie is niet meegenomen in de effectbeoordeling.

Tabel 86 Effectbeoordeling Recreatie en toerisme, bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	-	-	-	-	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	-	-	-	-	-	0
Bereikbaarheid	0	0	0	0	0	0
Economische waarde	0	0	0	0	0	0
Identiteit	-	-	-	-	-	0

Recreatieve belevingswaarde
De effecten ten aanzien van de belevingswaarde beperken zich voor de bouwhoogtevarianten tot de aanwezigheid van het werkterrein in de polder. Dit is een tijdelijk effect van beperkte omvang in een gebied met relatief beperkte waarde, mede doordat het gebied nu al negatief beïnvloed wordt door aanwezig windturbines en de zichtbare bedrijfsbebouwing van de OLP. Doordat er wel sprake is van enig effect, wordt het effect toch op negatief gesteld (-). Dit effect is niet onderscheidend voor de varianten. Bij koelingsvarianten K1 en K2 zal de aanleg van pijpleidingen door de duinen en het strand de beleving aan het strand negatief beïnvloeden. Bij K2 komt daar nog de constructie van het inlaatpunt bij. Het zijn echter relatief kortdurende werkzaamheden, waardoor het negatieve effect beperkt is (-). Voor K3 zijn er geen duidelijke significante negatieve effecten tijdens de bouwfase ten aanzien van de belevingswaarde.

Bereikbaarheid
De hoeveelheid verkeersbewegingen neemt licht toe, maar dit zal geen negatieve gevolgen hebben voor de doorstroming en de bereikbaarheid. Het effect is neutraal (0) beoordeeld.

Economische waarde
In potentie zijn er positieve en negatieve effecten. Uitgangspunt is dat deze elkaar opheffen. Het effect is daarom neutraal (0) beoordeeld.

Identiteit
De effecten doen zich vooral voor ten aanzien van het profiel van Sint Maartenszee. Deze negatieve effecten ten aanzien van rust en beleving van landschap en natuur zijn echter relatief beperkt en tijdelijk. Het effect wordt daarom voor alle bouwhoogte- en koelingsvarianten op negatief gesteld (-), behalve voor K3 die op neutraal wordt gesteld (0). De werkzaamheden met betrekking tot K3 vinden namelijk plaats op de OLP en zijn ondergeschikt aan de bouwhoogtevarianten B1 tot en met B3. Dit betekent geen verandering ten aanzien van het profiel Petten.

Overgangs- en exploitatiefase
Tabel 87 geeft de effectbeoordeling voor de overangs- en exploitatiefase voor het aspect Recreatie en toerisme. Na de tabel wordt deze beoordeling per beoordelingscriterium toegelicht.

Recreatieve gebruiksmogelijkheden
Er zijn door het nucleaire eiland en daardoor voor alle bouwhoogtevarianten nauwelijks effecten ten aanzien de recreatieve gebruiksmogelijkheden in deze fase. Hetzelfde geldt voor koelingsvariant K1. De effectscore voor deze varianten is daarom neutraal (0). Bij koelingsvariant K2 zorgt het platform van het inlaatpunt voor negatieve effecten voor de recreatie, zowel ten aanzien van de aantrekkelijkheid van het gebied voor kustrecreatie, als het platform als potentieel gevaarlijk object voor (kite)surfers en andere watersporters. In beide gevallen blijft gebruik nog wel mogelijk en is het effect uiteindelijk beperkt en om deze reden op negatief gesteld (-). Bij de koelingsvariant K3 treden beperkte geluidseffecten op bij

Tabel 87 Effectbeoordeling Recreatie en toerisme, overgangs- en exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangs- en exploitatiefase						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	0	0	0	0	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Bereikbaarheid	0	0	0	0	0	0
Economische waarde	0	0	0	0	0	0
Identiteit	0	-	-	0	-	-

enkele campings en bungalowparken. Deze koelingsvariant is daarom negatief (-) beoordeeld.

Recreatieve belevingswaarde
Ten aanzien van de belevingswaarde is er een duidelijk verschil in effect ten aanzien van de bouwhoogtevarianten. Bouwhoogtevariant B1 is weinig onderscheidend ten opzichte van de referentiesituatie. De effectscore is daarom neutraal (0). Bouwhoogtevariant B3 zorgt voor een fors en dominant volume dat mede doordat deze met nucleaire activiteiten zal worden geassocieerd, over grote afstand tot een sterk negatieve recreatieve belevingswaarde zal zorgen. Met dit volume zal kleur of vorm niet tot nauwelijks tot een meer of minder positieve beleving leiden. Vanwege de grote impact wordt het effect op zeer negatief gesteld (- -). Bouwhoogtevariant B2 zit tussen beide varianten in. Het is zeker meer aanwezig dan variant B1 en dus negatiever, maar nadrukkelijk niet in die mate als variant B3, doordat het wel aanwezig, maar niet dominant is te noemen. Variant B2 scoort daarom negatief (-).
Voor koelingsvariant K1 zijn er geen significante effecten te verwachten ten aanzien van de recreatieve belevingswaarde. Deze scoort daarom neutraal (0). Variant K2 heeft wel een sterk negatief effect op de belevingswaarde, doordat het platform voor het inlaatpunt nadrukkelijk aanwezig zal zijn in een open vrijwel ongerept natuurlijk gebied en daarbij refereert aan de nucleaire activiteiten, die anders achter de duinen verborgen liggen. Ondanks dat vanwege de autonome ontwikkeling van windparken in zee, de horizon in de toekomst niet ongerept zal zijn, is deze nabij de kustgelegen installatie veel zichtbaarder en dominanter. Zeker gezien de waarde die in de diverse beleidsstukken aan een zo ongerepte, lege, weidse, natuurlijke kust wordt gehecht en waarbij een inbreuk op een deel van de kust ook gezien wordt als inbreuk op de eenheid van de hele kust, is dit alleen als sterk negatief te duiden (- -).
De condensatievorming van variant K3 zal voor recreanten en toeristen beperkt waarneembaar zijn, doordat juist in de voor recreatie en toerisme relevante zomertijdperiode de minste kans op condensatievorming is. De omvang van de condensatievorming is vergelijkbaar met de impact van bouwhoogtevariant B2. In tegenstelling tot het gebouw is sprake van een dynamische situatie die sterk afhankelijk is van weersomstandigheden.

De impact van de condensatievorming zal minder sterk zijn dan die van bouwhoogtevariant B2, maar is van een dermate omvang en frequentie dat deze toch negatief wordt gewaardeerd (-). De combinatie van bouwhoogtevarianten en deze koelingsvariant is relevant. Bij B1 zal de condensatievorming het beeldbepalende element zijn van PALLAS richting de omgeving. De condensatievorming is dan erg relevant en het effect weegt daardoor zwaarder. Bij B2 ontstaat een zichtbaar breed “blok” aan de horizon. Door de lengte is het minder een puntelement en meer een lijnelementen en sluit zo beter aan op de lijn van de duinen die tussen de installatie en de polder liggen. B3 zal altijd veel nadrukkelijker aanwezig zijn, dan de condensatievorming. Het effect van de condensatievorming is dan zeer ondergeschikt aan het sterk negatieve effect van B3. In alle gevallen blijft het effect van de condensatievorming van K3 negatief (-).

Bereikbaarheid
Tijdens de exploitatiefase neemt het aantal verkeersbewegingen licht toe, maar dit heeft geen negatieve gevolgen voor de doorstroming en bereikbaarheid. Het effect is daarom neutraal (0) beoordeeld.

Economische waarde
Naar verwachting treden er geen effecten op tijdens de exploitatiefase. De beoordeling is neutraal (0).

Identiteit
De effecten zijn tegenstrijdig voor Sint Maartenszee en Petten. Zowel bouwhoogtevariant B1 als koelingsvariant K1 leiden niet tot effecten op de identiteit en worden daarom als neutraal (0) beoordeeld.
Echter de negatieve op de beleving van landschap en natuur bij Sint Maartenszee worden als belangrijker gezien dan de (mogelijk) positieve effecten voor Petten. Bij Petten gaat het nog om een kans die benut moet worden en maakt dus nog niet integraal onderdeel uit van de recreatieve identiteit van Petten, zie hiervoor paragraaf 14.3.1. Voor het effect op Sint Maartenszee geldt in grote lijnen hetzelfde als bij het criterium recreatieve belevingswaarde. Echter zelfs bij bouwhoogtevariant B3 kan niet gesteld worden dat de hele identiteit van Sint Maartenszee onherstelbaar is aangetast. Het zal wel een zware inbreuk zijn, meer dan bouwhoogtevariant B2, maar voor beide wordt het effect op negatief gesteld (-). Ook de zichtbare effecten van K2 en K3 dragen negatief bij aan de identiteit gebaseerd op rust, landschap- en natuur zonder zichtbare verstorende activiteiten. Ook hier is niet sprake van onherstelbare effecten op de identiteit. Het effect wordt daarom ook hier op negatief gesteld (-).

14.4 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen
In de effectbeoordeling is voor een beperkt aantal criteria negatieve effecten geconstateerd. Optimalisatie voor de verdere uitwerking en inpassing van de voorgenomen activiteit blijft echter mogelijk, ook waar neutraal is gescoord. De volgende mitigerende maatregelen worden voorgesteld:

Werkterrein
Bij de uitwerking van het buiten de OLP gelegen werkterrein maatregelen opnemen om de negatieve uitstraling van het terrein te beperken, bijvoorbeeld door het terrein te benaderen als een erf omkaderd met een (tijdelijke) landschappelijke beplanting. Houdt opslag en bebouwing zo laag mogelijk. De werkzaamheden zullen echter wel onrust blijven veroorzaken, waardoor de recreatieve beleving zo wel sterk zal worden verbeterd, maar de effectscore zal toch negatief blijven.

Het nucleaire eiland

- Bij de uitwerking van het ontwerp van het nucleaire eiland en de overige gebouwen geldt, hoe lager en compacter de bebouwing, hoe beter ten aanzien van de belevingswaarde. Het helpt ook als het gebouw qua omvang, vorm en oriëntatie zoveel mogelijk aansluit bij de bestaande bebouwing. Ook de architectonische uitwerking is zeer bepalend. Hoe onopvallender (qua kleur en vorm) hoe beter. Een kwalitatief hoogwaardige uitwerking hoeft daarmee niet strijdig te zijn, want een goed ontworpen gebouw kan zich juist beter invoegen in haar context. Een gebouw dat niet of minder geassocieerd wordt als nucleaire installatie helpt ook bij de acceptatie van de nieuwbouw. Het Beeldkwaliteitsplan PALLAS geeft al in belangrijke mate richting aan bovengenoemde aanbevelingen. Optimale architectonische uitwerking zorgt zeker voor belangrijke verbetering, maar niet zodanig dat de effectscores voor belevingswaarde zullen veranderen, doordat deze vooral gekoppeld zijn aan de zichtbaarheid van de massa van het gebouw.
- Naast optimalisatie van de gebouwen kan ook de omgeving aangepast worden, zodat het zicht op de gebouwen maximaal beperkt wordt, bijvoorbeeld door de duinen op strategische plekken te verhogen en wellicht zelfs natuurlijk te beplanten. De score van de recreatieve belevingswaarde voor B2, wijzigt na deze aanpassing mogelijk naar neutraal, doordat het nucleaire eiland zelf grotendeels aan het zicht kan worden onttrokken.

Koelingsvarianten

- Bij K1 en K2 zouden de bouwwerkzaamheden in de kuststrook plaats moeten vinden buiten het badseizoen, omdat de overlast dan zo min mogelijk impact heeft. Het is op voorhand niet te zeggen of de overlast zo ver teruggebracht kan worden, dan deze geen significante impact meer heeft op de recreatieve belevings- en gebruikswaarde, zodat de effectscore zelfs neutraal kan worden.
- Mocht er een inlaatplatform in zee nodig zijn, dan dient er ten aanzien van de recreatieve beleving en in het verlengde daarvan de recreatieve gebruikswaarde van de kuststrook zeer veel aandacht besteed worden aan de locatie (afstand tot de kust etc.) en de architectonische vormgeving. Het object dient zo min mogelijk op te vallen. Bij een niet zichtbare constructie onder water of een constructie op zeer grote afstand uit de kust kan de effectscore neutraal worden, doordat er geen zichtbare beleving meer is vanaf het strand. Optimale architectonische vormgeving, beperking van de zichtbaarheid van het platform, onder andere door beperking van de verlichting van het platform en dergelijke zijn belangrijke verbeteringen, maar zorgen nog steeds dat een (vrijwel) ongerepte situatie om ongewenste wijze negatief wordt aangetast. De effectscore blijft dan toch zeer negatief. In verband met de gebruikswaarde zou voor de veiligheid van watersportactiviteiten het inlaatplatform juist weer zeer zichtbaar moeten zijn, met onder andere voldoende verlichting. Dit zou de situatie wel verbeteren, maar doordat het een obstakel blijft, zal de effectscore negatief blijven.
- Wanneer voor een koelingsvariant met koelunits wordt gekozen (K3), zou de installatie zo geoptimaliseerd moeten worden, dat de condensatievorming zo klein mogelijk is (lager dan de duinen) en zich zo min mogelijk voordoen. Optimaal is als geen condensatievorming optreedt. In plaats van het huidige natte koelsysteem, zou dan een droog koelsysteem moeten worden gebruikt. Een droog koelsysteem werkt echter niet wanneer de temperatuur van de buitenlucht te hoog is. Bij een hybride koelsysteem, waar beide worden gecombineerd, zal nooit condensatievorming optreden, omdat de temperaturen waarbij nat koelen van toepassing is, hoger zijn dan de grenswaarde van 11ºC. Wanneer er geen condensatievorming optreedt, kan de score voor de recreatieve belevingswaarde naar neutraal worden bijgesteld, mits de geluidsniveaus ook zijn beperkt. Hierbij kan worden gedacht aan de inzet van stillere koelunits of condensorunits en afscherming.

Effectbeoordeling na mitigerende maatregelen

Bovenstaande samenvattend kan gesteld worden dat door het nemen van mitigerende maatregelen de effectbeoordeling op de volgende punten aangepast kan worden:

- Door aanpassen van de omgeving kan de inpassing van het nucleaire eiland voor bouwhoogtevariant B2 dusdanig worden verbeterd dat dit leidt tot een neutrale (0) in plaats van een negatieve score (-) op het criterium 'beïnvloeding recreatieve belevingswaarde' in de exploitatiefase.
- Het beperken van condensatievorming en het geluidsniveau van de koelingsvariant K3 leidt tot een neutrale (0) in plaats van een negatieve (-) score voor de criteria 'beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden' en 'beïnvloeding recreatieve belevingswaarde' in de exploitatiefase.

14.5 Leemten in kennis

Bij de studie naar de effecten van de PALLAS-reactor op recreatie en toerisme zijn de volgende leemten in kennis geconstateerd:

- Het is niet bekend of tijdens de bouwfase toeristen uitwijken vanwege de werkzaamheden en of deze toeristen vervolgens weer terugkomen nadat de bouwfase is afgerond. Dit mogelijke effect is om deze reden buiten beschouwing gelaten in de effectbeoordeling van de economische waarde in de exploitatiefase.
- Het is in deze fase van de planvorming nog niet mogelijk aan te geven wat de exacte condities en omvang van condensatievorming zijn. In de verdere detaillering ten behoeve van de vergunningaanvraag is nadere detaillering nodig van de omstandigheden en tijdsduur van condensatievorming op basis van verschillende weerscondities (temperatuur, luchtvochtigheid, wind, licht /donker etc.).



15 Landschap en cultuurhistorie

De volgende beschrijving van het aspect Landschap en cultuurhistorie is gebaseerd op het achtergrondrapport Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit (zie Bijlage F10).

15.1 Beoordelingskader

15.1.1 Beleidskader

In Tabel 88 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Landschap en cultuurhistorie opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit.

Tabel 88 Beleid, wet- en regelgeving Landschap en Cultuurhistorie

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Europese Landschapsconventie (ELC), Europees verdrag, 2005	Dit verdrag behandelt landschap integraal en heeft als belangrijke doelen bescherming, beheer en inrichting van alle landschappen en het organiseren van Europese samenwerking op dit gebied. De mate waarin Nederland voldoet aan de ELC is afhankelijk van de wijze waarop het landschap beleidsmatig op diverse overheidsniveaus wordt ondersteund.
Erfgoedwet, Rijksoverheid, 2016	De Erfgoedwet harmoniseert bestaande wet- en regelgeving en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Tot dat de Omgevingswet ingaat, blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet (zoals regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen) van kracht.
Monumentenwet, Rijksoverheid, 1988	De Monumentenwet regelt de bescherming van gebouwen (rijks- of gemeentelijke monumenten), van stads- of dorpsgezichten en van objecten / ensembles van de (voorlopige) UNESCO-Werelderfgoedlijst. Daarnaast zijn op rijksniveau archeologische monumenten aangewezen. Tot slot biedt de wet gemeenten de mogelijkheid om een gemeentelijke monumentenverordening te maken op basis waarvan gemeentelijke archeologische monumenten aangewezen kunnen worden.
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012	Het Rijksbeleid voor landschap is gedecentraliseerd naar de provincies, waarbij het Rijk provincies meer ruimte wil geven bij de afweging tussen verstedelijking en landschap, om zo meer ruimte te laten voor regionaal maatwerk. In het Nationaal Waterplan staat dat het vrije zicht op de horizon vanaf de kust naar zee een ruimtelijke kwaliteit van nationaal belang blijft.
Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken, 2014	In september 2014 heeft het kabinet in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee gebieden aangewezen voor de bouw van windmolenparken op zee. Zowel de velden IJmuiden Ver als Hollandse Kust liggen in de invloedssfeer van het plangebied en kunnen op termijn van invloed zijn op mate van ongereptheid van het zicht op zee.
Nationale Visie Kust, Deltaprogramma Kust, 2013	De Nationale Visie Kust geeft een integraal perspectief op toekomstbestendige ontwikkelingsscenario's voor de Nederlandse kust. Er wordt uitwerking gegeven aan de 5 ontwikkelprincipes van het Nationaal Kader Kust, waarbij de principes 3 (natuurlijke dynamiek) en 4 (ruimtelijke kwaliteit) voor dit aspect relevant zijn. Conform de Nationale Visie Kust betekent dat, dat bij elke ontwikkeling steeds gestreefd dient te worden naar behoud of verbetering van de (ruimtelijke) kwaliteit en identiteit van de leefomgeving (woningen, stranden, recreatiegebieden), een hogere kwaliteit van onderling verbonden natuurgebieden en hogere ecologische en landschappelijke kwaliteiten.
Structuurvisie Noord-Holland 2040, Provincie Noord-Holland, 2015	De Structuurvisie Noord-Holland beschrijft het ruimtelijk beleid van de provincie en benoemt de provinciale belangen: klimaatbestendigheid, ruimtelijke kwaliteit en duurzaam ruimtegebruik. Een afweging van de drie belangen gaat vooraf aan de ruimtelijke beslissingen van de provincie Noord-Holland. Voor het plangebied en haar omgeving hanteert de provincie de volgende uitgangspunten. • Duinen: prioriteit voor veiligheid en natuur met ruimte voor recreatie/toerisme. • Polder Zijpe: grootschalige landbouw en bollenconcentratie.
Leidraad Landschap en cultuurhistorie, Provincie Noord-Holland, 2010	De leidraad Landschap en cultuurhistorie, bevat de provinciale visie op ruimtelijke kwaliteit en de kernkwaliteiten van de verschillende landschappen en dorpen van Noord-Holland. De leidraad Landschap en cultuurhistorie beschrijft de kernkwaliteiten van het landschap voor de onderscheiden landschapstypen. De structuurdragers van provinciaal belang zijn benoemd, dit zijn onder andere: • Verdedigingslinies (onder andere Atlantikwall). • Historische dijken (Westfriese Omringdijk). • Trekvaarten (Noordhollandsch Kanaal).
Beleidskader Landschap en cultuurhistorie Noord-Holland, Provincie Noord-Holland, 2010	Het beleidskader Landschap en cultuurhistorie is een nadere uitwerking van de in de streekplannen neergelegde beleidsregels ten aanzien van landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit. Voor het plangebied en haar omgeving is de uitwerking voor de regio Kop van Noord-Holland relevant, waar de scherpe overgang duin-polder kenmerkend is. Dit is samen met de opeenvolgende aandijkingen relevant voor het behoud van de herkenbaarheid van de waterstaatkundige geschiedenis.

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Provinciale Milieu Verordening Noord-Holland, Provincie Noord-Holland, laatste wijziging (tranche 9), 2015	In de Provinciale Milieu Verordening zijn aardkundige monumenten benoemd. Dit betreffen gebieden waarvan de bodemopbouw en/of het reliëf zodanig bijzonder zijn, dat zij een beschermde status hebben. De Onderzoekslocatie Petten is zelf niet als aardkundig monument aangemerkt, maar het duinsysteem om het terrein wel. Voor gebieden met een monumentstatus geldt dat een ontheffing nodig is voor activiteiten die schade toe zouden kunnen brengen aan de aardkundige waarden.
Strategische Agenda Kust, Provincie Noord-Holland, 2012	De Agenda stelt dat de identiteit van de kust als geheel en de landschappelijke relatie tussen afwisselende natuurgebieden en kustplaatsen versterkt moet worden. Ook wordt gestreefd naar een zonering waarbij kwaliteiten worden geïntensiveerd, zoals het intensiveren van “reuring” in de recreatiezones en waar mogelijk ook het intensiveren van “rust” in natuurgebieden.
Veelkleurig landschap, landschapsontwikkelingsplan (LOP), gemeente Zijpe, 2009 (nu onderdeel ruimtelijk beleid Gemeente Schagen)	Het LOP voor de gemeente Zijpe geeft aan hoe de landschappelijke kwaliteit van Zijpe versterkt kan worden. Het heeft tot doel een informatie- en inspiratiebron te zijn, als ook een toetsings- en afwegingskader voor ontwikkelingen. Het heeft tevens tot doel het bevorderen van de integratie van natuur-, milieu-, woon-, recreatie- en ruimtelijke ordenings- en waterplannen.
Bestemmingsplan Buitengebied Zijpe, Gemeente Schagen, 2014	In het bestemmingsplan Buitengebied Zijpe is de OLP bestemd als Bijzonder bedrijventerrein. Dit houdt in dat het terrein alleen bedoeld is voor bedrijven en organisaties die zich richten op energie- en stralingsonderzoek en op die hiervan afgeleide productie van goederen en dienstverlening inclusief de daarbij behorende voorzieningen. Voor het hele OLP geldt een dubbelbestemming ten aanzien van aardkundige waarden. Voor activiteiten die de aardkundige waarden negatief kunnen beïnvloeden is een ontheffingsprocedure nodig.
Beeldkwaliteitsplan kustzone Petten, Gemeente Schagen, 2015	In dit beeldkwaliteitsplan wordt de gewenste ruimtelijke en visuele kwaliteit en het ambitieniveau van de kustzone Petten aan de hand van verschillende ruimtelijke aspecten beschreven. In het beeldkwaliteitsplan wordt een strandontwikkeling geschetst, waarbij voorzien wordt in verschillende vormen van gebruik. Hierdoor ontstaat een aantal te onderscheidende soorten stranden variërend van sport/actief tot rust/natuur.
Reisgids voor ruimtelijke kwaliteit, Gemeente Schagen, 2016	De OLP valt onder het welstandsregime werkgebied. Hiervoor geldt een regulier welstandsniveau, waarvoor algemene en gebiedsgerichte welstandscriteria gelden. Reguliere bouwwerken, worden beoordeeld door een gedelegeerd lid namens de adviseur Omgevingskwaliteit.

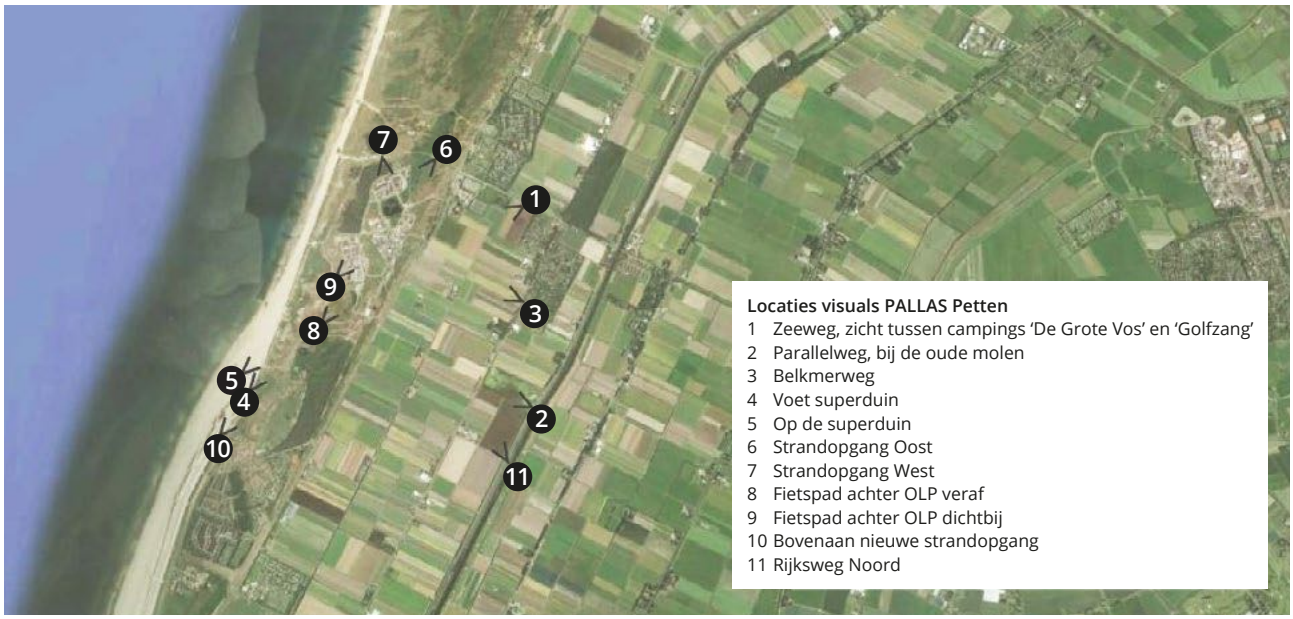
15.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Het aspect Landschap en cultuurhistorie wordt beoordeeld conform het beoordelingskader dat in Tabel 89 is weergegeven. De beoordelingsschaal wordt per criterium onder de tabel toegelicht.

Studiegebied

Het studiegebied voor Landschap en cultuurhistorie wordt grotendeels bepaald door de 11 standpunten die zijn gevisualiseerd. De standpunten zijn zo representatief mogelijk gekozen, om een zo goed mogelijk inzicht te geven in een mogelijke toekomstige situatie zodat vanuit verschillende punten (duinen, polderlandschap etc.) inzichtelijk is wat het ruimtelijk effect is, zie Figuur 46.

Het aspect Landschap en cultuurhistorie wordt kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement. Er is niet gekozen



Figuur 46 Locaties visualisaties PALLAS Petten

Tabel 89 Beoordelingskader Landschap en cultuurhistorie

Beoordelingscriteria	Beschrijving
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek/waarden	Beïnvloeding van landschappelijk waardevolle elementen en patronen (punten, lijnen, vlakken)
Fysieke aantasting historische geografie	Beïnvloeding van historisch geografisch waardevolle elementen en patronen (punten, lijnen, vlakken)
Fysieke aantasting historische (steden) bouwkunde	Beïnvloeding van objecten en ensembles met historisch (steden)bouwkundige waarden
Belevingswaarde	Beïnvloeding van de visueel-ruimtelijke kenmerken van landschap en cultuurhistorie
Gebruikswaarde	Beïnvloeding gebruik van c.q. geschiktheid voor activiteiten in het landschap
Toekomstwaarde	Beïnvloeding toekomstbestendigheid van het landschap (adaptief vermogen)

voor een kwantitatieve beoordeling bij fysieke aantasting, omdat bijvoorbeeld het aantasten van het aantal bomen niets zegt over de waarde van die bomen en de mate waarin dat een positieve of negatieve aantasting van de landschappelijke karakteristiek betekent.

Fysieke aantasting
Onder fysieke aantasting wordt de beïnvloeding van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen verstaan: in welke mate worden aanwezige, voor een landschap karakteristieke, fysieke elementen (reliëf, lanen, houtsingels, verkavelingspatronen en dergelijke) beïnvloed? Hierbij worden apart beoordeeld:
- landschappelijke karakteristiek/warden;
- historische geografie;
- historische (steden)bouw.

Tabel 90 beschrijft de score toekenning voor het criterium fysieke aantasting.

Tabel 90 Scoretoekenning beoordeling Landschap en Cultuurhistorie, fysieke aantasting

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede toevoeging/ versterking van (relevante) landschappelijke/ cultuurhistorische elementen en patronen.
+	Positief effect	Toevoeging/versterking van landschappelijke/ cultuurhistorische elementen en patronen.
0	Geen effecten	Zeer beperkte of geen aantasting of toevoeging/ verbetering van landschappelijke/ cultuurhistorische elementen en patronen.
-	Negatief effect	Aantasting van landschappelijke/ cultuurhistorische elementen en patronen.
- -	Zeer negatief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede aantasting van (relevante) landschappelijke/ cultuurhistorische elementen en patronen.

Belevingswaarde
De belevingswaarde betreft de zichtbare kenmerken van/ in het landschap, zoals deze door gebruikers van het gebied ervaren worden. Er is hierbij een verschil tussen zichtbaarheid en beleefbaarheid. Zichtbaarheid geldt alleen in welke mate (bijvoorbeeld over welke afstand) iets zichtbaar is. Dit hoeft echter niet storend en dus negatief te zijn. Beleving betreft hoe wat zichtbaar is, wordt ervaren. De belevingswaarde wordt gedefinieerd als de beïnvloeding van visueel-ruimtelijke kenmerken van het landschap: in welke mate wordt de ruimtelijke beleving c.q. de belevingswaarde en daarmee de ervaring van het landschap beïnvloed?
In het geval van PALLAS, kan de OLP en de ontwikkeling op het terrein op verschillende manieren beleefd worden:
- van buiten:
  - vanuit de polder;
  - vanuit het duingebied;
  - vanaf het strand;
  - vanaf zee;
- binnen het terrein.

In het kader van schaalgrootte geldt, dat voor hoe meer mensen ontwikkelingen beleefbaar zijn, hoe zwaarder dit wordt gewogen. Vandaar dat bij bovenstaande lijst in volgorde van boven naar beneden, vanuit de polder het zwaarst mee telt en binnen het terrein het minste. Toegankelijkheid speelt hierbij ook een rol. Als een gebied, of delen van gebieden beperkt toegankelijk zijn of beperkt gebruikt worden, dan mag de zichtbaarheid daar nog zo groot zijn, de beleving zal relatief beperkt zijn.
Tabel 91 beschrijft de score toekenning voor het criterium belevingswaarde.

Tabel 91 Scoretoekenning beoordeling Landschap en Cultuurhistorie, belevingswaarde

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede en/of relevante verbetering/versterking van de belevingswaarde.
+	Positief effect	Verbetering/versterking van de belevingswaarde.

Score	Betekenis	Toelichting
0	Geen effecten	Zeer beperkte of geen aantasting of verbetering/versterking van de belevingswaarde.
-	Negatief effect	Aantasting/vermindering van de belevingswaarde.
- -	Zeer negatief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede en/of relevante aantasting/vermindering van de belevingswaarde.

Gebruikswaarde
Het criterium gebruikswaarde beschrijft de beïnvloeding van het gebruik van c.q. geschiktheid voor activiteiten in het landschap: in welke mate zijn er effecten ten aanzien van ruimtelijke gebruiksvormen zoals recreatie en landbouw? In dit plan-MER wordt recreatie apart beoordeeld. Bij de beoordeling van de gebruikswaarde als onderdeel van ruimtelijke kwaliteit, zal recreatie al activiteit in het landschap daarom niet mee worden genomen en zal het criterium zich hoofdzakelijk richten op de activiteit landbouw.
Tabel 92 beschrijft de score toekenning voor het criterium gebruikswaarde.

Tabel 92 Scoretoekenning beoordeling Landschap en cultuurhistorie, gebruikswaarde

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede en/of relevante verbetering/versterking van de gebruikswaarde.
+	Positief effect	Verbetering/versterking van de gebruikswaarde.
0	Geen effecten	Zeer beperkte of geen aantasting of verbetering/versterking van de gebruikswaarde.
-	Negatief effect	Aantasting/vermindering van de gebruikswaarde.
- -	Zeer negatief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede en/of relevante aantasting/vermindering van de gebruikswaarde.

Toekomstwaarde
Het criterium toekomstwaarde beschrijft de beïnvloeding van de toekomstbestendigheid van het landschap (adaptief vermogen): in welke mate wordt het landschap meer of minder robuust c.q. adaptief voor het opvangen van ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld veranderingen in de landbouw en/of klimaatverandering? In welke mate worden landschapsvormende processen c.q. landschappelijke dynamiek beïnvloed?
Tabel 93 beschrijft de score toekenning voor het criterium toekomstwaarde.

Tabel 93 Scoretoekenning beoordeling Landschap en cultuurhistorie, toekomstwaarde

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede en/of relevante verbetering/versterking van de toekomstwaarde.
+	Positief effect	Verbetering/versterking van de gebruikswaarde.
0	Geen effecten	Zeer beperkte of geen aantasting of verbetering/versterking van de toekomstwaarde.
-	Negatief effect	Aantasting/vermindering van de toekomstwaarde.
- -	Zeer negatief effect	Grote en/of permanente en/of gebiedsbrede en/of relevante aantasting/vermindering van de toekomstwaarde.

Relevante fasen
Veel effecten voor het aspect Landschap en cultuurhistorie vinden plaats in de bouwfase. Het betreft dan (tijdelijke) effecten die plaatsvinden vanwege het bouwproces. Gebouwen die gebouwd worden zullen bijvoorbeeld in de bouwfase in toenemende mate zichtbaar worden. Deze effecten horen bij de eindsituatie van de ontwikkeling en worden dan ook als effecten van de overgangs- en exploitatiefase gezien en niet als effecten van de bouwfase. De effecten die behoren bij de bouwfase kunnen echter wel tot na de bouwfase duren, als er bijvoorbeeld voor het werkterrein permanente aanpassingen aan de omgeving zouden worden gedaan. De effecten voor het aspect Landschap en cultuurhistorie verschillen niet voor de overgangs- en exploitatiefase en zullen daarom niet separaat beschreven worden.

Beoordelingsschaal plan-MER
Bij het beoordelen van het effect wordt gekeken naar (zie Tabel 105):
- duur van het effect: is het effect tijdelijk of permanent. Hoe langer het effect duurt, hoe zwaarder het wordt beoordeeld;
- omvang van het effect ten opzichte van de waarde: wordt de hele waarde beïnvloed, of gaat het om delen van de waarde die worden. Hoe groter de omvang, hoe zwaarder het wordt beoordeeld;
- schaalgrootte van het effect: gaat het om een beperkt gebied dat wordt beïnvloed, of is het effect juist heel verstrekkend (hele gebied). Hoe meer dit laatste het geval is, hoe zwaarder het wordt beoordeeld;
- kwaliteit van de huidige situatie: een effect op een huidige situatie die grote waarde heeft (uniek, gaaf etc.), zal zwaarder worden beoordeeld, dan wanneer de huidige situatie minder waarde heeft. Ook samenhang en ensemblewaarde is dan belangrijk. Hier is echter wel nog een kantelpunt: als in een aangetast gebied de laatste losse restjes historie zouden verdwijnen, dan zijn die ineens wel van grote waarde.

Tabel 94 Algemene beoordelingssystematiek Landschap en cultuurhistorie

	Betekenis	Duur effect	Omvang effect t.o.v. de waarde	Schaalgrootte van het effect	Kwaliteit/ relevantie van de waarde (gaafheid, uniciteit etc.)
++	Zeer positief effect	Permanente verbetering	Grote verbetering	Hele gebied	Versterking van unieke waarden
+	Positief effect	Langdurige verbetering	Beperkte verbetering	Deel van het gebied	Versterking van belangrijke waarden
0	Geen effecten	Geen of korte/ zeer tijdelijke verbetering/ aantasting	Niet tot nauwelijks verbetering of aantasting	Niet aanwezig of extreem lokaal	Niet bijzondere/ algemene waarde.
-	Negatief effect	Langdurige aantasting	Beperkte aantasting	Deel van het gebied	Aantasting van belangrijke waarden
- -	Zeer negatief effect	Permanente aantasting	Grote aantasting	Hele gebied	Aantasting van unieke waarden

Het zal zelden het geval zijn, dat een maatregel voor zowel duur, omvang, schaalgrootte als kwaliteit/relevantie even negatief of positief is. Er zal dan een kwalitatieve afweging gemaakt worden, waarbij door bijvoorbeeld de ernst op één onderdeel (omvang, kwaliteit etc.) maximaal negatief gescoord kan worden. In zijn algemeenheid zullen de negatiefste c.q. negatieve onderdelen het zwaarst doorwegen.

15.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

15.2.1 Huidige situatie

Ontstaans- en ontwikkelingsgeschiedenis

Dynamische natuurlijke processen als de basis van het landschap

In het Pleistoceen bestonden grote delen van Noord-Holland uit wadvlakten met kreken. Aan het begin van het Holoceen ontstaat er, op de locatie van de Hondsbossche en Pettemer zeewering, een strandvlakte. Via een 'zeegat' ten zuiden van Bergen werd er op deze vlakte en het daar achterliggende veen, klei afgezet. Tussen 3000 en 1500 voor Chr. ontstonden strandwallen, die de basis waren voor het ontstaan van stuifduinen. Zo ontwikkelden zich de Noord-Hollandse duingebieden. In de 9e eeuw na Chr. waren deze onderdeel van een grotendeels gesloten kustlijn, die zich uitstrekte van Zeeuws-Vlaanderen tot Vlieland. Deze kustlijn bestond uit langgerekte strandwallen en duingordels, evenwijdig aan de kust met enkele onderbrekingen in de vorm van riviermondingen en zeearmen, onder andere de Zijpe.

Door de bodemdaling van de veen- en kleigebieden, treedt een proces van kustafslag op en begint vanaf 1000 na Chr. de zee regelmatig door de duinenrij heen te breken. De kust ter hoogte van Petten lag in de Middeleeuwen een kilometer westelijker dan de huidige kust.

Occupatie en de strijd tegen het water

De duinen zijn de basis geweest voor de eerste occupatie van het gebied. Tot aan de 7e eeuw was dit nog niet permanent van karakter. Vanaf de 10e eeuw werden de veenvlakten ten oosten van de strandwallen ontgonnen. Van de oorspronkelijke strokenverkaveling resteert door inbraken van de zee niets meer dan een onregelmatige blokverkaveling. De ontginning van het veen in de Middeleeuwen, zorgde voor daling van de bodem. Samen met zeespiegelstijging en verschillende stormvloeden (onder andere in 1163, 1170 en 1196) veranderden de veengebieden rond de Zijpe geleidelijk in een uitgestrekt kustmoeras of waddengebied.

Om zich tegen deze overstromingen te beschermen zijn veel gronden vanaf de 10e eeuw bedijkt. Aan het eind van de 13e eeuw gaat men de afzonderlijke bedijkte gebieden met elkaar verbinden en wordt omstreeks 1300 de Westfriese Omringdijk gesloten. Tussen de duinenrij en Omringdijk ontstond een luw milieu waarin de opslibbing versneld plaatsvond. Hiermee ontstond de basis voor de polder Het Zijpe.

Ter hoogte van de huidige Hondsbossche en Pettemer zeewering werd de duinenrij uiteindelijk zo smal dat daarachter een (zand)dijk aangelegd moest worden. Deze brak door bij de St. Elizabethsvloed van 1421, waardoor een groot deel van het gebied weer overstroomde. In 1432 werd een tweede waterkering, een zogenaamde slaperdijk aangelegd, die al snel als primaire waterkering ging functioneren. Ondanks verdere versterkingen in 1506 en 1548 met strandhoofden en paalschermen werd de doorbraak tijdens de zeer zware stormvloed van 1570 (Allerheiligenvloed) niet voorkomen. Tot aan de Allerheiligenvloed was op de plek van de zeewering een duingebied met bos te vinden. Dit Hondsbosch was het restant van een groter kustbos [40].

De Zijpe (ook wel de Zijp of de Zype genoemd) werd in 1597 drooggelegd, waardoor de Westfriese Omringdijk een binnendijk werd. De polder werd van meet af aan ingericht als efficiënt landbouwgebied.



Figuur 47 Historische kaart van de Noord-Hollandse kust uit de 16e eeuw [40]



Figuur 48 Historische kaart van de Zijpe (1631/1682)

40 Bron beeld: Zie [40], oorspronkelijke Bron: Hollandia uit de atlas Theatrum Orbis Terrum

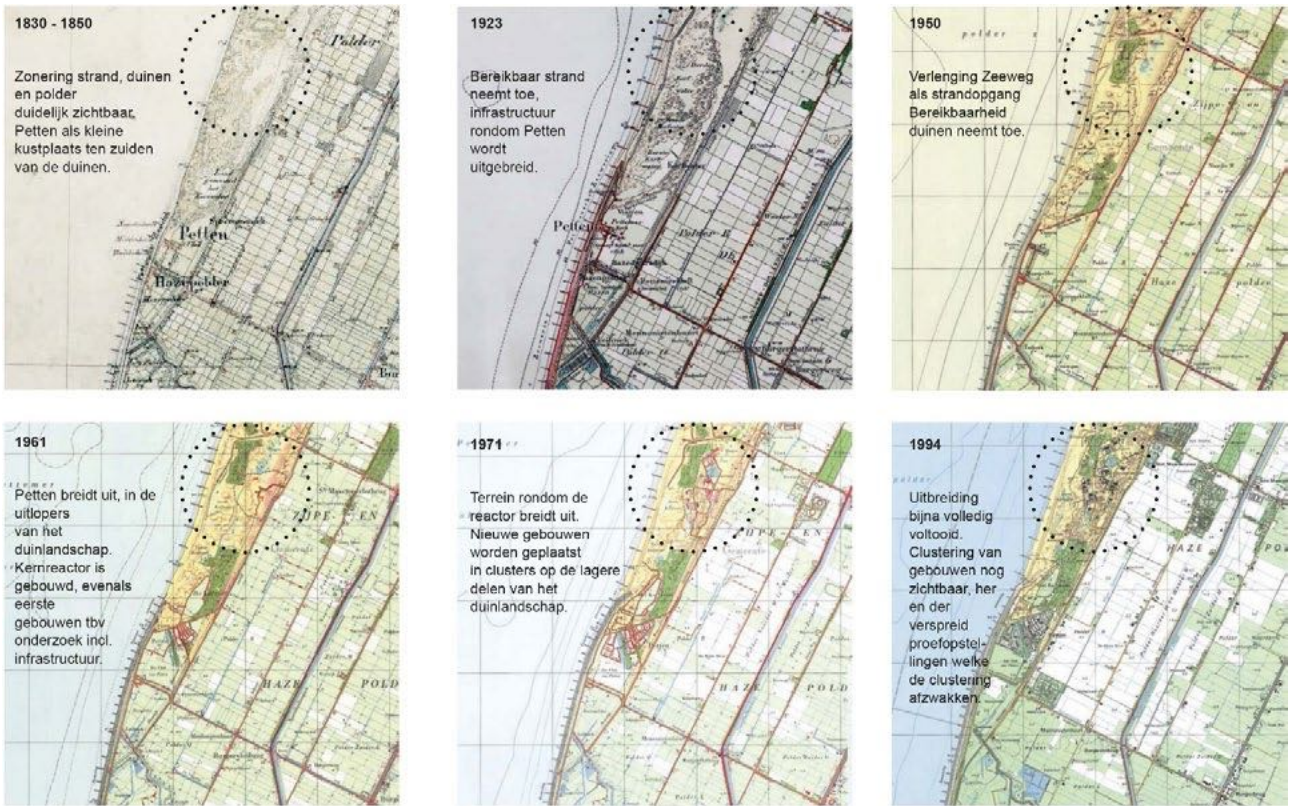
Nadat de voorloper van de huidige Hondsbossche en Pettemer zeewering in 1792 bijna doorbrak, werd de kustverdediging verder versterkt. De afgelopen 200 jaar ligt de huidige kust min of meer op dezelfde plaats, mede door vastlegging van de duinen. Lange tijd waren deze namelijk een kale woestenij, maar aan het eind van de 19e eeuw zorgde Staatsbosbeheer voor een ingrijpende verandering in het landschap door de duinen voor de helft met dennen te bebossen. Het stuivende duin kwam tot rust en er ontstond een afwisselend en meer stabiel duingebied dat geschikt was voor recreatie.

Ontstaan en ontwikkeling Onderzoekslocatie Petten
In 1955 wordt het huidige OLP ontwikkeld, door het Reactor Centrum Nederland (RCN). Halverwege de vorige eeuw besluit de Nederlandse overheid om een eigen reactor te bouwen. Deze Hoge Flux Reactor (HFR) moet komen op een terrein ver van bevolkingscentra en in de nabijheid van koelwater. Het terrein in Petten lijkt daarvoor ideaal [41]. In 1962 was de bouw van de HFR voltooid, waarna het eigendom overging naar Euratom en onder beheer van RCN, dat in 1976 werd omgedoopt tot ECN. In 1998 werden de nucleaire activiteiten van ECN en van KEMA samengevoegd in de nieuwe organisatie NRG. De organisatie Euratom als onderdeel van de Europese Gemeenschap, heet nu EC-JRC.
Sinds de aanleg van de HFR, heeft het terrein zich doorontwikkeld, waarbij diverse partijen (zoals ook Euratom) zich op het terrein kwamen vestigen. Al vrij vroeg was een belangrijke ontwikkeling de productie van isotopen voor medische doeleinden. In het begin nog door Philipsdochter Duphar en na verkoop van de activiteiten sinds 1977 door Covidien, dat nu Curium heet. Ten behoeve hiervan werd in 1996 de molybdeen productiefaciliteit gebouwd. Een tijdlang was ook de COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval) op het terrein gevestigd, tot deze in 1993 verhuisde naar Borssele [42]. Een andere ontwikkeling is het onderzoek naar andere (duurzame) vormen van energie.

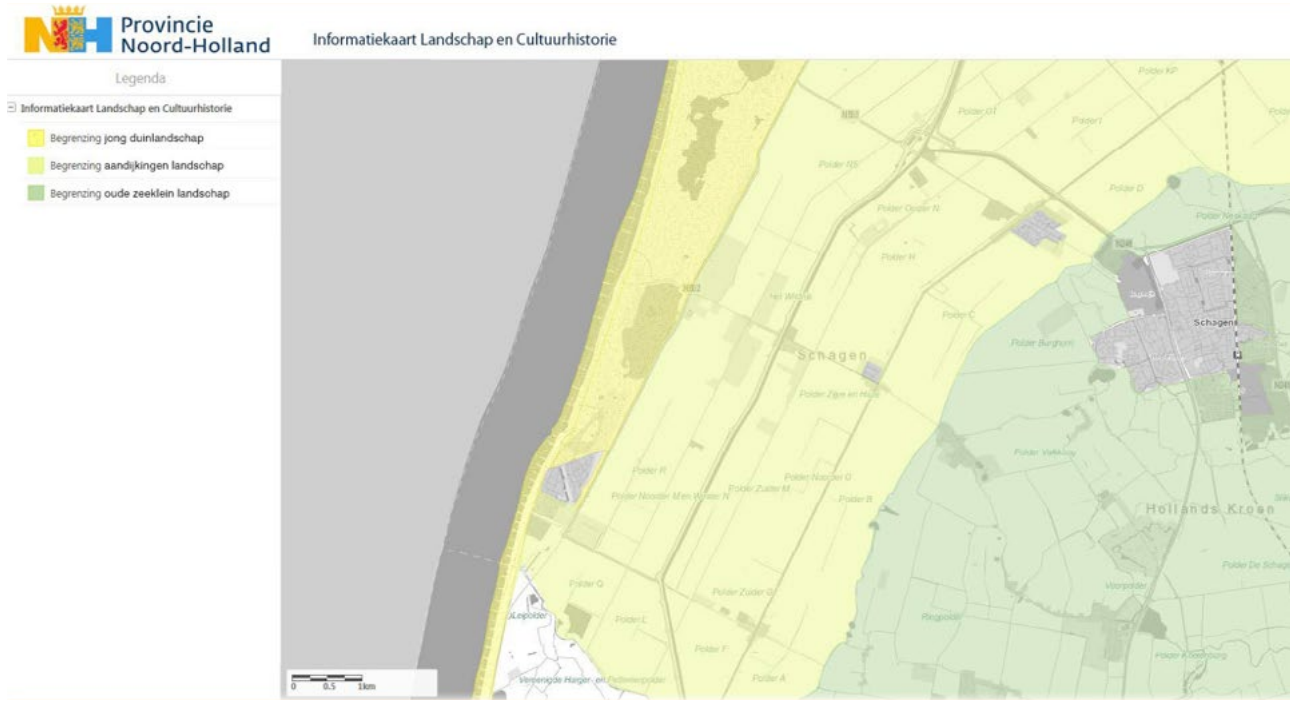
Dit werd nog versterkt door de afsplitsing van de nucleaire activiteiten van ECN, waardoor ECN zich volledig op de andere vormen van energieonderzoek ging concentreren. Vanaf 1977 is bijvoorbeeld uitgebreid onderzoek gedaan naar windenergie. Nu vindt dit niet meer plaats op het terrein zelf. De sokkel van de eerste windmolen boven op een hoge duin is als restant van dit onderzoek wel nog prominent in het terrein zichtbaar.
De toegang van het terrein lag vroeger meer in het midden. Tegenwoordig zijn er twee toegangen. De meest gebruikte (hoofd)toegang aan de zuidzijde en een noordelijke toegang naar het EC-JRC-complex en de huidige HFR.

Landschappelijke structuur en -karakteristiek
Zoals aangegeven op de Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie worden 3 landschappelijke eenheden (cultuurlandschappen, c.q. landschapstypen) onderscheiden (van west naar oost):
1. jong duinlandschap;
2. aandijkingen landschap;
3. oude zeeklei landschap.

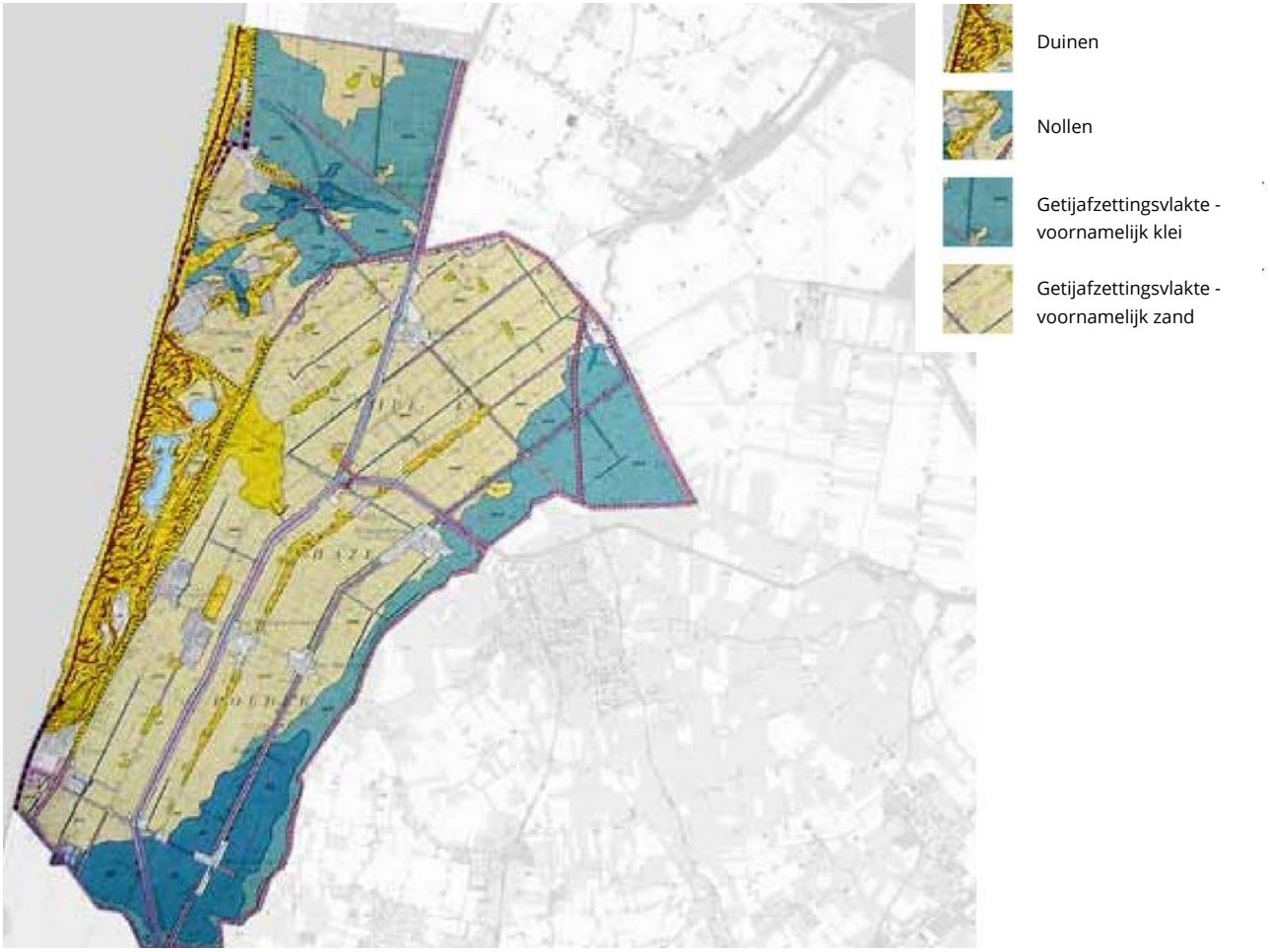
Deze driedeling is in belangrijke mate gebaseerd op de geomorfologische situatie van het gebied.



Figuur 49 Recente geschiedenis van de OLP en omgeving in kaartbeelden



Figuur 50 Landschappelijke structuur [40]



Figuur 51 Geomorfologie [41]



Bodem- en waterstructuren | Massa-Ruimte (Groenstructuren en occupatie) | Infrastructuur

Figuur 52 Opbouw landschap

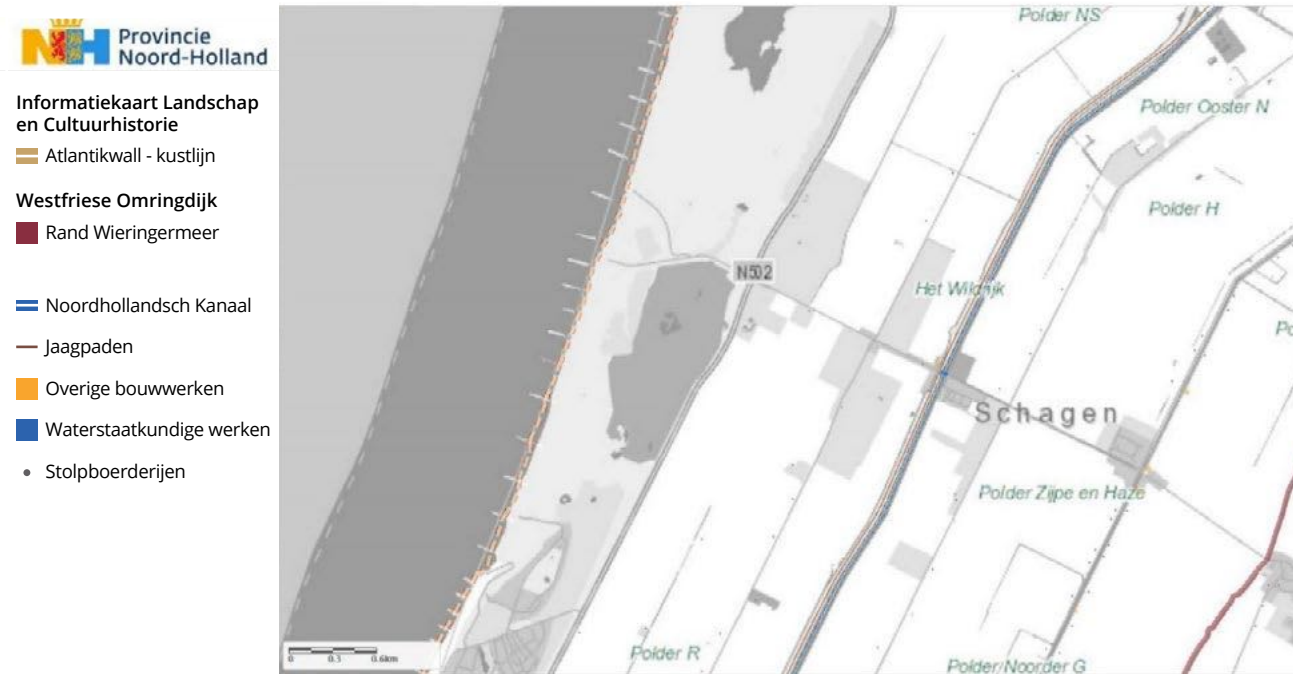
De drie landschapstypen hebben elk een eigen karakteristiek. De karakteristiek van het oude zeekleilandschap, dat begint bij de West-Friese omringdijk, wordt hier niet verder beschreven omdat dit te ver buiten de invloedssfeer van het plangebied valt.

Jong duinlandschap
De OLP maakt onderdeel uit van de Pettemerduinen. Dit duingebied maakt onderdeel uit van een aaneengesloten complex van (voormalige) zeerepen en stuifdijken van Petten tot Callantsoog, welke samen een smalle duingordel vormen. Het is een gevarieerd, kleinschalig gebied met veel reliëf, door de afwisseling van valleien en smalle duinen, die soms tot paraboolduinen verwaaid zijn. De duinen zijn veel al steil(er) aan de binnenzijde. In de valleien zijn op diverse plekken meertjes aanwezig. Deze zijn ook op de OLP aanwezig. Veel duingebied heeft een lage begroeiing en op een aantal plekken is ook bos aanwezig.

Aandijkingen landschap
Het open grootschalige rationele vlakke landschap van de Zijpe vormt een sterk contrast met de afwisselende kleinschalige reliëfrijke duinen. Boerderijen met beperkte erfbeplanting liggen aan een ontginningslijn binnen een grofmazig regelmatig raster. De ruimtelijke hoofdstructuur wordt bepaald door drie evenwijdige hoofdassen met daarlangs de boerderijen. Tussen de middelste en de westelijke as, is in 1819 – 1824 het Noordhollandsch Kanaal aangelegd, deze doorsnijdt de polder. Kenmerkend voor deze polder is de bollenteelt. Een relatief recente ontwikkeling zijn de grote blokken verblijfsrecreatiecomplexen, zoals bij Sint Maartenszee en Sint Maartensvlotbrug.



Figuur 53 Aardkundige waarden en monumenten [43]



Figuur 54 Cultuurhistorische waarden

Waarden

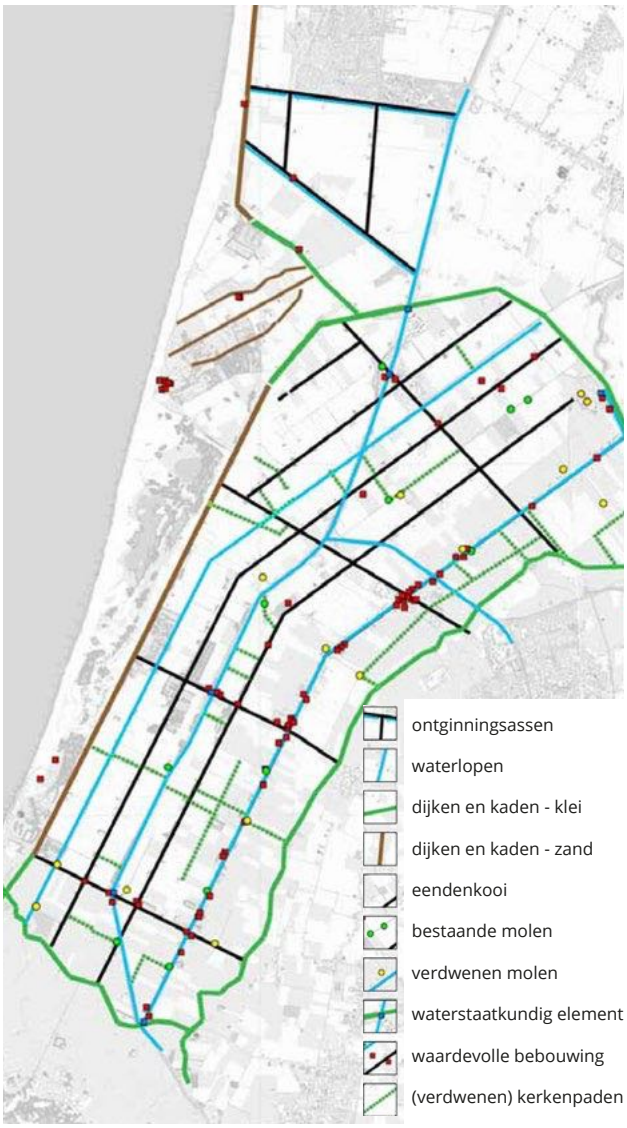
Landschappelijke- en cultuurhistorische waarden

De Provincie Noord-Holland heeft grote delen van de duinen van Den Helder tot Zuid-Holland aangemerkt als Aardkundig element. De OLP is geen onderdeel van een aardkundig monument [42], maar wordt hier wel door omgeven. Het terrein zelf is aangemerkt als aardkundig waardevol. Het gaat hierbij om de duinen en duinvormende processen. In het bestemmingsplan is voor de aardkundige waarden op en om het terrein een dubbelbestemming opgenomen.

Volgens de Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de provincie Noord-Holland zijn op de OLP geen relevante landschappelijke, historische geografische waarden of historisch stedenbouwkundige waarden aanwezig. In de omgeving worden naast het Noordhollandsch Kanaal slechts enkele kleinere objecten als stolpboerderijen aangegeven. Langs de kustlijn is de Atlantikwall een grootschalige cultuurhistorische structuur bestaande uit meerdere objecten. Er zijn op of direct om het plangebied hiervan geen relevante elementen aanwezig [43].

Ondanks dat op de ILC-kaart(en) voor het plangebied geen relevante waarden voorkomen, wil dat niet zeggen dat er geen landschappelijke waarden zijn. Het aardkundig waardevolle duinsysteem met de variatie aan reliëf, verschillen in begroeiing etc. is immers als landschappelijk waardevol te duiden. Het systeem is voortdurend in beweging en kan er in de tijd dan ook steeds anders uit zien. Dit moet vooral als een kwaliteit van het historische, huidige- en toekomstige-duinlandschap worden gezien. Ook de rationele verkavelings-, wegen- etc. patronen van het polderlandschap vormen een belangrijke landschappelijke- en cultuurhistorische waarde.

Op de de volgende kaart met betrekking tot cultuurhistorie in het Landschapsplan gemeente Zijpe wordt als relevante waarde wel nog aangegeven de overgangslijn van duingebied naar polder (zanddijk).



Figuur 55 Cultuurhistorische waarden [41]

Belevingswaarde

De visueel ruimtelijke karakteristiek volgt in belangrijke mate de hiervoor genoemde landschapstypen. Het jong duinlandschap kent echter ruimtelijk twee verschillende delen. Het strand is ruimtelijk een duidelijk ander gebied dan de duinen zelf.
Zo ontstaat de volgende visueel ruimtelijke zonering:

- Noordzee en strand: open gebied, waarbij land en water in elkaar overgaan. De ruimte is aan drie zijden (schijnbaar) onbegrensd, namelijk in het verlengde van de kust en nog meer over zee. De duinen vormen de enige echte begrenzing van de ruimte. De scheidslijn tussen strand en duin is daarbij niet overal even duidelijk. De beleving van de strandruimte wordt door de seizoenen ook sterk beïnvloed door het gebruik. Op een druk strand, voelt de ruimte niet meer zo onbegrensd.
- Duinen: natuurlijk afwisselend reliëfrijk gebied. Boven op een duin kan je ruim uitzicht hebben, tussen twee duinen een doorzicht, maar in een duinvallei kan de ruimte ineens heel klein worden. Aangezien het niet de bedoeling is dat iedereen zich vrij door het hele duingebied begeeft, is beleving er vooral gekoppeld aan de ervaring vanuit de aanwezig paden.
- Poldergebied (De Zijpe): open, grootschalig agrarisch landschap met lange zichtlijnen. In de polder liggen zeer lange infrastructuurlijnen met hieraan gekoppelde bebouwing. Tevens liggen er grotere ruimtelijke eenheden als recreatieparken en dorpen. Windturbines zijn als losse ruimtelijke objecten in de polder duidelijk zichtbaar. Ook de golvende duinrand is vaak goed zichtbaar in contrast met de vlakke strakke polder. De bollenteelt is een visueel zeer karakteristieke vorm van landbouw in deze polder, met in het bloeiseizoen een hoge belevingswaarde en buiten deze periode nadrukkelijk minder aantrekkelijk.



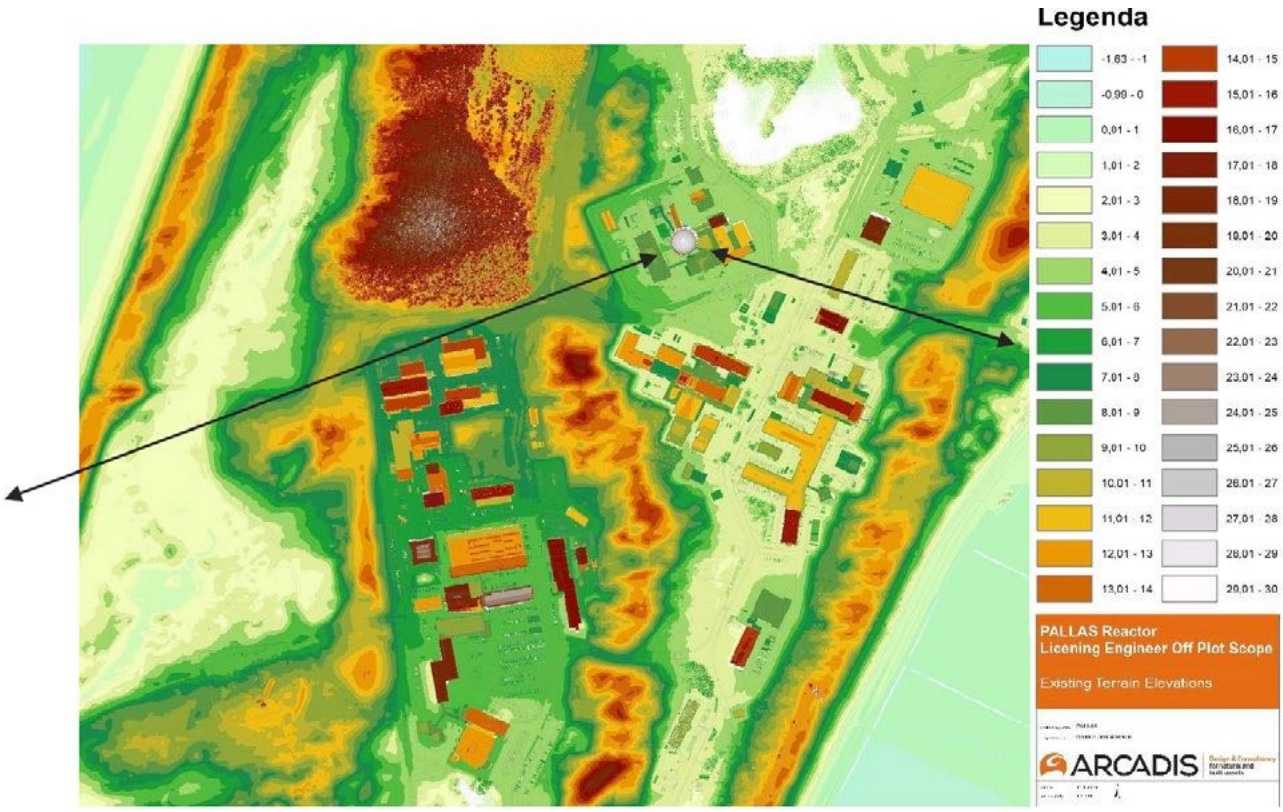
Figuur 56 Visueel ruimtelijke zonering

Het terrein kan op verschillende manieren beleefd worden:

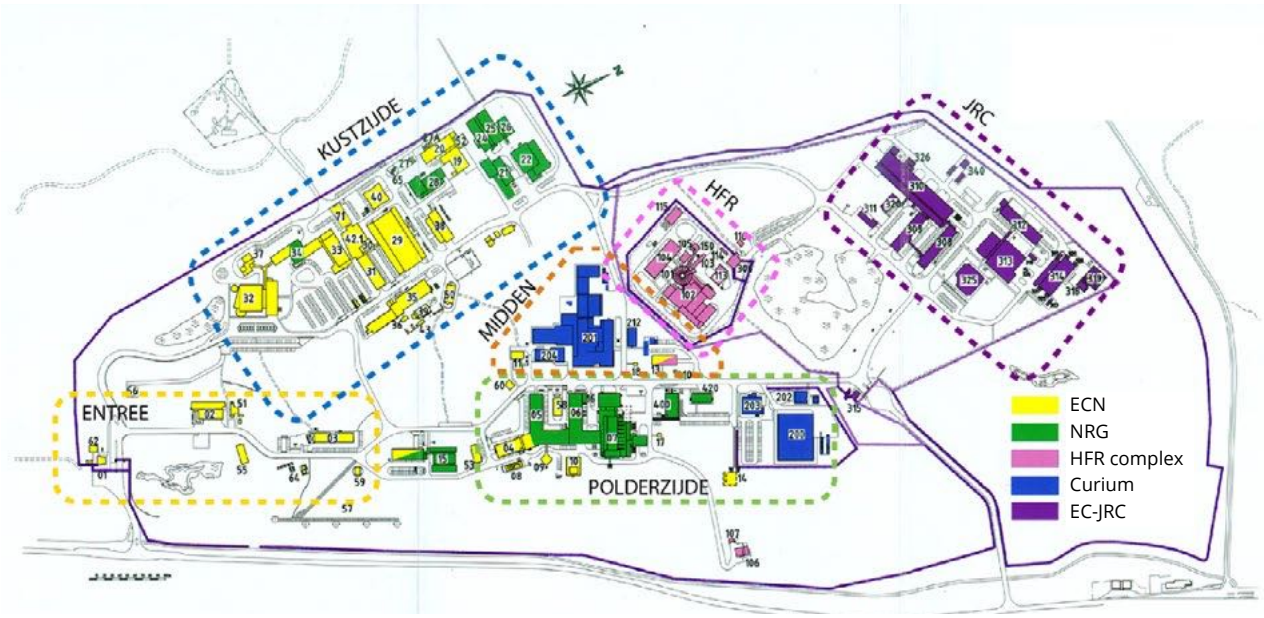
- van buiten:
  - vanuit de polder;
  - vanuit het duingebied;
  - vanaf het strand;
  - vanaf zee;
- binnen het terrein.

Voor de zichtbaarheid zijn de hoogtes van de gebouwen en de omliggende duinen belangrijk. De hogere duintoppen zijn gemiddeld 9 tot 14 m boven NAP, met uitschieters naar 17 m. De meeste gebouwen zijn van een vergelijkbare hoogte zijn als de hogere duintoppen. Een aantal gebouwen is hoger dan de hoogste duintoppen. De betonnen sokkel van de windmolen is een bijzonder geval, omdat deze bovenop een duin staat. Deze is daardoor goed zichtbaar (zie ook Figuur 43, hoofdstuk 14).
De duinen zijn niet overal even hoog. Aan de kustzijde zijn twee rijen relatief lage duinen. De strook duinen langs de polder is iets hoger en de hoogste strook duinen ligt in

het midden van het terrein. Het duinencomplex aan de noordwestzijde is het enige duinencomplex dat bebost is in tegenstelling tot overige duinen met lage (ruigte) begroeiing (heesters, helmgras etc.). Door de duinen zijn er twee verschillende ruimtes op het terrein: een gedeelte aan de kust en het overige gebied.



Figuur 57 Hoogtekaart huidige terreinsituatie met doorzichten (pijlen)



Figuur 58 Huidige terreinopzet met gebouwnummers en organisatorische- en ruimtelijke clusters

Tabel 95 Hoogte gebouwen op OLP (links op basis organisatorische clusters, rechts op basis ruimtelijke clusters)[41]

Cluster	Gebouw	Max. (dak)hoogte (NAP)	Gemiddelde (dak)hoogte (NAP)
	Windmolen sokkel op duin	19	19
Covidien	200	12	12
Covidien	201	13	11
Covidien	202	8	8
Covidien	203	18	18
Covidien	204	12	12
ECN	2	14	11
ECN	3	10	10
ECN	19	14	14
ECN	20	11	11
ECN	29	14	13
ECN	31	26	26
ECN	32	14	12
ECN	33	21	21
ECN	34	18	18
ECN	35	17	17
ECN	37	9	9
ECN	38	17	16
ECN	40	19	19
ECN	42	21	21
ECN	50	12	12
ECN	55	14	14
ECN	71	13	13
ECN / HFR	13	9	9
HFR	102	20	16
HFR	104	9	9
HFR	113	13	11
HFR	115	13	13
HFR	309	10	10
HFR	koepel	28	28
HFR	schoorsteen	49	49
JRC	308	12	12
JRC	309	12	12
JRC	311	12	12
JRC	312	12	12
JRC	313	12	12
JRC	314	12	12
JRC	319	12	12
JRC	325	12	12
JRC	326	12	12
NRG	7	16	11
NRG	21	16	14
NRG	22	16	14
NRG	24	15	15
NRG	25	17	17
NRG	26	18	18
NRG	28	18	16
NRG	400	17	17
NRG	420	11	11

Cluster	Gebouw	Max. (dak)hoogte (NAP)	Gemiddelde (dak)hoogte (NAP)
	Windmolen sokkel op duin	19	19
Entree	2	14	11
Entree	3	10	10
Entree	55	14	14
HFR	102	20	16
HFR	104	9	9
HFR	113	13	11
HFR	115	13	13
HFR	309	10	10
HFR	koepel	28	28
HFR	schoorsteen	49	49
JRC	308	12	12
JRC	309	12	12
JRC	311	12	12
JRC	312	12	12
JRC	313	12	12
JRC	314	12	12
JRC	319	12	12
JRC	325	12	12
JRC	326	12	12
Kustzijde	7	16	11
Kustzijde	19	14	14
Kustzijde	20	11	11
Kustzijde	21	16	14
Kustzijde	22	16	14
Kustzijde	24	15	15
Kustzijde	25	17	17
Kustzijde	26	18	18
Kustzijde	28	18	16
Kustzijde	29	14	13
Kustzijde	31	26	26
Kustzijde	32	14	12
Kustzijde	33	21	21
Kustzijde	34	18	18
Kustzijde	35	17	17
Kustzijde	37	9	9
Kustzijde	38	17	16
Kustzijde	40	19	19
Kustzijde	42	21	21
Kustzijde	50	12	12
Kustzijde	71	13	13
Midden	13	9	9
Midden	201	13	11
Midden	204	12	12
Polderzijde	200	12	12
Polderzijde	202	8	8
Polderzijde	203	18	18
Polderzijde	400	17	17
Polderzijde	420	11	11

41 Hoogtes zijn bepaald op basis van metingen in het 3D terreinmodel. Hierbij is geen absolute nauwkeurigheid nagestreefd, omdat het doel is een indicatie van de verhoudingen van de hoogte op de OLP. De schoorsteen van het Jaap Goedkoop laboratorium is niet apart in de lijst opgenomen en heeft een vergelijkbare hoogte als de schoorsteen van de HFR.

Tabel 96 Hoogte gebouwen in volgorde van hoogte gerelateerd aan duinhoogtes

Cluster	Gebouw	Max. (dak)hoogte (NAP)
Polderzijde	202	8
Midden	13	9
Kustzijde	37	9
HFR	104	9
Entree	3	10
HFR	309	10
Kustzijde	20	11
Polderzijde	420	11
Midden	204	12
Kustzijde	50	12
Polderzijde	200	12
JRC	308	12
JRC	309	12
JRC	311	12
JRC	312	12
JRC	313	12
JRC	314	12
JRC	319	12
JRC	325	12
JRC	326	12
Kustzijde	71	13
HFR	113	13
HFR	115	13
Midden	201	13
Entree	2	14
Kustzijde	19	14
Kustzijde	29	14
Kustzijde	32	14
Entree	55	14
Kustzijde	24	15
Kustzijde	21	16
Kustzijde	7	16
Kustzijde	22	16
Kustzijde	25	17
Kustzijde	35	17
Kustzijde	38	17
Polderzijde	400	17
Kustzijde	26	18
Kustzijde	34	18
Polderzijde	203	18
Kustzijde	28	18
Kustzijde	40	19
	Windmolen sokkel op duin	19
HFR	102	20
Kustzijde	33	21
Kustzijde	42	21
Kustzijde	31	26
HFR	koepel	28
HFR	schoorsteen	49

Gemiddelde hoogte duintoppen

Hoogtes hoger dan hoogste duintoppen

Cluster	Gebouw	Gemiddelde (dak)hoogte (NAP)
Polderzijde	202	8
Midden	13	9
Kustzijde	37	9
HFR	104	9
Entree	3	10
HFR	309	10
Entree	2	11
Midden	201	11
Kustzijde	20	11
HFR	113	11
Polderzijde	420	11
Kustzijde	7	11
Midden	204	12
Kustzijde	32	12
Kustzijde	50	12
Polderzijde	200	12
JRC	308	12
JRC	309	12
JRC	311	12
JRC	312	12
JRC	313	12
JRC	314	12
JRC	319	12
JRC	325	12
JRC	326	12
Kustzijde	29	13
Kustzijde	71	13
HFR	115	13
Kustzijde	21	14
Kustzijde	19	14
Kustzijde	22	14
Entree	55	14
Kustzijde	24	15
Kustzijde	38	16
HFR	102	16
Kustzijde	28	16
Kustzijde	25	17
Kustzijde	35	17
Polderzijde	400	17
Kustzijde	26	18
Kustzijde	34	18
Polderzijde	203	18
Kustzijde	40	19
	Windmolen sokkel op duin	19
Kustzijde	33	21
Kustzijde	42	21
Kustzijde	31	26
HFR	koepel	28
HFR	schoorsteen	49

Gemiddelde hoogte duintoppen

Hoogtes hoger dan hoogste duintoppen



Figuur 59 Samengestelde foto zicht op omgeving vanuit OLP (opname Arcadis 2016)

De HFR en de diverse schoorstenen zijn door hun grotere hoogte zichtbaar vanuit verschillende standpunten in de omgeving. De op de volgende foto's aangegeven zichtlijnen geven aan dat door laagtes in de duinsystemen, vanuit enkele standpunten de HFR meer dan elders zichtbaar is, doordat zij daar ter plaatse minder wordt afgeschermd. In de polder zijn de aanwezige windmolens ruimtelijk soms dominanter dan de HFR.
Het kustzijdegebied is (beperkt) zichtbaar vanaf de kust, doordat het soms net over de duin heen steekt. De overige zones zijn door de eerste duinenrij en de duinenrij door het midden van de OLP niet of nauwelijks zichtbaar vanaf de kust. Omgekeerd is het kustzijdegebied in de polder niet tot nauwelijks zichtbaar. De zichtbaarheid van de bebouwing aan de polderzijde is sterk afhankelijk van de combinatie van gebouwhoogte, duinhoogte en zichtpunt.
Dichtbij het terrein is veel bebouwing, waaronder de HFR, vaak beperkt zichtbaar. Men kan dan niet "over de duin heenkijken". Op grotere afstand is de zichthoek anders en kan het wel. Wordt de afstand heel groot, dan versmelt het als object met de andere objecten aan de horizon. Afhankelijk van het weer / helderheid treedt dit effect sneller of minder snel op.
Door de openheid in de polder, is er vanuit een groot gebied zicht op de HFR.





Figuur 60 Foto's zicht op OLP vanaf Westerduinweg (opname Arcadis 2016)

Bedrijventerreinen worden als relatief storende elementen in het landschap ervaren [36]. Zeker in een natuurlijke omgeving als een duingebied verwacht je geen bedrijventerrein. In het geval van de OLP, komt daar nog de nuclaire dimensie bij, wat voor velen als eng wordt ervaren. Ondanks dat het terrein niet altijd even zichtbaar is, zal elk onderdeel dan snel als extra storend en dus negatief worden beleefd.
Het huidige bedrijventerrein kent een aantal bebouwingsclusters. De kwaliteit hiervan en de uitstraling van het hele terrein is relatief rommelig. De vorm, opzet en kwaliteit van de gebouwen wisselt sterk, evenals de terreininrichting. De vele losse gebouwen en elementen versterken dit beeld. Het terrein oogt als één groot laboratorium c.q. experimenteergebied. De grootste kwaliteit van het gebied is dat het is ingebed in het duingebied en deze ook ongemoeid laten. De onrustige dynamiek van de duinen en van de ruimtelijke ontwikkeling op het terrein passen in zeker zin ook wel bij elkaar.
De rommelige opzet is hier dan ook minder storend dan wanneer sprake zou zijn van een standaard bedrijventerrein. Het gebied neemt nieuwe ontwikkelingen ruimtelijk relatief gemakkelijk op.
De huidige HFR is niet opvallend in het gebied aanwezig. Vanwege de duinstructuren en de aanwezige bebouwing, is de HFR vaak ook niet zichtbaar. Dichterbij de HFR is het een min of meer geïsoleerd bebouwingscluster, rondom de iconische structuur van de koepel. De beleving is door de gebruikers binnen het terrein anders dan erbuiten, doordat men een relatie heeft met de gebouwen en haar functies. Nucleaire activiteiten hebben voor de gebruikers daarom niet of minder snel een negatieve lading. Het gaat dan meer om de kwaliteit van het ensemble binnen de bijzondere context van de duinen.
Op de strandpaviljoens na is de kuststrook tussen Sint-Maartenszee en Petten leeg, of in zomerse perioden, vol met bezoekers. De weidsheid, de natuurkrachten geven velen een sublieme ervaring.



Figuur 61 Samengestelde foto vanuit strandopgang Sint-Maartenszee richting Petten (opname Arcadis 2016)

De duinen bij Petten zijn als landschap niet beschermd. Er is bijvoorbeeld geen formele status als nationaal landschap. Toch worden ze als onderdeel van de Noordzeekust zeer gewaardeerd. Zo stelt de voorzitter van de stuurgroep Deltaprogramma Kust mevrouw Geldhof in haar aanbiedingswoord in de Nationale Visie Kust in 2013: "De Nederlandse kust is een icoon, trekpleister en handelsmerk". Zij ziet de kust als "onze gouden rand" [44]. Recentelijke discussies geven nog weer nadrukkelijk aan dat het ontwikkelen/bebouwen van de kust – in welke vorm dan ook – op grote weerstand kan rekenen [45] [46]. Diverse organisaties hebben zich verenigd om scherp alle ontwikkelingen in de kustzone in de gaten te houden, zodat deze niet verder wordt aangetast [47]. Openheid, natuurlijkheid en ongereptheid zijn daarbij de kernkwaliteiten die niet verder mogen worden aangetast. Hierbij wordt ook aangegeven dat de ruimtelijke kwaliteit van de kust niet op deelgebiedniveau gezien moet worden, maar als totale systeem. Het geheel van de Noordzeekust is van waarde en elke inbreuk daarop heeft dan invloed op het geheel [48].

Gebruikswaarde
Het poldergebied is primair van belang voor de landbouw en dan vooral bollenteelt. Binnen de grootschalige rationele structuur van de polder kan de landbouwfunctie efficiënt worden uitgevoerd.
In het gebied is een aantal losse windturbines aanwezig, veelal gekoppeld aan bebouwing in de polder. Daarnaast zijn in de verte ook lijnstructuren van windturbines aanwezig.

Toekomstwaarde
Toekomstwaarde gaat onder andere over landschapsvormende processen. Het kustsysteem is bij uitstek een landschap dat hiermee te maken heeft en continue is gevormd door water en wind. Wel heeft de mens hier vaak en veel op ingegrepen en doet dat nog steeds. Relevant voor dit gebied zijn de vroegere vastlegging van de duinen door aanplant van bos door Staatsbosbeheer en de recente ingrepen bij de Hondsbossche en Pettemer zeewering. Voor het bedrijventerrein is het prettig als het duinsysteem stabiel is. Bij een dynamisch duinsysteem, zouden namelijk de duinen zich (kunnen) verplaatsen en dan op terreinen komen, waar nu bedrijvigheid is en/of bedrijvigheid in de toekomst zou kunnen plaatsvinden. Voor de kustverdediging is het belangrijk dat het proces niet zodanig ondermijnd wordt dat sprak is van verzwakking van het duinsysteem, zeker in relatie tot de noodzakelijkheid van een robuuste structuur in relatie tot de voorspelde effecten van klimaatverandering. Voor natuur is juist een zeker mate van dynamiek weer heel interessant.
Het huidige OLP kent een hele flexibele opzet, waarbinnen de bedrijfsbestemming een veelheid van ontwikkelingen relatief eenvoudig ingebed kunnen worden.
In bredere context beïnvloedt het aanwezig zijn van een nucleaire reactor de ontwikkelingsmogelijkheden van de omgeving. De reactor is ooit hier gekomen, omdat het gebied relatief dunbevolkt was. Mocht de nucleaire activiteit op het terrein verdwijnen, dan ontstaan meer mogelijkheden voor ontwikkeling van het gebied, wat in veel opzichten als positief te duiden is. Landschappelijk hoeft dat echter niet positief te zijn. Meer ontwikkeling kan bijvoorbeeld de kwaliteit van een open polder negatief beïnvloeden.

15.2.2 Autonome ontwikkelingen

De volgende autonome ontwikkelingen zijn geconstateerd:

- Strandhuisjes Petten: Er zullen vijftig seizoenstrandbouwwerken (strandhuisjes) worden gerealiseerd op het Noordzeestrand bij Petten. Drie partijen hebben een overeenkomst gesloten met de gemeente Schagen over de exploitatierechten voor een periode van tien jaar.
- Sportpaviljoen Petten: Het zuidstrand van Petten krijgt een paviljoen dat is gericht op (water)sport. Het sportpaviljoen is onderdeel van de totale toeristische impuls dat het nieuwe strand voor Petten zal bieden. Het sportpaviljoen zal verschillende sporten aanbieden.
- Bohemien Estate Sint Maartenszee: Op circa 200 m vanaf de voet van de duinen in Sint Maartenszee zal het prestigieuze project Bohemien Estate gerealiseerd worden. Dit project bestaat uit een hotel met 121 kamers, 71 recreatieappartementen, een parkeerkelder en een groot terras. Bohemien Estate ligt aan de Zeeweg, tussen Petten en Callantsoog in de gemeente Schagen. Bohemien Estate is onderdeel van een project dat ook wel bekend staat als De Vier Hectaren.
- Voormalig hotel tegenover De Goudvis: Het leegstaande voormalig hotel Sint Maartenszee tegenover De Goudvis zal plaatsmaken voor recreatieve appartementen. Er zijn veertien appartementen en vijf penthouses gepland.
- Hondsbossche en Pettemer zeewering: De autonome ontwikkelingen zoals toename in toerisme of dagrecreatie naar aanleiding van de oplevering van de Honsbossche en Pettemer zeewering in 2015 zijn nog niet inzichtelijk.

- Wind op zee: Voor de kust is sprake van al vergunde en aangewezen gebieden voor windenergie. Afhankelijk van de wijze van invulling kan dit van invloed zijn op de mate van ongereptheid van het zicht op zee. Voor het plangebied zal dat relatief nog kunnen meevallen, omdat de dichtbij de kustgelegen gebieden al wat verder zuidelijk liggen en de gebieden tegenover het plangebied veel verder op zee.

15.3 Milieueffecten

15.3.1 Effectbeschrijving

15.3.1.1 Bouwfase

Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek en waarden

In de bouwfase beperken de effecten zich tot het buiten de OLP gelegen werkterrein. Bij de aanleg van het werkterrein in de polder wordt landbouwgrond tijdelijk omgezet naar werkterrein. De polder heeft echter geen beschermde waarde. Het effect in de bouwfase is daarom zeer beperkt. Indien er voor het werkterrein bestaande sloten moeten worden gedempt of doorsneden, is dat in strijd met het ruimtelijk beleid van de gemeente. Te verwachten is, dat als dit al zal plaatsvinden dit een tijdelijk effect zal zijn, met zeer beperkte impact.
De openheid van het gebied is een landschappelijke karakteristiek die (licht) wordt aangetast door de tijdelijke realisatie van het werkterrein. Deze wordt echter niet bij dit criterium meegenomen, maar bij het criterium belevingswaarde. Alle effecten zullen tijdelijk zijn, doordat zoals aangegeven, het terrein weer omgevormd zal worden tot landbouwgrond.
Voor de bouw van de gebouwen zullen de omliggende duinen niet tot zeer beperkt worden aangetast. Er gaat geen of slechts minimaal oppervlakte duin verloren. Er is geen sprake van beschermde landschappelijke waarden, al zijn de duinen landschappelijk en aardkundig wel waardevol. De duinen vormen een dynamisch systeem. Lichte wijzingen of aanpassingen hebben niet tot nauwelijks invloed op de kwaliteit van de landschappelijke karakteristiek als geheel.
Bij koelingsvariant K1 wordt via een open ontgraving een leiding aangelegd. Dit vraagt een breed werkterrein, de daadwerkelijke sleuf is daarentegen relatief smal. Bovendien is sprake van een groot zoekgebied, waarbinnen naar het optimale tracé kan worden gezocht en is de ontgraving van tijdelijke aard. Het grootste risico is dat een bomenrij aangetast zou kunnen worden, echter gezien de beperkte breedte van de sleuf en de vrijheden in het zoekgebied, is het niet waarschijnlijk dat er sprake zal zijn van een belangrijke aantasting van bomen en/of boomstructuren.

Voor zowel koelingsvariant K1 als K2 zal een leidingtracé door de duinen gerealiseerd moeten worden. In potentie zouden hierdoor beschermde aardkundige waarden kunnen worden aangetast. Het duinsysteem heeft echter van nature een dynamisch karakter en de impact zal naar verwachting daarom nooit groot zijn.
Voor de koelingsvariant met koelunits (K3) geldt hetzelfde als hierboven benoemd bij de bouw van gebouwen en zijn geen effecten te verwachten.

Fysieke aantasting historische geografie en historische (steden)bouwkunde

Op de OLP en in de directe omgeving zijn geen benoemde historische geografische- en/of historische (steden)bouwkundige waarden. Ten aanzien de PALLAS-reactor zijn er dan ook geen effecten te verwachten. Dit geldt ook voor de koelingsvarianten. Alleen bij de aansluiting op het Noordhollandsch Kanaal (variant K1) moet rekening gehouden worden met de cultuurhistorische betekenis van dit element. Hier is een pompgebouw voorzien van 12 x 10 x 5m (l*b*h). Ten opzichte van de maat en schaal van het landschap en het kanaal als landschappelijk element, en doordat het aan de andere kant van de N9 is gelegen, zal het effect echter zeer beperkt zijn en kan niet gesteld worden dat het kanaal als cultuurhistorisch belangrijk element significant wordt aangetast.

Belevingswaarde

In de bouwfase zijn er effecten door de zichtbaarheid van het werkterrein in de open polder. Qua schaalgrootte is het werkterrein circa 4 tot 15 maal groter dan de boerenerven in de omgeving. Gezien de relatieve openheid van de polder zal dit over grotere afstand zichtbaar zijn. Mede gezien de aanwezigheid van verstorende elementen als windmolens en maat en de schaal van het terrein ten opzichte van de schaal van de polder, is impact op de beleving toch beperkt. De verstorende werking van het werkterrein zal daarbij sterk afhankelijk zijn van de locatie, opzet, oriëntatie en inrichting van dit terrein, maar blijft beperkt tot de periode van de bouw. Verlichting van het buiten de OLP gelegen tijdelijke werkterrein is hierbij ook een belangrijk aspect, waardoor het terrein 's nachts tot in de verre omgeving zichtbaar kan zijn. Deze blijft echter beperkt tot de werkperiode en dus niet dag en nacht.

Gebruikswaarde

In de bouwfase kan het werkterrein in de polder invloed hebben op de gebruikswaarde van het gebied als daardoor landbouwgrond wordt versnipperd en/of minder toegankelijk is.

Toekomstwaarde

De dynamische processen in de duinen zullen niet significant in positieve of negatieve zin worden beïnvloed tijdens de bouwfase. Ook in de polder zijn er geen landschappelijke processen die worden beïnvloed door de tijdelijke aanleg van het werkterrein.

15.3.1.2 Overgangs- en exploitatiefase

Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek en waarden
Het pompstation bij K1 aan het Noordhollandsch Kanaal en het inlaatplatform in zee bij K2 zullen niet leiden tot significante fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek en waarden.
Het kanaal is wel een landschappelijk relevant element, maar de cultuurhistorische betekenis is groter dan de landschappelijke betekenis. Door positie aan de andere kant van de N9

samen met de zeer beperkte impact kan niet gesteld worden dat er een significante fysieke impact is. Bij K2 zijn er in zee geen fysieke waarden die kunnen worden aangetast.

Belevingswaarde

In de overgangsfase, en exploitatiefase zullen de nieuwe gebouwen van de PALLAS-reactor in meer of mindere mate vanuit de omgeving zichtbaar zijn. De effecten van de overgangsfase komen hierbij overeen met die van de exploitatiefase. Bedrijventerrein en in het verlengde daarvan bedrijfsgebouwen worden relatief storender gevonden dan veel andere objecten [36]. Een toename hiervan zal een verslechtering van de belevingswaarde betekenen. Voor de beoordeling zijn drie onderdelen te onderscheiden:

- Het nucleaire eiland. Dit is het meest bepalende gebouw met betrekking tot de belevingswaarde, doordat dit element psychologisch het meest gevoelig is. Het volume wordt namelijk met straling en daardoor met gevaar geassocieerd. De mate van beleefbaarheid is sterk afhankelijk van de hoogte van het gebouw. Ook de vormgeving is belangrijk. Hoe meer het lijkt op een gewoon bedrijfsvolume, c.q. aansluit op omliggende bedrijfsvolumes en niet op de archetypische koepel die wordt geassocieerd met kernenergie, hoe minder negatief het gebouw zal worden beleefd.
- De schoorsteen. Dit element is onafhankelijk van de varianten door de grote hoogte altijd over grote afstand zichtbaar. Echter op de OLP staan al meerdere vergelijkbare schoorstenen, welke niet direct geassocieerd worden met de nucleaire activiteiten.
- De overige bedrijfsgebouwen van PALLAS. Deze zijn qua maat en omvang vergelijkbaar met aanwezige bedrijfsgebouwen op de OLP. In relatie tot duinen zijn ze vaak niet tot zeer beperkt zichtbaar.

Bouwhoogtevarianten

Visualisaties van de verschillende bouwhoogtevarianten zijn weergegeven in het achtergrondrapport Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit (Bijlage F10). Vanuit vrijwel alle zichtpunten heeft variant B3 een zeer dominant fors volume, dat nadrukkelijk meer aanwezig zal zijn dan de huidige HFR. B3 is ook hoger dan de maximum bouwhoogte zoals gesteld in het vigerende bestemmingplan. De bouwhoogte van variant B2 is op basis van een wijziging door bevoegd gezag de maximaal mogelijke hoogte conform bestemmingsplan. Het bouwvolume van B2 is veel minder dominant dan dat van B3. Vanuit de meeste zichtpunten is de nieuwbouw van variant B2 in lijn met de huidige bebouwing. Toch is variant B2 vanuit een aantal belangrijke zichtpunten in de polder meer zichtbaar dan de huidige HFR. Dit komt vooral door de omvang (hoogte in combinatie met breedte) van het nieuwe bouwvolume. De bouwhoogte van variant B1 is de maximum standaard bouwhoogte conform vigerende bestemmingsplan. Het bouwvolume is daarmee in lijn met bestaande bouwvolumes en zelfs kleiner dan meerdere bestaande bedrijfsgebouwen op de OLP. B1 is daardoor veel minder en regelmatig niet zichtbaar vanuit de onderzochte zichtpunten.

Koelingsvarianten

Voor de variant waar met koelunits op basis van verneveling van water wordt gekoeld (variant K3) zijn twee effecten van belang:

- de zichtbaarheid/beleving van de installatie zelf;
- de zichtbaarheid/beleving van condensatievorming (zichtbare waterdamp als gevolg van de verneveling).

De hoogte van de installatie (14,5 +NAP[42]) is vergelijkbaar met de gemiddelde hoogte van de duinenrij die tussen de installatie en de polder ligt (circa 11 – 14 +NAP). Op korte afstand is het daarom lastig om ze “over de duin heen” te kunnen zien, terwijl op grote afstand het geringe hoogteverschil ten opzichte van de duinen, de koelunits ook weinig onderscheidend zal maken. De koelunits zijn nadrukkelijk lager dan veel van de omliggende bebouwing.

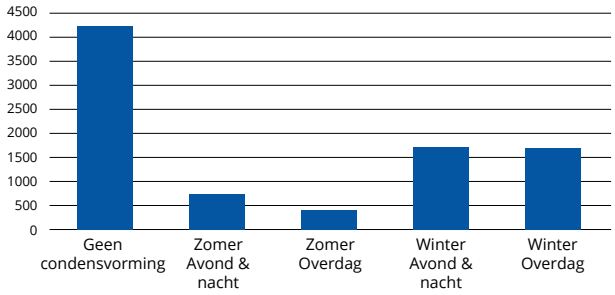
De koelinstallatie zelf zal naar verwachting qua verstoring niet heel anders beschouwd worden dan bedrijfsgebouwen. Dit geldt niet voor condensatievorming. Die roepen toch de associatie op van rook. Rook heeft een negatieve lading, omdat het een gevoel geeft van schadelijke stoffen die worden uitgestoten. Dit zal juist bij een nucleaire installatie nog extra negatief gevoeld worden, ondanks dat het in werkelijkheid alleen gaat om waterdamp.

Condensatievorming (zie Figuur 63 ter illustratie) kan binnen het huidige ontwerpkader optreden bij buitentemperaturen onder de 110°C. De condities voor condensatievorming zijn vrijwel alleen temperatuur afhankelijk in verband met het nevelen van water. Wel geldt hoe droger de lucht, hoe sneller de condensatievorming oplost en dus hoe kleiner de condensatievorming. Het is echter niet exact te duiden in welke mate dit het geval zijn. In Figuur 62 zijn over een periode van 10 jaar het gemiddeld aantal uur uitgesplitst dat de temperatuur onder de 110°C ligt.

Over een heel jaar genomen geldt voor ruim 50% van de tijd dat er condities zijn waar condensatievorming zich kan voordoen. De condities voor condensatievorming zijn echter door het jaar heen niet gelijk. In Figuur 62 is onderscheid gemaakt tussen zomer & wintertijd en dag & nacht[43]. Het verschil in zomer- en wintertijd is relevant, doordat er, vooral door recreanten en toeristen, in de zomertijdperiode er veel meer mensen in het gebied zijn dan in de wintertijdperiode. De impact in de zomertijdperiode is daarom groter dan in de wintertijdperiode. In de zomertijd komt condensatievorming relatief weinig voor. In de wintertijdperiode is dit substantieel meer. Ten opzichte van het totaalaantal uren dat er condities zijn voor condensatievorming is dit namelijk voor circa 75% van de tijd in de wintertijdperiode. Het verschil tussen dag en nacht is relevant, doordat verwacht mag worden dat er een verschillende beleving is van condensatievorming in het donker of in het licht. Overdag verhoudt de condensatievorming zich tot haar directe omgeving. In het donker is de zichtbaarheid afhankelijk van de mate van weerkaatsing van grondlicht, waarbij het zichtbaar kan contrasteren in een

42 Conform het Outline Design is de maximale hoogte van een koelunit is 11 m. De koelunits liggen op 3,5 m +NAP.
43 In verband met de wisselende startdata van zomertijd en wintertijd is ervoor gekozen om af te ronden op gehele maanden. Zomertijd: april-oktober; wintertijd: november-maart. Dagperiode: 06:00-17:59; avond en nacht: 18:00-05:59.

donkere context. Dit is echter op voorhand zeer lastig in te schatten. In de wintertijdperiode is er relatief weinig verschil tussen het aantal uren overdag of 's nachts dat condensatievorming kan optreden. In de zomertijdperiode is er wel een duidelijk verschil. Overdag zal het zich dan maar in beperkte mate voordoen.



Figuur 62 Gemiddeld aantal uren per jaar dat de buitentemperatuur lager is dan 11 graden Celsius (KNMI-weerstation de Kooy, periode 2006 - 2015)

Bij mistige condities zal de condensatievorming minder waarneembaar zijn. Gemiddeld doet zich op jaarbasis in 2,2% van de tijd condensatievorming voor waarbij het zicht minder is dan 900 m. Vanuit bijvoorbeeld Sint-Maartenszee is de condensatievorming dan niet zichtbaar meer. Een andere factor is de windsnelheid. Bij hogere windsnelheden zal de condensatievorming sneller verwaaien.
Net als bij de luchtvochtigheidscondities is de mate waarin dit plaatsvindt lastig te duiden. Het aangegeven percentage/uren is daarom een worst-case-situatie. In de praktijk zal het werkelijke aantal uren dat er sprake is van een duidelijk zichtbare condensatievorming minder zijn.
De condensatievorming is parallel aan de duinenrij net zo breed als de installatie (circa 50 m)[44] . De hoogte is circa 10 m tot 15 m en dus 25 m tot 30 m +NAP. Een exacte maximale of gemiddelde hoogte is moeilijk te geven, omdat dit sterk afhankelijk is van lokale weercondities. Figuur 63 geeft een impressie van gemiddelde condensatievorming.



Figuur 63 Referentie condensatievorming koelinstallatie

Voor de varianten met koelwater geldt, dat de nieuwe pijplijnen die nodig zijn door de duinen voor varianten K1 en K2 gezien het dynamische karakter van het duinsysteem niet problematisch zijn. Ook een leidingtracé voor K1 door de polder zal geen grote ruimtelijke effecten hebben.
Variant K2, waarbij water uit de Noordzee wordt gebruikt, heeft wel een sterk effect ten aanzien van de belevingswaarde, doordat het platform van het inlaatpunt dicht bij het strand zichtbaar zal zijn. Dit heeft een forse negatieve impact op de gewaardeerde natuurlijke en ongerepte uitstraling van het gebied. Aan zee wordt men geconfronteerd met de OLP en PALLAS, dat anders vanaf het strand grotendeels verborgen is achter de duinen.

Gebruikswaarde
Ten aanzien van koelingsvariant K1 is alleen het grondgebruik boven de leidingtracés door de polder relevant. Er is echter 1,50 m aan vrije bodemruimte boven de leiding(en), waardoor er in de praktijk nauwelijks sprake zal zijn van beperkingen in het grondgebruik. Alleen voor extreme vormen van diepploegen en het aanbrengen van diepere drainage is er sprake van een potentiele beperking. Beide activiteiten zijn hier niet waarschijnlijk en kunnen eventueel zo plaatsvinden dat er geen conflict met de leiding hoeft te zijn. Eventuele andere landbouwkundige activiteiten die problemen zouden kunnen veroorzaken (glastuinbouw etc.) zijn conform het bestemmingsplan niet mogelijk.

Toekomstwaarde
De dynamische processen in de duinen zullen niet significant in positieve of negatieve zin worden beïnvloed tijdens de overgangs- en exploitatiefase. Ook in de polder zijn er geen landschappelijke processen die worden beïnvloed door de tijdelijke aanleg van het werkterrein.

15.3.2 Effectbeoordeling

Bouwfase
Tabel 97 presenteert de effectbeoordeling voor de bouwfase van de PALLAS-reactor. Per criterium wordt de effectbeoordeling besproken.

Fysieke aantasting
Er zijn geen significante effecten te verwachten voor fysieke aantasting van landschappelijke karakteristiek/waarden, historische geografie en historische (steden)bouwkunde, zowel ten aanzien van de bouwhoogtevarianten als de koelingsvarianten. Deze worden daarom allen op neutraal (0) gesteld.

Belevingswaarde
De effecten ten aanzien van de belevingswaarde beperken zich tot de aanwezigheid van het werkterrein in de polder. Dit is een tijdelijk effect van beperkte omvang in een gebied met relatief beperkte waarde, mede doordat het gebied nu al negatief beïnvloed wordt door aanwezig windturbines en de zichtbare bedrijfsbebouwing van de OLP. Doordat er wel sprake is van enig effect, wordt het effect voor de bouwhoogtevarianten op negatief gesteld (-). Dit effect is niet onderscheidend voor de varianten.

44 Conform het Outline Design is de breedte van een enkele koelunit is 12,5 m. Er liggen vier van deze units op korte afstand van elkaar.

Tabel 97 Effectbeoordeling Landschap en cultuurhistorie, bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische geografie	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische (steden) bouwkunde	0	0	0	0	0	0
Belevingswaarde	-	-	-	0	0	0
Gebruikswaarde	0	0	0	0	0	0
Toekomstwaarde		0	0	0	0	0

Gebruikswaarde
Ten aanzien van de gebruikswaarde leidt het werkterrein tot negatieve effecten in de vorm van versnippering en slechtere bereikbaarheid van landbouwkavels. Dit effect is echter zeer lokaal, tijdelijk, van zeer beperkte omvang en bovendien goed te voorkomen binnen het zoekgebied. De effectscore is daarom neutraal (0) voor de bouwhoogte- en koelingsvarianten.

Toekomstwaarde
Er zijn geen effecten ten aanzien de toekomstwaarde in deze fase. De effectscore is daarom neutraal (0) voor de bouwhoogte- en koelingsvarianten.

Exploitatie- en overgangsfase
Voor het aspect Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit is de exploitatiefase gelijk aan de overgangsfase, doordat de ruimtelijke situatie hetzelfde is. De effectscores zijn daarmee ook gelijk. Tabel 98 presenteert de effectbeoordeling voor de bouwfase van de PALLAS-reactor. Per criterium wordt de effectbeoordeling besproken.

Fysieke aantasting
Ten aanzien van landschappelijke karakteristiek en waarden zijn er voor koelingsvarianten K1 en K2 in potentie wel effecten. Door aanleg van nieuwe leidingen door de duinen kunnen beschermde aardkundige waarden worden aangetast. Het duinsysteem is echter van nature dynamisch. Lichte verandering van reliëf is dan niet storend, zolang het reliëf en de samenhang van het reliëf niet wordt aangetast.

Verwacht wordt dat er alleen sprake zal zijn van verstoring van de bodemopbouw en niet van aantasting van het reliëf. Omdat de omvang en impact op de landschappelijke karakteristiek en waarden beperkt zijn, maar schade niet kan worden uitgesloten en vanwege de monumentstatus, wordt het effect op negatief gesteld (-).
Er zijn geen significante effecten te verwachten voor fysieke aantasting historische geografie en fysieke aantasting historische (steden)bouwkunde, zowel ten aanzien van de bouwhoogtevarianten als ten aanzien van de koelingsvarianten. Deze worden daarom allen op neutraal (0) gesteld.

Belevingswaarde
Ten aanzien van de belevingswaarde is er een duidelijk verschil in effect ten aanzien van de varianten in bouwhoogte. Bouwhoogtevariant B1 is weinig onderscheidend ten opzichte van de referentiesituatie. De effectscore is daarom neutraal (0). Bouwhoogtevariant B3 zorgt voor een fors en dominant volume dat mede doordat deze met nucleaire activiteiten zal worden geassocieerd, over grote afstand tot een sterk nega-

Tabel 98 Effectbeoordeling Landschap en cultuurhistorie, overgangs- en exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Overgangs- en exploitatiefase						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	-	-	0
Fysieke aantasting historische geografie	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische (steden) bouwkunde	0	0	0	0	0	0
Belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Gebruikswaarde	0	0	0	0	0	0
Toekomstwaarde		0	0	0	0	0

tieve belevingswaarde zal zorgen. Met dit volume zal kleur of vorm niet tot nauwelijks tot een meer of minder positieve beleving leiden. Vanwege de grote impact wordt het effect op zeer negatief gesteld (- -). Variant B2 zit tussen beide varianten in. Het is zeker meer aanwezig dan variant B1 en dus negatiever, maar nadrukkelijk niet in die mate als variant B3, doordat het wel aanwezig, maar niet dominant is te noemen. Variant B2 scoort daarom negatief (-).
Voor koelingsvariant K1 zijn er geen significante effecten te verwachten ten aanzien van de belevingswaarde. Deze scoort daarom neutraal (0). Variant K2 heeft wel een sterk negatief effect op de belevingswaarde, doordat het platform voor het inlaatpunt nadrukkelijk aanwezig zal zijn in een open vrijwel ongerept natuurlijk gebied en daarbij refereert aan de nucleaire activiteiten, die anders achter de duinen verborgen liggen. Ondanks dat vanwege de autonome ontwikkeling van windparken in zee, de horizon in de toekomst niet ongerept zal zijn, is deze nabij de kustgelegen installatie veel zichtbaarder en dominanter. Zeker gezien de waarde die in de diverse beleidsstukken aan een zo ongerepte, lege, weidse, natuurlijke kust wordt gehecht en waarbij een inbreuk op een deel van de kust ook gezien wordt als inbreuk op de eenheid van de hele kust, is dit alleen als sterk negatief te duiden (- -). De condensatievorming van koelingsvariant K3 zal voor een groot deel van het jaar waarneembaar zijn, maar echter vooral in de wintertijdperiode. Juist in die periode zijn in het gebied de minste mensen (weinig recreanten en toeristen), waardoor de impact beperkt is. De omvang van de condensatievorming is vergelijkbaar met de impact van bouwhoogtevariant B2. In tegenstelling tot het gebouw is sprake van een dynamische situatie die sterk afhankelijk is van weersomstandigheden. De impact van de condensatievorming zal minder sterk zijn dan die van bouwhoogtevariant B2, maar is van een zodanige omvang en frequentie dat deze toch negatief wordt gewaardeerd (-).
De combinatie van bouwhoogtevarianten en deze koelingsvariant is relevant. Bij B1 zal de condensatievorming het beeldbepalende element zijn van PALLAS richting de omgeving. De condensatievorming is dan erg relevant en het effect weegt daardoor zwaarder. Bij B2 ontstaat een zichtbaar breed “blok” aan de horizon. Door de lengte is het minder een puntelement en meer een lijnelementen en sluit zo beter aan op de lijn van de duinen die tussen de installatie en de polder liggen. B3 zal altijd veel nadrukkelijker aanwezig zijn, dan de condensatievorming. Het effect van condensatievorming zelf is dan zeer ondergeschikt aan het sterk negatieve effect van B3. In alle gevallen blijft het effect van condensatievorming van K3 negatief.

Gebruikswaarde en toekomstwaarde
Er zijn geen significante effecten ten aanzien van de gebruikswaarde en de toekomstwaarde in deze fase. De effectscore is daarom neutraal (0).

15.4 Mitigerende maatregelen

In de effectbeoordeling zijn nauwelijks negatieve effecten geconstateerd. Optimalisatie voor de verdere uitwerking en inpassing van de voorgenomen activiteit blijft echter mogelijk.

Hiervoor gelden de volgende mitigerende maatregelen, onderverdeeld naar werkterrein, het nucleaire eiland en koelingsvarianten:

Werkterrein
- Pas het werkterrein, buiten de OLP, zodanig in de polder in dat er geen (of zo min mogelijk) sloten worden gedempt of doorsneden. Doe tevens zoveel mogelijk recht aan bestaande verkavelingsstructuren en voorkom versnippering van landbouwkavels.
- Bij de uitwerking van het buiten de OLP gelegen werkterrein maatregelen opnemen om de negatieve uitstraling van het terrein te beperken, bijvoorbeeld door het terrein te benaderen als een erf omkaderd met een (tijdelijke) landschappelijke beplanting. Houdt opslag en bebouwing zo laag mogelijk. Daarnaast zijn maatregelen treffen om de uitstraling van verlichting maximaal te beperken. Bij een optimale inpassing, waarbij het werkterrein niet meer als werkterrein herkenbaar is, kan de effectscore zelfs neutraal worden.

Het nucleaire eiland
- Bij de uitwerking van het ontwerp van het nucleaire eiland en de overige gebouwen geldt, hoe lager en compacter de bebouwing, hoe beter ten aanzien van de belevingswaarde. Ook de architectonische uitwerking is zeer bepalend. Hoe onopvallender (qua kleur en vorm) hoe beter. Een gebouw dat niet of minder geassocieerd wordt als nucleaire installatie helpt ook bij de acceptatie van de nieuwbouw. Ook verdient de organisatorische opzet van de gebouwen aandacht. Deze dient samen met de terrein inrichting zodanig uitgewerkt te zijn dat zo minimaal mogelijk het huidige duinoppervlak wordt aangetast en zoveel mogelijk recht doet aan haar natuurlijke omgeving. Optimale architectonische uitwerking zorgt zeker voor belangrijke verbetering, maar niet zodanig dat de effectscores voor belevingswaarde zullen veranderen, doordat deze vooral gekoppeld zijn aan de zichtbaarheid van de massa van het gebouw.
- Naast optimalisatie van de gebouwen kan ook de omgeving aangepast worden, zodat het zicht op de gebouwen maximaal beperkt wordt, bijvoorbeeld door de duinen op strategische plekken te verhogen en wellicht zelfs natuurlijk te beplanten. De score van belevingswaarde B2 wijzigt na deze aanpassing mogelijk naar neutraal, doordat het nucleaire eiland zelfs grotendeels aan het zicht kan worden onttrokken. Echter vanwege de natuurwaarden is dit niet zonder meer een daadwerkelijke oplossing. In overleg met onder andere Staatsbosbeheer zou naar mogelijkheden gekeken kunnen worden. Conform de wensen van de gemeente Schagen, zou hierbij de overgang van omgeving naar OLP verbeterd kunnen worden, door bijvoorbeeld een betere inpassing van het hekwerk om het terrein vooral

langs de Westerduinweg. Hierbij kan gedacht worden aan het ophogen van duinen en aanleg van beplanting om hekwerk aan het zicht te onttrekken. Dit leidt wel tot een verbetering, maar niet genoeg voor een verandering in effectscores.

Koelingsvarianten

- Ondanks dat het leggen van de leidingen door de duinen richting de Noordzee voor de koelingsvarianten K1 en K2 weinig effect hebben, heeft het altijd de voorkeur om aan te sluiten op bestaande leidingtracés, om bijvoorbeeld het bestaande reliëf en mede daardoor ook de aanwezige aardkundige waarden zo min mogelijk te verstoren. Bij optimale combinatie kan de beoordeling van de fysieke aantasting aan het landschappelijke karakter in de exploitatiefase veranderen naar neutraal, omdat vanwege de verstoring door de eerdere leiding geen sprake zal zijn van een significante verdere verstoring.
- Een geboorde leiding met vrij verval voor koelingsvariant K1 heeft sterk de voorkeur boven een relatief oppervlakkig gegraven tracé. Ten eerste is in plaats van een pompstation bij het Noordhollandsch Kanaal slechts een relatief eenvoudige inlaatconstructie nodig. Deze zal minder impact hebben bij het kanaal en makkelijker in te passen zijn. Al wordt de gebruikswaarde nauwelijks beperkt door het oppervlakkige tracé (effectscore neutraal), een tracé op basis van vrij verval zal dieper liggen en daarmee nog minder effect hebben op de gebruikswaarde. Ook wordt de grond niet geroerd en dus wordt aantasting van landbouwkundige bodemkwaliteit uitgesloten. Leidingtracés door de polder dienen zoveel mogelijk parallel gekoppeld te worden aan bestaande structuren (sloten, wegen etc.). Dit leidt niet tot een verandering in effectscore, maar wel tot een verbetering van de situatie. Een zigzaggend diagonaal geheel vrijliggend tracé zou zoveel mogelijk vermeden moeten worden. Patronen en gebruik zullen zo het meest minimaal worden beïnvloed. Mocht toch sprake zijn van een pompstation aan het Noordhollandsch Kanaal, dan zal deze architectonisch en landschappelijk zo goed mogelijk ingepast dienen te worden, met respect voor de landschappelijke en historische context. Wederom leidt dit niet tot een verandering in effectscore, maar wel tot een verbetering van de landschappelijke situatie.
- Mocht er een inlaatplatform in zee nodig zijn, dan dient zeer veel aandacht besteed worden aan de locatie (afstand tot de kust etc.) en de architectonische vormgeving. Het object dient zo min mogelijk op te vallen. Bij een niet zichtbare constructie onder water of een constructie op zeer grote afstand uit de kust kan de effectscore neutraal worden, doordat er geen zichtbare beleving meer is vanaf het strand. Optimale architectonische vormgeving, beperking van de zichtbaarheid van het platform, onder andere door beperking van de verlichting van het platform en dergelijke zijn belangrijke verbeteringen, maar zorgen nog steeds dat een (vrijwel) ongerepte situatie om ongewenste wijze negatief wordt aangetast. De effectscore blijft dan toch zeer negatief.
- Wanneer voor een koelingsvariant met koelunits wordt gekozen (K3), zou de installatie zo geoptimaliseerd moeten worden, dat de condensatievorming zo klein mogelijk is (lager dan de duinen) en zich zo min mogelijk voordoen. Optimaal is als geen condensatievorming optreedt. In plaats van het huidige natte koelsysteem, zou dan een droog koelsysteem moeten worden gebruikt. Een droog koelsysteem werkt echter niet wanneer de temperatuur van de buitenlucht te hoog is. Bij een hybride koelsysteem, waar beide worden gecombineerd, zal nooit condensatievorming optreden, omdat de temperaturen waarbij nat koelen van toepassing is, hoger zijn dan de grenswaarde van 11 °C. Wanneer er geen condensatievorming optreedt, verbetert de score voor de belevingswaarde naar neutraal.

15.5 Leemten in kennis

In deze fase zijn er geen relevante leemten in kennis. Ten behoeve van verdere uitwerking en detaillering van PALLAS in combinatie met vergunningverlening en bijbehorend onderzoek en project-MER is er meer detaillering nodig van de omstandigheden en tijdsduur van condensatievorming op basis van verschillende weerscondities (temperatuur, luchtvochtigheid, wind, licht /donker etc.). Er is onduidelijkheid over de exacte condities en omvang van condensatievorming.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

16 Archeologie

De volgende beschrijving van het aspect Archeologie is gebaseerd op het achtergrondrapport Archeologie (zie Bijlage F11).



16.1 Beoordelingskader

16.1.1 Beleidskader

In Tabel 99 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Archeologie opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Voor een uitgebreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Archeologie.

Tabel 99 Beleid, wet- en regelgeving Archeologie

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Verdrag van Valletta, Europees verdrag, 1992	Het Verdrag van Valletta stelt dat archeologisch materiaal in de bodem onvervangbaar is en dat opgraven alleen gewenst is wanneer behoud in de bodem niet (meer) mogelijk is. De verstoorder van de bodem betaalt voor het archeologisch onderzoek. Daarnaast wordt gesteld dat door middel van maatregelen ten behoeve van bescherming, conservering en behoud het archeologisch erfgoed beschermd wordt.
Erfgoedwet, Rijksoverheid, 2016	De Erfgoedwet harmoniseert bestaande wet- en regelgeving en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Tot dat de Omgevingswet ingaat, blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet (zoals regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen) van kracht.
Wet Archeologische Monumentenzorg (WAMz), Rijksoverheid, 2007	De WAMz herziet onder andere de Monumentenwet 1988 en behandelt de bescherming van zowel gebouwde als archeologische monumenten en de zorg voor het archeologische erfgoed. Er wordt gestreefd naar behoud in de bodem. Indien dat niet mogelijk is, dient archeologisch onderzoek plaats te vinden, en is de initiatiefnemer/ verstoorder van de bodem verantwoordelijk voor de gemaakte kosten van het onderzoek.
Monumentenwet, Rijksoverheid, 1988	De Monumentenwet regelt de bescherming van gebouwen (rijks- of gemeentelijke monumenten), stads- of dorpsgezichten en van objecten/ensembles van de (voorlopige) UNESCO-Werelderfgoedlijst. Daarnaast zijn op rijksniveau kunnen archeologische monumenten worden aangewezen. Tot slot biedt de wet biedt gemeenten de mogelijkheid om een gemeentelijke monumentenverordening te maken op basis waarvan gemeentelijke archeologische monumenten aangewezen kunnen worden.
Besluit op de Archeologische Monumentenzorg (BAMz), Rijksoverheid, 2007	Dit besluit is een nadere uitwerking van de op basis van de Wet op de Archeologische Monumentenzorg gewijzigde Monumentenwet 1988, waarin bijvoorbeeld regels zijn opgenomen met betrekking tot de archeologische opgravingsvergunning.
Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA, versie 4.0), Centraal College van Deskundigen, 2005	De KNA bevat eisen waaraan archeologisch onderzoek en beheer van archeologisch vondst- en documentatiemateriaal minimaal moeten voldoen. Ook aan de uitvoerders van het archeologisch onderzoek (de actoren) zijn in de KNA eisen gesteld. Alle handelingen die ten minste uitgevoerd moeten worden om te kunnen spreken van basiskwaliteit, worden beschreven. De processtappen (en eventueel bijbehorende specificaties) die zijn vastgelegd, vormen een minimumeis.
Archeologiebeleid, gemeente Schagen	De waardering en aanwijzing van archeologische waardevolle gebieden en beleidsregels t.a.v. beheer en behoud daarvan, is vastgelegd in het archeologiebeleid van de gemeente Schagen (zie Figuur 64) [76]. Deze waardering en aanwijzing van archeologische waardevolle gebieden zijn door de gemeente vastgesteld in een gemeentelijke archeologische beleids-advieskaart. Deze kaarten zijn grotendeels bepaald aan de hand van de landschappelijke ligging van de archeologisch waardevolle gebieden. In de gemeentelijke verwachtingskaarten zijn tevens reeds bekende vindplaatsen en patronen van gebruik en bewoning meegenomen

16.1.2 Beoordelingskader en methodiek

De beoordelingscriteria voor het aspect Archeologie staan weergegeven in navolgende tabel (Tabel 100). Tabel 103 geeft de score toekenning voor de beoordeling van bekende archeologische waarden weer. Algemeen geldt dat er voor archeologie geen sprake zal zijn van positieve effecten.

Studiegebied

Voor archeologie wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende onderzoeksgebieden. Het betreft het onderzoeksgebied PALLAS, het gebied waar de kernreactor zal worden gebouwd, de zoekzone voor het tijdelijke werkterrein en het onderzoekgebied voor de zones waarin de koelleidingen geplaatst kunnen worden. Dit is weergegeven in Tabel 100 en Figuur 66.

Beoordelingskader

Na de tabellen volgt per beoordelingscriterium een toelichting en wordt ingegaan op de gehanteerde methode. Voor beide criteria is een kwantitatief/kwalitatieve methode gebruikt. Dit wil zeggen dat op basis van kwantitatieve basisgegevens, zoals aantal hectare van een gebeid met een archeologische verwachtingswaarde, een beoordeling naar een kwalitatieve beoordelingsschaal gemaakt wordt.



Figuur 64 De verschillende waardevolle archeologische gebieden rondom het plangebied

Tabel 100 Beoordelingskader aspect Archeologie

Beoordelingscriteria	Toelichting
Aantasting gebieden met archeologische verwachtingswaarde (archeologische verwachtingswaarde)	Kwantitatieve toetsing vindt plaats indien effecten zich lenen voor kwantificering (bijvoorbeeld het aantal hectares of vierkante m) en/of er algemeen aanvaarde andere kwantitatieve methodes voor effectbepaling beschikbaar zijn.
Fysieke of indirecte aantasting archeologisch bodemarchief (archeologische bekende waarde)	Kwantitatief aantal bekende waarden, inclusief beoordeling (kwalitatief).

Aantasting gebieden met archeologische verwachtingswaarde

Bouwhoogtevarianten

Om tot een effectbeoordeling en -vergelijking te komen, is bepaald of en zo ja welke van de bouwhoogtevarianten de laag van mogelijke archeologische waarde op circa 10 m diepte kan verstoren [50]. Hoe meer en hoe dieper de verstoring hoe negatiever de variant scoort. Dit vanwege het feit dat de diepte van de archeologische laag kan fluctueren waardoor de archeologische waarden mogelijk dieper in de bodem kunnen zitten. Bij diepere verstoringen is de kans dus groter dat een archeologisch waardevolle laag verstoord zal worden.

Koelingsvarianten

Ten behoeve van de effectbeoordeling en -vergelijking zijn de doorsnijdingen in vierkante meters (m²) van de verschillende koelingsvarianten door de gemeentelijke archeologiegebieden beoordeeld (zie Figuur 69). De archeologiegebieden 1A, 1B, 2 en 3 worden als een samenhangend gebied beschouwd als gebied met een (middel)hoge verwachtingswaarde. Hierdoor wordt het aantal klassen beperkt en wordt de vergelijkbaarheid van de varianten vergemakkelijkt. Daarnaast is dit een worst case benadering. Doorsnijdingen in de gebieden 1A, 1B, 2 en 3 zijn daarom bij elkaar opgeteld en als totaaleffect per variant weergegeven.

De archeologiegebieden 4 en 5 zijn gedefinieerd als gebied met een lage verwachtingswaarde. Doorsnijdingen van de archeologiegebieden 4 en 5 zijn daarom bij elkaar opgeteld maar kunnen, vanwege het grote verstoringsoppervlak, mogelijk wel boven de vergunningsvrije grens voor archeologisch onderzoek vallen en worden om deze reden meegenomen in de effectbeoordeling.

Om tot een effectbeoordeling te komen wordt gekeken naar het doorsnijdingsoppervlak van de twee varianten voor de koeling in de aanwezige gebieden met archeologische verwachtingswaarden (gebieden 1A, 1B, 2 en 3 en gebieden 4 en 5). Er wordt gekeken naar twee koelingsvarianten, omdat deze

voor koeling relevant zijn in de beoordeling (K1 en K2)[45]:

- In het ontwerp wordt bij koelingsvariant K1 onderscheid gemaakt tussen een koelleidingsysteem met 1 of 2 leidingen [51]. De verstoring in het geval van 2 koelleidingen betreft een sleuf van 8.5 m breed en 2.60 m diep. De oppervlakte verstoring in het geval van 1 koelleiding betreft een sleuf van 7.5 m breed en 2.90 m diep. Bij deze effectbeoordeling wordt uitgegaan van de meest schadelijke methode voor archeologie. Derhalve zal gekeken worden naar het effect van 2 koelleidingen die middels een open ontgraving van het pomphuis naar de PALLAS-reactor worden aangelegd.
  De oppervlakte verstoring voor de aanleg van de sleuf voor de aanvoerleidingen is 14.373.5 m². Hier komt nog 35 m² extra oppervlakte verstoring bij als gevolg van de aanleg van het pomphuis.
- Voor koelingsvariant K2 geldt dat ondanks dat de leidingen niet over de gehele lengte ingegraven worden, er wel over het gehele tracé een verstoring van archeologische resten die in de top van de zeebodem liggen kan optreden. Derhalve wordt de gehele lengte van de koelleiding meegenomen in de effect beoordeling.

Aantasting gebieden met archeologische bekende waarde

Voor de bouwhoogte- en koelingsvarianten is bepaald hoeveel bekende archeologische waarden in of naast de varianten met bodemverstoring (50 m aanwezig zijn. Indien er 0 tot 10 archeologische waarden in deze zone liggen, dan scoort deze negatief. Indien er 10 of meer archeologische waarden liggen scoort deze variant zeer negatief.

Oppervlakken in percentages voor de effectbeoordeling

Het totale oppervlak van de twee koelingsvarianten met koelleidingen (K1 en K2) is daarna onderverdeeld in percentages om de vertaling te kunnen maken naar de kwalitatieve beoordelingsschaal (0, - of - -).

- Bij variant K1 betreft 0 – 14.245 m² verstoring valt in de categorie < 50% en 14.243 – 28.485 m² valt in de categorie (50% verstoring).
- Bij variant K2 betreft 0 – 12.806 m² verstoring valt in de categorie < 50% en 12.807 – 25.612 m² valt in de categorie (50% verstoring).

De verdeling is gebaseerd op de totale oppervlakte van de verstoring aan weerszijden van het nucleaire eiland per leidingvariant. Daar de locatie van koelingsvarianten K1 en K2 nog niet vastliggen maar wel duidelijk van elkaar de onderscheiden zijn, wordt in deze effectbeoordeling uitgegaan van de verstoring van archeologische waarden binnen de zoekgebieden waarin deze varianten vallen.
In Tabel 101 zijn de doorsnijdingen in m² per koelingsvariant voor elke gebied met archeologische waarde (conform de beleidsadvieskaart, zie Figuur 64) weergegeven. Vervolgens zijn de vierkante meters voor archeologiegebieden 1A en 3 bij elkaar opgeteld en de meters voor archeologiegebieden 4 en 5 om de klassen te reduceren en te komen tot een effectscore van neutraal, negatief en zeer negatief. Uitgangspunt hierbij is dat de inname- en retourleiding van variant K2 in dezelfde sleuf worden aangelegd. Bij de realisatie van variant K3 treedt geen bodemverstoring op.
Bij koelingsvariant K1 is ook de verstoring die door de aanleg van het pompgebouw zal worden veroorzaakt opgenomen in het aantal m² verstoring. Dit betreft een verstoring van 12 x 10 m. De extra vierkante meters die hierbij verstoord gaan worden, zijn bij de totale verstoring van koelingsvariant K1 opgeteld.
Bij koelingsvariant K2 is ook de verstoringsoppervlakte 40 x 60 m van het platform op zee meegenomen en de oppervlakte van de koelleiding op de zeebodem.

Tabel 101 Doorsnijdingen zoekgebieden koelingsvarianten door beleidszones (in vierkante meters)

Variant	W 1a	W 3	W 4	W 5	Totale doorsnijding 1a+3	Totale doorsnijding 4 + 5
K1	357	1411	15.002	11.714	1768	26.716
K2	-	-	25.615	-	-	25.615
K3	-	-	-	-	-	-

Relevante fasen

Voor het aspect Archeologie is alleen de bouwfase relevant, omdat alleen in deze fase bekende en verwachte archeologische waarden beïnvloed kunnen worden.

Beoordelingsschaal plan-MER

Verwachte archeologische waarden

In Tabel 102 is de scoringsmethodiek voor verwachte archeologische waarden weergegeven. De scoring is gebaseerd op de totale (kwantitatieve) doorsnijding in m² van de verschillende archeologische beleidsklassen op de gemeentelijke beleidskaart.
Binnen de tabel wordt onderscheid gemaakt tussen gebieden met een (middel)hoge archeologische verwachtingswaarde en een lage archeologische verwachtingswaarde. Op basis van deze criteria wordt het effect op archeologie bepaald. Indien er zowel hoge als lage archeologische waarden worden verstoord, worden deze bij elkaar opgeteld en zal dit als een verzwarend effect worden beschouwd en zeer negatief (- -) scoren.

Of daadwerkelijk archeologische waarden aanwezig zijn op deze locaties kan alleen door veldonderzoek worden vastgesteld. Er wordt op gewezen dat een lage trefkans slechts betekent dat het minder waarschijnlijk is dat er archeologische waarden aanwezig zijn dan in zones met een hogere trefkans. Het blijft mogelijk dat er zich archeologische waarden bevinden. Bodemingrepen zullen voor archeologie altijd negatief scoren omdat ook in een lage verwachtingszone of als een bodemingreep onder de onderzoeksplichtige oppervlakte valt een meldingsplicht bestaat. Wanneer toch onverhoopt archeologische resten worden aangetroffen heeft deze meldingsplicht tot gevolg dat werk moet worden stil gelegd om deze resten te

45 De in de effectbeoordeling opgenomen procentuele verdeling van de oppervlakte van de doorsnijding betreft een arbitraire indeling om tot een vergelijking te kunnen komen.

Tabel 102 Scoretoekenning beoordeling Archeologie, verwachte archeologische waarden

Score	Betekenis	Toelichting (middel)hoge archeologisch verwachtingswaarde (1A – 3)	Toelichting lage archeologische verwachtingswaarde (4 - 5)
++	Zeer positief effect	-	-
+	Positief effect	-	-
0	Geen effecten	Geen doorsnijding in m² van gebieden met archeologische verwachting	Geen of beperkte doorsnijding in m² van gebieden met archeologische verwachting 0-50%.
-	Negatief effect	Beperkte doorsnijding in m² van gebieden met een archeologische verwachting 0-50%.	Grote doorsnijding in m² van gebieden met archeologische verwachting > 50%
- -	Zeer negatief effect	Grote doorsnijding in m² van gebieden met archeologische verwachting > 50%	

onderzoek. Dit betekent een risico voor de planning en kosten voor de uitvoerder.

Bekende archeologische waarden
Tabel 103 geeft het beoordelingskader voor bekende archeologische waarden weer. Hierin is ook de vertaling van het kwalitatieve oordeel naar een kwantitatieve indeling gemaakt. Dat betekent dat de relevantie van de bekende waarden zijn beoordeeld. Er zijn bijvoorbeeld vondstlocaties die administratief geplaatst zijn omdat de herkomst onduidelijk is. Deze bekende waarden zijn dan niet meegenomen in de kwantitatieve beoordeling.
Hoe meer bekende waarden, hoe negatiever de score (dit is een arbitraire verdeling om te kunnen komen tot een effectscore en de eventuele onderscheidenheid tussen alternatieven te kunnen duiden).

Tabel 103 Scoretoekenning beoordeling Archeologie, bekende archeologische waarden

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	-
+	Positief effect	-
0	Geen effecten	Wanneer geen bekende archeologische waarden op of nabij een alternatief zijn gelegen.
-	Negatief effect	0 – 10 bekende waarden op of nabij een alternatief.*
- -	Zeer negatief effect	> 10 bekende waarden op of nabij een alternatief*

16.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

16.2.1 Huidige situatie

Bij de beoordeling van de effecten op archeologie is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende onderzoeksgebieden:

- Het betreft het onderzoeksgebied PALLAS wat geldt als het gebied waar de nucleaire reactor zal worden gebouwd.
- Daarnaast is er een 'ruimer' onderzoeksgebied gegeven voor de zones waarin de koelleidingen geplaatst kunnen worden. Dit ruimere onderzoeksgebied is in groen op de verschillende afbeeldingen weergegeven.

Over de situatie in de onderzoeksgebieden voorafgaand aan de Middeleeuwen is weinig bekend. Het huidige duingebied is in de Late Middeleeuwen ontstaan en heeft een sterk reliëf met toppen van soms tientallen meters boven de zeespiegel. Het is onbekend hoeveel van het oude landschap uit de Prehistorie en de Vroegmiddeleeuwse veenontginningen onder de afdekkende zandlagen bewaard is gebleven. Mogelijk heeft de zee niet alleen veel zand afgezet, maar ook de oudere afzettingen, zoals het veen, geërodeerd.
Het dorp Petten zelf is diverse malen verdronken en verplaatst. Van belang voor de onderzoeksgebieden is dat Petten in de 20e eeuw nog eenmaal verdween, ditmaal echter met een andere oorzaak dan de zee. Op last van de Duitse bezetter werd het dorp in 1943 afgebroken vanwege de bouw van de Atlantikwall. Deze Atlantikwall is in de hele kuststrook in de duinen aangelegd en bestaat uit Stutzpunkten en Festungen (versterkte locaties) met daartussen lege ruimte. In Petten is een Stutzpunkt aangelegd. Of in het onderzoeksgebied PALLAS zelf ook bouwwerken zijn aangelegd, is niet duidelijk [52] [53].

Onderzoeksgebied PALLAS
Om inzicht te krijgen in het grondgebruik in het onderzoeksgebied PALLAS in de Nieuwe tijd biedt de analyse van historische kaarten een goede invalshoek. Op geen van de geraadpleegde historische kaarten staat bebouwing in de onderzoeksgebieden afgebeeld [54] [55] [56]. Vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw is het terrein van het Energiecentrum Nederland (ECN) bebouwd [56].
Er geldt in het onderzoeksgebied PALLAS een hoge archeologische verwachting voor vindplaatsen uit de periode Laat Paleolithicum tot Mesolithicum in de dekzandafzettingen [50]. Er geldt een middelhoge archeologische verwachting voor

vindplaatsen uit de periode Neolithicum tot de Bronstijd en uit de periode Late Middeleeuwen tot de 11e eeuw en er geldt een lage archeologische verwachting voor vindplaatsen uit het Mesolithicum, de Bronstijd tot Late Middeleeuwen en vanaf de 11e eeuw tot en met de Nieuwe tijd.
Tijdens veldonderzoek [50] is gebleken dat de bodem in het onderzoeksgebied tot 0,8 à 1,9 m-mv is verstoord. Daaronder is de verwachte bodemopbouw van duinafzettingen op kwelderafzettingen op veenafzettingen op kwelderafzettingen op veenafzettingen op dekzandafzettingen aangetroffen. Op basis van de resultaten van dit onderzoek, wordt geconcludeerd, dat er sprake is van één niveau, waarop archeologische resten aangetroffen kunnen worden: de top van het dekzand (vanaf 10,3 à 11,8 m-mv; 6,7 à 8,6 m -NAP). Hierin is een fragment verbrande hazelnootdop aangetroffen. Het aantreffen van een fragment verbrande hazelnootdop kan duiden op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats in de top van het dekzand.

Onderzoeksgebied voor leidingen
Op een afstand van 950 m ten noordwesten van het Onderzoeksgebied PALLAS is op het strand een vuurstenen sikkel aangetroffen (Archis waarnemingsnummer 18502). De sikkel wordt in de Late Bronstijd tot Midden IJzertijd gedateerd. Deze waarneming (nu vondstlocatie genoemd) ligt in het onderzoeksgebied leidingen. Op een afstand van 1.200 m ten noordoosten van het Onderzoeksgebied PALLAS is een stenen bijl geregistreerd (ARCHIS-waarnemingsnummer 228100). De bijl is op een akker gevonden en wordt in het Laat Neolithicum tot Midden Neolithicum gedateerd. Deze waarneming (nu vondstlocatie genoemd) ligt ten noorden van de het Zoekgebied voor Leidingen.
Uit eerder booronderzoek (Archis nummer: 53987) dat door Hollandia in 2012 is uitgevoerd op het strand van Petten en Camperduin zijn in de eerste 1,20 m-mv geen archeologische lagen of vondsten aangetroffen. Op basis hiervan is geadviseerd af te zien van verder onderzoek [57].
In 2011 is er binnen het onderzoeksgebied voor Leidingen een verkennend booronderzoek uitgevoerd door de Grontmij (Archis nummer: 46746). Bij dit onderzoek is naar voren gekomen dat het onderzochte gebied hoofdzakelijk uit zee- en wad afzettingen bestaat. De top van de ondergrond is binnen het gehele onderzochte gebied verstoord als gevolg van bouwactiviteiten en infrastructurele werken. Bij het booronderzoek zijn geen archeologische indicatoren[46] aangetroffen. Op basis van deze resultaten is geadviseerd om af te zien van verder archeologisch onderzoek [58].

Vondstlocaties
De met geel weergegeven vondstlocatie (420255) betreft de aangetroffen archeologische indicatoren in het onderzoek van RAAP [50].
Ten noordoosten van het zoekgebied is een vondslocatie met



Figuur 65 Vondstlocaties [59]

46 Een archeologische indicator, zoals bijvoorbeeld houtskool, kan wijzen op een archeologische vindplaats, maar betreft geen echt bewijs voor een vondstlocatie. Een vondstlocatie is een locatie die is aangemerkt in ARCHIS III, waar daadwerkelijk een vondst is gedaan, zoals een werktuig of een scherf.

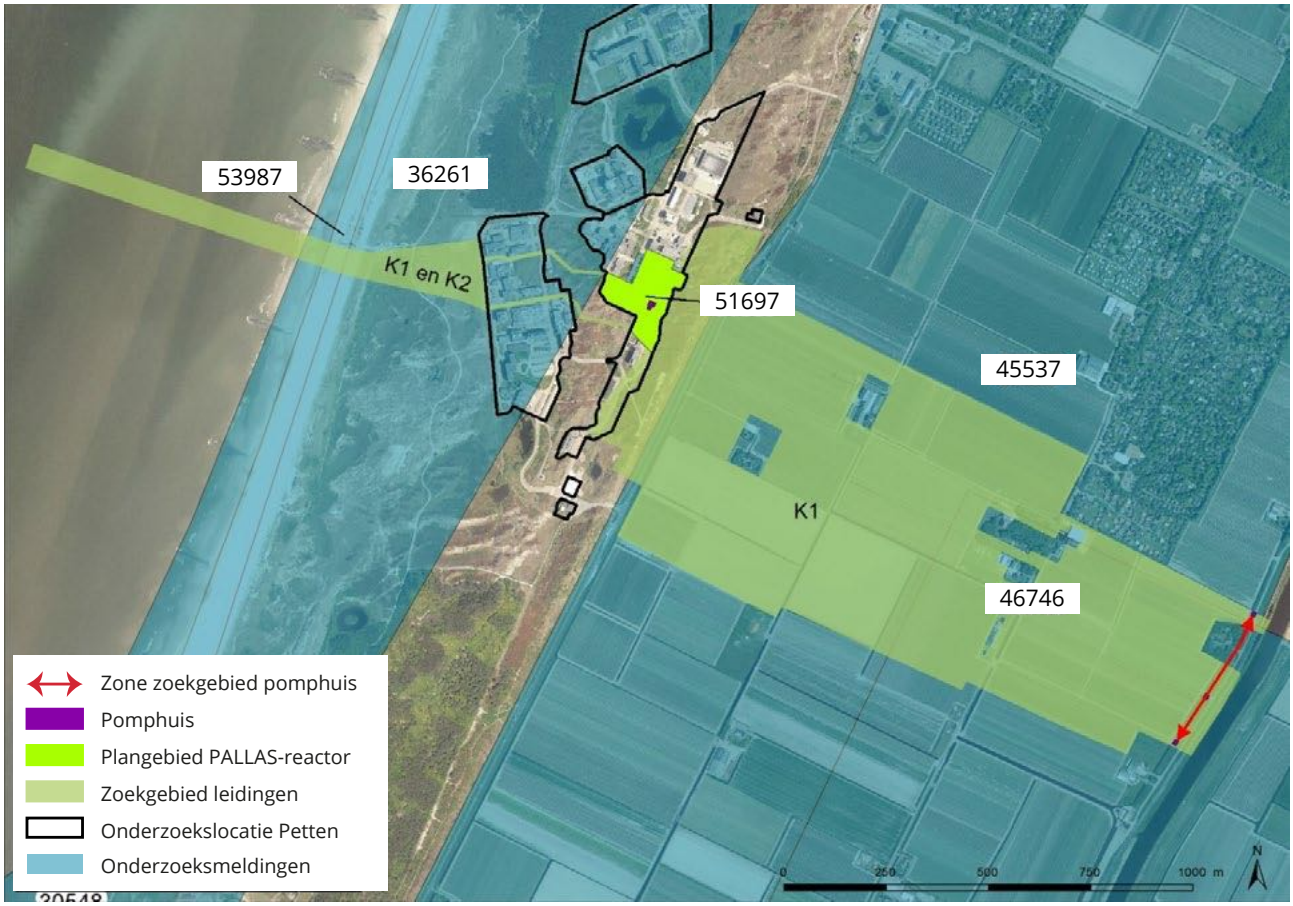
nummer 228100. Dit betreft de vondst uit 1993 van een vuursteen bij (type: Fels-Oval bijl) daterend uit het Midden of Laat Neolithicum. De bijl is als losse vondst op een akker gevonden en is niet tot een bepaald complextype benoemd.
Er liggen geen Archeologische monumenten (AMK-terreinen) of andere bekende waarden in de nabijheid van de koelingsvarianten (zie Figuur 65 op de vorige pagina).

In en nabij het onderzoeksgebied is een zestal eerdere onderzoeken geregistreerd in ARCHIS III. Het betreft de volgende onderzoeksmeldingen (zie Figuur 66):

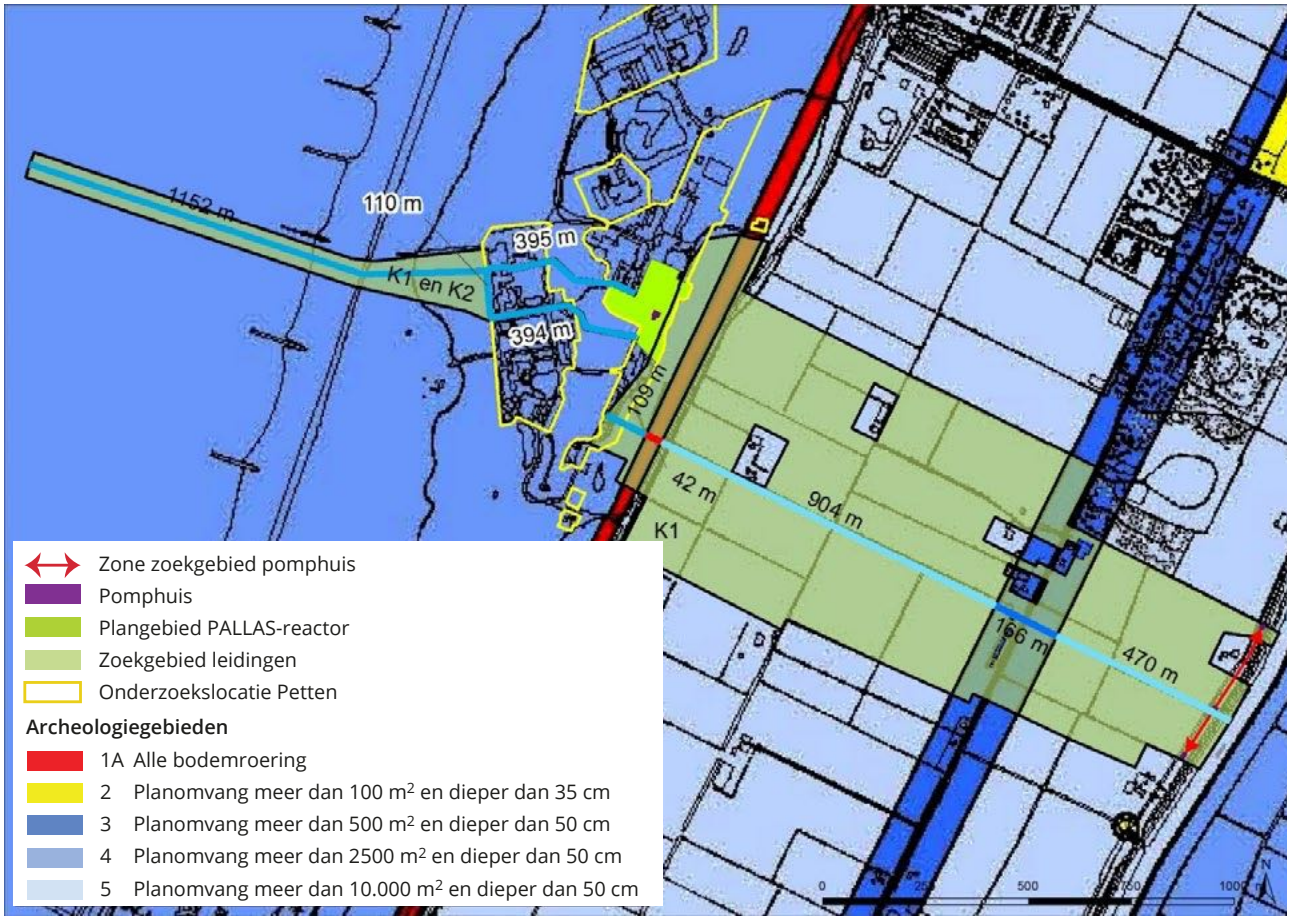
- 10919: Een onderzoek van RAAP uit 1999. Er zijn geen verdere gegevens over dit onderzoek in Archis opgenomen.
- 36261: In het kader van de plannen voor het versterken van de Zwakke Schakel, Duinen Kop van Noord-Holland is door ARCADIS Nederland BV in 2009 en 2011 (samen met Oranjewoud; Archis melding 45537) in opdracht van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Provincie Noord-Holland een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat binnen het plangebied meerdere archeologische zones van verschillende aard en omvang en met andere verwachtingswaarden kunnen worden aangewezen. Derhalve is geadviseerd om aanvullend booronderzoek uit te voeren.
- 46746: Op basis van een eerder uitgevoerd bureauonderzoek (OMG 45537 Oranjewoud) is door de gemeente en HHNK overeengekomen om een aantal zones nader te onderzoeken middels een verkennend booronderzoek. Dit onderzoek is uitgevoerd door Grontmij in 2011. Na uitvoering van dit onderzoek wordt geadviseerd om af te zien van verder archeologisch onderzoek.
- 51697: Door RAAP [50] is in 2014, een bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek (verkennende fase) uitgevoerd. De resultaten zijn in onderhavig document beschreven.
- 53987: Door Hollandia is in 2012 een vorm van booronderzoek uitgevoerd. Bij dit onderzoek is tot een diepte van 1,20 m-mv geboord. Hierbij zijn geen archeologische lagen of vondsten aangetroffen. Op basis van deze gegevens is geadviseerd om af te zien van verder onderzoek.

16.2.2 Autonome ontwikkelingen

In de archeologie bestaan geen autonome ontwikkelingen in de zin dat in het korte tijdsbestek tot 2026 zich nieuwe archeologische waarden ontwikkelen. Wel is het mogelijk dat ontwikkelingen, anders dan de aanleg van de PALLAS-reactor, in deze periode archeologische waarden aantasten. Op het moment van het opstellen van dit plan-MER zijn in onderzoeksgebieden geen andere ontwikkelingen gepland die invloed kunnen hebben op de archeologische waarden in het gebied.



Figuur 66 Onderzoeksmeldingen [59]



Figuur 67 Lengtes van de doorsnijdingen van de aanleg sleuf voor de koelleidingen. De lichtblauwe lijn geeft een indicatie weer van de ligging en lengte van de koelleidingen

16.3 Milieueffecten

16.3.1 Effectbeschrijving

In deze paragraaf zijn, aan de hand van het beoordelingskader de milieueffecten van de verschillende bouwhoogte- en koelingsvarianten in beeld gebracht voor het aspect Archeologie. Voor het beoordelen van de effecten is gebruik gemaakt van het beoordelingskader, zoals in paragraaf 16.1 is toegelicht. De milieueffecten worden per beoordelingscriterium (zie paragraaf 16.1.2) beschreven. Voor het aspect Archeologie is alleen de bouwfase relevant.

16.3.1.1 Bouwfase

Verwachte archeologische waarden

Figuur 67 geeft de verschillende archeologische beleidsklassen weer op de gemeentelijke beleidsadvieskaart. De breedte van het verstoringoppervlak die gebruikt is om de totale verstoringsoppervlakte te berekenen, komt uit de rapportage van het technisch ontwerp van de PALLAS-reactor [51] (geraadpleegd op 11 november 2016). De lengte van de aanlegsleuf van de koelleidingen die gebruikt zijn om de verstoringsoppervlakte te berekenen, zijn op Figuur 67 weergegeven.

Koelingsvarianten

De afvoerleiding van koelingsvariant K1 bevindt zich aan de westkant van de PALLAS-reactor. Er zijn drie verschillende routes mogelijk waarop deze koelleiding de zee in kan lopen [51]. Voor de effectbeoordeling wordt uitgegaan van het langste en breedste ontwerp, in dit geval het ontwerp met een dubbele afvoerleiding. De oppervlakte verstoring van dit ontwerp voor de afvoer van het koelwater betreft 14.076 m².

De totale oppervlakte die bij koelingsvariant K1 verstoord wordt is 28.484,5 m².

De aanvoerleiding van koelingsvariant K2 begint op 700 m uit de kust en betreft een dubbele aanvoerleiding waarvan de sleuf een breedte van 11 m heeft. De afvoerleiding loopt tot 300 m uit de kust. De sleuf van de afvoerleiding heeft een breedte van 8,5 m. De totale oppervlakte verstoring van koelingsvariant K2 is 25.258 m².

Het platform op zee (koelingsvariant K2) heeft een ruimtebeslag van 40 x 60 m met een koelleiding over de zeebodem met 6 funderingspalen met een 800 mm diameter, 15 m de zeebodem in, 800 m voor de kust. De oppervlakte doorsneden door funderingspalen is 3 m². 4 funderingspalen tijdelijk op de zeebodem veroorzaakt een oppervlakte verstoring van 2 m².

Oppervlakte in percentages voor de effect beoordeling

Voor de bouwhoogtevarianten is de oppervlakte verstoring voor alle varianten hetzelfde (60 m x 60 m). Er is wel verschil bij de drie bouwhoogtevarianten in op welke manier de

bodem verstoord wordt dit maakt echter voor de mate waarin de archeologische resten behouden kunnen blijven geen verschil. Ondanks dat er bij bouwhoogtevarianten B2 en B3 geen totale ontgraving voor de aanleg van het nucleaire eiland (zoals bij bouwhoogtevariant B1) hoeft plaats te vinden, wordt door het plaatsen van heipalen de onderliggende archeologische laag geheel verstoord. Behoud in situ is hierdoor niet meer mogelijk.
Om eventuele archeologische resten te kunnen onderzoeken dient voor het plaatsen van de heipalen een gravend onderzoek uitgevoerd te worden. Dit geeft een soortgelijke verstoring als de ontgraving voor de bouw van het nucleaire eiland bij bouwhoogtevariant B1. Derhalve scoren alle bouwhoogtevarianten zeer negatief en is hiervoor geen onderscheidende tabel gemaakt.
Gezien de archeologische verwachting die voor dit gebied is afgegeven, maakt het voor het effect op de archeologie niet uit waar binnen het zoekgebied de leidingen van koelingsvariant K1 en K2 komen te liggen. De doorsnijding van de archeologische waarden is voor het gehele zoekgebied vanaf het Noordhollandsch Kanaal tot aan de kerncentrale gelijk daar de afgegeven archeologische verwachting als loodrechte zones ten opzichte van de leiding liggen. Derhalve geldt de score van de beoordeelde koelingsvariant voor het gehele zoekgebied. Dit geldt ook voor het zoekgebied naar de zee. Binnen dit gebied is de archeologische verwachting overal hetzelfde waardoor dezelfde effectscore voor het gehele zoekgebied geldt.
In plaats van een ontgraving voor het aanleggen van de koelleidingen kan er ook gekozen worden voor het boren van de koelleidingen. De leidingen worden op een diepte tussen de 4 en 8 m-mv geboord. In dit geval kan er afgezien worden van een open ontgraving waardoor deze methode minder nadelig is voor de eventueel aanwezige archeologische resten. Echter gezien de archeologische laag op een diepte van circa 10 m-mv zit en mogelijk fluctueert, kunnen er zich in de zone boven deze laag ook archeologische resten bevinden die mogelijk verstoord worden als gevolg van het boren. Derhalve kan deze methode ook een mogelijk nadelig effect op de archeologie hebben. Om deze reden wordt er bij de beoordeling niet uitgegaan van een totale afname van effect en blijft dit negatief scoren.

Bekende archeologische waarden
De bouwhoogtevarianten van de PALLAS-reactor zijn niet onderscheidend ten opzichte van bekende archeologische waarden. Bij alle drie de bouwhoogtevarianten raakt de locatie van de PALLAS-reactor een bekende archeologische vondstlocatie. Deze vondslocatie wordt verstoord tijdens de bouwfase. Beleidszone 1a betreft in dit gebied de historische zanddijk. Varianten K1 en K2 zullen deze dijk verstoren.

16.3.2 Effectbeoordeling
De bekende en verwachte archeologische waarden zijn gebruikt om tot de effectbeoordeling te komen in Tabel 104. Voor het aspect Archeologie zijn alleen de bouwfase en de koelingsvarianten relevant, zie paragraaf 16.1.2. Na de tabel is deze beoordeling nader toegelicht.

16.3.2.1 Bouwfase
Verwachte archeologische waarden
Bouwhoogtevarianten
Aangezien voor alle bouwhoogtevarianten de diepte van de funderingspalen en of het nucleaire eiland zelf op 30 m tot 35 m onder maaiveld zijn voorzien, is het onvermijdelijk dat de archeologisch waardevolle laag op 10 m onder maaiveld, verstoord gaat worden. Derhalve is bepaald dat alle bouwhoogtevarianten van het nucleaire eiland (B1 – B3) zeer negatief scoren.

Koelingsvarianten
Voor de koelingsvarianten scoort variant K3 het meest gunstig. Door het plaatsen van koelunits (K3) wordt doorsnijding van archeologische waarden door de aanleg van een koelwaterleiding uitgesloten (score: 0).
Voor maritieme archeologische resten scoren zowel variant K1 als variant K2 negatief daar er bij de realisatie van beide varianten scheepswrakken en/of verdronken dorpen verstoord kunnen worden. Daar deze mogelijk aanwezige archeologische resten op de zeebodem verwacht worden, kunnen deze resten bij de aanleg van de koelleidingen en het platform in zee worden bedreigd. Variant K2 scoort negatief (-) daar de bodemverstoring ruim boven de vergunningsvrijegrens van gebieden met een zone met een lage archeologisch verwachtingswaarde plaatsvindt.
Omdat variant K1 de grootste doorsnijding heeft door een gebied met een relatief hoge archeologische verwachting en aanvullend hierop een groot gebied met een lage archeologische verwachtingswaarde verstoord scoort deze zeer negatief (- -).

Tabel 104 Effectscore tabel aspect Archeologie, bouwfase PALLAS-reactor

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Verwachte archeologische waarden Aantasting gebieden met (middel) hoge en/of lage verwachtingswaarde	- -	- -	- -	- -	-	0
Bekende archeologische waarden Fysieke of indirecte aantasting bekende archeologische waarden	-	-	0	0	0	0

Bekende archeologische waarden

Bouwhoogtevarianten

Als gevolg van de bouw van de PALLAS-reactor en/of het aanbrengen van heipalen worden de vondslocaties verstoord. Daarom scoren alle bouwhoogtevarianten negatief (-).

Koelingsvarianten

Voor zowel variant K1 als K2 wordt de historische zanddijk verstoord. Varianten K1 en K2 worden om deze reden als negatief (-) beoordeeld. Variant K3 heeft geen koelleiding en scoort om deze reden ook neutraal (0).

16.4 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen kunnen volgen uit wetgeving, beleid of als wens vanuit de omgeving. Ze kunnen toegepast worden wanneer negatieve effecten optreden. In dit project zijn mogelijkheden voor mitigatie aanwezig.

Compenserende maatregelen, in de zin van het creëren of elders aanbrengen van archeologische waarden (zowel grondsporen als artefacten), zijn niet mogelijk.

Archeologische waarden kunnen worden beschermd door de bodem waarin deze waarden zich bevinden onaangetast te laten (behoud in situ). Verstoring van eventuele aanwezige archeologische waarden door bodemverstorende ingrepen kan worden voorkomen door middel van planaanpassing. Wanneer planaanpassing voor de vergunningverlening kan worden toegepast, worden effecten voorkomen en is er sprake van een neutrale effectscore.

Variant K3 behoeft geen mitigerende maatregelen in relatie tot het aspect Archeologie. Wat betreft de varianten voor koeling is een mitigerende maatregel het kiezen voor variant K3 waarbij ten opzichte van K1 en K2 minder bodemverstoring optreedt. In het geval van varianten K1 en K2 geldt dat:

- Door de koelleidingen boven de grond aan te leggen, kan een groot gedeelte van de bodem onverstoord blijven wat gunstig is voor het behoud van de eventueel aanwezige archeologische resten en de zanddijk.
- Door het plaatsen van de koelleidingen door middel van een gestuurde boring in plaats van een open ontgraving wordt de te verstoren oppervlakte sterk verminderd en worden archeologische vindplaatsen minder beschadigd.
- Indien planaanpassing niet mogelijk is, is slechts het documenteren van de te vernietigen waarden een optie (behoud ex situ). Dit kan door middel van een archeologische opgraving.

16.5 Leemten in kennis

Voor dit plan-MER is gebruik gemaakt van het eerder uitgevoerde bureau- en inventariserend onderzoek van RAAP [50], ARCHIS III en het gemeentelijk beleid van Schagen/Zijpe. Een leemte in kennis is het ontbreken van informatie over een van de onderzoeksmeldingen uit ARCHIS III (Archis nr. 10919).

Een inherent probleem voor archeologie is dat het gedeeltelijk gebaseerd wordt op beperkte informatie en aannamen. Er wordt daarom in het bureauonderzoek en op verwachtings- en beleidskaarten gesproken over verwachtingen.

Dit geldt zelfs in zekere mate voor bekende waarden, zoals afkomstig uit het inventariserend onderzoek verkennende fase: van deze waarden is binnen het onderzoek niet bekend hoe groot de daadwerkelijke vindplaatsen zijn en hoe deze zijn geconserveerd. Totdat de bodem wordt opengelegd, is in feite niet te bepalen of archeologische waarden aanwezig zijn, wat de precieze datering, omvang et cetera ervan is.

Er zal voor de aanleg van de bouwhoogtevarianten B1, B2 en B3 archeologisch vervolgonderzoek moeten worden uitgevoerd in het kader van verdere uitwerking, inpassing en daarbij behorende vergunningverlening (conform het beleidsadvies van de gemeente Schagen). In welke vorm dit onderzoek zal zijn, is nog niet bekend. Voor PALLAS is een Archeologisch onderzoeksplan PALLAS-reactor in uitvoering, Daarin wordt onderzocht welke mogelijkheden voor archeologisch vervolgonderzoek mogelijk en geschikt zijn.

Indien er wordt gekozen voor de koelingsvarianten K1 en K2 is nog geen enkele vorm van archeologisch onderzoek uitgevoerd voor het leidingentracé. Er zal hier nader onderzoek nodig zijn wanneer de onderzoek plichtige oppervlakte wordt overschreden (conform het beleidsadvies van de gemeente Schagen) in de vorm van, in eerste instantie, een archeologisch bureauonderzoek. Op basis hiervan kan dan de afweging worden gemaakt of er nog vervolgonderzoek nodig is. Dit onderzoek voert echter te ver voor het plan-MER, daar dit enkel de bestemmingsplanwijziging ten behoeve van de PALLAS-reactor betreft. Dergelijk onderzoek zal in ieder geval uitgevoerd moeten worden voor het project-MER voor de PALLAS-reactor en de vergunningen ten behoeve van de aanleg van het koelwatertracé.

17 Verkeer

De volgende beschrijving van het aspect Verkeer is gebaseerd op het achtergrondrapport Verkeer (zie Bijlage F12).



17.1 Beoordelingskader

17.1.1 Beleidskader

In Tabel 105 is in het kort het relevante beleid en de relevante wet- en regelgeving voor het aspect Verkeer opgenomen. Daarbij is aangegeven wat de relevantie is voor het project. Binnen het aspect Verkeer wordt tevens gekeken naar trillingen. Voor trillingen is geen wettelijk kader, maar wordt wel gewerkt met richtlijnen. De relevante richtlijnen zijn opgenomen in de volgende tabel. Voor een uitbreide toelichting op de beleidsplannen en relevantie voor PALLAS wordt verwezen naar het achtergrondrapport Verkeer.

Tabel 105 Beleid, wet- en regelgeving Verkeer

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving/ Relevantie voor PALLAS
Weginrichting Duurzaam Veilig (CROW publicatie 315 [60])	De ambitie van Weginrichting Duurzaam Veilig is een duurzaam en veilig wegverkeerssysteem waarbij de kans op ongevallen door de vormgeving van de infrastructuur bij voorbaat al drastisch is beperkt. Voor zover er nog ongevallen gebeuren, is het proces dat de ernst van ongevallen bepaalt, zodanig geconditioneerd dat ernstig letsel nagenoeg uitgesloten is. De verkeersveiligheid wordt getoetst conform dit kader.
SBR Meet- en beoordelingsrichtlijn Trillingen	Er wordt in de SBR richtlijn veel aandacht besteed aan het meten van trillingen. Over het algemeen wordt dan ook verwezen naar deze richtlijn wanneer een trillingsonderzoek is voorgeschreven en uitgevoerd. Naast aandacht voor de meting van trilling bevat de richtlijn ook een beoordelingssystematiek. De richtlijnen hebben uitsluitend betrekking op trillingen die van buiten het te beoordelen gebouw komen. Dat houdt in dat het gaat om trillingen die uitsluitend via de ondergrond en de funderingen het gebouw bereiken.

17.1.2 Beoordelingskader en methodiek

Het aspect Verkeer wordt beoordeeld conform het beoordelingskader dat in Tabel 106is weergegeven. Na de tabel worden de beoordelingscriteria toegelicht.

Studiegebied

Het studiegebied voor Verkeer betreffen de wegen die vanaf de OLP en het werkterrein aansluiten op de N9 als ontsluitingsroute, zie Figuur 68.

Tabel 106 Beoordelingskader Verkeer

Beoordelingscriteria	Beschrijving
Verkeersveiligheid	Weginrichting conform Duurzaam Veilig
Verkeersbewegingen	Toename verkeer (procentueel en absoluut) ten opzichte van maximale (gewenste) intensiteit
Trillingshinder door verkeer	Toename trillingshinder

Beoordelingskader

Verkeersveiligheid

Tijdens de bouwfase is zwaar transport (vrachtwagens) noodzakelijk om goederen/zand/beton van en naar het terrein te transporteren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van transport per schip via het Noordhollandsch Kanaal. Een overslagplaats wordt ingericht nabij het Sint Maartensvlotbrug waar overslag plaatsvindt tussen schip en vrachtwagen. Daarnaast wordt er een werkterrein ingericht aan de overzijde van de N502.
Kijkende naar de routes voor het bouwverkeer zal de N9 en de N502 langs Petten voor het overgrote gedeelte (75%) van de tijd worden gebruikt. Echter al het bulkmateriaal wordt per schip aan- en afgevoerd naar de overslagplaats nabij Sint Maartensvlotbrug. De meest directe route voor het verkeer van de bouwlocatie naar de overslagplaats is via de N502 en de Zeeweg. Onderzocht is of de N9, N502/N503 en de Zeeweg geschikt zijn voor het bouwverkeer:

- De N502 is een gebiedsontsluitingsweg, buiten de bebouwde kom, 2x1 rijstrook met een maximum snelheid van 80 km/h. De rijbaanbreedte is circa 6,5 m wat de minimale rijbaanbreedte is voor een gebiedsontsluitingsweg. Belangrijk voor het vrachtverkeer is bij een dergelijke rijbaanbreedte dat er voldoende zicht is (de zichtafstand) zodat chauffeurs door de bocht kunnen kijken en op tijd kunnen anticiperen.
- De N503 heeft eenzelfde inrichting als de N502. Het is een gebiedsontsluitingsweg, buiten de bebouwde kom, 2x1 rijstrook met een maximum snelheid van 60 km/h. Op het grootste deel van het traject is een inhaalverbod van toepassing (uitgezonderd landbouwvoertuigen) en zijn er enkele drempels aanwezig om de snelheid te remmen. Ook op de N503 is de rijbaanbreedte minimaal voor een gebiedsontsluitingsweg, namelijk circa 6,5 m. Ook bij deze weg is het van belang dat de zichtafstanden goed zijn.
- De Zeeweg is een erftoegangsweg. Tussen de N502 en de Belkmerweg ligt de Zeeweg buiten de bebouwde kom en heeft deze weg een maximum snelheid van 60 km/h. Dit gedeelte van de Zeeweg is in beheer van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
  Vanaf de Belkmerweg richting Sint Maartensvlotbrug ligt de Zeeweg binnen de bebouwde kom (30 km/h) en in beheer van de gemeente Schagen.

De voorziene routes voor het bouwverkeer worden beoordeeld met behulp van CROW-publicatie 315. Hierbij wordt onderzocht of de weg voldoet aan de gestelde richtlijnen maar ook of de vorm en functie van de weg past bij de verwachtte toename van verkeer (voornamelijk vrachtverkeer) ten gevolge van de bouw van de PALLAS-reactor.
Met behulp van ongevalsdata uit Viastat-online zijn de ongevallen in de periode 2012-2015 inzichtelijk gemaakt op de N9 tussen het kruispunt met de N502 t/m de aansluiting N503. De reden voor deze periode is dat dit deel van de N9 in 2012 Duurzaam Veilig is ingericht en het kruispunt N9/N502 is omgebouwd tot een ongelijkvloerse variant.

Verkeersbewegingen

Voor de verkeersafwikkeling is geen specifiek beoordelings-



Figuur 68 Routes voor aan- en afvoer per as (rood) en schip (groen). De overslagplaats, bouwlocatie en werkterrein zijn aangegeven met respectievelijk een groene, rode en gele cirkel

kader beschikbaar. Er zijn kentallen (maximale hoeveelheden verkeer) voor verschillende typen wegen die gebruikt worden om aan te geven of de doorstroming in gevaar komt. De toename van verkeer ten gevolge van de bouw- of overgangsfase wordt berekend ten opzichte van de huidige intensiteit en kwalitatief beoordeeld.
Dagelijks zullen er 57 vrachtbewegingen per dag (zowel heen als terug, dus 114 ritten) plaatsvinden op het wegennet. Al het materiaal wordt vanaf de overslagplaats aangevoerd en dient dus per vrachtwagen vanaf de overslagplaats naar de PALLAS-reactor te worden vervoerd. Ondanks dat de route via de N9 en N502 zuid (circa 8 km) het kortst is, wordt ook de noordelijke route (N9, N503 en N502, circa 11 km) beschouwd om het effect van het bouwverkeer te bepalen. Het bouwverkeer wordt volledig opgeteld bij de huidige verkeersintensiteit.

Trillingshinder
Bij wegverkeer kunnen passages van bussen en vrachtwagens voor kortdurende trillingen zorgen. De trillingen worden vooral op onvlakke plaatsen in het wegdek opgewekt en breiden zich uit in de wegconstructie en de ondergrond. In afgezwakte vorm bereiken de trillingen de bebouwing in de omgeving, waar ze tot overlast kunnen leiden. Afhankelijk van de sterkte van de trillingen kunnen omwonenden deze nog toelaatbaar vinden of als hinderlijk ervaren. Sterke trillingen kunnen zelfs schade aan het bouwwerk veroorzaken.
De mate waarin trillingen voor hinder zorgen, hangt doorgaans af van:
- de (on)vlakheid van de weg;
- de rijsnelheden;
- de verkeersintensiteit en het type verkeer;
- het bodemprofiel;
- de afstand tussen verkeer en het pand waarin de trillingshinder wordt ervaren;
- de bouwkundige staat van het pand.

Naarmate het wegoppervlak vlakker is zal het dynamisch aanstoten van de weg minder plaatsvinden. Dit betekent bijvoorbeeld dat bij een asfaltweg, zonder bijzondere verkeersvoorzieningen, die is aangelegd op zand de optredende trillingen bij de weg kleiner zijn dan in een situatie met een klinkerweg op kleigrond, met daarin opgenomen verkeersdrempels. Naarmate de rijsnelheid groter is, neemt de grootte van de trillingen bij voertuigpassages toe.
De mate waarin de trillingen tot op enige afstand van de weg worden verspreid hangt sterk af van de ondergrond. Is er sprake van een zandondergrond dan worden de trillingen meer gedempt in vergelijking tot een klei of venige ondergrond.
De afstand van het pand tot de weg is erg bepalend voor de daadwerkelijke risico op hinder en schade door trillingen.
De bouwkundige staat van het pand speelt hierin ook een belangrijke rol, omdat deze bepalend is voor de mate waarin de trillingen vanuit de ondergrond worden doorgegeven in het pand.
In een gebouw dat bestaat uit een stijve, zware constructie zal het effect minder groot zijn dan in een pand met geringe stijfheid en massa. Dat betekent dat een de gevoeligheid voor trillingen pand afhankelijk is. In het algemeen kan worden gesteld dat in nieuwe betonnen constructies (appartementencomplexen, kantoren) minder trillingen worden doorgeven dan oude metselwerk woningen met houten vloeren.

De analyse van het effect van trillingen heeft betrekking op de passages van bouwverkeer over het wegennet. Hierbij wordt de N9 buiten beschouwing gelaten. Enerzijds omdat de verkeersintensiteit op deze weg niet wezenlijk zal toenemen als gevolg van het bouwverkeer en de beladingsklasse van het bouwverkeer vergelijkbaar is met het reguliere vrachtverkeer op deze weg. Anderzijds omdat de bebouwing langs de N9 op afstanden groter dan 20 m van de wegverharding is gesitueerd.
Op basis van het BAG-archief is het bouwjaar en de gebruiksfunctie van de bovenomschreven panden in kaart gebracht. Op alle locaties komen panden voor die in de periode 1890-1930 zijn gebouwd. Tenzij de panden bij tussentijdse renovatie zijn aangepast, ligt het in de lijn der verwachting dat deze panden zijn opgetrokken in metselwerk in combinatie met houten vloeren. Dergelijke constructies zijn in het algemeen gevoelig voor trillingen.
Net als bij het aspect geluid zal in specifieke gevallen ook bij trillingen andere bestemmingen waar mensen langdurig verblijven beschouwd moeten worden.
In de effectbeoordeling is gebruik gemaakt van de SBR Meet- en beoordelingsrichtlijn Trillingen: Deel B, Hinder voor personen in gebouwen worden voor verschillende gebouwfuncties (wonen, gezondheidzorg, onderwijs, kantoor en bijeenkomsten). In deze richtlijn zijn de volgende toetsingswaarden opgenomen:

- De maximale trillingssterkte: dit is de hoogste trillingswaarde die in een ruimte wordt vastgesteld bij passage van verkeer.
- De trillingssterkte over de beoordelingsperiode (vper) die over een beoordelingsperiode (dag- avond- of nachtperiode) wordt berekend.

Naast hinderbeleving worden in de SBR Meet- en beoordelingsrichtlijn Trillingen: Deel A, Schade aan gebouwen grenswaarden voor de topwaarde van de trillingssnelheid voor bebouwing gegeven. Bij trillingsniveaus onder de grenswaarde is de kans op schade aanvaardbaar klein (kans < 1%).
De grenswaarde voor schade ligt aanzienlijk hoger dan de toetsingswaarden die voor hinderbeleving gehanteerd worden. De effecten op trillingshinder zijn kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement.

Relevante fasen
Voor het aspect Verkeer zijn de effecten tijdens de bouwfase beschreven, omdat in deze fase verreweg het grootste effect optreedt. De overgangs- en exploitatiefase zijn niet separaat beoordeeld omdat de activiteiten leiden tot marginale verkeerseffecten
De bouwhoogte- en koelingsvarianten zijn niet onderscheidend en worden daarom niet als onderscheidend beschouwd in de effectbeoordeling.

Beoordelingsschaal plan-MER
De beoordelingsschaal voor het aspect Verkeer is conform de beoordelingsscores in de voorgaande hoofdstukken. Hierbij zijn er geen grenswaarden aangegeven aangezien de beoordeling kwalitatief plaatsvindt.

17.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

17.2.1 Huidige situatie

In de huidige situatie heeft Onderzoekslocatie Petten (OLP) een directe ontsluiting op de N502. De N502 loopt parallel aan de N9 langs de kernen Petten en Sint Maartenszee. De N9 vormt de verbinding richting het zuiden (Alkmaar) en gaat over in de A9.
Richting het noorden komt de N9 uit in Den Helder of kan via de N249 en de N99 de afsluitdijk (A7) worden bereikt. Van



Figuur 69 Verkeersstructuur rondom Onderzoekslocatie Petten

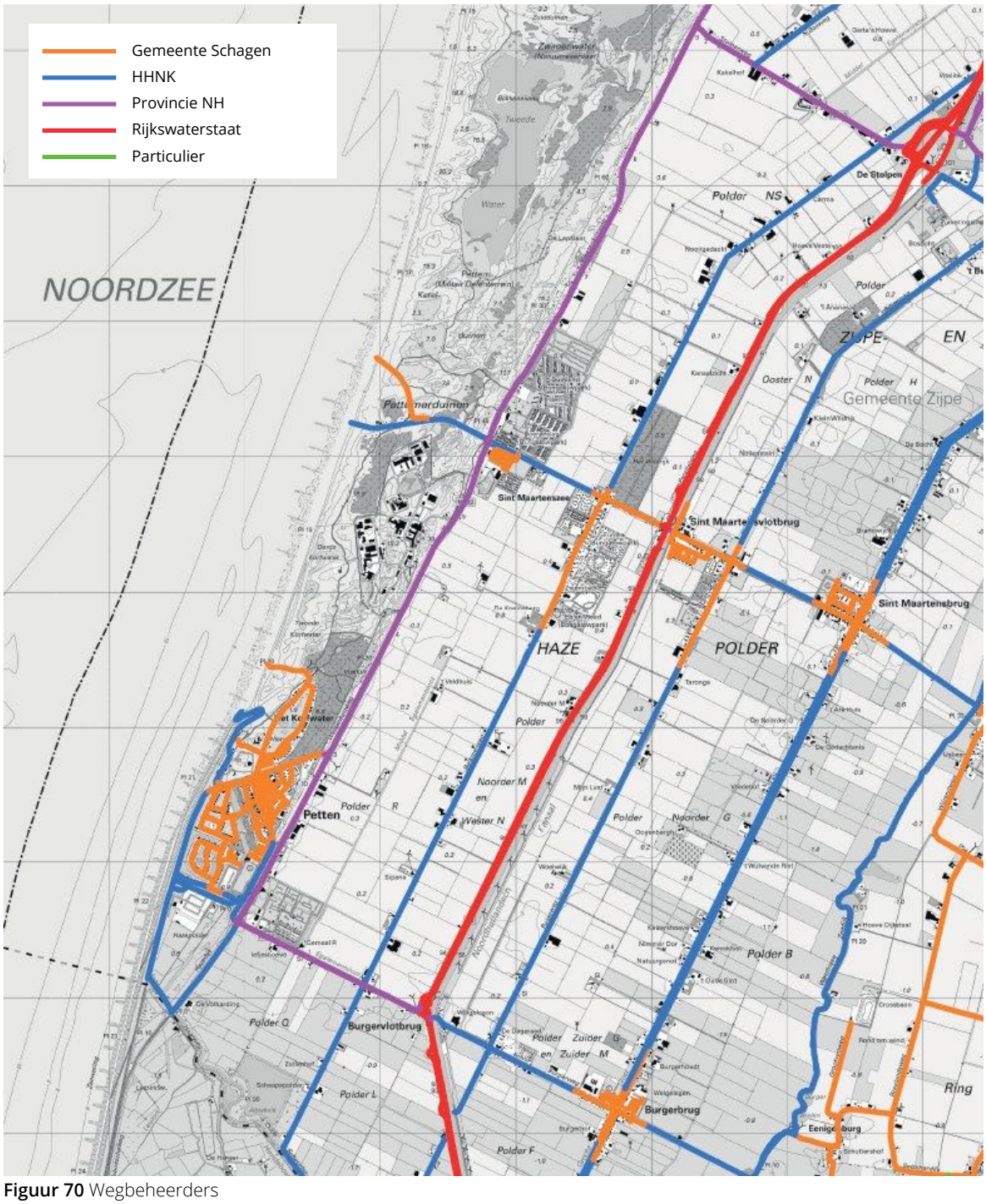
de OLP zijn drie routes waar verkeer gebruik van zal maken, namelijk:

- N502 richting Petten of de N9 naar het zuiden;
- N502 - Zeeweg naar het oosten of naar de N9;
- N502 richting Callantsoog of naar de N503/N9/N248.

In Figuur 70 zijn de wegbeheerders weergegeven van de wegen direct gelegen rondom de Onderzoekslocatie Petten. De N502 en N503 zijn in beheer van de Provincie Noord-Holland. De N9 is als belangrijkste stroomweg in het gebied in beheer van Rijkswaterstaat. De regionale wegen (blauw) zijn van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK). De wegen binnen de bebouwde kom zijn in het beheer van de gemeente Schagen. Deze maken echter (met uitzondering van de Sint Maartensweg) niet direct onderdeel uit van de ontsluiting van de OLP.

17.2.2 Autonome ontwikkeling

Ten opzichte van de huidige situatie zijn er geen grote wijzigingen in de verkeersstructuur te verwachten tot 2026. Er zal naar verwachting slechts beperkte autonome verkeersgroei plaatsvinden, onder andere door de uitvoering van de “structuurvisie Petten”. Dit behelst onder andere de ontwikkeling van een nieuw strand (reeds uitgevoerd) en daarbij horende toeristische trekpleisters en de aanleg van het nieuwe Plein 1945.



Figuur 70 Wegbeheerders

In het gemeentelijk verkeer- en vervoerplan van de gemeente Zijpe uit 2012 [61] wordt bij toekomstige ontwikkelingen verwezen naar de mogelijkheid van een nieuwe ontsluitingsweg van ECN tussen de Westerduinweg en de N9. Deze ontwikkeling is echter nog niet dusdanig concreet dat deze als autonome ontwikkeling mee kan worden genomen.

17.3 Milieueffecten

17.3.1 Effectbeschrijving

17.3.1.1 Bouwfase

Verkeersveiligheid

N9

De N9 is de belangrijkste noord-zuid verbinding tussen Alkmaar en Den Helder. Het is een gebiedsontsluitingsweg (welke tegen de functie van een regionale stroomweg aanzit), grotendeels buiten de bebouwde kom, 2x1 rijstrook met een maximum snelheid van 80 km/h, zie Figuur 71. De N9 heeft een rijbaanbreedte van circa 7,5 m en voldoet hiermee ruim aan de gestelde eisen (minimale rijbaanbreedte is 6,5 m).
Op grote delen van de N9 (zo ook tussen Burgervlotbrug en de Sint Maartensvlotbrug) is landbouwverkeer verboden.
Zoals in Figuur 71 N9 (Bron: globespotter) te zien is, ligt de N9 in het vrije veld direct langs het Noordhollandsch Kanaal. Daar waar de weg dicht tegen het kanaal aan ligt, is er een vangrail geplaatst. Aan de westzijde ligt een in twee-richtingen bereden fietspad, deze is middels een berm gescheiden van de weg. Hiermee is er een scheiding aangebracht tussen het gemotoriseerd- en langzaam verkeer conform de principes van Duurzaam Veilig. Erfaansluitingen komen niet voor en zijn aangesloten op een parallelweg. Kruispunten (zie Figuur 72) zijn buiten de bebouwde kom vormgegeven middels rotondes (kruising N502) of ongelijkvloers (kruising N503), binnen de bebouwde kom wordt gebruik gemaakt van voorrangskruispunten (kruising Zeeweg). De rotondes zijn ruim vormgegeven. Ze hebben een straal van circa 20 m (minimum is 18 m) en voldoen hiermee aan de gestelde eisen en vormgeving om ook bouwverkeer af te kunnen wikkelen.
De weginrichting sluit aan bij de minimale weginrichting conform Duurzaam Veilig. Enige uitzondering hierop is de onderbroken middenstreep. Duurzaam Veilig beveelt een ononderbroken middenstreep aan.
Gezien de weginrichting kan geconcludeerd worden dat de N9 voldoet aan de daarvoor gestelde eisen en geschikt is om als ontsluitingsweg te fungeren voor het bouwverkeer.

Ongevalgegevens N9

In Tabel 107 op de volgende pagina zijn het jaar, de ernst, de locatie en de aard van ongevallen op de N9 weergegeven.



Figuur 71 N9 (Bron: globespotter)



Figuur 72 Kruispunten N9 met respectievelijk N502 – Zeeweg – N503 (Bron: globespotter)

Tabel 107 Ongevalgegevens N9

Jaar	Ernst	Locatie	Aard
2012	Slachtoffer ongeval	Kruispunt Burgerweg/N9	Kop/staart
2013	UMS-ongeval	N9 hm 100.7 (uitvoegstrook aansluiting Schagerbrug)	Kop/staart
2013	UMS-ongeval	Kruispunt N248/Stolperbrug	Onbekend
2014	UMS-ongeval	Kruispunt N9/Zeeweg	Kop/staart
2014	Slachtoffer ongeval	N9	Frontaal
2015	UMS-ongeval	N9 - hm 100.8 (uitvoegstrook aansluiting Schagerbrug)	Onbekend

Zoals uit Tabel 107 te zien is, hebben zich zes ongevallen voorgedaan op de N9 in een periode van vier jaar. Er zijn twee slachtoffer ongevallen en vier UMS-ongevallen[47]. Er is geen trend waarneembaar in het aantal ongevallen per jaar. Tevens is er geen locatie aan te wijzen waar zich veel ongevallen hebben voorgedaan in een korte periode, de ongevallen zijn verspreid over het traject.

N502

De zichtafstanden op het gehele traject van de N502 zijn goed, zie ook Figuur 73. Er zijn geen objecten (bijvoorbeeld bomen) die het zicht belemmeren. Daarnaast heeft de N502 weinig



Figuur 73 N502 tussen Petten en de N9 (boven en midden) en tussen Petten en Sint Maartenszee (onder, Bron: globespotter)

47 UMS: Uitsluitend Materiële Schade.

bochten in het tracé, de weg heeft vrijwel alleen rechtstanden wat voor het vrachtverkeer gunstig is.
Op delen van de weg (onder andere ter hoogte van Sint Maartenszee en de Mennonietenbuurt) is de maximum snelheid teruggebracht naar respectievelijk 60 km/h of 50 km/h, vanwege erfaansluitingen. Hier zijn tevens ook drempels aanwezig om de snelheid te verlagen en zijn er inhaalverboden ingesteld. Dit zijn maatregelen om de verkeersveiligheid op het traject te vergroten. Op een klein gedeelte van de N502 is, tussen Petten en Sint Maartenszee, parkeren langs de weg toegestaan (vanwege de duinen). Landbouwverkeer is toegestaan. Er is geen beperking voor het vrachtverkeer (maximale aslast) aanwezig op de N502.

Langs de volledige lengte van de N502 is een tweezijdig bereden fietspad welke middels een berm is gescheiden van de weg. Daar waar het fietspad direct langs de weg gelegen is, is een geleiderail toegepast. Hiermee wordt de veiligheid van het fietsverkeer gegarandeerd. Binnen de bebouwde kom of waar de maximum snelheid is teruggebracht naar 50 km/h zijn voorrangskruispunten toegepast zonder voorzieningen. De overige kruispunten zijn vormgegeven middels rotondes of voorrangskruispunten waarbij het linksaf slaand verkeer een eigen opstelvak heeft om stilstaand verkeer op de rijbaan te voorkomen (Westduinweg). Maatgevend voor het bouwverkeer zijn de bochten en kruispunten waar bouwverkeer moet manoeuvreren (Figuur 74).

De rotonde voldoet om bouwverkeer af te kunnen wikkelen. In de bocht is bochtverbreding toegepast met een bermverharding zodat vrachtverkeer meer ruimte heeft om de bocht te kunnen maken. De druppel in de weg is vergroot om de bocht optisch te versmallen, de breedte van de bocht is ruim voldoende voor vrachtverkeer. De rotonde N502 – Zijperweg heeft een straal van circa 18 m en voldoet hiermee aan de minimale grootte van een rotonde buiten de bebouwde kom (ditzelfde geldt ook voor de rotonde N502 – Zeeweg). Er is sprake van een ruime rammelstrook (uitgevoerd in betonklinkers) waar vrachtverkeer gebruik van kan maken om de rotonde over te rijden.
De N502 wijkt op meerdere punten af van de minimale weginrichting conform Duurzaam Veilig. Er komen bijvoorbeeld erfaansluitingen voor (voornamelijk tussen Petten en de N9) waar het wenselijk is dat deze op een parallelweg worden ontsloten. Daarnaast voldoet de middenbelijning niet volledig (is onderbroken en op delen enkel uitgevoerd waar een dubbele ononderbroken belijning wordt geadviseerd).
Dit heeft te maken met het feit dat de weg een lage intensiteit kent en een belangrijke functie vervuld voor direct omwonenden. Zowel de kruispunten, bochten en de breedte van de weg voldoen aan de minimaal gestelde eisen om vrachtverkeer af te kunnen wikkelen. Ondanks de afwijkingen ten opzichte van de Duurzaam Veilige weginrichting past de vorm en functie van de weg voor de ontsluiting van vrachtverkeer in de bouwfase.



Figuur 74 Bocht N502 Pettemerweg richting N9 (boven) en rotonde N502 – Zijperweg (onder, Bron: globespotter)



Figuur 75 N503 ter hoogte van de Belkmerweg (boven) en tussen N502 en Bosweg (onder, Bron: globespotter)

N503

De N503 kent vrijwel geen bochten en heeft afgezien van bebouwing geen belemmering voor de zichtmogelijkheden, zie Figuur 75.

Net als de N502 wijkt ook de N503 op meerdere punten af van de minimale weginrichting conform Duurzaam Veilig. Er komen bijvoorbeeld erfaansluitingen voor en de midden belijning voldoet niet volledig (is onderbroken en op delen enkel uitgevoerd waar een dubbele ononderbroken belijning wordt geadviseerd). Dit heeft te maken met het feit dat de weg een lage intensiteit kent en een belangrijke functie vervuld voor direct omwonenden.

Zowel de kruispunten, bochten en de breedte van de weg voldoen aan de minimaal gestelde eisen om vrachtverkeer af te kunnen wikkelen. Er is geen beperking voor het vrachtverkeer (maximale aslast) aanwezig op de N503. Ondanks de afwijkingen ten opzichte van de Duurzaam Veilige weginrichting past de vorm en functie van de weg voor de ontsluiting van vrachtverkeer in de bouwfase.

Ongevalgegevens N502/N503

Met behulp van ongevalsdata uit Viastat-online zijn de ongevallen in de periode 2012-2015 inzichtelijk gemaakt op de N502 tussen de N9 t/m de N503 en de N503 tussen de N502 t/m de N9.

Dezelfde periode is gekozen als de ongevalgegevens van de N9. In Tabel 108 zijn het jaar, ernst, locatie en aard van de ongevallen weergegeven.

Tabel 108 Ongevalgegevens N502 en N503

Jaar	Ernst	Locatie	Aard
2013	Slachtoffer ongeval	Kruispunt N502/N503	Flank
2013	UMS-ongeval	Rotonde N503/aansluiting N9	Vast voorwerp
2013	UMS-ongeval	Kruispunt N503/Belkmerweg	Onbekend
2014	UMS-ongeval	N502	Onbekend
2014	Slachtoffer ongeval	Kruispunt Westerduinweg/Spreeuwendijk	Onbekend
2014	UMS-ongeval	N502	Onbekend
2014	Slachtoffer ongeval	N502	Onbekend
2015	UMS-ongeval	Kruispunt Westerduinweg/Spreeuwendijk	Onbekend
2015	Slachtoffer ongeval	N502	Onbekend
2015	UMS-ongeval	N503	Onbekend

Zoals uit Tabel 108 te zien is, hebben zich tien ongevallen voorgedaan op de N502 en N503 in een periode van vier jaar. Er zijn vier slachtoffer ongevallen en zes UMS-ongevallen. Er is geen trend waarneembaar in het aantal ongevallen per jaar. Tevens is er geen locatie aan te wijzen waar zich veel ongevallen hebben voorgedaan in een korte periode, de ongevallen zijn verspreid over het traject, zie Figuur 76.

Zeeweg

De Zeeweg heeft over de volledige lengte tussen de N502 en de N9 een vrijliggend tweezijdig bereden fietspad. Dit is niet noodzakelijk bij een erftoegangsweg. Binnen de bebouwde kom waar 30 km/h gereden mag worden, mag het fietsverkeer ook op de rijbaan rijden om de aanliggende woningen/bedrijven te bereiken. Dit betekent dat op dit gedeelte van de Zeeweg verkeer zich mengt met het (kwetsbare) fietsverkeer. Busverkeer halteert op de rijbaan en de kruispunten zijn voorrangskruispunten.



Figuur 76 Locatie van de ongevallen. Rood betreft de slachtoffergevallen en blauw zijn de UMS-ongevallen





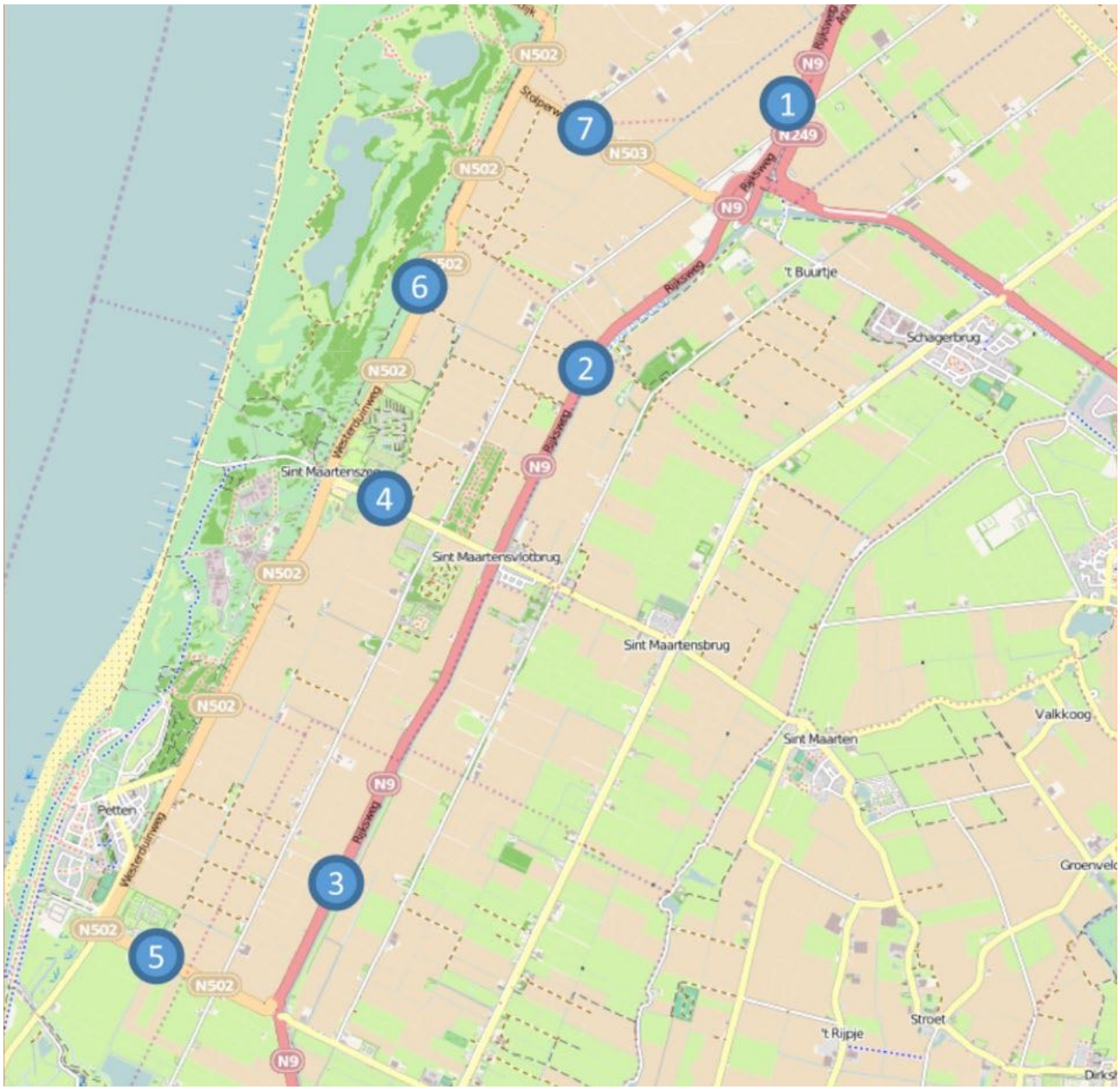
Figuur 77 Zeeweg tussen N502 en Belkmerweg (boven) en tussen Belkmerweg en N9 (onder, Bron: globespotter)

Conclusie verkeersveiligheid

De Zeeweg voldoet aan de Duurzaam Veilige weginrichting. Echter gezien het een erftoegangsweg is, is binnen de bebouwde kom fietsverkeer op de rijbaan toegestaan (om woningen/bedrijven te bereiken). Vanwege het smalle wegprofiel is het daarom niet wenselijk dat bouwverkeer gebruik maakt van de Zeeweg als hoofdontsluitingsroute van de overslagplaats. Tevens is het risico op ongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers aanwezig. Omdat er goede alternatieve rou-

tes beschikbaar zijn zoals de N9, de N502 vanuit het zuiden, of de N503 vanuit het noorden (welke eenzelfde wegprofiel heeft als de N502) wordt geadviseerd de Zeeweg niet te gebruiken als ontsluitingsroute voor het bouwverkeer.
De N502 en de N503 voldoen niet volledig aan de gestelde eisen conform Duurzaam Veilig. Dit heeft te maken met hoe de weg historisch gezien wordt gebruikt. De weg is een belangrijke ontsluiting voor aanliggende woningen welke direct op de N502/N503 zijn ontsloten (erfaansluitingen). Om de verkeersveiligheid te borgen is de snelheid op deze delen verlaagd naar 50 of 60 km/h en zijn er enkele drempels aangelegd. Deze maatregelen hebben in principe geen negatief effect voor het bouwverkeer. Beide wegen voldoen aan de minimaal gestelde ontwerpeisen (qua breedte, vormgeving kruispunten/rotondes en randzaken zoals bermverharding en bochtverbreding).
Er zijn geen beperkingen geconstateerd voor het vrachtverkeer (maximale aslast). Daarnaast zijn er ook geen ongevallenconcentraties gesignaleerd welke duiden op een potentieel gevaarlijke locatie.
Hierom kan worden geconcludeerd dat het bouwverkeer tijdens de bouwfase gebruik kan maken van de N502 en N503 voor de aan- en afvoer van bouwmateriaal en grond.

Verkeersbewegingen
De verkeerstelpunten op de omliggende wegen zijn weergegeven in Figuur 78, de intensiteiten zijn opgenomen in Tabel 109. Hierbij is (indien mogelijk) onderscheid gemaakt naar het hoog- en laagseizoen. In het hoogseizoen (zomerperiode) is er meer verkeer in het gebied aanwezig vanwege het strand (toerisme). Hier is rekening mee gehouden door zoveel mogelijk gegevens van het hoogseizoen (zomerperiode) te gebruiken om de verkeerseffecten in te schatten (worst-case benadering).



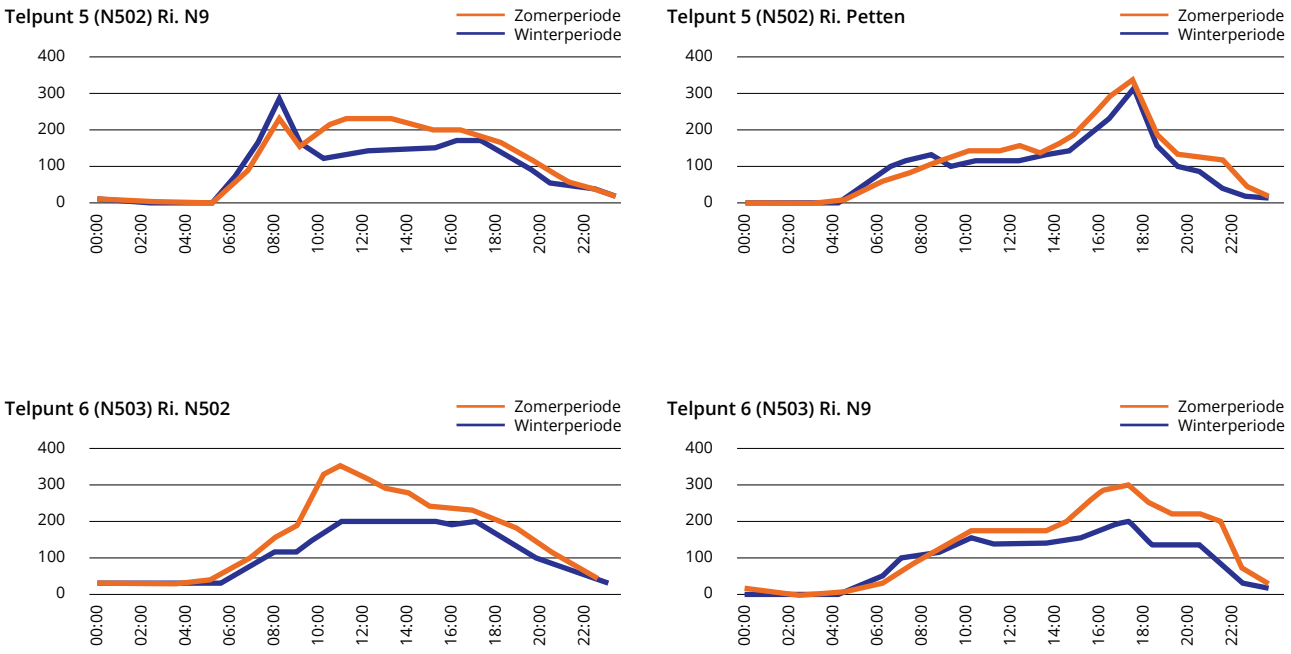
Figuur 78 Telpunten

Tabel 109 Intensiteiten situatie 2014 per wegvak en met bouwverkeer

Wegvak	Etmaalintensiteit werkdag	Toename bouwverkeer
N9	10.700	n.v.t.
N9	15.100	+114 vrachtbewegingen (+0.75%)
N9	14.500	+114 vrachtbewegingen (+0.79%)
Zeeweg	2.500	-
N502 - hoogseizoen [48]	5.400	+114 vrachtbewegingen (+2.11%)
N502 – laagseizoen	4.500	+114 vrachtbewegingen (+2.53%)
N502	4.800	+114 vrachtbewegingen (+2.37%)
N503 – hoogseizoen	6.100	+114 vrachtbewegingen (+1.87%)
N503 – laagseizoen	4.300	+114 vrachtbewegingen (+2.65%)

Op de N9 is het effect van 114 vrachtbewegingen extra op het totale verkeersaanbod minimaal (nog geen 0,8%). Op de N502 of de N503 is het effect wat groter, hier is een toename van maximaal 2,4% te verwachten gedurende het hoogseizoen en maximaal 2,7% in het laagseizoen. Het aandeel zware vrachtwagens op de N502 en N503 bedraagt in de huidige situatie maximaal 1,8% per dag. Een toename van circa 100 vrachtwagens betekent weliswaar een (tijdelijke) verdubbeling van het vrachtverkeer, absoluut gezien is de hoeveelheid vrachtverkeer beperkt.
Voor een gebiedsontsluitingsweg, 2x1 rijstrook, wordt over het algemeen een maximale intensiteit gehanteerd van tussen de 20.000 en 25.000 motorvoertuigen per etmaal (dit geldt voornamelijk voor de N9). Voor de N502 en N503 geldt eerder een gewenste maximale intensiteit, dit omdat beide wegen (deels) door de bebouwde kom gaan en er erfaansluitingen en drempels aanwezig zijn. Gesteld kan worden dat deze wegen een maximale intensiteit van 10.000 mvt per etmaal kunnen afwikkelen om de leefbaarheid niet te veel te beïnvloeden. Ook inclusief het bouwverkeer blijft de intensiteit hier ruim onder (zelfs in het hoogseizoen).

Uurintensiteiten N502 en N503
Omdat de verkeersafwikkeling voornamelijk in de spitsperiode (maatgevende periode) onder druk kan komen te staan, zijn in Figuur 79 de uurintensiteiten weergegeven van telpunt 5 en 7 per richting van het hoog- en laagseizoen. Het hoogseizoen is een gemiddelde van de werkdagen van 12 t/m 26 augustus 2016 en het laagseizoen van 1 t/m 30 september 2016.
Op de N502 zijn de verschillen tussen het hoog- en laagseizoen niet heel groot, afgezien dat de middag in de richting van de N9 in het hoogseizoen drukker is. Bij de N503 zijn grotere



Figuur 79 Uurintensiteiten telpunt 5 en 7 per richting voor zowel het hoog- als laagseizoen

48 Van telpunt 5 (N502) en telpunt 7 (N503) zijn cijfers beschikbaar van de intensiteiten gedurende het hoogseizoen (augustus 2016, zomerperiode) en het laagseizoen (september 2016). Van de overige telpunten zijn alleen gegevens uit het hoogseizoen (zomerperiode) 2014 beschikbaar.

verschillen waarneembaar. De intensiteiten zijn in het hoogseizoen voor een langere periode hoger dan in het laagseizoen. Er is een duidelijke spitsrichting vanaf 10.00 uur richting het kruispunt met de N502 en vanaf 16.00 uur richting de N9. De oorzaak is dat de bezoekers aan het eind van de ochtend richting het strand van Petten rijden en in de middag/ avond weer naar huis gaan.
Een gebiedsontsluitingsweg met 2x1 rijstrook heeft een gemiddelde capaciteit van 1.500 mvt/uur. In dit geval zal de wenselijke maximale uurintensiteit lager liggen om dezelfde redenen als reeds hierboven genoemd (maximaal rond de 1.000 mvt per uur). In beide perioden en op beide wegvakken komen in de ochtend- en avondspits de intensiteiten niet boven de 350 mvt/uur.

Daarom is de conclusie dat, ook met het toename van het bouwverkeer, in de piekmomenten er geen congestie ontstaat of een verslechtering optreedt van de doorstroming.

Trillingshinder
In de bouwfase zal de verkeersintensiteit op het wegennet maximaal toenemen met 114 vrachtbewegingen per dag. Deze extra verkeersbewegingen zullen zich afspelen in een aaneengesloten periode van 12 uur per dag. Aangenomen wordt dat deze periode zich afspeelt in de dagperiode tussen 7 uur en 19 uur.
De projectlocatie is gelegen aan de rand van het duingebied Petten, waar de ondergrond overwegend uit zand bestaat. Dit betekent dat de N502 naar verwachting volledig op een zandige ondergrond is gesitueerd.
Het gebied tussen het Noordhollandsch Kanaal en de N502 is een overgangsgebied tussen poldergebied en de duinen en bestaat uit siltig en kleihoudend zand (“zavel”). Deze situatie is van toepassing op de aansluitingen vanaf de N502 naar de N9 (Pettemerweg), Zeeweg en N503.
De ondergrond-situatie betekent enerzijds dat wegen niet zettingsgevoelig zijn, en dat daardoor trillingshinder als gevolg van zettingen geen groot risico is. Anderzijds zorgt de ondergrond-situatie ervoor dat de invloed van verkeerstrillingen snel uit dempt. Alle wegen zijn voorzien van een asfaltverharding. Een dergelijke verharding beperkt de trillingsproductie bij verkeerspassages. Op drie locaties is er sprake van een verkeersplateau in de wegen. Dit betreft de kruisingen van de N502, de Zeeweg en de N503 met de Belkmerweg.

Bij de genoemde kruisingen is een rijsnelheid van 60 km/uur toegestaan. De verkeersplateaus hebben tot doel de rijsnelheid van passerende auto’s te beperken. De staat van de plateau’s is zodanig dat verwacht wordt dat deze, in combinatie met de lagere passagesnelheid, niet leiden tot grotere verkeerstrillingen op deze locaties.
Langs alle genoemde wegen is bebouwing aanwezig. De afstand van de weg tot bebouwing varieert van enkele meters tot tientallen meters De kortste afstand tot bebouwing is aanwezig bij de kruisingen van de wegen met de Belkmerweg en in de woonkern “De Stolpen”. Op deze locaties is bij een enkel pand de afstand tot de kant wegverharding minder dan 2 m.

Effectbeschrijving trillingen
Tijdens de bouw zal zwaar verkeer gebruik maken van het wegennet voor de aanvoer van bouwmateriaal naar de bouwlocatie. Omdat er in de huidige situatie geen restricties zijn opgelegd voor het gebruik van het wegennet door vrachtverkeer, is het uitgangspunt is dat de wegen ook nu al worden gebruikt door voertuigen met aslasten die vergelijkbaar zijn met bouwverkeer. Dit betekent dat de maximale trillingsniveaus zoals die in de referentiesituatie optreden in de bouwfase niet zullen toenemen.
Voor de Zeeweg geldt dat het wegprofiel op delen te smal is voor vrachtwagens om elkaar goed te passeren. Daarnaast staat een aantal woningen zeer dicht op de weg waardoor geluids- en trillinghinder van vrachtverkeer zal toenemen.
Als gevolg van de toename van het weggebruik tijdens de bouw zal de trillingssterkte over de beoordelings-periode wel



Figuur 80 Verkeersplateau kruising N503 met Belkmerweg (Bron: Globespotter)

enigszins toenemen. Het bouwverkeer speelt zich af in de dagperiode (tussen 7.00 en 19.00 uur). Verondersteld wordt dat in de referentiesituatie 70% van alle verkeerpassages in de dagperiode plaatsvinden. Dat betekent dat de toename van het aantal passages in de dagperiode tijdens de bouwfase in de orde van 3% ligt, indien het bouwverkeer volledig over N502 of volledig over N503 route wordt afgewikkeld. Door deze toename zal de trillingssterkte over de beoordelingsperiode toenemen met 1 à 2% ten opzichte van de referentieperiode. Bij volledige afwikkeling over de Zeeweg (wat echter niet aanbevolen wordt) is de relatieve toename van het aantal passages iets meer, als gevolg van de lagere verkeersintensiteit in de huidige situatie, waardoor de toename van de trillingssterkte in de orde van 2 à 3% komt te liggen.
In hoeverre bovenstaande toename leidt tot een zodanige toename dat er een overschrijding van streefwaarden optreedt, is zonder metingen in de referentiesituatie niet met zekerheid vast te stellen.
Niet uitgesloten wordt dat er in de huidige situatie op een aantal locaties al overschrijding van streefwaarden optreedt. Dit wordt verwacht op enkele locaties waar de afstand tussen woningen en de wegverharding minder is dan 5 m.
Voor afstanden tussen de woning en de weg van meer dan 15 m wordt op basis van de wegkwaliteit en de ondergrond verwacht dat er in de referentiesituatie geen overschrijding van de streefwaarden optreedt. Gezien de geringe toename van de trillingssterkte in de dagperiode is het niet aannemelijk dat een toename van enkele procenten leidt tot een andere beleving van de hinder.
Opgemerkt wordt dat in bestaande situaties waarbij personen reeds zijn blootgesteld aan trillingen, een geringe toename van de trillingsniveaus doorgaans minder storend wordt gevonden dan in nieuwe situaties (bijvoorbeeld aanleg van een nieuwe weg). Dit is in de SBR-richtlijn deel B in de streefwaarden in rekening gebracht door voor wijziging in bestaande situaties een 2 maal zo hoog trillingsniveau acceptabel te achten ten opzichte van nieuwe situaties.

17.3.1.2 Overgangs- en exploitatiefase

Verkeersbewegingen
Tijdens de overgangsfase zijn zowel de HFR als de PALLAS-reactor gelijktijdig in gebruik. In de bijlage Ontwerpkader plan-MER PALLAS [62] is aangegeven dat er maximaal 100 auto's en 7 vrachtwagens per werkdag van en naar PALLAS rijden (107 voertuigen, 214 extra ritten per dag). Dit is extra verkeer ten opzichte van de huidige situatie (verkeer ten gevolge van de HFR zit al reeds in de tellingen verwerkt). Conform de uitgangpunten wordt aangenomen dat 75% van het verkeer vanuit het zuiden (N9/N502) komt en 25% vanuit het noorden (N9/Zeeweg voor het autoverkeer en de N9/N503/N502 voor het vrachtverkeer). Hierbij is gebruik gemaakt van de telpunten zoals weergegeven in Figuur 78. Echter in tegenstelling tot het bouwverkeer (dat voornamelijk vanaf de overslagplaats zal rijden) zal dit verkeer vanaf de N9 ten zuiden van de Burgervlotbrug afkomstig zijn. Er is echter geen goed bruikbaar telpunt op de N9 ten zuiden van de N502. De intensiteit ten noorden op de N9 (Sint Maartenszee) is circa 15.000 mvt per etmaal, aangenomen kan worden dat de intensiteit ten zuiden van de N502 iets hoger ligt maar niet meer dan 2.000-3.000 mvt per etmaal.
Net zoals in de situatie met bouwverkeer is de toename van verkeer ten opzichte van de huidige intensiteit beperkt. Op de N502 langs Petten wordt de grootste toename verwacht (bijna 2%). Echter hier is de intensiteit op de N502 in de huidige situatie zodanig laag ten opzichte van de gewenste maximale intensiteit van een gebiedsontsluitingsweg (circa 10.000 mvt per etmaal) dat deze toename niet zal leiden tot een verslechtering van de verkeersafwikkeling. Dit geldt ook voor de andere wegvakken.

17.3.2 Effectbeoordeling

Bouwfase
Verkeersveiligheid
Voor de verkeersveiligheid tijdens de bouwfase geldt dat de N502, N503 en N9 als (provinciale- of Rijkswaterstaat wegen) over het algemeen voldoen aan de Duurzaam Veilig ontwerprichtlijnen. De vorm en de functie van de weg zijn passend en geschikt om vrachtverkeer tijdens de bouwfase van PALLAS af te wikkelen. Dit geldt niet voor de Zeeweg. Voornamelijk het gedeelte binnen de bebouwde kom van Sint Maartensvlotbrug is niet geschikt voor zwaar vrachtverkeer. De rijbaan is zodanig smal dat vrachtverkeer elkaar niet kan passeren.

Tabel 110 Intensiteiten situatie 2014 per wegvak en met verkeer overgangsfase

Wegvak	Etmaalintensiteit werkdag	Toename verkeer overgangsfase
N9	10.700	+50 auto's en 4 vrachtwagens (+0.50%)
N9	15.100	+50 auto's (+0.33%)
N9	14.500	-
Zeeweg	2.500	+50 auto's (+2.0%)
N502 - hoogseizoen[49]	5.400	+150 auto's en 10 vrachtwagens (+2.96%)
N502 - laagseizoen	4.500	+150 auto's en 10 vrachtwagens (+3.56%)
N502	4.800	+ 4 vrachtwagens (+0.08%)
N503 – hoogseizoen	6.100	+ 4 vrachtwagens(+0.07%)
N503 – laagseizoen	4.300	+ 4 vrachtwagens(+0.09%)

49 Telpunt 5 (N502) en telpunt 7 (N503) is een weergave van de intensiteiten gedurende de zomerperiode (augustus 2016) en winterperiode (september 2016). Van de overige telpunten zijn alleen gegevens uit 2014 beschikbaar.

Tabel 111 Effectbeoordeling Verkeersveiligheid, bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien vermijden Zeeweg	0	0	0	0	0	0
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien gebruik Zeeweg	-	-	-	0	0	0

Tabel 112 Effectbeoordeling Verkeersbewegingen, bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Verkeersbewegingen	0	0	0	0	0	0

Tabel 113 Effectbeoordeling trillingshinder, bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Trillingshinder	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Daarnaast is er sprake van fietsverkeer op de rijbaan en halterende bussen dat hier knelpunten op het gebied van verkeersveiligheid worden voorzien. Ook staan er woningen direct aan de weg waardoor het tevens vanuit leefbaarheid onwenselijk is dat bouwverkeer gebruik zal maken van de Zeeweg. Daarnaast zijn er goede alternatieven mogelijk in de vorm van de N9 en de N502/N503. Indien de Zeeweg wordt vermeden door vrachtverkeer zal er geen effect (0) optreden, indien de Zeeweg wordt gebruik door bouwverkeer zal het effect voor verkeersveiligheid negatief (-) zijn.

Verkeersbewegingen
De hoeveelheid verkeersbewegingen per etmaal tijdens de bouwfase zijn beperkt en zorgen niet voor een grote verzwaring van de intensiteit. De wegen in het plangebied (N502, N503 en N9) hebben in de huidige situatie een intensiteit welke ruim onder het gestelde maximum valt van (vuistregel) 20.000-25.000 mvt per etmaal (N9) of de gewenste maximale intensiteit van circa 10.000 mvt per etmaal (N502 en N503). Hiermee beschikken deze wegen over ruim voldoende restcapaciteit om een kleine toename van (bouw)verkeer op te vangen en af te wikkelen zonder negatieve gevolgen voor de doorstroming en scoort hierom neutraal (0).

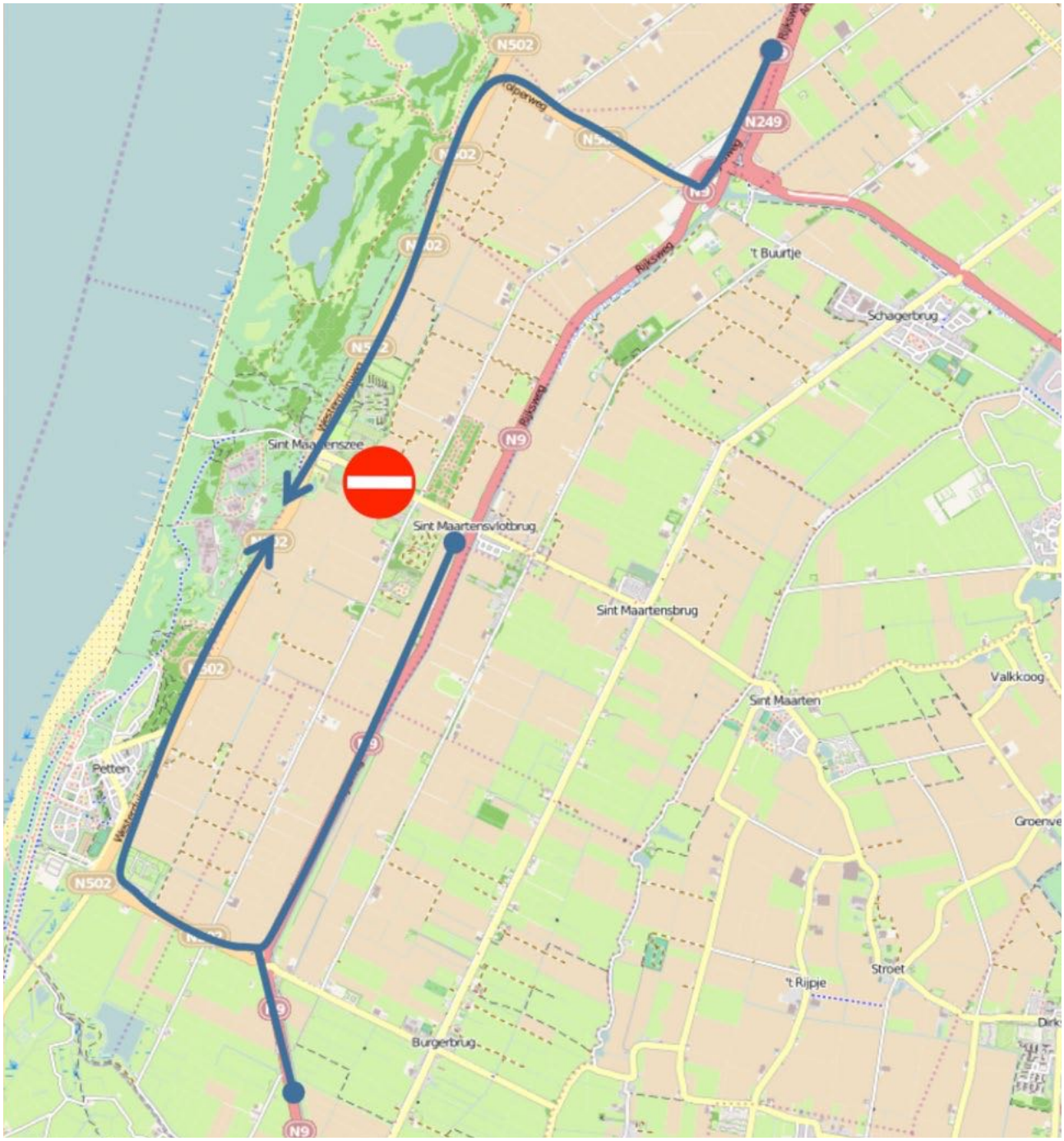
Trillingshinder
De hoeveelheid extra verkeersbewegingen per periode, waarbij de dagperiode maatgevend is, is gedurende de bouwperiode beperkt. Dit leidt niet tot een toename van het maximale trillingsniveau op de N502, N503. Wel zal de trillingssterkte over de dagperiode met enkele procenten kunnen toenemen. Deze toename is zodanig klein dat dit naar verwachting niet leidt tot een sterkere beleving van verkeerstrillingen bij de bewoners van de woningen langs de wegen.

Overgangs- en exploitatiefase
De effecten in de overgangs- en exploitatiefase zijn in relatie tot de effecten in de bouwfase verwaarloosbaar. De effecten zijn daarom niet separaat beschouwd.

17.4 Mitigerende maatregelen

De Zeeweg is niet geschikt om bouwverkeer (vrachtwagens) over af te wikkelen. Voorgesteld wordt om de Zeeweg te verbieden voor het bouwverkeer. Gezien de locatie van de overslagplaats wordt voorgesteld om het bouwverkeer via de N9 en de N502 (via Petten) om te leiden. Vanuit het noorden kan de N503 en N502 worden gebruikt. Vanaf de N9 vanuit Alkmaar zou de N502 al de meest logische keus zijn, zie ook Figuur 81. Uiteraard is het ook mogelijk om de overslaglocatie te verplaatsen, bijvoorbeeld ter hoogte van de aansluiting N502/N9 om zo de omrijafstand voor vrachtverkeer te minimaliseren.

In het ontwerpkader wordt opgenomen dat zwaar vrachtverkeer tijdens de bouwfase geen gebruik maakt van de Zeeweg. De effectbeoordeling na het nemen van deze mitigerende maatregel is daarom neutraal (0).



Figuur 81 Aanrijroutes bouwverkeer

17.5 Leemten in kennis

Er zijn twee leemten in kennis geconstateerd:

- Er ontbreekt een telpunt op de N9 ten zuiden van Burgervlotbrug, hierdoor kan het effect van de verkeerstoename tijdens de overgangsfase op dit punt niet volledig inzichtelijk worden gemaakt. Er is echter een onderbouwde aanname gedaan waardoor naar verwachting geen verschil zal optreden in de effectbeoordeling.
- Er is gebruik gemaakt van aannames welke onder andere zijn vastgelegd in het Ontwerpkader plan-MER PALLAS [62] en de Uitgangspuntennotitie aanvraag PAS [63]. Deze aannames zijn op dit moment de best voorhanden. Gezien de conclusies zullen de effectbeoordelingen niet snel wijzigingen mochten deze aannames herzien worden.

18 Gevoeligheids-analyse

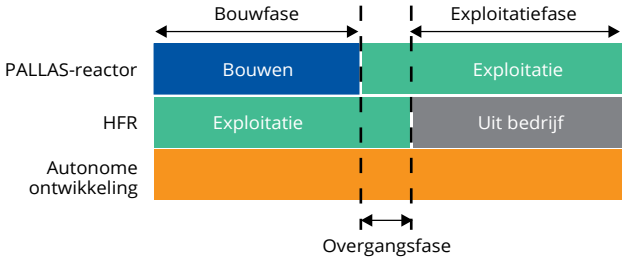


18.1 Referentiesituatie 1 en 2

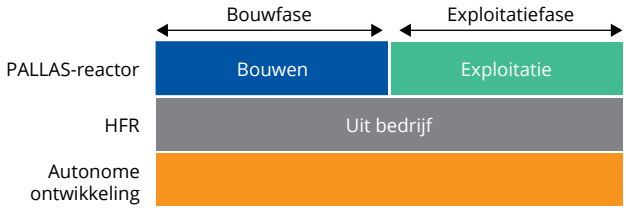
Achtergrond

In de mededelingsnotitie plan-MER PALLAS is in paragraaf 3.2 het beoordelingskader voor de milieubeoordeling van de PALLAS-reactor beschreven. De milieubeoordeling vindt plaats ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie bestaat uit de aanwezige milieuwaarden uit de huidige situatie en de voorziene autonome ontwikkelingen die in het plangebied plaatsvinden. Autonome ontwikkelingen betreffen overige plannen en projecten die planologisch zijn vastgesteld. Overeenkomstig het advies de Commissie voor de m.e.r. voor het besluit-MER, zal voor de autonome ontwikkeling worden aangehouden dat de HFR op enig moment sluit.
In de mededelingsnotitie is gesteld dat het moment van sluiten van de HFR nog onzeker is. Daarom stelt de notitie dat in het plan-MER wordt gewerkt met twee referentiesituaties:

- **Referentiesituatie 1:**
  HFR is in bedrijf gedurende de bouwfase en de eerste jaren van de exploitatiefase van de PALLAS-reactor, tot het moment dat de PALLAS-reactor volwaardig de productie van de HFR heeft overgenomen. Voor deze situatie worden de milieueffecten van de varianten in de bouwfase en in de exploitatiefase in beeld gebracht, als ook de overgangsfase waarin beide reactoren in gebruik zijn. Op deze wijze worden de cumulatieve effecten van de HFR met de PALLAS-reactor inzichtelijk gemaakt (zie Figuur 82).
- **Referentiesituatie 2:**
  HFR is buiten bedrijf voordat gestart wordt met de bouw van de PALLAS-reactor. Voor deze situatie worden de milieueffecten van de varianten in de bouwfase en de exploitatiefase in beeld gebracht. Op deze wijze worden alleen de absolute effecten van de PALLAS-reactor inzichtelijk gemaakt (zie Figuur 83).



Figuur 82 Relevante fases in referentiesituatie 1



Figuur 83 Relevante fases in referentiesituatie 2

Het streven van PALLAS is om de HFR pas uit productie te (laten) nemen, als de PALLAS-reactor in werking is. Dit is nodig om de isotopenlevering te kunnen garanderen. De reden om toch deze tweede referentiesituatie in beeld te brengen is dat de HFR tegen het einde van zijn technische en economische levensduur loopt. Het kan daarom voorkomen dat de HFR genoodzaakt wordt om eerder te sluiten dan wanneer de PALLAS-reactor in gebruik is genomen. Om in het geval dat deze situatie zich voordoet een beeld te krijgen van mogelijke milieueffecten, is dit ook in het plan-MER in beeld gebracht.

Referentiesituatie 2 is niet relevant voor alle milieuaspecten

Referentiesituatie 2 is echter een zeer ongewenste situatie en om die reden ook niet erg realistisch, afgezien van onvoorziene gebeurtenissen. De HFR is de op een na grootste leverancier van medische isotopen ter wereld en is verantwoordelijk voor bijna 30% van de mondiale productiecapaciteit. Wanneer de HFR uit productie gaat vóórdat de PALLAS-reactor in gebruik is, dan zou een “een mondiaal probleem in de voorziening van medische isotopen en een gat in de nucleaire kennisstructuur ontstaan” (brief minister EZ d.d. 20 januari 2012, Kamerstuk nr. 32 646 nr.33).
In de totstandkoming van het plan-MER is gebleken dat de beide referentiesituaties maar voor een beperkt aantal aspecten tot onderscheidende effecten leidt. Referentiesituatie 2 is dus voor maar een beperkt aantal aspecten relevant. In geval de HFR onverhoopt uit bedrijf gaat vóórdat de PALLAS-reactor in bedrijf komt, dat geldt dat er voor enkele aspecten wijzigingen optreden in effecten.
Enkel voor de aspecten waar de relevantie van het in kaart brengen van de effecten bij referentiesituatie 2 wél aanwezig is, is een volwaardige effectbeoordeling uitgevoerd. Het meenemen van een tweede referentie bij alle beoordelingen zou tot onnodige ballast leiden in de plan-MER-teksten. Dit betekent:

- Ten behoeve van de leesbaarheid is gekozen om de effectbeoordeling van referentiesituatie 2 in dit plan-MER apart in beeld te brengen. Niet als onderdeel binnen de effectbeoordeling bij ieder aspect, maar als aparte gevoeligheidsanalyse. Voorliggend hoofdstuk is daar het resultaat van.
- In de overige hoofdstukken in dit plan-MER spreken we van “referentiesituatie”, waar we “referentiesituatie 1” bedoelen.

Leeswijzer voor dit hoofdstuk

In paragraaf 18.2 geven we een kort overzicht van de milieuaspecten of het hanteren van referentiesituatie 2 (het eerder sluiten van de HFR) tot een andere beoordeling leidt. Per aspect staat een korte toelichting.
Voor die milieuaspecten waar deze referentiesituatie 2 wel relevant is, brengen we in paragraaf 18.3 in kaart welk type effecten kunnen optreden en hoe we deze beoordelen.

18.2 Leidt toepassen van referentiesituatie 2 tot andere effecten?

Tabel 114 geeft een overzicht van alle milieuaspecten waarvoor het niet onderscheidend is gebleken om de effecten van referentiesituatie 2 in kaart te brengen. In de rechterkolom is kort toegelicht op basis waarvan die conclusie is getrokken.

Tabel 114 Overzicht milieuaspecten in relatie tot referentiesituatie 2

Milieuaspect	Worden de effecten van het voornemen en zijn varianten anders als de HFR eerder uit bedrijf gaat?
Stralingsbescherming, nucleaire veiligheid	**Ja**. Als de HFR niet meer operationeel is valt de straling ten gevolge van deze installatie weg en cumuleert niet met die van de PALLAS-reactor. Deze criteria zijn verder behandeld in paragraaf 18.3.
Bodem en water	**Grotendeels niet.** Het wel of niet in gebruik zijn van de HFR is niet onderscheidend voor de effecten op grondwater en bodem. Het HFR-gebouw wordt namelijk niet ontmanteld en de koelwatervoorziening vindt niet plaats uit grondwater. De situatie is ook niet verschillend voor lozing van koelwater op oppervlaktewater, gezien de zeer beperkte mengzone in de Noordzee (zie paragraaf 8.3.2.3) en de afstand tussen de beide lozingspunten. Wel is er een verschil voor onttrekking van koelwater, omdat de koelwateronttrekking van de HFR uit het Noordhollandsch Kanaal eerder stopt. Het beoordelingscriterium **Koelwateronttrekking** krijgt dan ook aandacht in dit hoofdstuk, in paragraaf 18.3.
Waterveiligheid	**Neen**. De effecten op waterveiligheid zullen niet anders zijn bij een HFR die eerder uit bedrijf gaat. Het HFR-gebouw wordt namelijk niet ontmanteld, dat vindt plaats via een andere procedure.
Luchtkwaliteit	**Neen**. De HFR heeft geen (relevante) luchtemissie van NO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$. Daarom heeft het wel of niet in gebruik zijn van de HFR geen (relevant) effect op de luchtkwaliteit.
Geluid	**Neen**. Als de HFR niet meer operationeel is, dan valt de geluidemissie van de HFR weg. Het referentieniveau van geluid wijzigt. Echter, uit geluidsonderzoek blijkt dat de HFR nihil bijdraagt aan de geluidsbelasting van de woningen (zie paragraaf 11.2.1) en verre wordt overstemd door het geluid van de provinciale weg N502. Het moment van sluiten van de HFR is niet relevant.
Licht	**Neen**. In het plangebied wordt relatief weinig licht uitgestraald (zie paragraaf 12.2.1). Als de HFR niet meer operationeel is, dan valt maar een zeer beperkte hoeveelheid lichtemissie weg. Het referentieniveau van licht wijzigt, maar nihil. Het moment van sluiten van de HFR is niet relevant.
Natuur	**Grotendeels niet.** De effecten op ecologie zullen niet anders zijn bij een HFR die eerder uit bedrijf gaat. Het enige verschil is dat er geen periode is waarin beide centrales gekoeld moeten worden. Referentiesituatie 1/ overgangsfase representeert de worst-case situatie voor effecten op natuur tengevolge van koeling. De beoordelingscriteria **Inzuiging van vis en Thermische veranderingen** van oppervlaktewater krijgen aandacht in dit hoofdstuk. Deze hebben een relatie met **Gebiedsbescherming en Soortbescherming van de Wet natuurbescherming**. Deze criteria zijn verder behandeld in paragraaf 18.3. Daarnaast krijgt de mogelijkheid om de koelwaterleiding van de huidige HFR te benutten bij de koelvarianten K1 en K2 expliciet aandacht in paragraaf 18.3. Dit kan tijdens de bouwfase namelijk leiden tot een ander hydrologisch effect op **Gebiedsbescherming en Soortbescherming van de Wet natuurbescherming**.
Recreatie en toerisme	**Neen**. De effecten op recreatie en toerisme zullen niet anders zijn bij een HFR die eerder uit bedrijf gaat. Het HFR-gebouw wordt namelijk niet ontmanteld en blijft dus visueel zichtbaar. Ontmanteling vindt plaats via een andere procedure.
Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit	**Neen**. De effecten op Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit zullen niet anders zijn bij een HFR die eerder uit bedrijf gaat. Het HFR-gebouw wordt namelijk niet ontmanteld, dat vindt plaats via een andere procedure.
Archeologie	**Neen**. In beide situaties blijft de bodemverstoring ter plaatse van de bouwlocatie van de PALLAS-reactor en de koelwaterleidingen hetzelfde.
Verkeer	**Neen**. Op de totale verkeersproductie heeft het personenverkeer naar en van de HFR een nihil aandeel. Het moment van sluiten van de HFR is niet relevant.

18.3 Referentiesituatie 2: relevante beoordelingscriteria

Voor een aantal relevante aspecten zijn de effecten van de realisatie van de PALLAS-reactor in beeld gebracht, ten opzichte van een situatie waarbij de HFR niet in bedrijf is (referentiesituatie 2). Dit wordt hieronder gepresenteerd. Aangezien er geen overgangsfase meer is (zie Figuur 83) zijn alleen de bouwfase en de exploitatiefase van de PALLAS-reactor nog relevant.

18.3.1 Stralingsbescherming

Voor het aspect stralingsbescherming is gekeken naar effecten op de effectieve dosis als gevolg van directe straling en indirecte straling. Gedurende de bouwfase geldt, evenals in referentiesituatie 1, dat de PALLAS-reactor niet relevant is voor stralingsbescherming, aangezien er dan nog geen splijtstoffen of andere radioactieve stoffen in de installatie aanwezig zijn. De varianten scoren daarom neutraal (0) ten

Tabel 115 Effecten varianten stralingsbescherming t.o.v. referentiesituatie 2 (HFR vroeg uit bedrijf)

Beoordelingscriteria	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Effectieve dosis	0	0	0	0	0	0
Exploitatiefase						
Effectieve dosis	-	-	-	0	0	0

opzichte van de referentiesituatie.
Gedurende de exploitatiefase zorgt de PALLAS-reactor voor een toename van de stralingsbelasting ten opzichte van de situatie waarbij de HFR niet in bedrijf is (referentiesituatie 2). De PALLAS-reactor zal zeker kunnen voldoen aan de dosiscriteria uit het Besluit Stralingsbescherming. Vanwege de beperkte toename worden de milieueffecten negatief (-) beoordeeld ten opzichte van referentiesituatie 2. De verschillende varianten zijn niet onderscheidend ten opzichte van elkaar.
Tabel 115 geeft de effectbeoordeling voor het aspect stralingsbescherming ten opzichte van referentiesituatie 2 van de verschillende varianten.

18.3.2 Nucleaire veiligheid

Voor het aspect nucleaire veiligheid is gekeken naar effecten op radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen en het toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen. De bouwfase scoort negatief (-) ten opzichte van de referentiesituatie 2 (en overigens gelijk aan referentiesituatie 1) als gevolg van de invloed van de bouw van de PALLAS-reactor op de direct naastgelegen nucleaire faciliteiten. Aanname daarbij is dat deze nucleaire faciliteiten niet per definitie buiten gebruik zijn zodra de HFR buiten gebruik is. Ook zal het risico voor omwonenden als gevolg van de exploitatiefase van de PALLAS-reactor maximaal vergelijkbaar zijn met het risico van de HFR, maar waarschijnlijk zal deze lager liggen. Ten opzichte van een situatie zonder HFR is het effect van de voorgenomen activiteit derhalve negatief (-). Er treedt een verslechtering op van de veiligheid ten opzichte van een situatie zonder HFR, maar er zal zeker voldaan kunnen worden aan de wettelijke dosis- en risicocriteria. De verschillende varianten zijn niet onderscheidend ten opzichte van elkaar.
Tabel 116 geeft de effectbeoordeling voor het aspect nucleaire veiligheid ten opzichte van referentiesituatie 2 voor de verschillende varianten.

18.3.3 Koelwateronttrekking

Bij vroegtijdige uit bedrijfstelling van de HFR is daarvoor geen koelwater meer vereist, de onttrekking van koelwater uit het Noordhollandsch Kanaal wordt nihil. Gedurende de bouw is geen koelwater nodig voor PALLAS, dus de bouwfase is niet relevant. Als de PALLAS-reactor in gebruik gaat, dan dient deze gekoeld te worden. De bouwhoogtevarianten zijn niet relevant, maar de wijze van koeling wel. In de exploitatiefase is voor variant K1 een toename in de hoeveelheid onttrokken koelwater van 0 naar maximaal 3150 m³ per uur. Deze toename is zeer negatief beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Hierbij moet wel de kanttekening worden gemaakt dat dit een onttrekking betekent in de ordegrootte van minder dan 10% van de gemiddelde afvoer van 40.743 m³/uur van het Noordhollandsch Kanaal (zie paragraaf 8.2.1.3).
Variant K2 is neutraal beoordeeld, evenals variant K3 met luchtkoeling.

Tabel 116 Effecten varianten stralingsbescherming t.o.v. referentiesituatie 2 (HFR vroeg uit bedrijf)

Beoordelingscriteria	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Bouwfase						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Exploitatiefase						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0

Tabel 117 Effecten varianten op koelwateronttrekking t.o.v. referentiesituatie 2 (HFR vroeg uit bedrijf)

Beoordelingscriteria	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Exploitatiefase						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	- -	0	0

18.3.4 Gebiedsbescherming en Soortbescherming van de Wet natuurbescherming

Er zijn twee typen effecten die relevant zijn als de HFR eerder uit bedrijf gaat, te weten inzuiging van vis en thermische veranderingen door koelwaterlozing. Deze hangen samen met de koelvarianten. De effecten manifesteren zich op Gebiedsbescherming en Soortbescherming onder de Wet natuurbescherming. Gedurende de bouw wordt geen koelwater geloosd door PALLAS, dus de bouwfase is in dit kader niet relevant. De bouwhoogtevarianten hebben geen effect op natuur.
Als de HFR-leidingen benut kunnen worden voor koelwateronttrekking en/of -lozing, dan is dat juist wel relevant in de bouwfase. Aanleg van leidingen voor de PALLAS-reactor is dan (deels) niet nodig en dus is er sprake van minder effecten.

Inzuiging van vis
De HFR wordt bij koelvariant K1 gekoeld met water uit het Noordhollandsch Kanaal. Bij de koelwateronttrekking bestaat risico op inzuiging van vis. Als de HFR uit bedrijf is, dan stopt deze koelwateronttrekking ook en is er geen inzuiging van vis. Ten opzichte van deze situatie (zonder HFR) is het exploiteren van de PALLAS-reactor met koelwaterinname negatief, omdat vis ingezogen kan worden.

Thermische veranderingen
De HFR wordt bij koelvariant K1 gekoeld met water uit het Noordhollandsch Kanaal. Bij de koelwaterlozing in de Noordzee ontstaat thermische verontreiniging. Voor de PALLAS-reactor is berekend dat deze dusdanig vormgegeven kan worden dat voor het grootste deel van de tijd voldaan kan worden aan de eisen en dat op grond van een conservatieve aanname (zie bijlage 6 van het achtergrondrapport Bodem en water, Bijlage F3).
Uiteindelijk leidt dit ten opzichte van referentiesituatie 2 (HFR vroeg uit bedrijf) tot dezelfde beoordeling van de koelingsvarianten als bij referentiesituatie.

Verwijzingen deel B

[1]	Kernenergiewet (Kew), geldend op 01-06-2016.
[2]	ANVS, „Handreiking voor een veilig ontwerp en het veilig bedrijven van kernreactoren VOBK – Dutch Safety Requirements DSR," ANVS, Den Haag, Oktober 2015.
[3]	NRG, „Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten, Part 1 "Algemeen & Centrale voorzieningen"," NRG, Petten, 31 Augustus 2007.
[4]	NRG, „Veiligheidsrapport HFR, Veiligheidsanalyses (Hoofdstuk 16), NO NV HFR OD 0047," NRG, Petten, 2003.
[5]	NRG, „Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten, Part 1 "Algemeen & Centrale voorzieningen"," NRG, Petten, 16 december 2014.
[6]	„Kernenergiewet-vergunning NRG voor het wijzigen en in werking houden van de HFR," SAS, Den Haag, 2005.
[7]	NRG, „Veiligheidsrapport HFR, Stralingsbescherming en radioactief afval (Hoofdstuk 12)," NRG, Petten, 2003.
[8]	LEOPS (ARCADIS/NRG), „Population distribution and use of land and water - PALLAS SIte Characterisation," Arnhem, 2016.
[9]	Rijkswaterstaat & Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 – 2021, 2015.
[10]	Expertise Netwerk Waterveiligheid / ENW, „Technisch Rapport DuinAfslag ; TRDA2006," 2007.
[11]	MinVenW, „Randvoorwaarden primaire waterkeringen voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR 2006)," 2007.
[12]	HHNK, „Ontwerp keur Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016," Maart 2016.
[13]	HHNK, „Beleidsnota Waterkeringen 2012-2017," 2012.
[14]	HHNK, „Legger Zandige Kust - Resultaten recente uitwerkingen leggerbegrenzingen," 2016b.
[15]	NEN, „ Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken; NEN 3651," 2013.
[16]	STOWA, „Leidraad toetsen op veiligheid regionale keringen," 2007.
[17]	MinIenM, „Normering van de primaire waterkeringen in Nederland - Achtergronden en bijlagen," 2016.
[18]	Deltares, „Basisstochastens WTI-2016 - Statistiek en statistische onzekerheid; Rapport 1209433-012-HYE-0007-r_def)," 2016.
[19]	Arcadis en NRG, „Bijlage Ontwerpkader Plan-MER PALLAS".
[20]	De Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV) , Richtlijn lichthinder, 2014.
[21]	J. de Molenaar, Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier., Wageningen, Alterra, Research, 2003.
[22]	Provincie Noord-Holland, „Provinciale Ruimtelijke Verordening," in werking per 15 januari 2016, 2016.
[23]	M. Braad, S. v. Lieshout en M. Groeneveld, „Natuuronderzoek Onderzoekslocatie Petten, Pettemerduinen en Zwanenwater. Inventarisatie flora en fauna ter voorbereiding op de bouw en het bedrijf van de nieuwe onderzoeksreactor PALLAS," Antea-group en Consultancybureau ECOlogisch. Projectnummer 401003.02, definitieve versie 01, 9 november 2015.
[24]	E. d. Swart en Grandiek, N., „Natura 2000 Concept Beheerplan Zwanenwater & Pettemerduinen. Definitief concept.," Provincie Noord-Holland, 2016.
[25]	RoyalHaskoning DHV, „085 Zwanenwater-Pettemer duinen, Gebiedsanalyse," Kenmerk BD2825-103, 17 november 2015.
[26]	Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Concept ontwerpplan Natuur 2000-beheerplan Noordzeekustzone Periode 2015-2021," Versie 8.0, 16 februari 2015.
[27]	„PAS," [Online]. Available: www.pas.natura2000.nl. [Geopend 10 juni 2016].
[28]	R. d. Beer en C. t. Haaf, „Natuuronderzoek Onderzoekslocatie Petten, Pettemerduinen en Zwanenwater. Inventarisatie flora en faune ter voorbereiding op de bouw en het bedrijf van de nieuwe onderzoeksreactor Pallas," Van der Goes en Groot, Alkmaar, 2012.
[29]	Arcadis, „Uitgangspunten notitie aanvraag PP PAS," Maart 2016.
[30]	M. v. I. e. M. Ministerie van Economische Zaken, „Passende beoordeling bij het Programma Aanpak Stikstof," 2014.
[31]	Alterra, „Profielendocument Bruinvis (Procoena procoena) H1351," 2014.
[32]	M. Bruijs, „Bureaustudie naar technische en operationele maatregelen bij koelwaterinlaten om de effecten van visinzuiging te reduceren," Kema, Arnhem, 2007.
[33]	Provincie Noord-Holland, „Keuze aan de kust, project identiteit kustplaatsen van Noord-Holland," 2010.
[34]	„Strategische agenda Kust," Provincie Noord-Holland, 2012.
[35]	„Ruimtelijke plannen; vastgesteld 2015-07-29;NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA02," [Online]. Available: www.ruimtelijkeplannen.nl. [Geopend 15 April 2016].

[36]	Gemeente Zijpe, „Gebiedsvisie Sint Maartenszee," 2012.
[37]	N. Van der Wulp, F. Veeneklaar en J. Farjon, „Krassen op het landschap: over de beleving van storende elementen," Alterra, 2009.
[38]	„Waarstaatjegemeente.nl - Dashboard bedrijvigheid en economie," [Online]. Available: http://www.waarstaatjegemeente.nl/dashboard/Bedrijvigheid-en-economie--cgd7zutnOjhv/Banen-Recreatie-en-toerisme--le_ban_rt_inw/. . [Geopend 15 november 2016].
[39]	Gemeente Schagen, „Trendrapport Gemeente Schagen," september 2015.
[40]	„Hondsbossche Zeewering," Wikipedia. [Online]. [Geopend 13 juni 2016].
[41]	„ECN: Historie," [Online]. Available: https://www.ecn.nl/nl/over-ecn/historie/. [Geopend 13 juni 2016].
[42]	LAKA, „Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie," [Online]. Available: http://laka.org/docu/boeken/pdf/1-01-8-50-77.pdf. [Geopend 13 juni 2016].
[43]	„Provinciale milieuverordening Tranche 9," Provincie Noord-Holland, december 2015. [Online]. Available: https://www.noord-holland.nl/Onderwerpen/Water_Bodem/Aardkundig_erfgoed/Beleidsdocumenten/Provinciale_Milieuverordening_tranche_9. [Geopend juni 2016].
[44]	Gemeente Schagen, „Monumenten - Cultuur en recreatie," [Online]. Available: http://www.schagen.nl/cultuur-recreatie/monumenten_43976/. [Geopend 10 oktober 2016].
[45]	Deltaprogramma Kust, „Nationale visie Kust," september 2013. [Online]. Available: http://rijksoverheid.minienm.nl/nvk/NationaleVisieKust_print.pdf. [Geopend juni 2016].
[46]	„Belgische toestanden in de duinen baren Kamer zorgen," Trouw, 21 december 2015.
[47]	„Vrijgeven van bebouwing in kuststrook in kamer omstreden," Fd.nl, 3 maart 2016.
[48]	Natuur en Milieufederatie Zuid-Holland, Zeeuwse Milieufederatie, Het Zeeuws Landschap, Zuid-Hollands Landschap, Stichting Duinbehoud en Natuurmonumenten, „Bescherm de kust!," 2015. [Online]. Available: beschermdekust.nl. [Geopend 13 juni 2016].
[49]	A. Van der Burg, „Pleidooi voor 'Nationaal Belang nummer 14': de Noordzeekust," Ruimtevolk, [Online]. Available: https://ruimtevolk.nl/2016/03/01/pleidooi-voor-nationaal-belang-nummer-14-de-noordzeekust/. [Geopend 13 juni 2016].
[50]	„Gemeentelijke beleidskaart Schagen/Zijpe 2011," 2016.
[51]	S. Warning en J. Sprangers, „RAAP-NOTITIE 4336 - Plangebied 'PALLAS' op de Onderzoekslocatie Petten, gemeente Schagen; archeologisch vooronderzoek: een bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende fase)," RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp, 2014.
[52]	Arcadis, „DE 01 RE Outline Design 1B 078811695-E," 2016.
[53]	S. Molenaar, C. Soonius en D. Bekius, „Noord-Holland Laagland; De archeologie en het landschap in 7 lagen," RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp, 2009.
[54]	B. De Pater en B. Schoenmaker, Grote Atlas van Nederland 1930-1950 / Comprehensive Atlas of the Netherlands 1930-1950, Zierikzee: Atlas Maior.
[55]	A. Sijmons en I. Van Eeghen, Colom's Kaart van Holland 1681 - 1990.
[56]	G. Wieberink, Historische Atlas Noord-Holland, 1990.
[57]	„www.watiswaar.nl," [Online]. Available: www.watiswaar.nl. [Geopend mei 2016].
[58]	A. Hakvoort, „Zwakke Schakels, Inventariserend veldonderzoek middels verkennende boringen, strand Petten en Camperduin, Noord-Holland.," Hollandia, reeks nr:436, 2012.
[59]	J. Bex, „Archeologisch onderzoek watergebiedsplan Zijpe. Inventariserend veldonderzoek d.m.v. Boringen Grontmij Archeologische rapporten 1070," 2011.
[60]	„ARCHIS III," 2016.
[61]	CROW , publicatie 315 - Basiskenmerken wegontwerp, 2012.
[62]	Oranjewoud, „'Van A naar Zijpe' Gemeentelijk verkeer- en vervoerplan Zijpe," 25 april 2012.
[63]	Arcadis en NRG, „Bijlage ontwerpkader Plan-MER PALLAS".
[64]	LEOPS, „Uitgangspunten notitie aanvraag PP PAS," Maart 2016.
[65]	w. n. assocation, „Uranium Mining Overview," [Online]. Available: http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/uranium-mining-overview.aspx. [Geopend juni 2016].
[66]	OECD/NEA, „Managing Environmental and Health Impacts of Uranium Mining," OECD/NEA, 2014.
[67]	UNSCEAR, sources and effects of ionizing radiation volume I, New York: United Nations, 2010, geactualiseerd mei 2016.
[68]	W. N. Assocation, „The Nuclear Fuel Cycle," World NuclearAssocation, june 2016. [Online]. Available: http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/introduction/nuclear-fuel-cycle-overview.aspx. [Geopend sept 2016].
[69]	IAEA, „IAEA research database," Oktober 2016. [Online]. Available: https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR.

[70]	EC-JRC, „Annual report JRC Operation and Utilisation of the High Flux Reactor 2015.," 2015.
[71]	Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse), geldend op 01-06-2016.
[72]	Besluit Stralingsbescherming (Bs), geldend op 01-06-2016.
[73]	OECD-NEA, „The Supply of Medical Radioisotopes," 2014. [Online]. Available: https://www.oecd-nea.org/med-radio/reports/sen-hlgmr2014-2.pdf.
[74]	Tweede Kamer der Staten-Generaal, Principe besluit vervangen HFR - Kamerstuk 32645-33, Januari 2012.
[75]	IAEA, „Production and supply of Molybdenum-99," 2010. [Online]. Available: https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54Inf-Documents/English/gc54inf-3-att7_en.pdf.
[76]	New Mexico Bureau of Geology & Mineral Resources, „Uranium - Where is it found?," [Online]. Available: https://geoinfo.nmt.edu/resources/uranium/where.html.
[77]	G. Alders en S. Husken, „Beleidsnota Archeologie gemeente Zijpe (SCENH-rapport cultuurhistorie 28)," Gemeente Schagen, Wormer, 2007.
[78]	„Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte," Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012.
[79]	Provincie Noord-Holland, „Structuurvisie Noord-Holland 20140 Kwaliteit door veelzijdigheid," 28 september 2015. [Online]. Available: https://www.noord-holland.nl/Onderwerpen/Ruimtelijke_inrichting/beleid/Structuurvisie_Noord_Holland_2040.
[80]	„Leidraad Landschap en Cultuurhistorie," Provincie Noord-Holland, Haarlem, 2010.
[81]	„Beleidskader Landschap en cultuurhistorie Noord-Holland," Provincie Noord-Holland, 2006.
[82]	Provincie Noord-Holland, „Beleidsregel beoordelingskader ontheffing aarkundige monumenten," 27 oktober 2015. [Online]. Available: file:///C:/Users/simont/Downloads/Beoordelingskader%20ontheffing%20aardkundige%20monumenten.pdf.
[83]	„Veelkleurig landschap, landschapsontwikkelingsplan gemeente Zijpe, gebiedsuitwerking en streefbeelden, hoofdrapport en achtergrondrapport.," Gemeente Zijpe, 2009.
[84]	Gemeente Schagen, „Bestemmingsplan buitengebied Zijpe," 2014. [Online]. Available: http://files.planviewer.nl/ruimtelijkeplannen/04/0441/NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03/r_NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03.html.
[85]	„Reisgids voor ruimtelijke kwaliteit," Gemeente Schagen, 2016.
[86]	M. Reijnen en R. Foppen, „Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheden van broedvogels (hoofdrapport)," IBN-rapport 91/1. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum, 1991.
[87]	„www.synbiosis.alterra.nl," [Online]. Available: www.synbiosis.alterra.nl. [Geopend 7 oktober 2016].
[88]	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, „Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Noordzeekustzone," 2008.
[89]	Arcadis, „Zwakke Schakels Noord-Holland; Passende Beoordeling zandwinning," 2013.
[90]	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, „Natura 2000-gebied Noordzeekustzone," Directie Regionale Zaken DRZO/2008-007, gepubliceerd op d ewebsite van het Ministerie van EZ, 2008.
[91]	Grontmij, „MER zandwinning Zwakke Schakels Noord-Holland. In opdracht van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier," Kenmerk GM-0071525, revisie D1, 15 augustus 2012.
[92]	„SOVON," [Online]. Available: https://www.sovon.nl/nl/gebieden. [Geopend 7 oktober 2016].
[93]	A. Galatius, S. Brasseur, R. Czeck, B. Diedrichs, L. F. Jensen, P. Korber, J. T. U. Siebert en S. Klopper, „Aerial surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2014. The highest pup count recorded yet.," 2015.
[94]	„Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie," Provincie Noord-Holland, [Online]. Available: https://maps.noord-holland.nl/GeoWebHTML5/Index.html?configBase=https://maps.noord-holland.nl/Geocortex/Essentials/GeoWeb50/REST/sites/Informatiekaart_Landschap_en_Cultuurhistorie/viewers/ILC/virtualdirectory/Resources/Config/Default. [Geopend 13 juni 2016].
[95]	Gemeente Zijpe, „Landschapsontwikkelingsplan. Achtergrondrapport veelkleurig landschap. Inventarisatie beleidswensen.," 2009.
[96]	P. Noord-Holland, „Aardkundige monumenten," [Online]. Available: https://maps.noord-holland.nl/GeoWebHTML5/Index.html?configBase=https://maps.noord-holland.nl/Geocortex/Essentials/GeoWeb50/REST/sites/Aardkundige_monumenten/viewers/html5/virtualdirectory/Resources/Config/Default. [Geopend 13 juni 2016].
[97]	„engineeringtoolbox," [Online]. Available: http://www.engineeringtoolbox.com/oxygen-solubility-water-d_841.html. [Geopend 10 oktober 2016].
[98]	RWS Waterdienst, „Brondocument waterlichaam Hollandse kust. Doelen en maatregelen rijkswateren," Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2012.
[99]	HHNK, „Legger Zandige Kust - Het concept 'legger' en de concretisering van de legger tussen Den Helder en Camperduin," 2016a.
[100]	RoyalHaskoning DHV, „085 Zwanenwater Pettemer duinen, Gebiedsanalyse," Kenmerk BD2825-103, 17 november 2015.
[101]	Arcadis, „Aanleg Koelwaterleidingen Pallas in de Pettemerduinen: Ecologische gevoeligheidsanalyse. Kenmerk 079494032, d.d. 14 juli 2017.," 2017.

Bijlagen



PALLAS



Bijlage

A Afkortingen en begrippenlijst

(besluit)-MER	(besluit)-Milieueffectrapport
(plan)-MER	(plan)-Milieueffectrapport
AERIUS	Reken programma om stikstofdepositie in het kader van de PAS mee te berekenen
ALARA	As low as reasonably achievable; zo laag als redelijkerwijs mogelijk
ANVS	Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming
Barro	Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening
BBT	Best Beschikbare Techniek
Bkmw	Besluit kwaliteitseisen en monitoring water
BREF	BAT Reference documents
Bus	Besluit uniforme saneringen
dB	Decibel
EHS	Ecologische Hoofd Structuur
GHG	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
HFR	Hoge Flux Reactor
HHNK	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
Kew	Kernenergiewet
KRW	Kaderrichtlijn Water
LAeq	Langtijdgemiddelde (relevant bij het berekenen van geluidscontouren)
LDA	Lay Down Area, het tijdelijke werkterrein
LDB	Landsdekkend Beeld Bodemverontreiniging
LOP	Landschapsontwikkelingsplan
N2000	Natura 2000
NCP	Nederlands Continentaal Plat
NMP3	Nationaal Milieubeleidsplan 3
NNN	Natuurnetwerk Nederland
NOx	Stikstof
OLP	Onderzoekslocatie Petten
PAS	Programmatische Aanpak Stikstof
SVIR	Structuurvisie Infrastructuur & Ruimte
Wbb	Wet bodembescherming

Bijlage

B Geïnformeerde landen

In paragraaf 1.3 is aangegeven, dat als gevolg van dit project geen grensoverschrijdende belangrijke nadelige milieugevolgen worden verwacht. Vanwege de gevoeligheid van het project heeft de gemeente Schagen besloten toch een groot aantal landen te informeren over het voornemen. Ten behoeve daarvan is aan deze landen een Engelstalige kennisgeving van het voornemen en de naar het Engels vertaalde mededelingsnotitie plan-MER toegestuurd. De tabel hierna geeft een overzicht van de landen die zijn geïnformeerd over deze plan-m.e.r.-procedure.

Reacties

Er zijn in totaal vijf reacties binnenkomen; van Frankrijk, Roemenië, Litouwen, België en Wit-Rusland. In deze reacties hebben België, Roemenie en Wit-Rusland aangegeven graag betrokken te worden in de verdere procedure. Frankrijk en Litouwen hebben aangegeven niet verder betrokken te hoeven worden.

Tabel 1 Geïnformeerde landen

Landen		
Albanië	Ierland	Portugal
Andorra	IJsland	Republiek Estland
Armenië	Israël	Republiek Letland
Azerbijan	Italië	Republiek Macedonië
België	Kazachstan	Roemenië
Bosnië en Herzegovina	Kirgizië	Russische Federatie
Bulgarije	Liechtenstein	San Marino
Canada	Litouwen	Servië
Kroatië	Luxemburg	Slovenië
Cyprus	Malta	Slowakije
Denemarken	Moldavië	Spanje
Duitsland	Monaco	Sweden
Europese Unie (EU)	Montenegro	Switzerland
Finland	Nederland	Tajikistan
Frankrijk	Noorwegen	Tsjechische Republiek
Georgië	Oekraïne	Turkije
Griekenland	Oezbekistan	Turkmenistan
Hongarije	Oostenrijk	Verenigde Staten
	Polen	Witrusland

Bijlage

C

Ontwerpkader PALLAS

Inhoudsopgave

1 Inleiding 248
1.1 Relatie met Plan-MER 248
1.2 Leeswijzer 248

2 Projectfasen 249

3 De reactor 250
3.1 De reactor 250
3.3.1 Type reactor 250
3.1.2 Veiligheidsconcept 251
3.2 Gebruik van de reactor 253
3.3 De splijtstofketen en isotopenketen 253
3.3.1 Splijtstofketen 255
3.3.2 Isotopenketen 257
3.3.3 Non-proliferatie 258

4 Exploitatiefase 259
4.1 Beschrijving PALLAS-terrein 259
4.1.1 Het nucleaire eiland 259
4.1.2 Bouwhoogte en -diepte varianten nucleaire eiland 260
4.1.3 Overige gebouwen 260
4.1.4 Parkeerzone 261
4.2 Varianten koelsysteem 261
4.2.1 Variant K1: Onttrekken uit het Noordhollandsch Kanaal en lozen op de Noordzee (zoet-zout variant) 261
4.2.2 Variant K2: Onttrekken uit de Noordzee en lozen op de Noordzee (zout-zout variant) 264
4.2.3 Uitgangspunten doorstroomkoeling 265
4.2.4 Luchtkoeling 265
4.3 Stralingsbescherming Bouwfase 267

5 Bouwfase 268
5.1 De bouw van het nucleaire eiland 268
5.1.1 Variant B1: 17,5 m boven maaiveld en 29,5 m onder maaiveld 268
5.1.2 Variant B2: 24 m boven maaiveld en 16 m onder maaiveld 268
5.1.3 Variant B3: 40 m boven maaiveld 269
5.1.4. Zetting 270
5.2 De bouw van overige gebouwen 270
5.3 Aanleg van nutsvoorzieningen en overig civieltechnisch werk 270
5.4 Het werkterrein/LDA 270
5.4.1 Depots 271
5.4.2 Betoncentrale 271
5.5 Grondwerk PALLAS-terrein 272
5.6 Verkeer tijdens bouwfase 272
5.6.1 Dieselmaterieel 272
5.6.2 Transport 272
5.6.3 Stikstof 273

Verklarende woordenlijst 274

1 Inleiding

Onderhavig ontwerpkader beschrijft het ontwerp van de PALLAS-reactor op hoofdlijnen. Het geeft een conservatieve, maar realistische inschatting van de voorgenomen activiteit. Het is gebaseerd op de kenmerken van de locatie op de OLP, randvoorwaarden uit beleid en wetgeving en kennis vanuit de huidige HFR.

1.1 Relatie met Plan-MER

In het plan-MER en de achtergrondrapporten bij het plan-MER worden de effecten van het bouwen en exploiteren van de PALLAS-reactor beschreven. Omdat de exacte inrichting en technisch invulling van de reactor en het reactorterrein nog niet bekend zijn, heeft toetsing van de effecten plaats gevonden op basis van onderhavig ontwerpkader. Voorliggend ontwerpkader is gemaakt ten behoeve van het plan-MER en het bestemmingsplan en heeft daarom een abstractieniveau (zie Tabel 1) passend bij het plan-MER en het bestemmingsplan. Zo wordt bijvoorbeeld gewerkt met het maximale vermogen dat de reactor kan hebben op basis van de aanbesteding voor het ontwerp van de reactor (55MW[1]). Het koelvermogen is vervolgens afgeleid van dit maximale vermogen. Het ligt echter voor de hand dat het vermogen minder wordt. Het plan-MER beschrijft daarmee de maximale effecten voor het vermogen van de reactor.
Voor sommige onderdelen is de exacte locatie nog niet bekend, zoals de mogelijke tracés voor koelwaterleidingen of het tijdelijke werkterrein. In dat geval is in het ontwerpkader gewerkt met een zoekgebied. Voor dat zoekgebied worden in het plan-MER de effecten en mogelijke obstakels in beeld gebracht. Bij de verdere uitwerking van het ontwerp kan hier zo veel mogelijk rekening mee worden gehouden. Deze verdere uitwerking van het ontwerp wordt getoetst in het kader van het besluit-MER. Deze bijlage bevat de beschrijving van het ontwerpkader. Waar relevant zijn alternatieven en varianten beschreven.

Tabel 1 Detailniveau

Detailniveau Plan-MER	Detailniveau Besluit-MER
Zoekgebied	Concreet tracé koelwaterleiding
Maximale vermogen	Werkelijke vermogen
Mogelijke inrichting van het terrein	Werkelijke inrichting van het terrein

1.2 Leeswijzer

Onderstaand is per hoofdstuk een korte toelichting opgenomen:

- Hoofdstuk 2: Hierin worden de diverse projectfasen toegelicht die in het plan-MER worden beschouwd.
- Hoofdstuk 3: Hierin wordt de reactor beschreven.
- Hoofdstuk 4: Hierin wordt voor de exploitatiefase beschreven aan welke randvoorwaarden de te bouwen elementen voldoen en wat hun maximale omvang is. Hierin is ook een beschrijving van de varianten voor bouwhoogte en -diepte en voor koeling opgenomen die in het plan-MER worden onderzocht.
- Hoofdstuk 5: Hierin wordt voor de bouwfase beschreven aan welke randvoorwaarden de bouwactiviteiten voldoen en wat hun maximale omvang is.

1 Het vermogen van 55 MW van de reactor is gebaseerd op 1) het huidige vermogen van de HFR en 2) de eerste initiële gesprekken met experts in relatie tot het doel van de PALLAS-reactor. Zoals reeds aangegeven in de mededelingsnotitie van het besluit-MER zal naar verwachting het uiteindelijk vermogen substantieel lager zijn dan 55 MW.

2 Projectfasen

Het realiseren en bedrijven van de PALLAS-reactor is op te delen in een aantal projectfasen: de exploitatiefase, de overgangsfase en de bouwfase.

Exploitatiefase
In deze fase is de PALLAS-reactor in bedrijf genomen. De reactor wordt veilig bedreven en onderhouden conform de specificaties zoals beschreven in het hoofdstuk exploitatiefase.

Overgangsfase
Zodra de PALLAS-reactor gereed is voor exploitatie, is het waarschijnlijk dat de HFR haar activiteiten afbouwt. Omdat nog niet zeker is op welk moment de HFR wordt uitgefaseerd gaan we in het plan-MER bij het beschrijven van de milieueffecten uit van een overgangsfase waarin beide reactoren in bedrijf zijn. De overgangsfase wordt in voorliggende ontwerpkader niet nader beschreven, aangezien deze fase dit niet tot unieke ontwerpkeuzes leidt.

Bouwfase
In deze fase wordt de PALLAS-reactor, bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen gerealiseerd. De bouwfase duurt in totaal ongeveer 4 jaar. Gedurende deze 4 jaar worden op hoofdlijnen de volgende activiteiten uitgevoerd:

1. Het voorbereiden van het terrein en het werkterrein.
2. Bouw van het nucleaire eiland.
3. Bouw van het secundaire koelwatersysteem, dit vindt plaats tegelijk met de bouw van het nucleaire eiland.
4. De bouw van de overige gebouwen en voorzieningen (riolering/parkeerterrein e.d.) op het terrein. Dit vindt plaats tegelijk met de bouw van het nucleaire eiland.

In het kader van het plan-MER is vooral het ontgraven en grondverzet ten behoeve van de PALLAS en het realiseren van het secundaire koelwatersysteem relevant. Daarnaast is relevant dat een tijdelijk werkterrein van ongeveer 50.000 m² moet worden ingericht. Grond en bouwmaterialen worden aan- en afgevoerd met vrachtwagens. Uitgangspunt is dat de bouwwerkzaamheden tot zo min mogelijk hinder leiden voor de omgeving. Ook veiligheid en toegankelijkheid zijn belangrijke aspecten, zeker omdat de OLP in verband met beveiliging beperkt toegankelijk is.
De activiteiten in de bouwfase zijn in het hoofdstuk bouwfase beschreven.

3 De reactor

De PALLAS-reactor komt op beveiligd terrein te staan. Dit terrein is omzoomd met hekken en is alleen via bewaakte toegangen te betreden. Het terrein bestaat grofweg uit twee delen: het nucleaire eiland zelf en het terrein direct rondom de reactor, waarop de ondersteunende faciliteiten zijn gelegen.

3.1 De reactor

3.1.1 Type reactor

Onderzoeksreactoren kunnen op verschillende manieren worden ingedeeld naar type reactor. Dit onderscheid kan gemaakt worden op basis van:

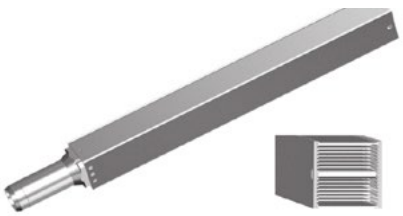
- het ontwerp van en het type splijtstofelementen dat gebruikt wordt;
- het materiaal dat gebruikt wordt voor de moderatie van neutronen;
- pool-type' of 'tank-in-pool-type'.

Het ontwerp van en type splijtstofelementen

Er is onderscheid te maken tussen onderzoeksreactoren op basis van het ontwerp en het type splijtstofelementen dat gebruikt wordt. Zo zijn er:

- onderzoeksreactoren waarbij de moderator in het splijtstofelement zit verwerkt, de zogenaamde TRIGA reactoren;
- reactoren waarbij de splijtstofelementen bestaan uit dunne platen (plate-type fuel), de zogenaamde Materiaal Test Reactoren (MTR);
- reactoren waarbij de splijtstof zich in vloeibare fase bevindt of is opgelost in een vloeistof.

De PALLAS-reactor zal, evenals de HFR gebruik gaan maken van 'plate-type' splijtstofelementen. De keuze hiervoor is voornamelijk gebaseerd op het feit dat er veel ervaring met dit type splijtstofelementen beschikbaar is, wat de veilige bedrijfsvoering van de reactor bevordert.
Een 'plate-type' splijtstofelement bestaat uit een aantal platen met aan beide zijde een bevestigingshouder (dikkere aluminium platen). De splijtstofplaten bevatten laag verrijkt uranium in een aluminium matrix (samen de splijtstofmatrix). Om deze matrix is een aluminium bekleding aangebracht zodat het uranium opgesloten zit in de splijtstofplaat. In Figuur 1 is een voorbeeld van een dergelijk splijtstofelement weergegeven. De reactorkern bestaat uit een aantal (bijv. 16 of 20) van dergelijke splijtstofelementen.



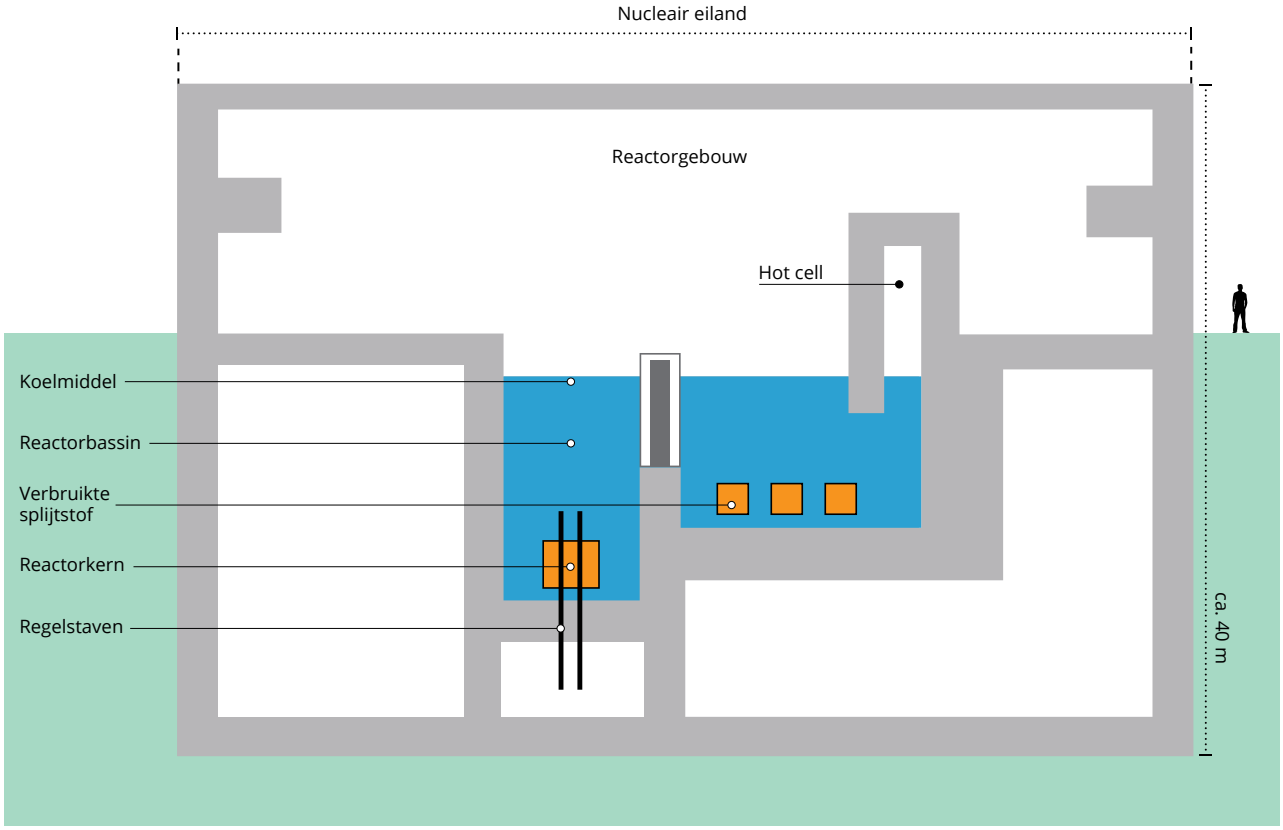
Figuur 1 Voorbeeld van een splijtstofelement van een onderzoeksreactor (zijaanzicht van het hele element en bovenaanzicht waarbij de splijtstofplaten zichtbaar zijn)

Het materiaal voor de moderatie van neutronen

Voor de moderatie van neutronen wordt er typisch gebruik gemaakt van water, zwaar water, grafiet of polyethyleen. De PALLAS-reactor wordt, evenals de HFR, een water (eventueel in combinatie met zwaar water) gemodereerde reactor. Het gebruik van water als moderator in de PALLAS-reactor hangt samen de keuze voor het type splijtstofelementen dat gebruikt gaat worden.

'Pooltype' of 'tank-in-pool-type'

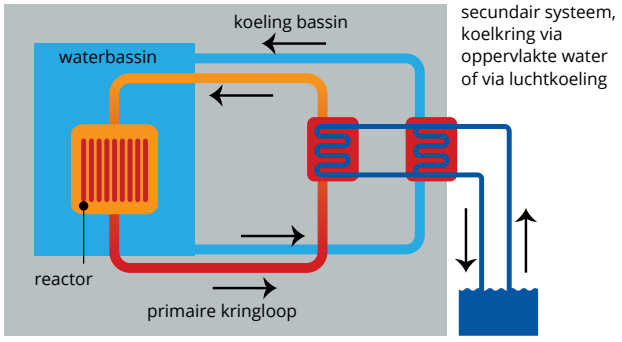
Verder worden onderzoeksreactoren geclassificeerd op basis of de reactorkern enkel in een bassin is geplaatst ('pool'-type), of dat de reactorkern is geplaatst in een gesloten tank welke vervolgens in een bassin is geplaatst (tank-in-pool-type).
De PALLAS-reactor wordt, evenals de HFR, een pool-type onderzoeksreactor, er is nog niet besloten of dit ook een tank-in-pool reactor wordt. Bij dit ontwerp is de reactorkern, welke voornamelijk bestaat uit splijtstofelementen en regelstaven, gelegen in een groot waterbassin (zie Figuur 2 en Figuur 3). De reactorkern produceert tijdens normaal bedrijf veel straling. Om veilig met de reactor te kunnen werken is daarom voldoende afscherming nodig tussen de reactorkern en het personeel noodzakelijk. Ook moet het personeel voldoende worden afgeschermd van de straling afkomstig van de experimenten en isotopen. Water is hiervoor bij uitstek geschikt omdat een aantal m² water voldoende afscherming biedt om veilig te werken. Daarnaast is water transparant waardoor het mogelijk is om te allen tijde een overzicht te hebben van de reactorkern. Het grote voordeel van een pool-type reactor is dat het waterbassin voor voldoende afscherming zorgt tijdens normaal bedrijf om veilig experimenten en medische isotopen productie, inclusief het ont- en beladen, uit te voeren.
Een andere uitvoering van een pool-type rector is een tank-in-pool-type reactor. Dit is een reactor waarbij de reactorkern is geplaatst in een gesloten tank en deze tank bevindt zich in een waterbassin (pool). De keuze tussen een pool- en tank-in-pool-type reactor wordt voornamelijk gedreven door veiligheids- en operationele overwegingen. Doorgaans maken onderzoeksreactoren met een hoge vermogensdichtheid gebruik van een gesloten tank om zo koeling van de splijtstofelementen voldoende te garanderen. Naar mate de vermogensdichtheid en het totale vermogen van de reactorkern afneemt is er geen directe noodzaak voor het gebruik van een gesloten tank. Wanneer er geen directe noodzaak is voor het gebruik van een gesloten tank wordt er vaak gebruik gemaakt van een tank welke aan de bovenzijde open is. Dit vergemakkelijkt de toegang tot de reactorkern tijdens bedrijf, wat gunstig is voor



Figuur 2 Schematische weergave pool-type reactor

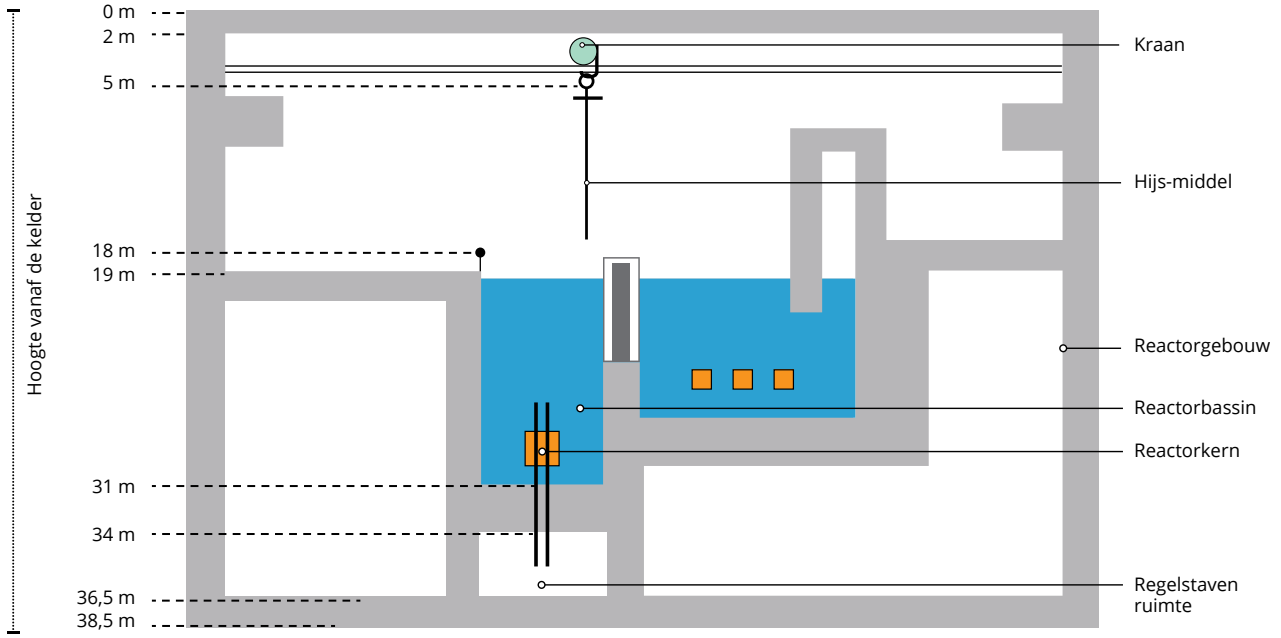
het uitvoeren van experimenten en produceren van medische-isotopen. PALLAS heeft hierin nog geen keuze gemaakt.

Koelen van de reactor (primair koelsysteem)
Figuur 3 geeft schematisch het principe van koelen van een 'tank-in-pool-type' reactor, dit principe is gelijk voor alle pool-types om de koeling weer te geven. Bij het splijten van de uraniumatoomkernen komt warmte vrij die door koeling van de reactorkern wordt afgevoerd. De warmte wordt hierbij overgedragen aan koelwater dat door het reactorbassin stroomt. Het koelwater wordt rondgepompt in de zogenoemde primaire kringloop. De primaire kringloop geeft via een warmtewisselaar de door het koelwater opgenomen warmte af aan een secundair systeem. Naar verwachting zal het maximale vermogen van de reactor 55 MW bedragen. Voor de benodigde koelcapaciteit zal worden uitgegaan van 20% meer dan het reactorvermogen. De reactorkern en de gebruikte splijtstof staan tevens warmte af aan het reactorbassinwater. Het reactorbassinwater wordt op soortgelijke wijze als het koelwater gekoeld, namelijk met een primaire kringloop die via een warmtewisselaar warmte afgeeft aan het secundaire systeem. Dit primaire water kan vervolgens op verschillende manieren worden gekoeld, in Figuur 3 is een weergegeven met koeling via het oppervlaktewater.
De keuze om de reactorkern te koelen met water is een direct gevolg van de keuze voor het type splijtstofelementen en de bestralingscondities die van de reactor worden gevraagd ten behoeve van het uitvoeren van experimenten en het produceren van isotopen. Het gebruik van een ander koelmiddel in de primaire kringloop dan water is daardoor uitgesloten.



Figuur 3 Schematische voorstelling van de primaire koelkring en de secundaire koelkring voor een tank-in-pool reactor

Hot cell
In of nabij de reactor kunnen tevens één of meerdere hot cells worden gerealiseerd. Een hot cell is een afgeschermde behandelruimte waar middels een robot veilig gewerkt kan worden met radioactief materiaal. De hot cell schermt degene die werkt met het materiaal dus af van de radioactieve straling binnen de hot cell. In de hot cell worden experimenten gedaan en capsules of andere radioactieve objecten gedemonteerd in verband met inspectie, reparatie of transport. Tevens kunnen er containers met experimenten, nucleair afval en radio-isotopencapsules worden beladen. Verder kan in de hot cells veilig middel- en hoogradioactief afval verpakt worden ten behoeve van transport voor verdere bewerking of opslag bij COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval).



Figuur 4 Factoren die de hoogte bepalen van de reactor

Het nucleaire eiland

Het nucleaire eiland betreft het gebouw waarin de reactor zich bevindt met de direct daaraan gekoppelde functionaliteiten. Een belangrijke functie van dit gebouw is dat het een fysieke barrière betreft, ten behoeve van het insluiten van radioactieve stoffen en splijtstoffen. Het proces van het voorkomen of beperken van het vrijkomen van radioactief materiaal naar het milieu wordt ook wel confinement[2] genoemd.

Tabel 2 Hoogte nucleaire eiland per onderdeel

Hoogte nucleaire eiland per onderdeel			
Omschrijving	Hoogte in meters		Functie
	Per onderdeel	Totaal	
Dak	2	2	Constructie benodigd bij vliegtuigongeluk en containment
Dak - kraanhaak	3	5	Fysieke grootte van de apparatuur
Vrije hoogte voor het omgaan met gereedschap/ mallen	13	18	Gelijk aan pool diepte en pool barrière
Pool Barrière	1	19	Operationele bescherming
Pool diepte	12	31	Radiologische afscherming
Pool vloer	3	34	Radiologische afscherming en structuur
CRD ruimte	2,5	36,5	Werkruimte
Bodem gebouw (beton)	2	38,5	Constructie
Totaal	**38,5 meter**		

Afmetingen nucleaire eiland

Voor de afmetingen van het nucleaire eiland wordt uitgegaan van 40 m (lengte) bij 60 m (breedte) bij 40 m (hoogte). In Tabel 2 is per onderdeel de hoogte weergegeven die hiervoor minimaal is benodigd. Indien alle hoogtes van alle onderdelen bij elkaar worden opgeteld, komt de totale hoogte uit op 38,5 m. Rekening houdend met onvoorziene aanvullende benodigde ruimte zoals een koepeldak, komt dit neer op een totale hoogte van 40 m voor het nucleaire eiland.
Voor de afvoer van ventilatielucht en voor de lozing van gasvormige of luchtgedragen radioactieve stoffen is het gebouw voorzien van een ventilatieschacht. De hoogte hiervan bedraagt circa 45 m boven het maaiveld (48,5 m +NAP, vergelijkbaar met de ventilatieschacht van de HFR), en is onafhankelijk van de gebouwhoogte van het gebouw.

Belangrijkste kenmerken van de PALLAS-reactor

In Tabel 3 op de volgende pagina zijn een aantal kenmerken van de PALLAS-reactor gegeven (conform de aan Euratom geleverde informatie).

3.1.2 Veiligheidsconcept

Kernreactoren moeten 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. Hiervoor bestaat uitgebreide internationale en nationale wet- en regelgeving, waar door het Bevoegd Gezag streng toezicht op wordt gehouden. De levensduur van een kernreactor omvat het ontwerp, de bouw, de inbedrijfstelling, de bedrijfsvoering en tenslotte de buitengebruikstelling en ontmanteling.
Een gevaar is gedefinieerd als een gebeurtenis die binnen of buiten de inrichting kan voorkomen en mogelijk of daadwerkelijk negatieve gevolgen heeft voor de veiligheid van de reactor. Interne gevaren komen van binnen de inrichting

2 Confinement: Het voorkomen of beperken van het vrijkomen van radioactief materiaal naar het milieu tijdens normaal bedrijf en tijdens mogelijke optredende ongevallen.

Tabel 3 Belangrijkste kenmerken van de PALLAS-reactor

Parameter	Beschrijving
Reactor vermogen (MWth)	Zo laag mogelijk (< 55 MW)
Thermische neutronenflux (n/cm^2/s)	• Lage flux zone - 1.0 X 10^{14}
	• Midden flux zone - 2.0 X 10^{14}
	• Hoge flux zone - 3.0 X 10^{14}
Thermische neutronenflux (n/cm^2/s)	Niet bepalend voor het reactor ontwerp
Principe van de reactorkoeling	Koelcategorie 2 conform Dutch Safety Requirements – passieve koeling in geval van uitval van externe stroomvoorziening
Richting van de koelwaterstroom door de kern	Naar boven gericht
Risico categorie	Risicocategorie 3 conform Dutch Safety Requirements
Reactor beschikbaarheid	300 Full Power Days
Aantal Hot Cells	Minimaal twee
Beladingsschema	Redundante droge beladingsroute en natte beladingsroute als diverse methode
Productie	Mo-99, andere isotopen voor industriële en medische doeleinden
Onderzoek	• Ondersteuning van onderzoek van medische isotopen
	• Bestraling van splijtstof monsters in capsules
	• Bestraling van materiaal monsters
Reservering voor aanpassing	Extra ruimte en infrastructuur voor:
	• Introductie van één complexe splijtstof bestralingsoplossing in de toekomst (bijvoorbeeld bestraling van splijtstof in steady state, ongevals- of ramp-up condities);
	• of uitbreiding van bestraling van medische (zoals Mo-99 etc.) of industriële isotopen.

terwijl externe gevaren van buiten de inrichting komen. Een voorbeeld van een intern gevaar is een brand binnen de inrichting. De externe gevaren zijn van natuurlijke oorsprong of door mensen veroorzaakt, zoals bliksem, aardbeving of risico's als gevolg van een nabijgelegen industrieterrein.
Een kernreactor dient in essentie aan de drie volgende veiligheidsfuncties te voldoen:

1 het beheersen van de reactiviteit (afschakelen van de reactor);
2 het koelen van de splijtstoffen;
3 het insluiten van de radioactieve stoffen of splijtstoffen.

Deze drie veiligheidsfuncties gelden voor alle fasen van de levensduur van een kernreactor. Als er niet voldaan wordt aan de veiligheidsfuncties wordt geen Kernenergiewet-vergunning (hierna: Kew-vergunning) verleend. Bij de aanvraag om de Kew-vergunning en het bijbehorende besluit-MER worden de veiligheidsfuncties verder onderbouwd.

Om de bovengenoemde veiligheidsfuncties te garanderen, wordt gebruik gemaakt van een aantal belangrijke erkende veiligheidsbeginselen (principes), waarvan het gelaagde veiligheidsconcept en het barrière-concept de belangrijkste zijn. Deze principes worden onderstaand kort beschreven.

Het gelaagde veiligheidsconcept
De nucleaire veiligheid van kernreactoren is gebaseerd op het concept van gelaagde veiligheid (in het Engels 'Defence-in-Depth'). Dit veiligheidsconcept is bedoeld om ongevallen te voorkomen dan wel de gevolgen daarvan te beperken en is een samenspel van bouwkundige, technische en organisatorische voorzieningen. Er worden meerdere strategieën toegepast om de veiligheid van de reactor onder abnormale omstandigheden en ongevalscondities te waarborgen. Dit wordt bereikt door een aantal niveaus van beschermende maatregelen, elk met een eigen strategie:

- Een conservatief ontwerp, kwaliteitsborging en bedrijfsvoering van hoge kwaliteit voorkomt falen tijdens normale bedrijfsvoering van de kernreactor.
- Afwijkende bedrijfsvoering wordt gemonitord. Dit resulteert in een beheersing van voorzienbare bedrijfsvoorvallen.
- Veiligheidssystemen en ongevalsprocedures verhinderen escalaties die tot kernsmelt kunnen leiden.
- Bij extreme calamiteiten waarbij significante hoeveelheden radioactieve stoffen vrijkomen worden met beschermende noodmaatregelen de radiologische gevolgen voor de omgeving beperkt.

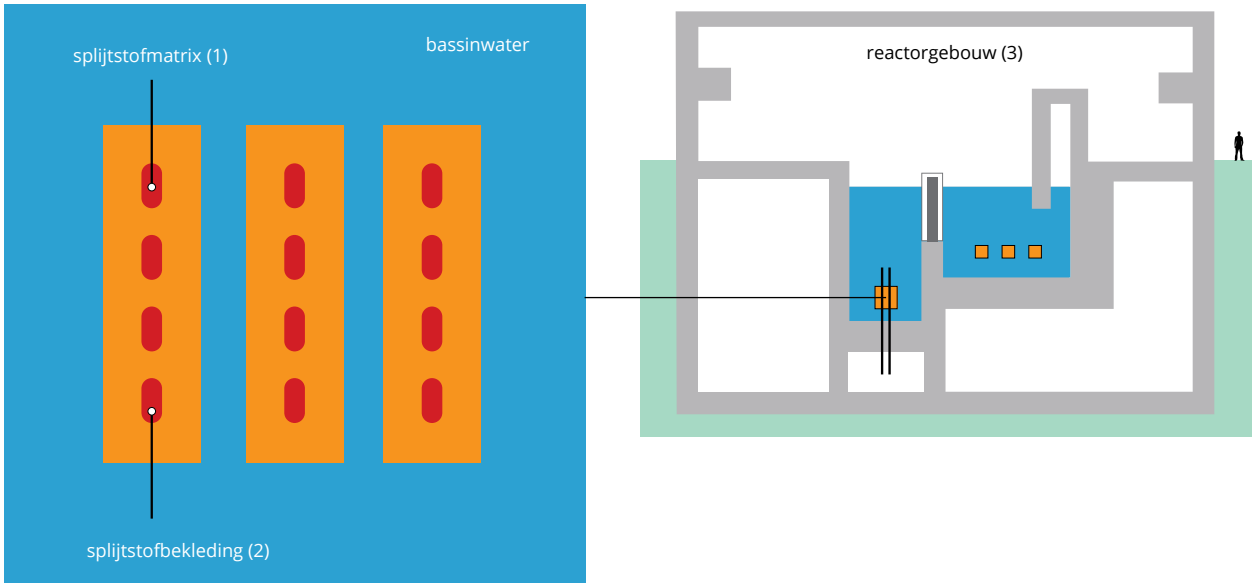
Elke strategie heeft als doel alle mogelijke vormen van zowel menselijk falen als het falen van apparatuur te voorkomen (preventie) of de gevolgen van dat falen zoveel mogelijk te beperken (beheersing, mitigatie).
Conform het VOBK worden voor nieuwe reactoren de volgende types ongevallen beschouwd:

- Het falen van een intern systeem, zoals de lekkage van een koelsysteem of het uitvallen van de stroomvoorziening.
- Interne gevaren, zoals een brand.
- Externe gevaren, zoals een overstroming (rekening houdend met klimaatverandering), een aardbeving of het neerstorten van een vliegtuig op de installatie.

Volgens de Nederlandse regelgeving dient de bestendigheid van de installatie tegen deze ongevallen te worden aangetoond.

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 (zie Figuur 5). 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 worden de splijtstofmatrix (1), de bekleding van de splijtstofplaten (2) en het gebouw (3) verstaan. De radioactieve splijtingsproducten die bij de kernreac-

tie worden gevormd worden door deze barrières vastgehouden, waarbij in de normale situatie de splijtingsproducten in de splijtstofplaat blijven. Bij het toepassen van een tank-in-pool type reactor is het reactorvat ook een barrière. Retentiefuncties zijn maatregelen of voorzieningen die getroffen worden om radioactieve stoffen vast te houden. Dit kan bijv. door het filteren van lucht, bedekken van radioactief materiaal met water, gerichte (lucht)stroom door het behouden van een onderdruk, gebouwafdichtingen, containers, etc. Het bassinwater heeft een dergelijke retentiefunctie omdat splijtstofproducten die vrij zouden komen bij beschadiging van een splijtstofplaat voor een groot deel in dit water achterblijven. 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.



Figuur 5 Barrière werking schematisch weergegeven

3.2 Gebruik van de reactor

De reactor wordt gebruikt voor experimenten en isotopenproductie. De bij het splijtingsproces vrijkomende neutronen worden met name benut voor de onderstaande medische, wetenschappelijke en industriële doeleinden:

- medische en industriële isotopenproductie;
- nucleair technologisch onderzoek.

Isotopenproductie

In de reactor worden grondstoffen bestraald voor de productie van medische isotopen, welke in ziekenhuizen gebruikt worden voor diagnose, pijnbestrijding en behandeling (zie paragraaf 3.3.2). Voor de ontwikkeling van nieuwe of bestaande nucleaire geneesmiddelen worden proefbestralingen uitgevoerd.

Daarnaast worden industriële isotopen geproduceerd, welke bijvoorbeeld gebruikt worden voor controle van pijpleidingen in de olie- en gasindustrie (non-destructieve inspecties en lascontroles) en in elektronische chips in de halfgeleiderindustrie.

Nucleair technologisch onderzoek

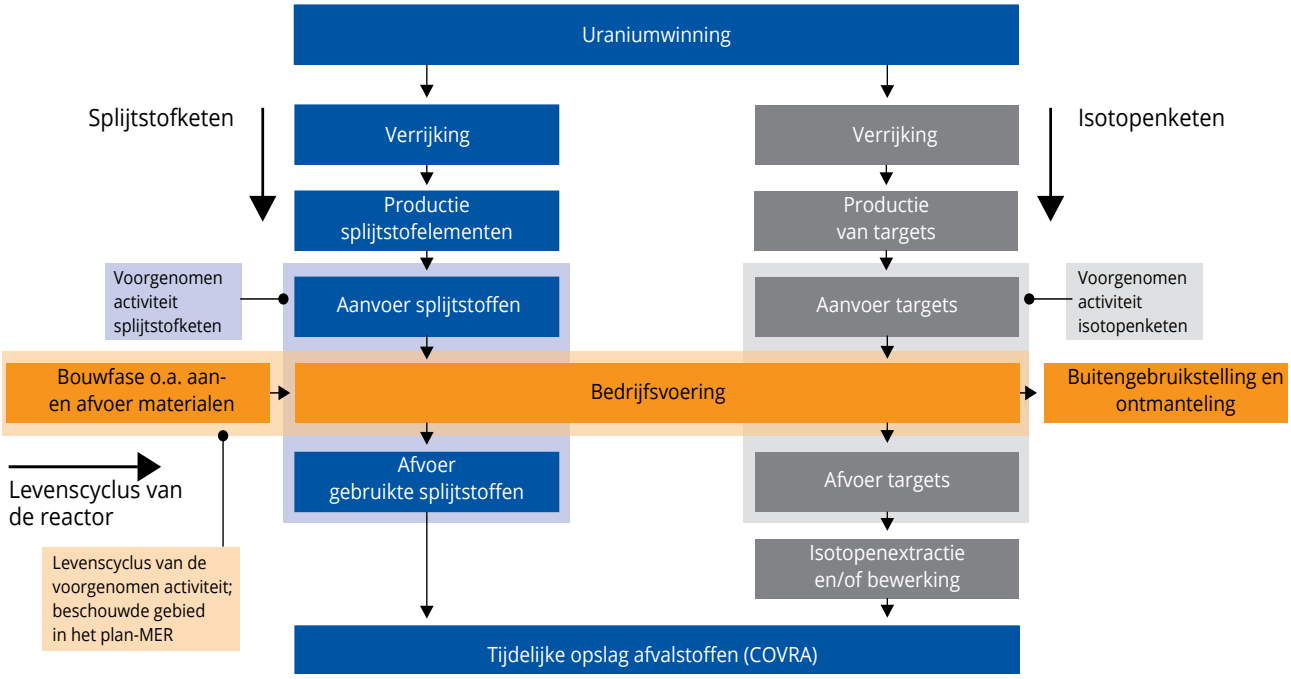
Op het gebied van nucleair technologisch onderzoek wordt er onder meer materiaalonderzoek voor bestaande en nieuwe reactoren gedaan om de invloed van straling op de veroudering van materialen te bepalen. Ook wordt er splijtstofonderzoek gedaan. Het doel hiervan is het ontwikkelen van een meer duurzame splijtstofcyclus door het minimaliseren van de hoeveelheid radioactief afval en het verkorten van de levensduur van radioactief afval.

3.3 De splijtstofketen en isotopenketen

Deze paragraaf licht de splijtstofketen en de isotopenketen toe. In een onderzoeksreactor wordt splijtstof op twee manieren toegepast. Het wordt gebruikt in de reactorkern als brandstof en in splijtstofhoudende experimenten en isotopenbestralingen. Daarom maken we in dit plan-MER een onderscheid tussen deze beide toepassingen:

- Splijtstofketen voor het splijtstofgebruik als brandstof in de reactorkern (paragraaf 3.3.1).
- De isotopenketen voor het gebruik van splijtstof in de experimenten en isotopenbestralingen (paragraaf 3.3.2).

De paragrafen hierna beschrijven respectievelijk de stappen in de splijtstofketen en de isotopenketen en ook de plek van de



Figuur 6 Schematische weergave van de splijtstofketen en isotopenketen (groen aangegeven gebied wordt behandeld in dit plan-MER)

PALLAS-reactor hierin. In de beschrijving van de splijtstofketen wordt ingegaan op het winnen van uranium tot en met het verwerken van het radioactieve afval.
De laatste paragraaf 3.3.3 gaat in op non-proliferatie. Non-proliferatie heeft tot doel om het bezit van kernwapens te beperken.

3.3.1 Splijtstofketen

Voor het bedrijven van een nucleaire reactor is splijtstof nodig als brandstof. In deze paragraaf wordt de splijtstofketen op hoofdlijnen beschreven. De splijtstofketen is een internationale keten. Sommige stappen (activiteiten) vinden plaats in Nederland, anderen daarbuiten. Voor iedere stap gelden separate wettelijke procedures en vereisten. Voor deze afzonderlijke stappen in de keten zijn dan ook separate vergunningen van toepassing, waarvoor de eventuele milieueffecten (en te nemen maatregelen) in het kader van die procedures zijn beschouwd en vastgelegd conform de wet- en regelgeving van het betreffende land.
De PALLAS-reactor vervangt de HFR en zal, net als de huidige HFR, gebruik maken van splijtstoffen. Er zal zich als gevolg van de realisatie van de PALLAS-reactor geen wezenlijke verandering in de splijtstofketen voordoen, waardoor er ook geen sprake is van veranderende milieueffecten in overige stappen in de keten als gevolg van de PALLAS-reactor. In Figuur 6 wordt schematisch de splijtstofketen en de plek van de PALLAS-reactor in deze keten weergeven. Na Figuur 6 worden de afzonderlijke stappen beknopt toegelicht.

Uraniumwinning

De splijtstofketen begint met de winning en zuivering van uraniumerts. Het winnen van uranium vindt plaats in circa 20 landen in de wereld. De volgende negen landen verzorgen 85% van de wereldproductie: Australië, Canada, Kazachstan, Namibië, Niger, Rusland, Brazilië, China en Zuid-Afrika.[3]
Uraniumhoudend erts kan met verschillende technieken ondergronds of bovengronds gewonnen worden. Afhankelijk van de locatie varieert de concentratie van uranium in het erts van 0,1% tot meer dan 2% uranium. In zogenaamde 'ore mills' wordt het gewonnen erts tot poeder vermalen, waarna langs chemische weg het uranium uit het erts gewonnen wordt. Het achterblijvende verpulverde moedergesteente, de zogenoemde tailings, wordt als mijnbouwafval zorgvuldig beheerd omdat dit afval nog natuurlijke radioactieve stoffen bevat.
Een andere techniek om uranium te winnen wordt in-situ leaching genoemd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van het feit dat sommige uraniumhoudende aardlagen poreus zijn. Door water, waaraan een (zuur of alkalisch) oplosmiddel is toegevoegd, in boorgaten te injecteren kan een uraniumhoudende oplossing naar boven gepompt worden zonder de noodzaak het erts zelf te delven. Deze techniek wordt momenteel in bijna de helft van de mijnen toegepast. Het grootste voordeel hiervan is dat dit mijnbouw is zonder grote bodemverstoring. Daarnaast komt er uranium als co-product/ bijproduct van goud-, koper- of fosfaatwinningen van op de markt.

Het gewonnen uraniumerts wordt 'yellow cake' genoemd. Dit laatste is een stabiel, geelkleurige stof.
Het winnen van uranium kan leiden tot effecten op de gezondheid, veiligheid en stralingsbescherming van de werknemers en de lokale bevolking. Daarnaast kunnen effecten op waterkwaliteit optreden, bijvoorbeeld door-



Figuur 7 Yellow cake

3 Uranium 2016: Resources, Production and Demand; A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency.

dat er waterbronnen gelegen zijn in of nabij de mijn, door het onttrekken van water ten behoeve van het winnen of door het lozen van proceswater. Vooral bij de winningstechniek 'in-situ leaching' wordt water gebruikt. Door goed watermanagement en een uitgebreid monitoringssysteem tijdens de operatie kunnen effecten zo veel mogelijk voorkomen worden. De bedrijver van de uraniumwinning moet in zijn milieueffectrapport laten zien dat de impact op de waterkwaliteit zodanig laag is dat dit geaccepteerd wordt door het betreffende Bevoegd Gezag van het land waarin zich de activiteit plaats vindt.
Daarnaast geeft het afval dat wordt geproduceerd bij het winnen van uranium een belangrijk milieueffect. De zogenaamde 'tailings' komen in droge en natte vorm voor en bevatten zware metalen en radioactief materiaal (voornamelijk radon gas). Daarom moeten deze stoffen langdurig veilig beheerd worden. Dit gebeurt in speciaal daarvoor ontworpen faciliteiten, vaak in of nabij de mijn. De afgelopen decennia is veel aandacht geweest voor het reduceren van de negatieve impact van uraniumwinning. In het rapport 'Managing Environmental and Health Impacts of Uranium Mining'. wordt beschreven dat in de praktijk er een groot aantal verbeteringen is doorgevoerd om de impact van de uraniumwinning op de omgeving te minimaliseren. In de afgelopen jaren is de gemiddelde jaarlijkse effectieve individuele dosis die mondiaal door de betreffende medewerkers t.g.v. de splijtstofketen wordt opgelopen, met name door radon, gedaald van 4,4 mSv in 1975 naar 1,0 mSv in de periode 2002. Deze reductie is gerealiseerd door onder andere bij ondergrondse mijnbouw geforceerde ventilatie toe te passen om mensen te beschermen. Ook wordt steeds meer de techniek 'in-situ leaching' toegepast, waarbij geen sprake is van blootstelling van medewerkers aan stof en radongas. Beroepshalve blootgestelde personen mogen maximaal 20 mSv (millisievert) in een kalenderjaar oplopen.
Wat betreft het proceswater, zijn er steeds meer mijnen waar minder water wordt verbruikt doordat het water hergebruikt wordt. Ook worden er steeds meer waterbehandelingsinstallaties gebouwd met als doel het water verder te zuiveren voordat dit geloosd wordt.

Verrijking
Om uranium te gebruiken in een nucleaire reactor moet het gehalte van 0,7% uranium-235 verhoogd worden door verrijking. Daartoe wordt de 'yellow cake' omgezet in uraniumhexafluoride met behulp van chemische conversie. In een verrijkingsfabriek wordt met fysische scheidingsmethodeprocessen dit uraniumhexafluoride gesplitst in verrijkt en verarmd uranium. Door het toepassen van diverse filters worden de radioactieve emissies bij dit proces geminimaliseerd. Het verarmde uraniumoxide wordt veelal opgeslagen bij wijze van strategische reserve, omdat het (bij geschikte economische condities) onder andere als grondstof kan dienen voor latere verrijking en productie van verrijkt uranium. De belangrijkste milieueffecten van het verrijken van uranium zijn de (zeer beperkte) veiligheids- en radiologische effecten op de werknemers van de verrijkingsfaciliteit en het verarmde uranium/radioactief afval dat ontstaat gedurende het proces. In Nederland staat een verrijkingsfabriek, of PALLAS hier gebruik van gaat maken is afhankelijk van de definitieve keuze voor het ontwerp van de PALLAS-reactor.

Aanvoer splijtstoffen
Het verrijkte uraniumhexafluoride wordt in een fabriek voor splijtstoffabricage omgezet in uraniumoxide en verder bewerkt tot splijtstofelementen. In Nederland worden geen splijtstofelementen gemaakt. De splijtstofelementen zullen vanuit het buitenland naar de PALLAS-reactor in containers worden vervoerd. Deze containers beschermen de splijtstofelementen voor invloeden van buitenaf en hebben geen extra radiologische afscherming nodig, vanwege de lage radioactiviteit van de nieuwe splijtstofelementen. Voor het transport binnen Nederland is een aparte vergunning nodig. De milieueffecten van het transport betreffen met name beveiligings-, veiligheids- en radiologische effecten en deze laatste wordt behandeld in het besluit-MER.

Bedrijfsvoering
De splijtstofelementen worden als brandstof ingezet in de PALLAS-reactor voor het bedrijven van de reactor. Daarbij produceren deze elementen neutronen, welke benut worden voor bestraling van de experimenten. Hierdoor wordt splijtstof verbruikt zodat deze periodiek vervangen dient te worden. Volgens de World Nuclear Assocation heeft een moderne 1.000 MW nucleaire elektriciteitscentrale ongeveer 16.850 kg aan verrijkt uranium per jaar nodig. Om deze hoeveelheid met een verrijkingsgraad van 5% te kunnen produceren is tussen de 20.000 en 40.000 ton aan uraniumerts nodig. Dit vertaald naar de PALLAS-reactor betekent dat een factor 55 minder aan uraniumerts gewonnen hoeft te worden.

Tabel 4 PALLAS-reactor in vergelijking tot een nucleaire elektriciteitscentrale

	Nucleaire elektriciteitscentrale	PALLAS-reactor
Elektrisch vermogen	1.000 MW	0
Thermische vermogen	± 3.000 MWth	55 MWth
Verrijkingsgraad	5%	Minder dan 20%
Uraniumerts	20.000 – 40.000 ton/jaar	350 – 750 ton/jaar

Na ontlading vanuit de reactorkern worden de gebruikte splijtstofelementen tijdelijk (enkele jaren) onder water opgeslagen in het waterbassin. Door het natuurlijke verval van de radioactieve splijtingsproducten komt warmte vrij, welke afneemt naar mate er meer verval heeft plaatsgevonden. Deze bedrijfsvoeringstap in de keten is onderwerp van studie in het plan-MER PALLAS.

Afvoer splijtstoffen
Na circa 2 jaar is deze warmteproductie zodanig afgenomen dat de splijtstofelementen vervoerd kunnen worden in een speciale container. De splijtstofelementen worden vanuit het

waterbassin in een daarvoor ontworpen container geplaatst, waarna deze vervoerd wordt naar COVRA. Voor transport binnen Nederland zijn aparte vergunningen nodig. De milieueffecten hiervan betreffen met name beveiligings-, veiligheids- en radiologische effecten. De laatste twee hiervan worden behandeld in het besluit-MER.

Radioactief afval
Door de Nederlandse overheid is COVRA aangewezen als de beheerder voor het radioactief afval dat in Nederland ontstaat. Het beleid is dat het afval 100 jaar bovengronds wordt opgeslagen en dat vervolgens eindberging plaatsvindt. Gedurende die 100 jaar neemt, door spontaan radioactief verval, de activiteit van het afval en daarmee ook de warmteproductie met 90% af. Dat vereenvoudigt de toekomstige hantering van het afval, met het oog op eindberging, aanzienlijk. Momenteel heeft de Nederlandse overheid rond 2130 een geologische eindberging met de eis van terugneembaarheid van het afval voorzien. Effecten van de opslag van het radioactieve afval betreffen vooral veiligheids- en radiologische effecten.

3.3.2 Isotopenketen

De PALLAS-reactor produceert enerzijds medische isotopen en industriële isotopen, anderzijds vinden bestralingen plaats ten behoeve van nucleair technologisch onderzoek. Bepaalde isotopenbestralingen en bepaalde experimenten bevatten evenals de splijtstofelementen uranium en maken daarom onderdeel uit van de isotopenketen. In deze paragraaf wordt de isotopenketen op hoofdlijnen beschreven. Meer informatie is te vinden in het document 'Medische isotopen. Belang voor de wereld en kansen voor Nederland.'
Deze keten komt veelal overeen met de splijtstofketen en wijkt op enkele onderdelen af. Ook deze keten is een internationale keten. Sommige stappen (activiteiten) vinden plaats in Nederland, andere daarbuiten. Voor iedere stap gelden separate wettelijke procedures en vereisten. Voor deze afzonderlijke stappen in de keten zijn dan ook separate vergunningen van toepassing, waarvoor de eventuele milieueffecten (en te nemen maatregelen) in het kader van die procedures zijn beschouwd en vastgelegd conform de wet- en regelgeving van het betreffende land.
De PALLAS-reactor vervangt de HFR en zal net als de huidige HFR gebruik maken van splijtstofhoudende targets. Er zal zich als gevolg van de realisatie van de PALLAS-reactor geen wezenlijke verandering in de isotopenketen voordoen, waardoor er ook geen sprake is van veranderende milieueffecten in overige stappen in de keten als gevolg van de PALLAS-reactor. In Figuur 6 is naast de splijtstofketen de isotopenketen schematisch weergeven. Hieronder worden de afzonderlijke stappen beknopt toegelicht.

Uraniumwinning, opwerking en verrijking
Deze stappen zijn gelijk aan de stappen in de splijtstofketen (zie 3.3.1).

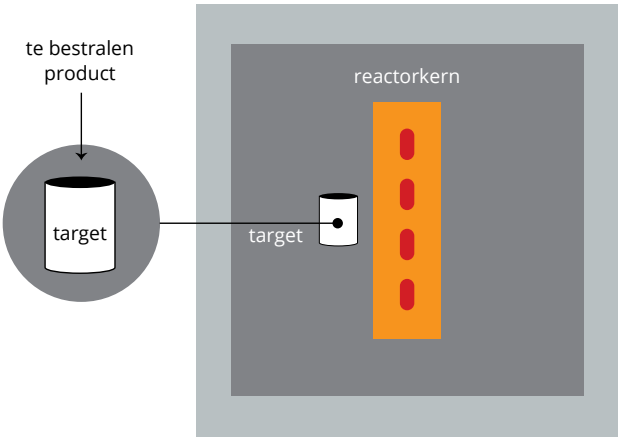
Productie van targets
Binnen de isotopenketen is een target een stuk materiaal, vaak van aluminium gemaakt, waarin uranium is verwerkt.



Figuur 8 Voorbeelden van targets

Afhankelijk van de toepassing worden één of meerdere targets in een zogenoemde targethouder geplaatst. Deze targethouder wordt dan in of naast de reactorkern geplaatst en bestraald.
In een splijtstoffabricage fabriek worden de splijtstof houdende targets geproduceerd. Eerst wordt het verrijkte uraniumpoeder gemengd, waarvan vervolgens van vooraf vastgestelde specificaties een plaatje of een staafje wordt gemaakt. Deze wordt geplaatst in een gasdichte behuizing. Met speciale meetapparatuur wordt gecontroleerd of voldaan wordt aan de specificaties, waarna de targets gereed gemaakt worden voor transport naar de PALLAS-reactor. De verpakking kent diverse verschijningsvormen (zie Figuur 8), beschermt de targets voor invloeden van buitenaf en hebben geen extra radiologische afscherming nodig, vanwege de lage radioactiviteit.

Aanvoer van targets
De targets worden getransporteerd vanuit het buitenland (o.a. Frankrijk) naar de PALLAS-reactor in Nederland. Voor dit transport binnen Nederland zijn aparte vergunningen nodig. De milieueffecten hiervan betreffen met name beveiligings-, veiligheids- en radiologische effecten. De laatste twee hiervan worden behandeld in het Besluit-MER.



Figuur 9 Schematische weergave van een bestraling van een target geplaatst naast de reactorkern

Bedrijfsvoering
Met speciale gereedschappen worden de targets in de targethouder geplaatst alvorens in of naast de reactorkern van de PALLAS-reactor te worden geplaatst. De vrijkomende neutronen uit het splijtingsproces in de reactor bestralen de targets. Na een van tevoren vastgestelde bestralingsperiode worden de targets eruit gehaald en in een container geplaatst.
Een bestralingsperiode varieert meestal van enkele dagen tot een maand. De milieueffecten van de bedrijfsvoering betref-

fen vooral radiologische en veiligheidseffecten en worden beschouwd in hoofdstuk 5 van dit plan-MER.

Afvoer van targets
Na bestraling worden de targets in daarvoor bestemde containers getransporteerd voor verdere verwerking voor de productie van medische isotopen of voor het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. Dit gebeurt voor een groot deel ook op de OLP.

Isotopen-extractie en/of bewerking van targets
Afhankelijk van de toepassing worden de targets verder verwerkt met één of meerdere processen. Dit gebeurt voor een groot deel op de OLP. Met chemische processen worden de verschillende radioactieve isotopen uit de targets onttrokken en gezuiverd. Dit wordt uitgevoerd in een daarvoor bestemde installatie die in een aantal loodcellen, gasdichte handschoenkasten en zuurkasten is opgesteld. Na zuivering worden de radioactieve isotopen verpakt en getransporteerd naar ziekenhuizen of onderzoeksinstellingen. De milieueffecten van de isotopen-extractie en/of bewerking van targets zijn beschreven tijdens vergunningstrajecten van het betreffende proces. Voor transport binnen Nederland zijn aparte vergunningen nodig. Ook hier geldt dat de milieueffecten vooral beveiligings-, veiligheids- en radiologische effecten betreffen. Als onderdeel van de splijtstofketen en isotopenketen, worden de laatste twee hiervan behandeld in het besluit-MER.

Radioactief afval
Bij de verwerkingsprocessen en na gebruik in de ziekenhuizen of onderzoekinstellingen ontstaat radioactief afval. Dit radioactief afval wordt in daarvoor bestemde containers vervoerd naar COVRA en daar conform het Nederlands beleid opgeslagen. Effecten van de opslag van het radioactieve afval betreffen vooral veiligheids- en radiologische effecten.

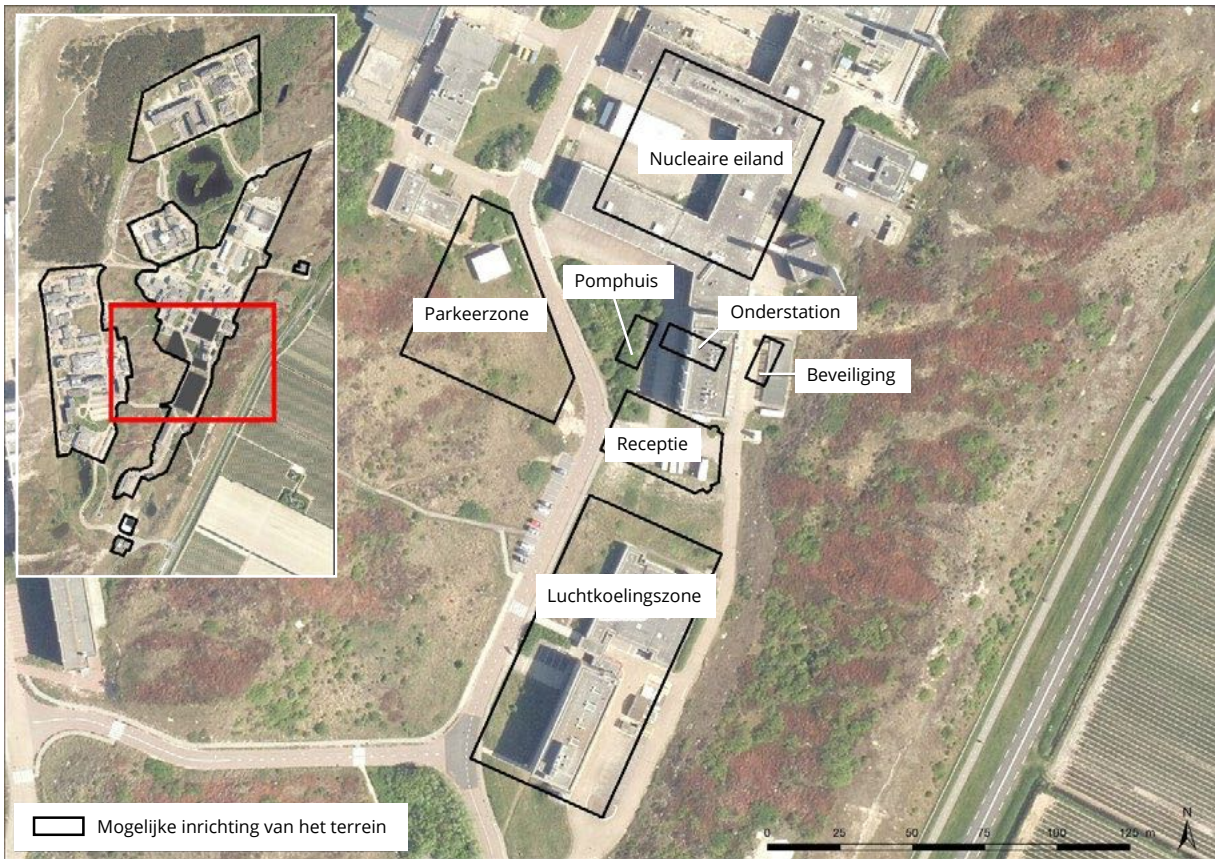
3.3.3 Non-proliferatie
Vanwege het non-proliferatie aspect zal de PALLAS-reactor opereren met laag verrijkt uranium, wat inhoud dat de hoeveelheid uranium-235 minder dan 20% van de totale hoeveelheid gebruikte uranium bedraagt.
Nederland heeft zich gecommitteerd aan deze verdragen, waardoor de PALLAS-reactor net als de HFR onder toezicht van Euratom en de IAEA komt te staan. Dit toezicht omvat dat Euratom en de IAEA de beschikking krijgen over de relevante informatie betreffende de aanwezige splijtstoffen en dat ze regelmatige inspecties zullen houden.

Non- proliferatie verdragen
Non-proliferatie heeft tot doel het bezit van kernwapens te beperken. De belangrijkste internationale verdragen zijn het Euratomverdrag (1957) en het Non-proliferatieverdrag (Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, New York, 1 juli 1968). Onder deze verdragen wordt het gebruik van kernenergie voor vreedzame toepassingen alleen toegestaan onder toezicht van de Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) en in Europa onder toezicht van de EU (Euratom). Omdat van hoog verrijkt uranium gemakkelijker kernwapens is te maken dan van laag verrijkt uranium, wordt wereldwijd het gebruik van hoog verrijkt uranium aan banden gelegd. Als gevolg hiervan wordt zoveel mogelijk overgegaan op laag verrijkt uranium als splijtstof in onderzoeksreactoren en als grondstof voor de productie van medische isotopen.

4 Exploitatiefase

4.1 Beschrijving PALLAS-terrein

De PALLAS-reactor wordt gepositioneerd op beveiligd terrein. Dit terrein is omzoomd met hekken en is alleen via bewaakte toegangen te betreden. Het terrein kan grofweg worden opgedeeld in twee delen, het nucleaire eiland en het terrein rondom het nucleaire eiland, waarop de ondersteunende faciliteiten zijn gelegen.
Het gehele PALLAS-terrein betreft een beperkte toegangszone. Op de OLP komt een aparte receptie waar toegang tot het PALLAS-terrein wordt verkregen. Het gehele PALLAS-terrein valt onder dit beperkte toegang regime.
Op het PALLAS-terrein bevindt het nucleaire eiland zich binnen een streng beveiligde zone. Deze zone start bij het wachthuis dat toegang verschaft tot het nucleaire eiland.
Het nucleaire eiland omvat naast het reactorgebouw o.a. de controle kamer, vergader faciliteiten, kleedkamers en een noodstroomvoorziening.
In Figuur 10 is een mogelijke inrichting van het PALLAS-terrein weergegeven. Hierin is het nucleaire eiland als een vierkant van 60 bij 60 m weergegeven. De oppervlakte van het nucleaire eiland betreft 40 bij 60 m. De oriëntatie van het nucleaire eiland is op dit moment echter nog niet bekend.

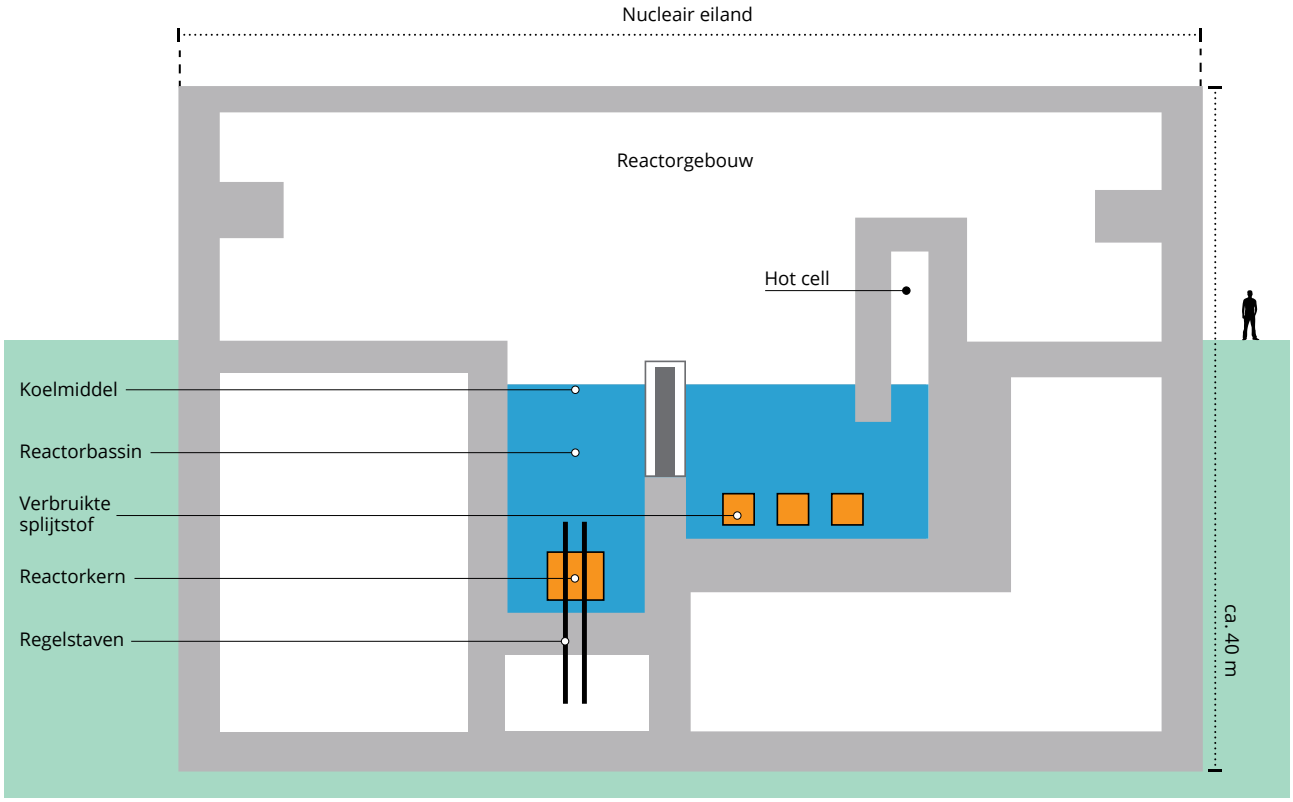


Figuur 10 Mogelijke inrichting van het terrein

4.1.1 Het nucleaire eiland

Het nucleaire eiland bestaat uit het reactorgebouw met de direct daaraan gekoppelde functionaliteiten. Het wordt gebruikt voor experimenten en isotopenbestralingen zoals beschreven in hoofdstuk 3. Voor het nucleaire eiland wordt uitgegaan van de afmetingen 40 m (lengte) bij 60 m (breedte) bij 40 m (hoogte), zie voor een impressie Figuur 11.
De ventilatieschacht heeft een hoogte van circa 45 m boven het maaiveld (48,5 m +NAP), en is onafhankelijk van de gebouwhoogte van het nucleair eiland. In of nabij de reactor kunnen tevens één of meerdere hot cells worden gerealiseerd. Een hot cell is een afgeschermde behandelruimte waar middels een robot veilig gewerkt kan worden met radioactief materiaal.
Daarnaast behoren tot het nucleaire eiland onder andere:

- de bewakingspost die toegang verschaft tot het nucleaire eiland;
- kantoor- en vergaderfaciliteiten en kleedkamers;
- de controle kamer en secundaire controle kamer;
- containeroverslag en een werkplaats;
- ventilatie- en (nood)stroom voorzieningen.



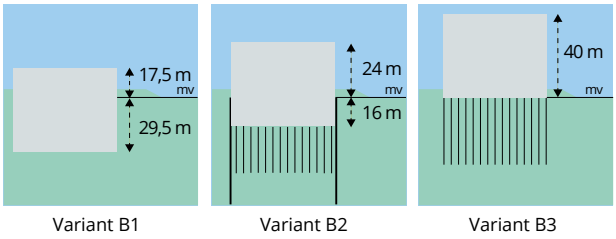
Figuur 11 Schematische weergave pool-type reactor

4.1.2 Bouwhoogte en -diepte varianten nucleaire eiland

In het plan-MER worden drie varianten voor de bouwhoogte en -diepte van het nucleaire eiland beschouwd. De varianten en onderbouwing bij de keuze voor deze varianten zijn onderstaand weergegeven.

- Variant B1: 17,5 m boven maaiveld en 29,5 m onder maaiveld
  Deze variant wordt bepaald door de hoogte van de gebouwen in het huidige bestemmingsplan (21,0 m +NAP, gelijk aan 17,5 m boven het maaiveld). Hierdoor zal meer dan de helft van het nucleaire eiland onder de grond dienen te worden gebouwd. Bij een bouwhoogte van 40 m, zou het nucleaire eiland tot 22,5 m onder het maaiveld moeten worden gebouwd. Op deze diepte zit echter een onstabiele laag. De toe te passen aanlegmethode voor realisatie van het nucleaire eiland kan niet worden toegepast op een onstabiele laag. Daarom is gekozen om het nucleaire eiland tot 29,5 m onder het maaiveld te bouwen, hier is een stabiele laag gesitueerd.
- Variant B2: 24 m boven maaiveld en 16 m onder maaiveld
  Variant B2 wordt bepaald door de maximaal toegestane hoogte in het huidige bestemmingsplan is 24 m boven het maaiveld (27,5 m +NAP). Hierdoor zal een deel van het nucleaire eiland onder het maaiveld worden gebouwd.
- Variant B3: 40 m boven maaiveld en 0 m onder maaiveld
  Deze hoogte betreft de maximale bouwhoogte indien het nucleaire eiland op maaiveldhoogte wordt gebouwd (43,5 m +NAP).

De varianten B1 en B2 vallen binnen de bouwhoogtemogelijkheden van het huidige bestemmingsplan. Voor variant B3 dient de maximale bouwhoogte in het bestemmingsplan te worden aangepast.



Figuur 12 Bouwhoogtevarianten nucleair eiland

4.1.3 Overige gebouwen

Hierna volgt een opsomming van de gebouwen en voorzieningen die worden voorzien op het PALLAS-terrein:

- Receptie: hier wordt een eerste veiligheidscontrole gedaan bij personeel en bezoekers en kan het gebied met beperkte toegang worden betreden.
- Kantoor: dit gebouw wordt 24 bij 42 m groot met een hoogte van ongeveer 12 m. Er is een connectie met de receptie.
- Gates: de gates vormen de toegangen tot het gebied met beperkte toegang en het beschermde gebied.
- Onderstation elektriciteit: het onderstation wordt 21 m bij 8,2 m groot, met een hoogte van 4 m. Het dak heeft een helling aan de achterzijde. Alle kabels verlaten en komen binnen via de grond, dus er wordt een kelder van 2,2 m hoog gebouwd onder de gehele begane grond.
- Noodgeval controle centrum: het noodgeval controle centrum staat niet op het perceel van PALLAS maar naast de huidige hoofdingang. Het wordt 18 m bij 16,5 m groot

en heeft twee verdiepingen. De ingang zal zich op de bovenste verdieping bevinden, toegankelijk door trappen. Het gebouw wordt op 4 m +NAP gebouwd. Het gebouw zal bescherming bieden tegen radioactieve straling, aardbevingen, bosbranden of overstromingen. De muren zullen ongeveer 0,5 m dik zijn, gemaakt van zwaar beton met metalen aggregaat.

Afhankelijk van de variant die wordt gekozen, wordt ook het pomphuis op het PALLAS-terrein gerealiseerd. Een beschrijving is opgenomen in hoofdstuk 4.2.1.

4.1.4 Parkeerzone

Ten slotte bevinden zich op het PALLAS-terrein nog parkeervoorzieningen:

- Alle auto's moeten buiten het gebied met beperkte toegang worden geparkeerd.
- In het beschermde gebied worden alleen parkeerplekken voor vrachtwagens en 'laden en lossen' mogelijkheden opgenomen.
- Het aantal parkeerplaatsen voor auto's voor het kantoor van PALLAS wordt geschat op 70.
- Deze schatting is gebaseerd op basis van een parkeercoëfficiënt van 0,7 en 100 werknemers.
- Het aantal parkeerplaatsen voor auto's voor het nucleair eiland wordt geschat op 30.
- Deze schatting is gebaseerd op een dubbele shift van 20 werknemers (2 x 20) en een parkeercoëfficiënt van 0,7.
- Het totaal aantal parkeerplaatsen wordt geschat op 100.
- Indien meer parkeerplaatsen zijn benodigd, moet de mogelijkheid voor een parkeergarage worden onderzocht.

4.2 Varianten koelsysteem

Een belangrijke basisvoorwaarde voor het veilig kunnen bedrijven van de PALLAS-reactor is het hebben van voldoende koeling. Dit is nodig om de warmte die wordt gegenereerd bij het bedrijven van de reactor af te voeren. De PALLAS-reactor beschikt over een primair en een secundair koelwatersysteem. Er zijn zes varianten voor het secundaire koelsysteem, welke zijn onder te verdelen in drie hoofdsystemen:

1 Variant K1: Waterkoeling met inname van water uit het Noordhollandsch Kanaal.
2 Variant K2: Waterkoeling met inname van water uit de Noordzee.
3 Variant K3-K6: Luchtkoeling.

De paragraven hierna beschrijven de ontwerpkaders per variant.

4.2.1 Variant K1: Onttrekken uit het Noordhollandsch Kanaal en lozen op de Noordzee (zoet-zout variant)

Deze variant is afgeleid van de huidige praktijk van de HFR. Het secundair koelsysteem van de HFR onttrekt haar water uit het Noordhollandsch Kanaal, dat zoet is. Na het primaire systeem gekoeld te hebben, wordt het water geloosd op de zoute Noordzee. Op de volgende pagina is dit schematisch weergegeven.



Figuur 13 Zoekgebied koelwaterleidingen tracé en beoogde ligging nieuwe reactor (groen)



Figuur 14 Schematische weergave Koelingsvariant K1

Voor deze variant moet een nieuw innamepunt bij het Noordhollandsch Kanaal worden gerealiseerd, de inlaat constructie wordt gefundeerd met heipalen. Er wordt een nieuw uitlaatpunt in de Noordzee gerealiseerd, voor de uitlaat wordt verwezen naar variant K2 (koeling met zeewater). Daarnaast wordt tussen de reactor, het innamepunt en het uitlaatpunt een koelwaterleiding gerealiseerd. De ligging van de koelwaterleidingen ligt nog niet vast. Er is een zoekgebied vastgesteld waarbinnen de koelwaterleidingen gerealiseerd kunnen worden (zie Figuur 18). De koelwaterleidingen worden aangelegd in een gebied dat wordt gebruikt voor de teelt van bloembollen.

Tussen het innamepunt en de reactor wordt een pomphuis gebouwd. Deze kan op verschillende locaties worden gebouwd. Variant K1 is onder te verdelen in twee subvarianten:

- K1a: Pomphuis bij het kanaal.
- K1b: Pomphuis op het OLP.

Waar relevant wordt in de achtergrondstudies onderscheid gemaakt tussen variant K1a en K1b.

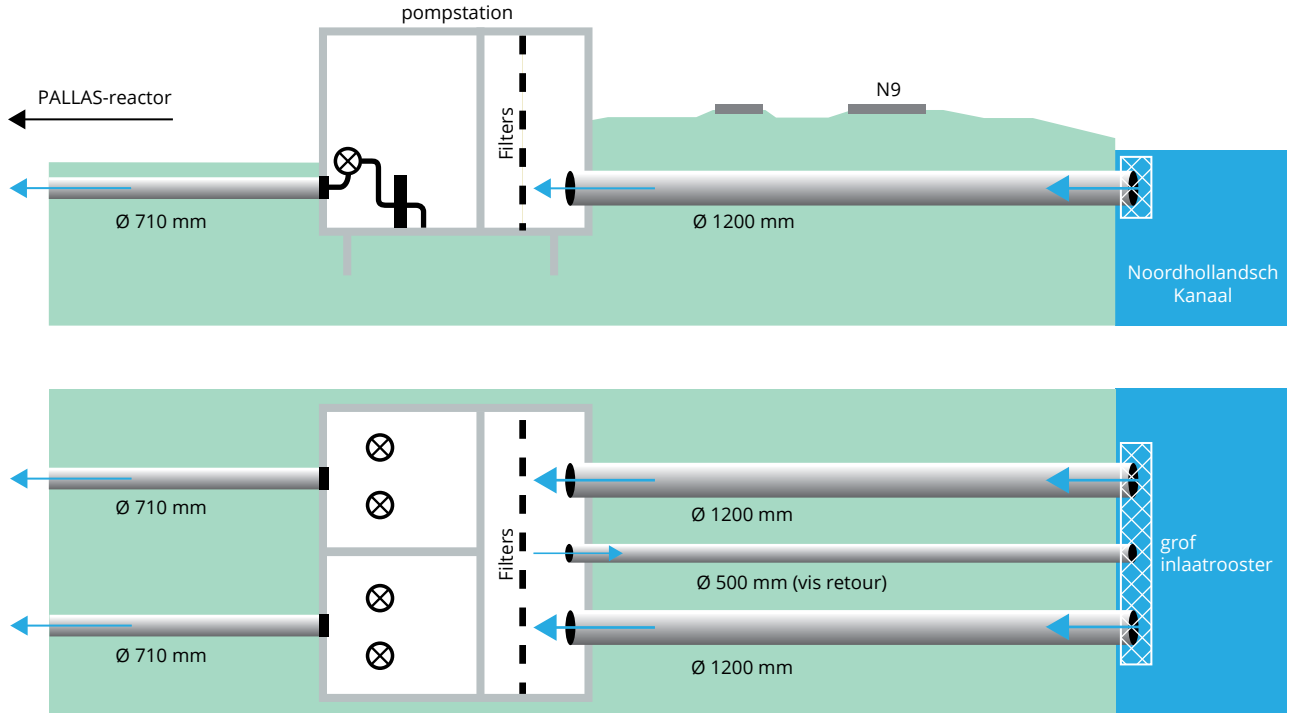
Variant K1a: pomphuis bij het kanaal

In Figuur 19 is het pomphuis bij het kanaal schematisch weergegeven. Het pomphuis beschikt over de volgende faciliteiten:

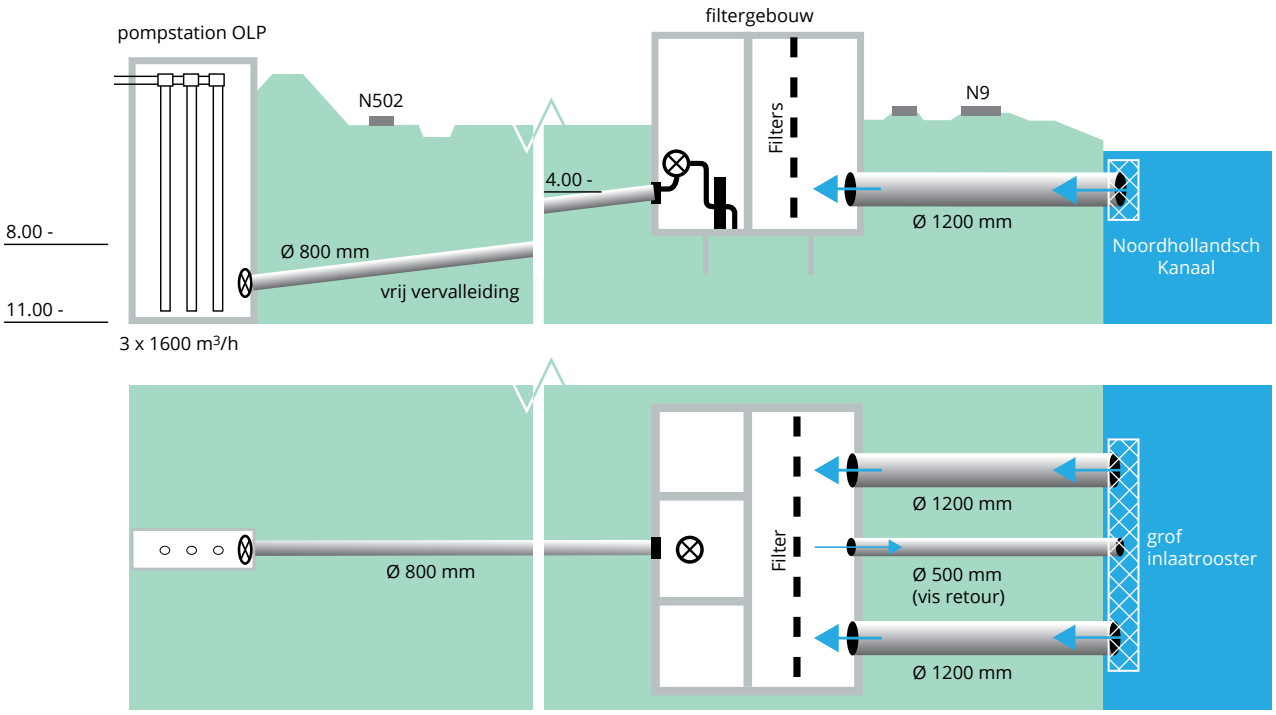
- secundaire koelwaterpompen, vier pompen van elk 1,650 m³/uur (twee pompen redundant uitgevoerd);
- bovenloopkranen;
- filters en kleppen om de meeste vaste stoffen uit het water te halen;
- 2 inlet pijpleidingen;
- een systeem ter bescherming van vissen om het effect op het aantal vissen te verminderen en een visretourleiding;
- het gebouw zal een grondoppervlak van circa 12 m bij 10 m innemen met een hoogte van 8 m (5 m boven maaiveld);
- het pomphuis zal worden gefundeerd met boorpalen.

De totale constructie bestaat uit de volgende elementen:

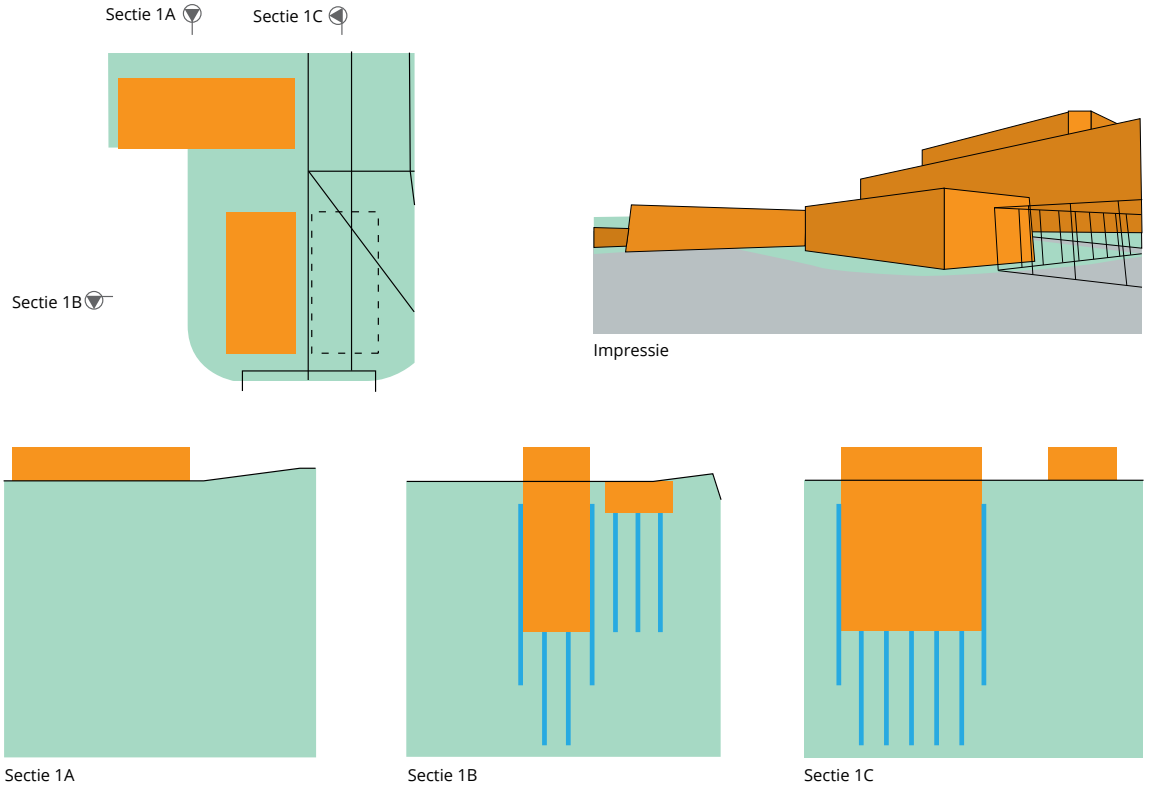
- Een koelwaterleiding onder de weg, vanwege het ruimtegebrek tussen het kanaal en de weg.
- De route van het Noordhollandsch Kanaal naar PALLAS wordt zodanig gekozen dat de omgeving zo min mogelijk wordt beïnvloed. Dit betekent dat zij in de basis niet onder gebouwen, bossen of water loopt. Deze route is ongeveer 1.750 m lang.
- Uitgangspunt is dat de leidingen waar mogelijk worden aangelegd door middel van open ontgraving.
- Twee drukwaterleidingen van het pomphuis bij het kanaal naar het nucleair eiland.
- Als de koelwaterleiding wordt aangelegd worden twee wegen gekruist. Deze kruisingen zullen geboord worden zodat de wegen (N9 en N502) niet hoeven worden afgesloten tijdens de werkzaamheden.
- De route van de koelwaterleiding op de OLP gebied richting de zee is hetzelfde als in het zoutwateralternatief.



Figuur 15 Zijaanzicht en bovenaanzicht van het pomphuis bij het kanaal (variant K1a)



Figuur 16 Zij-aanzicht van het pomphuis op de OLP en bovenaanzicht van de inlaat constructie bij het kanaal (variant K1b)



Figuur 17 Pomphuis op de OLP met substation

Variant K1b: pomphuis op de OLP
Het pomphuis beschikt over de volgende faciliteiten:
- secundaire koelwaterpompen, drie pompen van elk 1.650 m^3/uur (een reservepomp op een druk koelwaterleiding);
- hoofdpompen voor bluswater;
- natriumhypochlorie;
- hoofdkranen.

De inlaat bij het kanaal bestaat uit de volgende faciliteiten:
- een grof inlaat scherm;
- 2 inlaat koelwaterleidingen;
- een visretour leiding;
- bandschermen, 2x volledige capaciteit met huisvesting en een betonnen put;
- een leiding welke werkt onder vrij verval, geboord met micro tunneling naar de locatie;
- een tussentijdse doorpersing put voor de constructie van de koelwaterleiding halverwege, afhankelijk van de constructie details.

Algemene uitgangspunten voor deze variant zijn:
- Het pomphuis is circa 17 m bij 8 m bij 4 m bovengronds en 18 m ondergronds.
- Door de diepe ligging wordt de leiding geboord in plaats van met open ontgraving aangelegd.
- Een separaat (ondergronds) waterbassin met een grootte van 17 m bij 8 m bij 4 m, welke voor bluswater dient, zal naast het pomphuis worden geplaatst.
- Het gebouw heeft een hoogte van 4 m, met een grondniveau van 6,5 m +NAP en een niveau van het pomphuis op circa 11 m –NAP.
- De door diesel aangedreven bluswaterpompen wordt in een brandvrije ruimte geplaatst.
- Het pomphuis zal met boorpalen worden geboord.

4.2.2 Variant K2: Onttrekken uit de Noordzee en lozen op de Noordzee (zout-zout variant)

De voorziene locatie van de PALLAS-reactor is in de nabijheid van de Noordzee, waardoor het ook mogelijk is het zoute water uit de Noordzee als koelmiddel in te zetten. Hierbij wordt het water ingenomen en na warmte aan het primaire systeem te hebben onttrokken weer geloosd op de Noordzee. De inname- en uitlaatpunt kunnen op respectievelijk circa 700 m (op een diepte van 10 m) en 300 m (op een diepte van 5 m) uit de kust worden gerealiseerd. De keuze is vooral afhankelijk van de hoeveelheid aanzuiging van zand en vis en mogelijke aangroei van organisch materiaal in het innamestation. In het uiteindelijk ontwerp wordt rekening gehouden met de scheepvaart en visserij op de locatie van het inname- en uitlaatpunt. De betonnen leidingen worden geplaatst tussen het nucleaire eiland en de zee door open ontgraving. Voor de koelwaterleiding in het zeegedeelte wordt vanuit een schip een geul gebaggerd, waarna de koelwaterleidingen vanaf het schip worden geplaatst. Er zijn verschillende manieren om het water vanuit de zee op de locatie van PALLAS te krijgen, hiervoor zijn drie varianten voor de locatie van het pompstation:
- Innamestation op een platform in zee.
- Innamestation op het strand.
- Innamestation binnen de OLP.

Hieronder worden deze drie varianten beschreven.



Figuur 18 Schematische weergave Koelingsvariant K2

Variant: innamestation op een platform op zee
In deze variant is een platform voor de kust benodigd voor de inname van zeewater, inclusief faciliteiten voor chloreren, het filteren van zand en een visretoursysteem. Deze variant is ter toetsing in de verschillende achtergrondrapportages meegenomen.
De specificaties van deze constructie zijn als volgt:
- Een innamepunt op ongeveer 700 m voor de kust op een diepte van ongeveer 10 m -NAP.
- Het uitlaatpunt op ongeveer 300 m voor de kust ter plaatse van de uitstroom op 5 m -NAP.
- Alle elektromechanische benodigdheden, zoals warmtewisselaars en pompen zijn bestand tegen zand en zout water.
- De constructie van het innamepunt en het uitlaatpunt vinden plaats in een geul, door gedeeltelijk afgraven en gedeeltelijk boren vanaf land en baggeren van de zeebodem.
- Het innamepunt op zee bestaat uit de volgende elementen:
  - Filters om grof materiaal en grote vissen tegen te gaan.
  - Een bassin waar de sedimenten neerslaan en het water kan kalmeren voor het de rest van het systeem binnengaat.
  - Een systeem ter bescherming van vissen om de milieugevolgen te verminderen.
  - Doseringsinstallatie voor het chloorbleekloog, inclusief de voorraad chloorbleekloog, om biologische aangroei in de leidingen te voorkomen.
  - Pompen.
- De gehele inname constructie is 40 bij 60 m groot. Het platform is circa 10 bij 10 m groot. Het platform wordt op heipalen gebouwd, circa 4 m +NAP. Hiermee komt de totale hoogte van het platform op circa 10 m.

Voor het plaatsen van het platform dienen palen te worden geheid. Alle installaties worden vervolgens vanaf een schip op het platform geplaatst.

Variant: innamestation op het strand
In deze variant is een innamestation op het strand benodigd. Vanuit het vigerende beleid wordt een bouwwerk in de dynamische zone op het strand echter niet toegestaan, daarom is deze optie niet mogelijk en is niet gebruikt in de effectbeoordelingen van deze variant.

Variant: innamestation binnen de OLP
Bij deze variant staat het innamestation binnen de OLP. Bij deze optie is het noodzakelijk om onder de primaire kering door te boren voor de leiding tussen de zee en de OLP, dit is niet conform het vigerende beleid.
Door voldoende technische maatregelen en de waterveiligheid zo te garanderen kan er echter van het beleid worden afgeweken. Dit is niet onderzocht in de achtergrondstudies maar kan in een later stadium wel meegenomen worden bij verdere uitwerking van de koelwatervarianten.

4.2.3 Uitgangspunten doorstroomkoeling

In koelingsvariant K1 wordt koelwater uit het Noordhollandsch Kanaal onttrokken. In koelingsvariant K2 wordt koelwater uit de Noordzee onttrokken. In beide varianten wordt chloorbleekloog (natriumhypochloriet, NaOCl) gedoseerd toegevoegd om biologische aangroei in het koelsysteem te voorkomen.
In koelingsvarianten K1 en K2, wordt koelwater geloosd in de Noordzee om de warmtevracht af te voeren. In onderstaande tabel zijn de kenmerken van de koelwateronttrekking en -lozing weergegeven.

Tabel 5 Uitgangspunten koelwateronttrekking en -lozing

Aspect	Uitgangspunt
Vermogen reactor	55MW$_{th}$
Lozingsdebiet	Maximaal 3300 m^3/uur water (0,92 m^3/s)
Lozingstemperatuur	47,5 °C
Afstand lozing uit de kust	300 m
Waterdiepte	5 m
Stroomsnelheid zeewater bij de lozing	0,5 m/s
Temperatuur zeewater bij de inname	Variabel, bepaald op basis van metingen
Ontrekkingsdebiet uit de Noordzee t.b.v. PALLAS-reactor	3300 m^3/uur water (3150 m^3/uur water t.b.v. koeling en 150 m^3/uur t.b.v. visretoursysteem)
Ontrekkingsdebiet uit Noordhollandsch Kanaal t.b.v. PALLAS-reactor	3300 m^3/uur water (3150 m^3/uur water t.b.v. koeling en 150 m^3/uur t.b.v. visretoursysteem)

4.2.4 Luchtkoeling

Bij luchtkoeling wordt het koelwater, na warmte te hebben onttrokken aan het primaire systeem, aan de lucht gekoeld. Omdat het water wanneer het is afgekoeld grotendeels opnieuw gebruikt kan worden, hoeft voor deze variant aanzienlijk minder water gebruikt te worden dan bij variant K1 en K2. Daarnaast hoeven geen nieuwe innamepunten, uitlaatpunten



Figuur 19 Schematische weergave luchtkoeling varianten K3 – K6

en lange waterleidingen buiten het terrein gerealiseerd te worden.
Volgens het vigerende bestemmingsplan zijn gebouwen van maximaal 15 m toegestaan. Indien installaties met een dergelijke hoogte op locatie worden gebouwd, zullen deze een maximale hoogte van 18,5 m +NAP hebben, wat betekent dat deze installaties ruim boven de duinen zichtbaar zijn. Dit is niet wenselijk. Daarom is ervoor gekozen dat de gebouwen een maximale hoogte van 11 m, oftewel 14,5 m +NAP zullen krijgen. De installaties worden opgebouwd op de plaats van bestemming op een fundering van beton of palen. Mogelijk worden ze geassembleerd uit geprefabriceerde elementen.

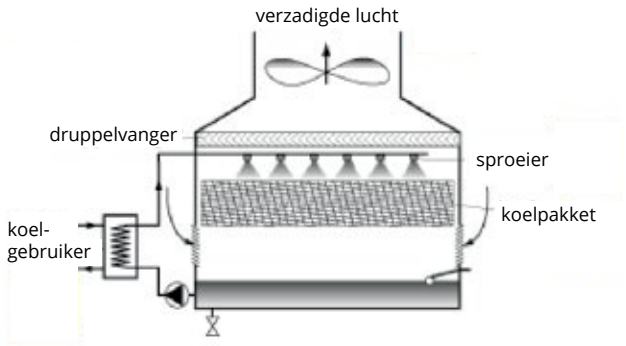
Er zijn verschillende varianten luchtkoeling mogelijk met elk hun eigen impact op de omgeving. Deze varianten kunnen in drie verschillende typen worden onderscheiden:
- natte koelsystemen (bestaande uit een koeltoren);
- droge koelsystemen (bestaande uit een luchtkoeler);
- hybride koelsystemen (een combinatie van natte en droge koelsystemen).

Het type van droge koelsystemen kan niet op de locatie worden toegepast omdat het met een droog koelsysteem niet mogelijk is om water van 35 °C naar 25 °C te koelen wanneer de buitentemperatuur in de zomer hoger is dan de gewenste koelwater temperatuur. Andere koelmiddelen dan water hebben nadelen met betrekking tot energie- en chemicaliënverbruik. Voor PALLAS is daarom een nat en een hybride systeem verder uitgewerkt. Beide systemen hebben nog wel water nodig voor koeling, dit kan leidingwater zijn. Een andere optie is een kleine hoeveelheid kanaalwater vanuit de bestaande leiding van de HFR aftappen en hiervoor gebruiken.

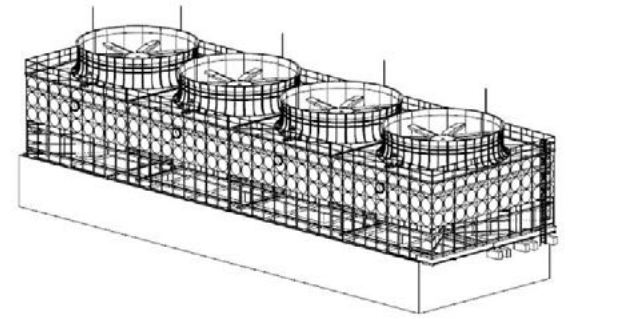
K3: Natte koeling
Variant K3 betreft een koelsysteem voor natte koeling met een open koeltoren. De variant bestaat uit een opstelling van 4 koelunits (3 in gebruik, 1 reserve) van elk 18,33 MW koelvermogen. Er wordt een geforceerde luchtstroom, aangedreven door een ventilator. Het water uit het secundaire koelsysteem staat in direct contact met de buitenlucht en wordt door het systeem gepompt. Het water verliest warmte door contact met de buitenlucht en recirculeert na behandeling in een kleine zuivering. Doordat een deel van het water via verdamping verdwijnt, neemt de concentratie van zouten in het water toe. Om verdikking van het water te voorkomen, kan water worden afgevoerd naar het riool, zodat de concentratie van het water weer een gewenst niveau kan bereiken. Vanwege waterverlies door verdamping en drainage, zal maximaal 75 m^3 per uur water aan het systeem moeten worden toe-

gevoegd. Indien de buitentemperatuur onder de 11 graden zakt kan onder bepaalde omstandigheden condensvorming optreden.
Deze koelunits nemen een oppervlak van circa 26 bij 60 m in beslag, met een hoogte van ongeveer 11 m. De koeltoreninstallatie produceert een geluid van maximaal 107 dB en gezamenlijk een geluid van maximaal 112 dB en zichtbare waterdampcondensatie in de winter.

K4 – K6: Hybride luchtkoeling



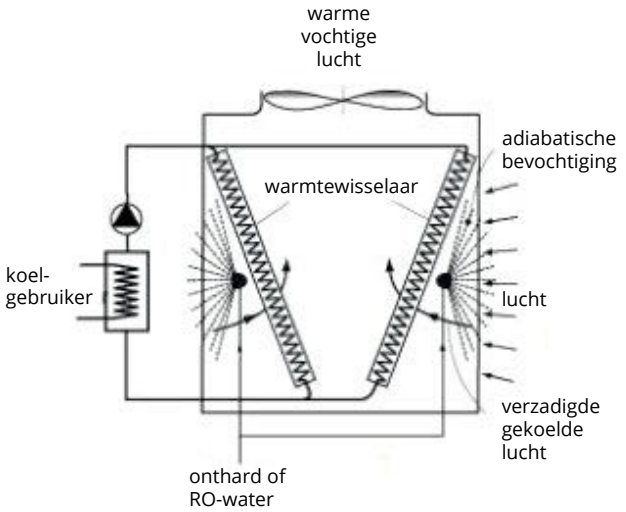
Figuur 20 Indicatieve werking koelunit



Figuur 21 Opstelling van 4 koelunits

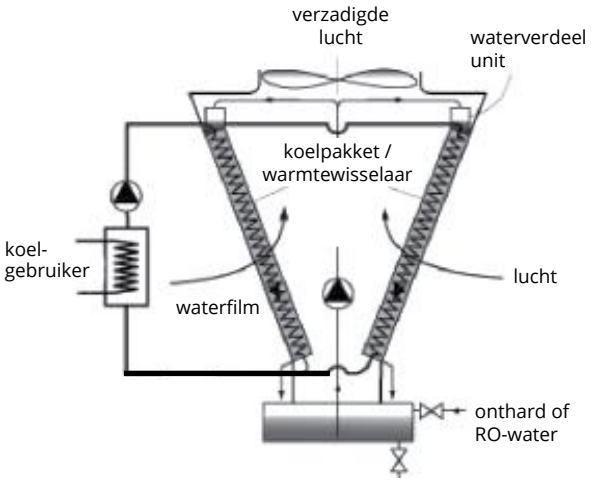
Hybride luchtkoelers hebben eenzelfde standaard functie als een droge luchtkoeler. Wanneer grote koeloppervlakten nodig zijn, kan de koelcapaciteit worden vergroot door het verdampen van water bij de luchttoevoer of door water over de verdeler te laten stromen of daar te laten verdampen. Enkele typen hybride luchtkoelers kunnen tegelijkertijd deels nat en deels droog koelen. Deze typen staan bekend als hybride koelers doordat warmte deels wordt verwijderd door warmte overdracht en deels door verdamping.

K4: hybride adiabatische luchtkoeler met eenmalige stroming
Deze variant betreft een droge luchtkoeler welke beschikt over de optie om de inkomende luchtstroom via adiabatische bevochtiging te laten koelen door het water te besproeien tijdens de luchtinlaat.De variant bestaat uit een opstelling van 27 hybride adiabatische koelers (55 MW totaal inclusief 1 reserve unit), een substation en een waterzuivering. Om dit te realiseren is in totaal een oppervlakte van 85 bij 44 m benodigd. De koelunits hebben een hoogte van 5,4 m en produceren gezamenlijk een geluidsniveau van circa 114 dB(A). Bij deze variant zal maximaal 208 m³/uur aan het systeem moeten worden toegevoegd.



Figuur 22 Hybride adiabische luchtkoeler met eenmalige stroming

K5: hybride luchtkoeler met recirculatie
Deze variant betreft een droge luchtkoeler welke beschikt over de optie om een waterstroom over de verdeler te laten stromen en de optie voor recirculatie. Ondanks dat er recirculatie van het water plaats vindt, bedraagt de totale maximale waterconsumptie nog 163 m³/uur. In tegenstelling tot variant K4 wordt bij variant K5 het water niet besproeid, maar stroomt het water over specifiek ontworpen lamellen van de verdeler, zie Figuur 23.



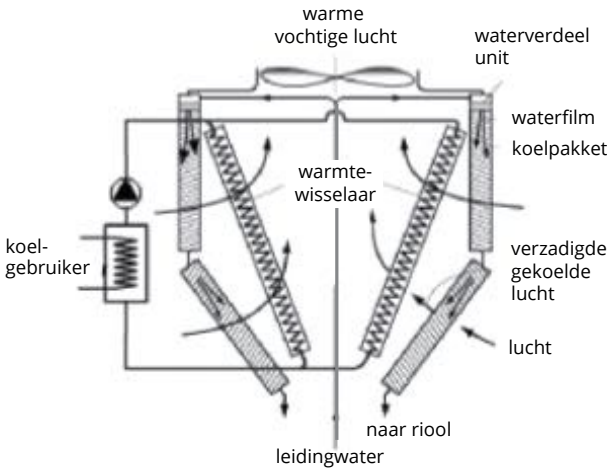
Figuur 23 Hybride luchtkoeler met recirculatie

Deze variant bestaat uit een opstelling van 45 hybride luchtkoelers met recirculatie (55 MW totaal inclusief 1 reserve unit), een substation en een waterzuivering. Om dit te realiseren is in totaal een oppervlakte van 101 bij 41 m benodigd. De koelunits hebben een hoogte van 3,0 m. De hybride luchtkoelers en een substation produceren gezamenlijk een geluidsniveau van 111 dB(A).

K6: hybride adiabatische luchtkoeler met eenmalige stroming (film-type)
Deze variant betreft een hybride variant welke qua ontwerp tussen de beschreven ontwerpen K4 en K5 ligt. In deze variant wordt het water niet besproeid maar in plaats daarvan loopt

het als een film over een cellulose laag. De watertoevoer bedraagt maximaal 182 m³/uur.
Deze variant bestaat uit een opstelling van 29 hybride adiabatische koelers (55 MW inclusief 1 reserve unit), een substation en een waterzuivering. Om dit te realiseren is in totaal een oppervlakte van 85 bij 41 m benodigd. Een koelunit heeft een hoogte van circa 5,0 m. De 29 hybride adiabatische luchtkoelers en een substation produceren gezamenlijk een geluidsniveau van 99 dB(A).

Luchtkoeling in achtergrondrapportages
De benodigde oppervlakte voor het realiseren van de koel-units op het terrein is afhankelijk van welk type luchtkoeling wordt gekozen. Als uitgangspunt voor de koel-units op het terrein wordt nu een oppervlakte van ongeveer 5.000 m² gehanteerd. De verschillende genoemde systemen kunnen allen worden toegepast, variant K3 is de variant met de hoogste geluidsproductie en heeft de meeste condensatie vorming. Deze variant heeft hierdoor de grootste impact buiten het terrein en wordt daarom als worst case scenario gebruikt in de achtergrondrapportages.



Figuur 24 Hybride adiabatische koeler met eenmalige stroming (film type)

4.3 Stralingsbescherming

Op basis van eisen voortkomend uit de Kernenergiewet, Besluit Kerninstallaties, ertsen en splijtstoffen, Besluit stralingsbescherming en de bijbehorende regelingen en de handreiking voor een veilig ontwerp en het veilig bedrijven van kernreactoren zijn dosislimieten voor stralingsbescherming vastgesteld. Een overzicht van de dosislimieten voor leden van de bevolking en (blootgestelde) werknemers is in Tabel 6 weergegeven.

Er vindt geen verwerking van radioactief afval of primair koelwater van het reactorvat plaats bij PALLAS, dit wordt afgevoerd naar een erkende verwerker.

Tabel 6 Overzicht van de dosislimieten voor leden van de bevolking en (blootgestelde) werknemers

Stralingsbescherming bij normaal bedrijf	Aspect	Dosislimiet (per kalenderjaar)
Bevolking	• Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water	Samen: < 0,1 mSv per bron (buiten locatie) < 1 mSv (binnen locatie)
Niet blootgestelde werknemers	• Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water	Samen: < 1 mSv
Blootgestelde werknemers	• Directe straling • Radioactieve lozingen lucht • Radioactieve lozingen water	Samen: < 20 mSv
	• Radioactief afval	ALARA

5 Bouwfase

In de bouwfase wordt het nucleaire eiland, bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen gerealiseerd. De bouwfase duurt in totaal ongeveer 4 jaar. Gedurende deze 4 jaar gaat het in hoofdlijnen om de volgende activiteiten:

- Het voorbereiden van het terrein en het werkterrein, deze fase duurt circa 4 maanden.
- De bouw van het nucleaire eiland en het reactorgebouw, deze fase duurt circa 44 maanden.
- De bouw van het secundaire koelwatersysteem, deze fase duurt circa 31 maanden en valt gelijktijdig met de bouw van de reactor.
- De bouw van de overige gebouwen en voorzieningen (riolering/parkeerterrein e.d.) op het terrein. Deze fase duurt circa 36 maanden en valt gelijktijdig met de bouw van de reactor.

De volgende aspecten en activiteiten zijn relevant voor de bouwfase van de PALLAS-reactor:

1 de bouw van het nucleaire eiland;
2 de bouw van de overige gebouwen;
3 aanleg van het secundaire koelsysteem;
4 aanleg van nutvoorzieningen en overige civieltechnische werken;
5 het werkterrein;
6 grondwerk PALLAS-terrein;
7 verkeer tijdens de bouwfase.

5.1 De bouw van het nucleaire eiland

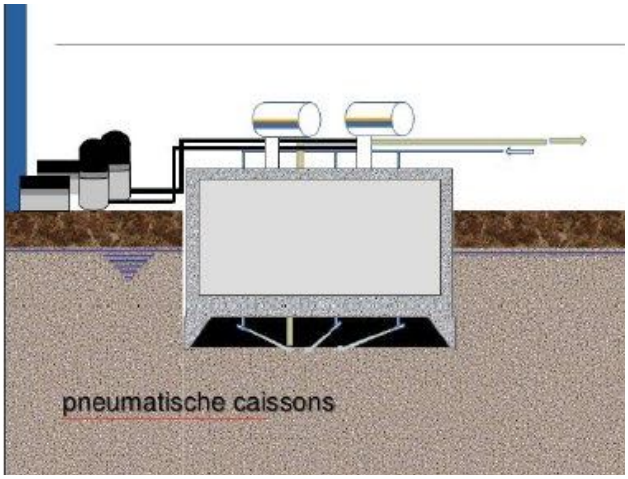
Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat het nucleaire eiland een constructie betreft van ongeveer 40 m (lengte) bij 60 m (breedte) bij 40 m (hoogte). Het nucleaire eiland wordt gebouwd met in situ gewapend betonnen wanden, vloeren en een dak van potentieel 1,5 m dik. Op dit moment zijn er drie verschillende varianten beschikbaar voor het ontwerp van het nucleaire eiland, deze zijn beschreven in paragraaf 4.1.2. Hieronder wordt voor varianten B1, B2 en B3 de bouwmethode besproken. Voor alle bouwmethoden geldt dat werkzaamheden in den droge worden uitgevoerd, er wordt dus geen grondwater onttrokken.

5.1.1 Variant B1: 17,5 m boven maaiveld en 29,5 m onder maaiveld

Bij variant B1 zal meer dan de helft van het nucleaire eiland ondergronds worden gebouwd. Het nucleaire eiland wordt in situ gebouwd. Vloer, dak en wanden worden gemaakt van gewapend beton met een dikte van ca. 1,5 m. De bodem van het nucleaire eiland ligt in variant B1 op een diepte van 19 m –NAP (22,5 m beneden het huidige maaiveld). Hiervoor moet een rechthoekige bouwput worden gegraven.

Caissonmethode

Voor de aanleg van het nucleaire eiland wordt in deze variant een pneumatische caisson (betonnen bak) gebruikt. Deze bak wordt als het ware afgezonken in de grond door in het caisson de grond onder het caisson weg te graven. In een droge werkkamer wordt de grond afgegraven en door middel van pijpleidingen naar maaiveld getransporteerd. Doordat er water toegevoegd is aan deze grond moet de grond bezinken in een bassin (nader te bepalen oppervlakte met een opgeworpen dijk er om heen). Waarschijnlijk zijn er 2 bassins benodigd, zodat er altijd 1 in gebruik kan zijn en de andere na bezinken kan worden afgegraven. Grond wordt vervolgens naar het gronddepot vervoerd voor hergebruik.
Een luchtsluis geeft toegang tot de kamer op de bodem van de caisson. Een schematisatie van de methode wordt getoond in Figuur 10. Een droge caisson werkkamer wordt gehandhaafd door het gebruik van perslucht.
Om het verticale draagvermogen van de ondergrond te



Figuur 25 Werking Caisson methode

waarborgen en zettingen te beperken worden er geen samendrukbare grondlagen toegestaan onder het caisson niveau. Daarom is de caisson methode alleen aantrekkelijk als het eindniveau van het caisson onder de 25 m –NAP uitkomt. Onder dit niveau zijn geen zachte bodems aangetroffen in het onderzoek ter plaatse.

Grondwater drain

Door de grondwaterstroming op de locatie is het nodig om ten westen van het gerealiseerde nucleaire eiland een drain te plaatsen op een diepte van circa 0,0 m NAP, en ten oosten een infiltratie drain. Dit is nodig om het huidige grondwaterniveau te handhaven.

5.1.2 Variant B2: 24 m boven maaiveld en 16 m onder maaiveld

Bij variant B2 zal een deel van het nucleair eiland onder het maaiveld worden gebouwd.

Diafragma methode

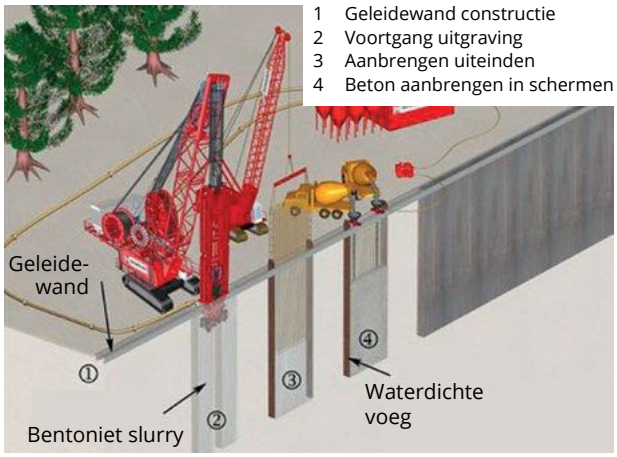
Een diafragma wand is een wand die gemaakt is van gewapend beton, en in de bodem wordt geconstrueerd. De dikte

van de wanden kan variëren van 0,5 tot 1,5 m. In theorie is de diepte van de wand ongelimiteerd, dieptes van 40 m beneden het grondoppervlak zijn geen uitzondering. De wand is opgebouwd uit panelen, waarvan de breedte afhankelijk is van het gebruikte materieel.

Opbouwen van een diafragma wand

De werkwijze voor het bouwen van de diafragma wand is geïllustreerd in Figuur 11. Het materieel bestaat uit één of meer graafmachines, betonpompen en een bentoniet installatie. De opbouw is als volgt:

- Voorbereiding: Als eerste wordt een frame ('geleidewanden in Figuur 11) gebouwd op de plaats waar de top van de wand komt te liggen. Langs dit frame wordt een geul gegraven. Het frame levert een goede geleiding voor de cutters, en beschermt de rand van de geul.
- Uitgraven van de geulen: De geul wordt verder uitgegraven met speciale 'cutters' volgens de opgegeven diepte en breedte. De cutters hangen met een kabel aan de graafmachine. De speciale vorm van de cutter zorgt ervoor dat deze stabiel in de geul kan zakken. Om de geul te beschermen tegen instorten wordt bentoniet (een dikke vloeistof gemaakt van klei) in de geul gepompt.
- Installeren: Om een aaneengesloten waterdichte wand te maken, moeten de panelen waterdicht geassembleerd kunnen worden. Aan beide zijden van het paneel worden daarvoor rubberen of stalen elementen ingebracht.



Figuur 26 Werkwijze aanbrengen diafragma muren

- Versterking: Voordat het beton wordt gestort, wordt een kooiconstructie in de geul aangebracht. Deze constructie vangt de krachten op die op de wanden worden uitgeoefend.
- Storten van beton: Tenslotte wordt het beton in de geul gestort. Speciale methoden zorgen er voor dat het beton aaneengesloten blijft, en dat er niet te veel circulatie plaatsvindt. Hierdoor zou het verwijderen van de tijdelijke kooiconstructie kunnen worden bemoeilijkt. Gedurende dit proces wordt het bentoniet uit de geul gezogen en daarna gezuiverd voor hergebruik. De grond wordt hergebruikt bij de naastgelegen diepwand op de OLP locatie. Als de gehele diepwand voor de bouwput rondom klaar is, wordt het overgebleven bentoniet afgevoerd.

Uitgraven van de constructieput

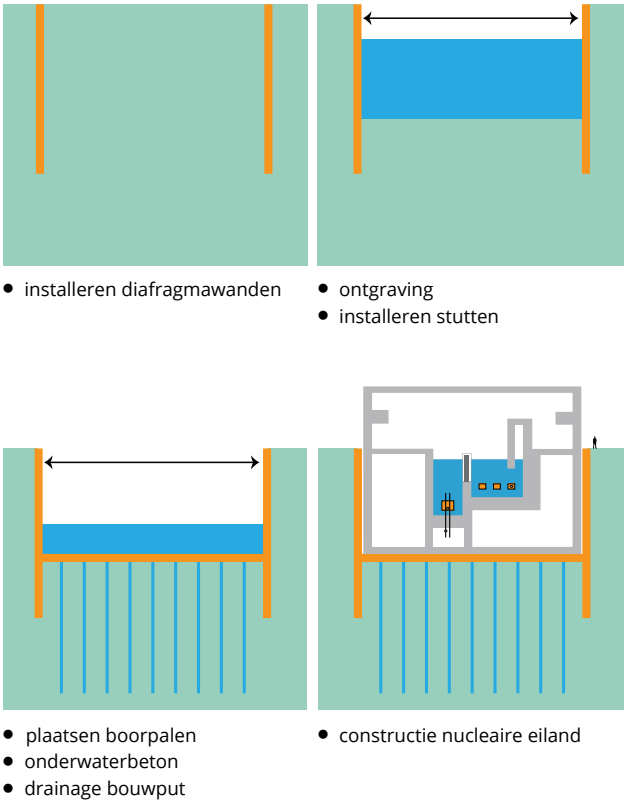
Na het aanbrengen van de diafragma wanden wordt de constructieput uitgegraven. De eerste meters worden boven het grondwater afgegraven, maar het grootste deel van de put bevindt zich onder de grondwaterspiegel.
In de constructie worden waarschijnlijk stutten aangebracht om de stabiliteit van de wanden te verzekeren.

Aanbrengen geboorde palen en betonnen vloer

Na het uitgraven van de put worden door middel van boren palen aangebracht tot een diepte van ca. 35 m –NAP, een diepte waarop de bodem voldoende draagcapaciteit heeft. Een betonnen bodem van ca. 2 m dikte wordt onder water aangebracht, waarna de put wordt droog gelegd.
De paalconstructie en de betonnen vloer bieden voldoende treksterkte tegen de tegendruk van het grondwater en voorkomen dat de bodem van de put barst. Dit vanwege de verticale omhooggaande grondwaterdruk.

Constructie van het nucleaire eiland

Nu de bodem van de constructie is drooggelegd, kan het nucleaire eiland worden gebouwd. Naar alle waarschijnlijkheid wordt dit door middel van traditionele bekisting en in situ beton gebouwd.



Figuur 27 Constructiefase

Grondwater drain

Door de grondwaterstroming op de locatie is het nodig om ten westen van het gerealiseerde nucleaire eiland een drain te plaatsen op een diepte van circa 0,0 m NAP, en ten oosten een infiltratiedrain. Dit is nodig om het huidige grondwaterniveau te handhaven.

5.1.3 Variant B3: 40 m boven maaiveld

Voor het realiseren van variant B3, wordt in plaats van diepwanden gebruik gemaakt van boorpalen, welke over het oppervlakte worden verdeeld, er wordt 1 paal gebruikt voor elke 4 m². De paal wordt geboord tot de bodemlaag met voldoende draagkracht, op een diepte van circa 37 m –NAP. Nadat de palen zijn geboord, wordt het nucleaire eiland gebouwd volgens de traditionele bouwmethode (een 40 m hoog betonnen gebouw met dikke muren en vloeren).

5.1.4 Zetting

De bouwfase kan invloed hebben op de direct naastgelegen nucleaire faciliteiten, het Hot Cell Laboratorium (HCL) en de Molybdeen Productie Faciliteit (MPF). Omdat de exacte locatie voor de nieuwe reactor en de bouwmethode nog niet bekend zijn, is deze eventuele beïnvloeding nu nog niet vast te stellen. Daarom zal als onderdeel van de vergunningverlening benodigd voor de bouw worden aangetoond dat eventuele additionele risico's voor nabije installaties acceptabel zijn. Dit wordt hieronder kort toegelicht.
De bouwfase levert in het kader van stralingsbescherming mogelijk risico's op voor de reeds aanwezige nucleaire installaties. Voor de realisatie van het nucleaire eiland is een bouwput nodig omdat dit gebouw deels in de grond zit. Er is ten aanzien van deze risico's een tweetal zaken te onderscheiden. Enerzijds is dat het inbrengen van de bouwput wanden anderzijds bij het ontgraven van de bouwput van zettingen in de omgevingen. Beide punten hebben invloed op het maaiveld en op de nabij gelegen gebouwen.
Het inbrengen van de bouwputwanden heeft het risico van trillingsoverlast en van geluidsoverlast. Waarbij trillingen ook tot schade aan naast liggende gebouwen kan leiden. Gezien de mogelijke gevoeligheid voor trillingen van de naast liggende metselwerk gebouwen wordt voor een trillingsarme bouwmethodiek gekozen. Door de keuze van diepwanden als bouwputwand worden de trillingen voorkomen. De bouwputwanden worden dan geformeerd door het graven van een sleuf in de grond die wordt gevuld met beton. Voor de caissonmethode worden er geen diepwanden gebruikt, hierbij is dus ook geen sprake van risico van trillingsoverlast.
Het ontgraven van de bouwput geeft zettingen in de omgeving. Het invloedsgebied van deze zettingen bedraagt 1,5x de diepte van de ontgraving (circa 30 m) waarbij vlak naast de bouwput de grootste zettingen optreden. Of de direct naastliggende gebouwen in dit invloedsgebied liggen is nog sterk afhankelijk van de exacte locatie van de bouwput. Vooralsnog liggen de bestaande gebouwen ongeveer op deze grens. Ook hiervoor zijn beheersmaatregelen te nemen om de zettingen te beperken.
De HFR ondervindt geen risico, aangezien deze ver buiten de invloedsfeer ligt.

5.2 De bouw van overige gebouwen

Het nucleaire eiland wordt opgebouwd door zand aan te brengen rond het nucleaire eiland tot een hoogte van 8 m +NAP. Hiervoor wordt zand toegepast dat afkomstig is uit de bouwkuil. De gebouwen op het nucleaire eiland worden op een gangbare wijze gebouwd met materialen als staal, beton, hout, glas en steen. Toepassing van geprefabriceerde elementen is een optie. De gebouwen kunnen op palen worden gefundeerd.

5.3 Aanleg van nutsvoorzieningen en overig civieltechnisch werk

Nutsvoorzieningen worden op gangbare wijze uitgevoerd door ingraven van benodigde buisleidingen en kabels. Wegen, verhardingen en parkeerplaatsen worden eveneens op gangbare wijze aangelegd d.m.v. asfalt of steenverhardingen. Daarnaast worden hekwerken, verlichting, bewakingscamera's en signalering aangebracht.

5.4 Het werkterrein/LDA

Buiten de OLP wordt een tijdelijk werkterrein ofwel Lay Down Area (LDA), aangelegd. Naast tijdelijke bouwketen, kantoren, kleedruimten en een kantine kan op dit gebied opslag van materiaal, materieel en grond plaatsvinden (in de open lucht).
Op het werkterrein kunnen parkeerplaatsen (voor maximaal 400 personen) voor personeel tijdens de bouw worden geplaatst.
De hoeveelheid en het type werkzaamheden bepaalt hoeveel personeel aanwezig is op het werkterrein. Dit kan oplopen tot 400 mensen per dag.
In Figuur 13 is het zoekgebied weergegeven waarbinnen het werkterrein zou kunnen worden gerealiseerd. Een oppervlakte van ca. 50.000 m² is benodigd voor realisatie van het werkterrein.
De LDA bevat de volgende hoofdcomponenten:

- de fundering van wegen en delen van de depots bestaat uit een laag granulaat en een laag zand;
- afhankelijk van het type opslag is een aanvullende fundering met geotextiel ook mogelijk;
- wegen voor vrachtwagens en parkeerplaatsen bestaan uit asfalt of betonnen platen;
- pre gefabriceerde onderdelen worden gefundeerd op betonnen voetstukken of betonnen platen;
- constructie van een afvalwater- en regenwater riool;
- verlichting;
- nutsaansluitingen.

Na de constructie- en de testfase wordt het gebied, de wegen en ingangen naar de oorspronkelijke vorm (landbouwgronden) teruggebracht. Mogelijk ontstane verontreinigingen



Figuur 28 Zoekzone tijdelijk werkterrein

worden opgeruimd.
De meeste verkeersbewegingen zullen over de Westerduinweg gaan richting het perceel van PALLAS en het werkterrein. Werkverkeer van het werkterrein richting de werkzaamheden moeten de Westerduinweg kruisen. Daarom moet worden overwogen om verkeerslichten te plaatsen of een tijdelijke omleiding aan te leggen.
Op het werkterrein wordt mogelijk een tijdelijke betonfabriek geplaatst. De grondstoffen (zand, grind, cement) worden aangevoerd per schip en per as. In hoofdstuk 5.4.2. wordt hier nader op ingegaan.

5.4.1 Depots

Voor de benodigde oppervlakte op het werkterrein, wordt rekening gehouden met de volgende opslagruimte:

- Bodem depots hebben een maximum hoogte van 3 – 4 m. De depots worden afgebakend met betonnen keerwanden om de benodigde ruimte te beperken. De benodigde ruimte is berekend door een correctiefactor van 1,2 toe te passen.
- Vrijkomende grond uit het bouwterrein wordt tijdelijk op het werkterrein opgeslagen. Opslag van grond op de LDA is in ieder geval nodig voor grond die weer wordt hergebruikt en voor grond die voorafgaand aan het afvoeren milieukundig onderzocht moet worden. Afhankelijk van de geselecteerde bouwvariant voor het nucleaire eiland, kan de hoeveelheid grond aanzienlijk toenemen. Bij variant B1 wordt uitgegaan dat voor circa 2 weken + 2 weken voor onderzoek (totaal 4 weken) grond moet kunnen worden opgeslagen op de LDA. De intensiteit van de transporten is circa 8.000 vrachten van 10 m³ zand in 3 maanden. Dit betekent dat circa 26.700 m³ in 4 weken tijd wordt opgeslagen Bij een depothoogte van 4 m en een factor van 1,2 komt dit overeen met een oppervlakte van circa 8.000 m².
- Constructiematerialen, die tijdelijk moeten worden opgeslagen zoals: koelwaterleidingen, bestratingsmaterialen, lichtmaterialen en accessoires behorende bij bestrating zoals hekken, veiligheidsmaterialen, borden. De depotruimte die is benodigd wordt grotendeels bepaald door de keuze voor bestratingsmaterialen. Er wordt uitgegaan van de opslag voor bestratingsmateriaal voor 3 trucks, circa 300 m².
- Bouwmaterialen, zoals asfalt, zand en funderingsmaterialen, worden meestal gebruikt zonder tijdelijke opslag op de LDA en worden rechtstreeks naar de verwerkingsinrichting getransporteerd. Er wordt geadviseerd om een klein depot voor de opslag van zand en funderingsmaterialen te maken.

5.4.2 Betoncentrale

Met name voor het nucleaire eiland, is een grote hoeveelheid beton nodig. Mogelijk dat hiervoor een betoncentrale op het werkterrein kan worden gerealiseerd. Bij het ontwerp van de structuur van het nucleaire eiland dienen door de aannemer de volgende aspecten duidelijk te worden gemaakt om te bepalen of een betoncentrale op het werkterrein is benodigd:

- benodigde hoeveelheid beton;
- kwaliteit van en eisen aan het beton;
- vereiste kwaliteitscontrole;
- periode van de productie (tijd, 's nachts, alleen overdag, etc.).

Een tijdelijke betoncentrale op het werkterrein beslaat een op-

pervlakte van ongeveer 2.300 m² en heeft aanzienlijke impact op de omgeving. Om de worst case de situatie te onderzoeken is in de achtergrond documenten uitgegaan van het gebruik van een betoncentrale.
Uit het achtergrond document geluid blijkt dat 's nachts de maximale grenswaarde voor geluid kan worden overschreden. Mogelijke maatregelen om het geluid 's nachts te verminderen zijn:

- Afscherming van de (hoofd) bron van het geluid.
- Prioritering van de nieuwste technologieën in de keuze van het type van de betoncentrale.
- De productie 's nachts gedeeltelijk in de bestaande betoncentrales in het gebied laten plaats vinden.

De bovengenoemde aspecten, de beperkte productie van beton 's nachts en de mogelijke maatregelen die kunnen worden genomen om geluidsoverlast te reduceren, bepalen de haalbaarheid en de potentiële voordelen van een tijdelijke betoncentrale op of in de buurt van het werkterrein.

5.5 Grondwerk PALLAS-terrein

Grondwerk omvat alle activiteiten en veranderingen in het grondwerk van het nucleair eiland en de Off Plot Scope, vergeleken met de huidige situatie. De belangrijkste aspecten en algemene uitgangspunten voor het ontwerp en vergunningen zijn:

- Het afgegraven duinzand zal na tijdelijke opslag op de LDA worden hergebruikt op de bouwplaats.
- Waarschijnlijk is een diepe opgraving op de bouwplaats noodzakelijk. Dit is afhankelijk van de gekozen variant wat betreft de bouwhoogte van de reactor.
- Het gebied met beperkte toegang zal worden verhoogd van 3,5 m +NAP naar 6,5 m +NAP.
- Het nucleair eiland zal in zijn geheel 1,5 m extra worden verhoogd tot een hoogte van 8 m +NAP , waarbij de ingang boven overstromingsniveau (8 m +NAP) wordt geplaatst.
- Aan de westzijde van het perceel is niet voldoende ruimte voor een extra helling. Daarom zullen daar betonnen retentiewanden worden geplaatst over een lengte van ongeveer 320 m.
- De meldkamer zal op het maaiveld worden geplaatst op een hoogte van 4 m +NAP. Momenteel is het grondniveau 2 m +NAP, dus deze zal met 2 m worden verhoogd. De ingang en andere openingen van de meldkamer worden geplaatst op 8 m +NAP.
- Er zullen sleuven worden gecreëerd voor kabels en kleine boorpijpleidingen. Deze zullen worden afgedekt met betonnen tegels. Datakabels zullen tussen het nucleiare eiland en de meldkamer lopen.

5.6 Verkeer tijdens bouwfase

Het verkeer tijdens de bouwfase bestaat uit vrachtverkeer en transport per schip ten behoeve van de aan- en afvoer van bouwmateriaal en het personen verkeer ten behoeve van de werknemers.

5.6.1 Dieselmaterieel

Voor de genoemde bouwwerkzaamheden wordt dieselmaterieel ingezet. Hierbij gaat het onder andere om boorstellingen, graafmachines, kranen, pompen en transportbewegingen van vrachtverkeer en schepen. In deze fase van het project is de aannemer (nog) niet bekend en dus ook het exacte dieselmaterieel dat wordt ingezet niet.
De levensduur van dieselmaterieel is afhankelijk van het type machine. Het dieselmaterieel dat in dit project wordt ingezet, heeft een mediane levensduur[4] tussen 6 en 12 jaar. De aanlegwerkzaamheden vinden plaats tussen 2018 en 2024.

Motorisch vermogen
Het motorisch vermogen van het dieselmaterieel kan sterk variëren. Voor dit onderzoek gaan we uit van relatief zwaar dieselmaterieel.

Motorbelasting en TAF-factor
De motorbelasting (aanspreken van motorisch vermogen) van dieselmaterieel gedurende een werkcyclus is wisselend. Er wordt nooit of zelden het maximale motorisch vermogen aangesproken. De gemiddelde belasting varieert voor het meeste dieselmaterieel tussen 50 tot 60%.

5.6.2 Transport

De diverse materialen worden per schip en/of vrachtwagens aan- en afgevoerd. Per achtergrondstudie zijn andere transportcijfers als uitgangsput benodigd. Om het effect op geluidshinder te berekenen wordt bijvoorbeeld het maximale aantal transportbewegingen als uitgangspunt voor berekeningen gehanteerd, terwijl bij de berekening van luchtemissie op de omgeving wordt uitgegaan van het gemiddeld aantal transportbewegingen per etmaal. In de verschillende achtergrondstudies is beschreven welke uitgangspunten zijn gehanteerd. In dit ontwerpkader is ervoor gekozen om het gemiddeld aantal transportbewegingen weer te geven.

Schepen
Er worden binnenvaartschepen ingezet met een capaciteit van circa 2.500 m³. Uitgaand van een soortelijk gewicht van 1.600 kg/m³ voor grond en zand komt dit overeen met een capaciteit van circa 4.000 ton per schip. Uitgangspunt is dat de binnenvaartschepen 65% beladen zijn. Dit geldt voor aankomende en vertrekkende schepen.

4 Afkomstig uit TNO-rapport 'Emissiemodel Mobiele Machines gebaseerd op machineverkopen in combinatie met brandstof Afzet, EMMA' van november 2009.

Tabel 7 Vervoersbewegingen trucks

Trucks	Aantal trucks per jaar	Aantal bewegingen gemiddeld per etmaal	Route
Preparatie PALLAS-gebied	20	0,1	Burgervlotbrug – OLP
Preparatie LDA	3710	20,3	N502/N503 – LDA
Constructie nucleaire eiland B1	2600	14,2	N502/N503 – OLP
	8850	48,5	Burgervlotbrug – OLP
Koelwaterleiding van het kanaal naar het nucleaire eiland	750	4,1	N502/N503 – OLP
Kanaal inlaat (inclusief pompgebouw)	175	1,0	N502/N503 – inlaat kanaal
Constructie koelwaterleiding van het nucleaire eiland naar de zee	250	1,4	N502/N503 - duinen

Tabel 8 Vervoersbewegingen voertuigen

Voertuigen	Aantal totaal (over 3,75 jaar)	Aantal bewegingen (heen en weer; over 3,75 jaar)
Lichte voertuigen van Burger-vlotbrug naar locatie	445.500	891.000
Lichte voertuigen van St. Maar-tensvlotbrug naar locatie	148.500	297.000

Vrachtwagens en personenwagens
Er worden verschillende vrachtwagens ingezet. Er wordt uitgegaan van de volgende categorieën:

- zware motorvoertuigen: grote vrachtwagens/dumpers;
- middelzwaar voertuigen: middelgrote vrachtwagens;
- lichte motorvoertuigen: autobusjes.

Transportbewegingen tijdens de bouwfase zijn beschreven in Tabel 4 en Tabel 5.

5.6.3 Stikstof

Al jaren is er in Natura 2000-gebieden een overschot aan stikstof (ammoniak en stikstofoxiden). Dit is schadelijk voor de natuur. In de PAS (Programma Aanpak Stikstof) wordt geregeld hoeveel stikstof een activiteit mag uitstoten naar zijn omgeving. PALLAS is op 16 mei 2016 door de Provincie Noord-Holland aangemeld als prioritair project in het kader van de PAS regeling (in werking getreden op 17 maart 2017). Op grond daarvan is in het PAS ontwikkelruimte voor het project gereserveerd in segment 1 (vergunningsplichtige prioritaire projecten).

Tabel 9 Natura 2000-gebieden

Natura 2000–gebieden	Constructiefase
Zwanenmeer & Pettemer duinen	Jaarlijks 16,02 mol stikstof per ha
Duinen Den Helder – Callantsoog	Jaarlijks 0,10 mol stikstof per ha
Schoorlse duinen	Jaarlijks 0,07 mol stikstof per ha

De maximaal aangevraagde reservering bedraagt 16,02 mol/ha/jaar en is bepaald door de bouwfase. Onderstaand zijn de hoeveelheden stikstof weergegeven die in de exploitatiefase en bouwfase naar Natura 2000-gebieden mogen worden uitgestoten. Deze emissie wordt bepaald door emissiefactoren van materiaal in de bouwfase. De emissies van dieselmaterieel zijn afhankelijk van het motorisch vermogen, de gemiddelde belasting, het bouwjaar en de draaiuren. De emissiefactoren van o.a. dieselmaterieel is op Europees niveau gereguleerd via technische voorschriften aan het voertuig en de verbrandingsmotor.

Emissiefactoren
De voorschriften voor dieselmaterieel gelden sinds 1997. De EU-richtlijnen (97/68/EC en 2002/88/EC) bevatten normen voor de maximale uitstoot van luchtverontreiniging per vermogensklasse in gram/kWh. Er is sprake van invoering in vier fasen van strenger wordende emissienormen. De derde fase verloopt in twee stappen: Stage IIIA voor motoren met een variabel toerental met bouwjaar 2006/2008 en Stage IIIB voor bouwjaar 2011/2013. De vierde fase geldt vanaf 2014 (EU-richtlijnen 2004/26/EC).
De levensduur van dieselmaterieel is afhankelijk van het type machine. Het dieselmaterieel dat in dit project wordt ingezet, heeft een mediane levensduur tussen 6 en 12 jaar. De aanlegwerkzaamheden vinden plaats tussen 2018 en 2024. Gelet op de mediane levensduur en het jaar van aanvang van de werkzaamheden, zal naar verwachting dieselmaterieel kunnen worden ingezet dat aan de emissie-eisen voldoet van Stage IIIA, IIIB en/of Stage IV. Vanwege het grote verschil in emissie tussen stages III en IV en de ligging van de werklocaties in de dichte nabijheid van kwetsbare habitattypen is gekozen om uit te gaan van Stage IV.

Verklarende woordenlijst

ALARA	As low as reasonably achievable; zo laag als redelijkerwijs mogelijk
Directe straling	Straling die rechtstreeks afkomstig van een nucleaire installatie, en niet als gevolg van bv. lozing van radioactieve stoffen
Dosis	Geabsorbeerde stralingsenergie per massa-eenheid (eenheid: Gray, Gy)
Dosisequivalent	Product van de dosis en de kwaliteitsfactor, waarin de biologische werkzaamheid van de diverse typen straling is verdisconteerd (eenheid: sievert, Sv)
Dosiscriterium/limiet	Maximaal toelaatbare dosis vastgesteld door de overheid
Effectieve dosis	Dosiswaarde, die dient om het optreden van lange-termijneffecten te kunnen beoordelen (eenheid: sievert, Sv)
Emissie	Uitworp (lozing) van stoffen in het milieu
Ingestie	Consumptie van voedsel
Inhalatie	Inademing (onder andere van radioactieve stoffen)
Ioniserende straling	Straling, te onderscheiden in onder andere a-, b- of g-straling, uitgezonden door radioactief materiaal
Isotopen	Verschillende atomen van eenzelfde element met dezelfde chemische eigenschappen, echter met verschillend kerngewicht
Molybdeen	Stof waarvan het radioactieve isotoop Mo-99 wordt geproduceerd ten behoeve van de diagnostiek van kanker in ziekenhuizen
Nucleair Eiland	Het nucleaire gedeelte van PALLAS waaronder het reactorgebouw met de controlekamer, vergaderfaciliteiten, kleedkamers en een noodstroomvoorziening
Nuclide	Atoomsoort
Off Plot Scope	Het niet nucleaire gedeelte van PALLAS waaronder koelwatervoorziening, aansluiting op gas, water, licht en riolering
OLP	Onderzoekslocatie Petten
Radioactieve stoffen	Stoffen, die ioniserende straling uitzenden
Radioactiviteit	Eigenschap van stoffen met instabiele atomen, gekenmerkt door spontaan optredende veranderingen in de atoomkern waarbij ioniserende straling wordt uitgezonden (eenheid: becquerel, Bq)
Radiologisch	De leer over ioniserende straling betreffend
Radionuclide	zie isotoop
Radiotoxiciteitsequivalent (Re)	De activiteit van een radionuclide die bij volledige directe inname (ingestie of inhalatie) daarvan een effectieve volgdosis van 1 sievert voor een referentiepersoon ouder dan 17 jaar veroorzaakt. Door lozingslimieten uit te drukken in het radiotoxiciteitsequivalenten is de begrenzing onafhankelijk van het soort radionuclide. Dit vereist wel dat de lozing nuclide specifiek gemeten wordt
Risico	Ongewenste gevolgen van een bepaalde activiteit verbonden met de kans, dat deze zich zullen voordoen
Sievert (Sv)	De sievert (symbool Sv) is de SI-eenheid voor de equivalente dosis 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

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Bijlage D

Transponeringstabel

Advies Bevoegd Gezag Plan-MER PALLAS

Wijzigingen advies Bevoegd Gezag t.o.v. Cie-mer
De volgende wijzigingen zijn geconstateerd in het advies van het bevoegd gezag t.o.v. het advies van de Commissie voor de m.e.r.:

1 Te beschouwen Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 1). De te onderzoeken effecten op Natura 2000-gebieden gewijzigd van "de gevolgen voor de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Zwanenwater & Pettemerduinen" naar "de gevolgen voor Natura 2000-gebieden, met name de Noordzeekustzone en Zwanenwater & Pettemerduinen".

2 Onderbouwing van behoefte (paragraaf 2.2). Toegevoegd aan de onderbouwing van de behoefte naar een nieuwe reactor:
"Betrek daarbij ook:
- de wereldwijde isotopenproductie en capaciteit;
- de vraag naar de diverse isotopen, de huidige en over een periode van 40 jaar;
- de (on)mogelijkheden van alternatieve productiemethoden, alternatieve isotopen en alternatieve productielocaties;
- de vraag waarom productie van medische isotopen en van wetenschappelijk en toegepast onderzoek ook op de lange termijn nodig is;
- de invloed van de productie van isotopen door de PALLAS-reactor op de ontwikkeling van alternatieve productiemethoden."

3 Motivering keuze reactortype (paragraaf 3.2.2). Tekst toegevoegd over de keuze van het reactortype: "In de mededelingsnotitie wordt uitgegaan van een 'tank-in-pool' reactor en de werkingsprincipes ervan worden uitgelegd. Neem dit over in het MER. Geef aan wat de voordelen van dit type reactor zijn voor de voorgenomen activiteiten. Beschrijf in het MER eventuele andere mogelijke typen onderzoeksreactoren die in aanmerking kunnen komen voor het uitvoeren van de beoogde activiteiten. Geef aan op grond van welke overwegingen is gekozen voor de 'tank-in-pool' reactor, en in hoeverre milieueffecten daarbij een rol hebben gespeeld."

4 Koelvarianten (paragraaf 3.2.2). Zin toegevoegd bij de vermelding van de drie varianten voor het koelen van de reactorkern: "Geef aan waarom voor deze varianten is gekozen (en dus niet voor andere varianten)."

5 Natuurnetwerk Nederland (paragraaf 4.3). De term EHS (Ecologische HoofdStructuur) geüpdatet naar de nieuwe terminologie Natuurnetwerk Nederland.

6 Verkeersgeluid tijdens gebruiksfase (paragraaf 4.5). Toegevoegd dat ook geluid door verkeer tijdens de gebruiksfase moet worden onderzocht.

Transponeringstabel

Tabel 1 Advies Bevoegd Gezag plan-MER PALLAS

Advies	In studie	In paragraaf / hoofdstuk
1 Hoofdpunten		
De volgende informatie wordt beschouwd als essentieel voor het meewegen van het milieubelang in een besluit over het bestemmingsplan, en daarmee als relevante informatie voor het MER:		
• De onderbouwing van de beoogde doelen van het voornemen, zoals: het mede voorzien in de behoefte aan medische isotopen en in de vraag naar experimenteel bestralingsonderzoek;	Deel A	Hst 1 en 2
• De gevolgen van alternatieve koelsystemen voor de natuur, het landschap en het ruimtegebruik;	Deel A en B	A: hst 5 B: hst 13, 15
• De gevolgen van een al/niet verdiepte ligging van de reactor voor natuur, grondwater en landschap;	Deel A en B	A: hst 5 B: hst 8, 9, 13, 15
• De gevolgen voor de Natura 2000-gebieden, met name de Noordzeekustzone en Zwanenwater & Pettemerduinen.	Deel A en B en achtergrondrapport	A: hst 5 B: hst 13 AGD: Natuur
De samenvatting moet als zelfstandig document leesbaar zijn	Samenvatting	Samenvatting

2 Afbakening, onderbouwing en kader		
2.1 Afbakening: besluit-MER vs. plan-MER		
Algemeen geformuleerd dient het plan-MER te beschrijven wat het voornemen behelst, waarom het wenselijk of noodzakelijk is om hiervoor ruimte beschikbaar te stellen en waar die ruimte kan worden gevonden.	Deel A	Hst 1, 2, 3
Ook moet het plan-MER de milieugevolgen van alternatieven voor het voornemen in kaart brengen voor zover die van belang zijn voor de ruimtelijke inpassing ervan.	Deel A en B	A: hst 5 B: geheel
Ten slotte moet het plan-MER de milieufactoren onderzoeken waaraan belangrijke projectrisico's zijn verbonden en die dus bepalend zijn voor de haalbaarheid van het voornemen.	Deel A en B	A: hst 5 B: geheel
2.2 Onderbouwing		
In haar advies over het project-MER had de Commissie al aangegeven wat ze op dit punt noodzakelijk vindt:		
• de beschrijving en de doelen van de beoogde activiteiten, zoals het bijdragen aan een groeiende behoefte aan medische isotopen;	Deel A	Hst 1 en 2
• een onderbouwing van de keuze om een reactor in Nederland te bouwen, en meer specifiek in de gemeente Schagen;	Deel A	Hst 2
• een onderbouwing van de beoogde omvang (vermogen) op basis van de gebruiksdoelen;	Deel A	Hst 2 en 3
• een uitwerking van de voor- en nadelen van alternatieve productiemethoden voor medische isotopen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen voorzienbare en onzekere ontwikkelingen en hun betekenis voor de haalbaarheid van het voornemen.	Deel A	Hst 2
Betrek daarbij ook: • de wereldwijde isotopenproductie en capaciteit;	Deel A	Hst 2
• de vraag naar de diverse isotopen, de huidige en over een periode van 40 jaar;	Deel A	Hst 2
• de (on)mogelijkheden van alternatieve productiemethoden, alternatieve isotopen en alternatieve productielocaties;	Deel A	Hst 2
• de vraag waarom productie van medische isotopen en van wetenschappelijk en toegepast onderzoek ook op de lange termijn nodig is;	Deel A	Hst 2
• De invloed van de productie van isotopen door de PALLAS-reactor op de ontwikkeling van alternatieve productiemethoden.	Deel A	Hst 2
In het bijzonder adviseert het bevoegd gezag om het MER niet te beperken tot de beschrijving van (de effecten van) de reactor. Ook (de effecten van) de stappen die daaraan voorafgaan (zoals de productie van splijtstoffen) en erop volgen (zoals de distributie van isotopen en de verwerking van kernsplijtingsafval) moeten globaal in beeld worden gebracht.	Deel A	Hst 2 Bijlage C
2.2 Beleidskader		
Specificeer de beperkingen (aan hoogte van gebouwen en aan de locatie van activiteiten met nucleair materiaal) ook in het MER en geef aan of het bestemmingsplan van de OLP of ander (gemeentelijk) ruimtelijk beleid nog extra randvoorwaarden stellen aan de inpassing van het voornemen.	Deel A	Hst 1
Laat in het MER zien in hoeverre de alternatieven voor het voornemen aan die randvoorwaarden kunnen voldoen.	Deel A	Hst 1, 5

De Commissie adviseert om het wettelijk en beleidskader dat relevant is voor de Kew-vergunning in het project-MER te behandelen met uitzondering van die elementen die nodig zijn om de ruimtelijke inpasbaarheid van het voornemen te verantwoorden, zoals grenzen die worden gesteld aan de stralingsbelasting aan de terreingrens van de OLP.	Deel B	Par. 7.1
Beschrijf de relatie tussen beide procedures voor de milieueffectrapportage, zoals: wie verantwoordelijk is voor welke besluiten en wanneer en hoe besluiten zullen worden genomen.	Deel A	Hst 1

3 Voorgenomen activiteiten en alternatieven		
3.1 Algemeen		
De voorgenomen activiteit omvat de bouw en de exploitatie van een nieuwe onderzoeksreactor ter vervanging van de HFR. Het MER moet helder beschrijven wat wel en wat niet onder de in te passen activiteit valt. (...) Beperk de beschrijving van de kenmerken van het voornemen verder tot dat wat relevant is voor het beoordelen van de ruimtelijke inpasbaarheid ervan.	Deel A	Hst 1, 3
Ga in eerste instantie uit van de maximale invulling van het voornemen. (...) Geef aan op grond van welke overwegingen deze maximale invulling tot stand is gekomen.	Deel A	Hst 3
Optimaliseer vervolgens de opzet van het voornemen voor zover dat nodig is voor de planologische inpassing ervan. De Commissie gaat ervan uit dat vooral de bouwhoogte/diepte en de koeling kritisch zijn voor de inpassing van de reactor, zoals ook is aangegeven in paragraaf 2.4 van de notitie.	Deel A	Hst 3
3.2 Alternatieven		
3.2.1 Locatiealternatieven		
Maak in het MER duidelijk op grond van welke overwegingen de locatiekeuze tot stand is gekomen en in hoeverre milieueffecten daarbij een rol hebben gespeeld.	Deel A	Hst 2
Ook voor de locatiekeuze binnen de OLP geldt dat het MER duidelijk moet maken of er vanuit milieuoogpunt alternatieven zijn en, als die er zijn, waarom ze zijn afgevallen.	Deel A	Hst 3
3.2.2 Inrichtingsvarianten		
Maak inzichtelijk hoeveel koelvermogen maximaal nodig zal zijn voor de nieuwe reactor. (Gedeeltelijke) koeling aan de lucht is nieuw ten opzichte van de notitie die is gebruikt bij het starten van de procedure voor de Kew-vergunning.	Deel A	Hst 2 en bijlage C
Beschrijf met betrekking tot (gedeeltelijke) koeling aan de lucht: • met welke alternatieve voorzieningen deze vorm van koeling gerealiseerd kan worden, zoals gebruik van droge of verdampingskoelers;	Deel A	Bijlage C
• de combinatie van installaties die per variant nodig is;	Deel A	Bijlage C
• de installatiekenmerken die van belang zijn voor de ruimtelijke inpassing (zoals het ruimtebeslag, de hoogte, het waterverbruik en de geluidbronnen).	Deel A	Bijlage C
Breng de mogelijke locaties in beeld voor het onttrekken en lozen van koelwater voor zowel het 'zoet-zout'- als het 'zout-zout'-koelsysteem. Motiveer mogelijke locaties en geef deze nauwkeurig aan op kaart. Beschrijf:	Deel A	Bijlage C
• hoe het systeem kan worden aangelegd;	Deel A	Hst 3 en bijlage C
• de maximale dimensies van de in- en uitlaatconstructies, de diepteligging, debieten en stroomsnelheden;	Deel A en B	A: Bijlage C B: hst 8
de doorsnijding(en) van de primaire waterkering;	Deel B	Hst 9

• mogelijke chemische en/of thermische reinigingstechnieken en andere maatregelen om blokkade, dichtslibben of dichtgroeien van het systeem en om corrosie (bij gebruik zeewater) te voorkomen;	Deel A en B	A: bijlage C B: hst 8
• mogelijke maatregelen om het inzuigen van vis en andere organismen te voorkómen (zeefconfiguratie met visterugvoer, visdeflectie door licht en geluid);	Deel A en B	A: par. 5.3 B: hst 13
• hoe bij de dimensionering met klimaatverandering en eventuele toekomstige aanpassingen van de waterkeringen rekening wordt gehouden.	Deel B	Hst 9
Breng in beeld hoe gedurende de periode dat zowel de HFR als de nieuwe reactor in gebruik zijn de koelwatervoorziening wordt gegarandeerd (robuustheid koelsysteem). Doe dit specifiek voor de situatie met een zoet-zout-koelsysteem voor de nieuwe reactor. Houd daarbij rekening met wijzigingen in de behoefte aan zoet water vanuit het Noord-Hollands Kanaal bij andere sectoren en de invloed daarvan op het aanbod.	Deel B	Hst 8
3.3 Referentie		
De Commissie onderschrijft de keuze uit paragraaf 3.2 van de notitie om twee referentiesituaties in beeld te brengen.	Deel A en B	A: par. 4.1 B: hst 18

4 Bestaande milieusituatie en milieugevolgen		
4.1 Algemeen		
Neem bij de beschrijving van de milieugevolgen verder de volgende algemene richtlijnen in acht:		
• maak de manier waarop milieugevolgen zijn bepaald inzichtelijk door de basisgegevens op te nemen in bijlagen of door expliciete verwijzing naar geraadpleegd achtergrondmateriaal;	Deel A en B	Zie bijlagen bij deze delen
• vermeld onzekerheden en onnauwkeurigheden in de voorspellingsmethoden en in gebruikte gegevens en de betekenis ervan voor het onderscheid tussen de uitvoeringsvarianten. Een voorbeeld zijn de onzekerheden in de voorspelling van effecten van grondwateronttrekking of van een groot ondergronds bouwvolume op de grondwaterstromen en -standen.	Deel A en B	Zie bijlagen bij deze delen B: alle paragrafen leemten in kennis
De omvang van het studiegebied kan per milieuaspect verschillen. Beschrijf en motiveer per milieuaspect de omvang van het studiegebied.	Deel B	Paragrafen over beoordelingskader en methodiek
Breng bij de beschrijving van milieugevolgen de effecten, waar relevant, ook cumulatief in beeld.	Deel B	Paragrafen over effectbeschrijving
4.1 Water en bodem		
Maak inzichtelijk		
• hoeveel koelwater zal worden onttrokken en geloosd (warmtevracht) en welke warmtepluim daarbij ontstaat;	Deel B	Hst 8
• hoe de gevolgen zich verhouden tot de doelstelling van de Kaderrichtlijn Water en de eisen uit de Waterwet;	Deel B	Hst 8
• hoe de beschikbaarheid van voornamelijk koelwater vanuit het Noord-Hollands Kanaal zal evolueren (bijv. onder invloed van klimaatverandering).	Bodem en water	
De voorspelling van effecten die optreden bij de bouw van de reactor, moet zich richten op:		
• de stabiliteit van de bodem bij het ontgraven, heien of toepassen van grondkerende constructies (damwanden);	Deel B	Hst 8
• trillingen als gevolg van de bouwwerkzaamheden, bijvoorbeeld bij het inbrengen van damwanden;	Deel B	Hst 8

• de beïnvloeding van de grondwaterhuishouding en grondwaterstanden, onder meer als gevolg van bemaling, doorgraven of doorheien van aanwezige scheidende lagen.	Deel B	Hst 8
In de gebruiksfase zullen vooral effecten optreden als gevolg van de mogelijke verdiepte ligging van de reactor en een (tijdelijke) verhardingstoename. De voorspelling van effecten die optreden in de gebruiksfase, moet zich richten op:		
• de grondwaterstanden en -stromen (kwel- en infiltratiestromen), onder meer als gevolg van de mogelijk verdiepte ligging van de reactor;	Deel B	Hst 8
• de omvang van de zoetwaterbel en de ligging van het zoet-zout vlak;	Deel B	Hst 8
• de voeding van de in het plangebied aanwezige duinvennen, zowel in kwantitatieve als in kwalitatieve zin;	Deel B	Hst 8
• de lekkagerisico's van het ondergrondse bouwdeel.	Deel B	Hst 8
Ga verder ook in op:		
• de sanering van een eventueel aanwezige bodemverontreiniging;	Deel B	Hst 8
• de kansen op en gevolgen van klimaatveranderingen en een eventuele overstroming. Houd hierbij rekening met het landelijke beleid voor waterveiligheid. Mogelijk kan gebruik worden gemaakt van de resultaten en verbetermogelijkheden van de stresstest die voor nucleaire installaties van NRG op de OLP is uitgevoerd. Houd daarbij rekening met het feit dat de gebruiksperiode van de nieuwe reactor ver na die van de HFR eindigt.	Deel B	Hst 9
Breng mogelijkheden in beeld om (verdrogings) schade te voorkomen of te herstellen, zoals retourbemaling en infiltratievoorzieningen.	Deel B	Hst 8
4.3 Natuur		
Omdat er meerdere varianten in het plan-MER worden onderzocht, adviseert de Commissie om de gevolgen in beeld te brengen voor de variant met de meest ongunstige gevolgen voor de natuur. Dat is naar verwachting een watergekoelde reactor die verdiept wordt aangelegd. Door hiervan de effecten in beeld te brengen en te onderzoeken of met maatregelen significant negatieve gevolgen zijn uit te sluiten, wordt de zekerheid verkregen dat deze of een andere variant inpasbaar is.	Deel B	Hst 13
Aanlegfase		
Beschrijf de effecten die bij de aanleg kunnen optreden. Besteed daarbij in ieder geval aandacht aan:		
• onderwater) geluid, licht en trillingen, zowel van verkeer als van bouwmaterieel;	Deel B	Hst 11, 12, 17
• de gevolgen van de aanleg van de koelwater in- en uitlaat, waaronder vertroebeling. Geef nauwkeurig aan in hoeverre sprake is van werkzaamheden in de Natura 2000-gebieden;	Deel B	Hst 13
• effecten op grondwater(stromingen), kwel en infiltratie en gevolgen daarvan voor de natuur;	Deel B	Hst 8, 13
• deposities van NOx op Natura 2000-gebieden. Gebruik daarvoor het rekenprogramma AERIUS en toets aan de grenswaarden uit het PAS om te bepalen of aantasting van natuurlijke kenmerken is uit te sluiten.	Deel B	Hst 13
Overgangs- en exploitatiefase		
Beschrijf de gevolgen van de reactor in bedrijf voor de omliggende kwetsbare/ beschermde natuur en besteed in ieder geval aandacht aan:		
• inzuigen van vis (inclusief juveniele vis en vislarven) en andere organismen via het koelwater, en de eventuele gevolgen voor de gehele voedselketen;	Deel B	Hst 13

• chemische en/of thermische reiniging van het koelwatersysteem en de gevolgen daarvan voor het onderwaterleven, en, wanneer relevant, voor de verdere voedselketen (bijv. opname chloroform in vis bij toepassing van chlorering);	Deel B	Hst 8, 13
• de afzonderlijke en cumulatieve gevolgen van thermische lozing voor het aquatisch milieu;	Deel B	Hst 8, 13
• eventuele geluidhinder veroorzaakt door de lucht/hybride koeling.	Deel B	Hst 11
Gevolgen voor beschermde gebieden en soorten		
Beschrijf voor het voornemen afzonderlijk en in cumulatie de gevolgen voor de instandhoudingdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, en dan vooral de gebieden 'Noordzeekustzone' en 'Zwanenwater & Pettemerduinen'. Besteed daarbij nadrukkelijk ook aandacht aan indirecte effecten (voedselketen) en maak bij kennisleemtes gebruik van worst case-scenario's.	Deel B	Hst 13
Beschrijf de eventuele gevolgen voor de wezenlijke kenmerken en waarden van de omliggende EHS-gebieden en verwachte veranderingen in de populaties van beschermde en/of rode lijstsoorten in het studiegebied ten gevolge van het voornemen.	Deel B	Hst 13
En beschrijf mogelijke maatregelen om effecten te verminderen en de effectiviteit van die maatregelen.	Deel B	Hst 13
4.4 Ioniserende straling en veiligheid		
Geef schattingen van te verwachten emissies van radioactieve stoffen en van het stralingsniveau aan de terreingrens veroorzaakt door de maximale invulling van het voornemen. Hiervoor kan bijvoorbeeld worden gebruikgemaakt van gegevens van vergelijkbare installaties. Geef vervolgens aan in hoeverre het voornemen inpasbaar is binnen de milieuruimte die op dit ogenblik is vergund aan alle nucleaire installaties op de OLP samen.	Deel B	Hst 7
Beschrijf op hoofdlijnen mogelijke externe oorzaken en gevolgen van calamiteiten die de ruimtelijke inpassing van een nieuwe onderzoeksreactor op de OLP in de weg kunnen staan, en mogelijke maatregelen om die gevolgen te beheersen.	Deel B	Hst 7
Geef aan of het regionale rampenbestrijdingsplan voldoet aan alle actuele eisen met betrekking tot de bestrijding van te verwachten stralingsincidenten. Is dat niet het geval geef dan aan in hoeverre lacunes in dat plan realisatie van een nieuwe onderzoeksreactor in de weg staan en hoe die lacunes zullen worden ingevuld, zodat planologisch mogelijk maken van een nieuwe reactor kan worden gerechtvaardigd.	Deel B	Hst 7
Laat zien dat koelwaterleidingen die de primaire waterkering kruisen, zo kunnen worden aangelegd dat ze voldoen aan de waterveiligheidsnormen.	Deel B	Hst 9
4.5 Geluid		
Beschrijf de te verwachten geluidbelasting tijdens de aanleg (bijvoorbeeld bij heiwerkzaamheden) en bij het gebruik (bijvoorbeeld bij luchtkoeling) voor daarvoor gevoelige natuur en voor woningen en geluidgevoelige objecten. Geef aan of mitigerende maatregelen nodig zijn en, zo ja, welke invloed ze hebben.	Deel B	Hst 11
4.6 Landschap		
Beschrijf in het MER de landschappelijke doelen van de diverse overheden in het studiegebied. Beschrijf en waardeer vervolgens de aanwezige landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken van het gebied, zoals de gaafheid en openheid. Beschrijf de effecten van alternatieven/varianten op de landschappelijke kwaliteit. Beschrijf bijvoorbeeld hoe in het ontwerp van de reactor wordt omgegaan met structurerende elementen in het landschap en of en hoe het karakter van het landschap gehandhaafd blijft.	Deel B	Hst 15

Gebruik van verdampingskoelers kan leiden tot een zichtbare dampppluim. Geef aan onder welke omstandigheden een dampppluim kan voorkomen en wat dit betekent voor de zichtbaarheid.	Deel B	Hst 15
Goed beeldmateriaal is essentieel om de effecten duidelijk te maken. Visualisaties vanuit diverse gezichtspunten maken een integrale beoordeling van de kwaliteiten en effecten mogelijk.	Deel B	Hst 15

5 Overige aspecten		
5.1 Vergelijking van alternatieven		
De milieueffecten van de alternatieven moeten onderling én met de referentiesituatie worden vergeleken. Doel van de vergelijking is inzicht te geven in de aard en mate waarin de alternatieven andere effecten veroorzaken. Vergelijk bij voorkeur op grond van kwantitatieve informatie en betrek daarbij de doelstellingen en de grens- en streefwaarden van het milieubeleid.	Deel A en B	A: hst 4 B: geheel, bijlage E
Geef daarnaast voor ieder van de alternatieven aan in welke mate de gestelde doelen kunnen worden gerealiseerd. Gebruik ook hiervoor eenduidige en, zo veel als mogelijk, kwantificeerbare toetsingscriteria.	Deel A en B	A: hst 4, 5 B: geheel
5.2 Leemten in milieu-informatie en onzekerheden		
Het MER moet aangeven over welke milieuaspecten onvoldoende informatie kan worden opgenomen door gebrek aan gegevens. Spits dit toe op milieuaspecten die in verdere besluitvorming een belangrijke rol spelen, zodat de consequenties van het tekort beoordeeld kunnen worden. Geef ook aan of dat wat ontbreekt, wordt ingevuld in het project-MER.	Deel A en B	A: par. 5.4 B: geheel
Houd bij de vergelijking van de alternatieven en bij de toetsing van de alternatieven aan (project-)doelen en wettelijke grenswaarden rekening met de onzekerheden in effectbepalingen. Geef daarvoor inzicht in het belang van deze onzekerheden voor de significantie van verschillen tussen alternatieven, en daarmee voor de vergelijking van alternatieven.	Deel B	Geheel
5.2 Vorm en presentatie		
Bijzondere aandacht verdient de presentatie van de vergelijkende beoordeling van de alternatieven. Presenteer de vergelijking bij voorkeur met behulp van tabellen, figuren en kaarten. Zorg ervoor dat:	Gehele MER	
• het MER zo beknopt mogelijk is, onder andere door achtergrondgegevens niet in de hoofdtekst zelf te vermelden, maar in een bijlage op te nemen;	Gehele MER	
• een verklarende woordenlijst, een lijst van gebruikte afkortingen en een literatuurlijst zijn opgenomen;	Deel A	Bijlage A
• recent, goed leesbaar kaartmateriaal is gebruikt, met duidelijke legenda.	Gehele MER	
De samenvatting is het deel van het MER dat vooral wordt gelezen door besluitvormers en insprekers en het verdient daarom bijzondere aandacht. Het moet als zelfstandig document leesbaar zijn en een goede afspiegeling zijn van de inhoud van het MER. Daarbij moeten de belangrijkste zaken zijn weergegeven, zoals:	Samenvatting	
• de voorgenomen activiteit en de alternatieven daarvoor;	Samenvatting	
• de belangrijkste effecten voor het milieu bij het uitvoeren van de voorgenomen activiteit en de alternatieven, de onzekerheden en leemten in kennis die daarbij aan de orde zijn;	Samenvatting	
• de vergelijking van de alternatieven en de argumenten voor de selectie van het voorkeursalternatief.	Samenvatting	

Bijlage

E Overzichtstabel milieueffecten

Bouwfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Stralingsbescherming						
Effectieve dosis	0	0	0	0	0	0
Nucleaire veiligheid						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Bodem en water						
Grondwater						
Vegetatie	0	0	0	- -	- -	0
Gebouwen	0	0	0	0	0	0
Duinen als onderdeel van de waterkering	0	0	0	0	0	0
Landbouw	0	0	0	-	-	0
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	0	0	0	0	0	0
Mobiele verontreinigingen	0	0	0	- -	- -	0
Waterkwaliteit						
Fysisch-chemische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Biologische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Koelwateronttrekking en -lozing						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Koelwaterlozingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bodem						
Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Waterveiligheid						
Waterveiligheid	0	0	0	0	0	n.v.t.
Luchtkwaliteit						
Effecten op NO2	0	0	0	0	0	0
Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$	0	0	0	0	0	0
Geluid						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Geluidbelasting op woningen vanwege bouwactiviteiten	- -	- -	- -	-	0	0
Geluidbelasting op woningen vanwege indirecte hinder	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Licht						
Toename verlichtingssterkte bij lichtgevoelige objecten	-	-	-	- -	0	0
Natuur (na wettelijk verplichte maatregelen)						
Natura 2000-gebieden	0	0	0	-	-	0
Beschermde soorten	0	0	0	-	-	0
NNN	0	0	0	-	-	0
Rode-Lijstsoorten	0	0	0	0	0	0
Recreatie en toerisme						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	-	-	-	-	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	-	-	-	-	-	0
Bereikbaarheid	0	0	0	0	0	0
Economische waarde	0	0	0	0	0	0
Identiteit	-	-	-	-	-	0
Landschap en cultuurhistorie						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische geografie	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische steden) bouwkunde	0	0	0	0	0	0
Belevingswaarde	-	-	-	0	0	0
Gebruikswaarde	0	0	0	0	0	0
Toekomstwaarde	0	0	0	0	0	0
Archeologie						
Verwachte archeologische waarden	- -	- -	- -	- -	-	0
Bekende archeologische waarden	-	-	-	-	-	0
Verkeer						
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien vermijden Zeeweg	0	0	0	0	0	0
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien gebruik Zeeweg	-	-	-	0	0	0
Verkeersbewegingen	0	0	0	0	0	0
Trillingshinder	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Overgangsfase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Stralingsbescherming						
Effectieve dosis	-	-	-	0	0	0
Nucleaire veiligheid						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	-	-	-	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	-	-	-	0	0	0
Bodem en water						
Grondwater						
Vegetatie	0	0	0	0	0	0
Gebouwen	0	0	0	0	0	0
Duinen als onderdeel van de waterkering	0	0	0	0	0	0
Landbouw	0	0	0	0	0	0
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	-	-	0	0	0	0
Mobiele verontreinigingen	0	0	0	0	0	0
Waterkwaliteit						
Fysisch-chemische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Biologische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Koelwateronttrekking en -lozing						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	- -	0	0
Koelwaterlozingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0
Bodem						
Bodemkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Waterveiligheid						
Waterveiligheid	0	+	+	0	0	n.v.t.
Luchtkwaliteit						
Effecten op NO_2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Geluid						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege bedrijfsactiviteiten	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege indirecte hinder	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Licht						
Toename verlichtingssterkte bij lichtgevoelige objecten	0	0	0	0	0	0
Natuur (na wettelijk verplichte maatregelen)						
Natura 2000-gebieden	0	0	0	-	-	0
Beschermde soorten	0	0	0	0	0	0
NNN	0	0	0	0	0	0
Rode-Lijstsoorten	0	0	0	0	0	0
Recreatie en toerisme						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	0	0	0	0	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Bereikbaarheid	0	0	0	0	0	0
Economische waarde	0	0	0	0	0	0
Identiteit	0	-	-	0	-	-
Landschap en cultuurhistorie						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	-	-	0
Fysieke aantasting historische geografie	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische (steden) bouwkunde	0	0	0	0	0	0
Belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Gebruikswaarde	0	0	0	0	0	0
Toekomstwaarde	0	0	0	0	0	0
Archeologie						
Verwachte archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bekende archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Verkeer						
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien vermijden Zeeweg	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien gebruik Zeeweg	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Verkeersbewegingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Trillingshinder	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Exploitatiefase

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Stralingsbescherming						
Effectieve dosis	0	0	0	0	0	0
Nucleaire veiligheid						
Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen	+	+	+	0	0	0
Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen	+	+	+	0	0	0
Bodem en water						
Grondwater						
Vegetatie	0	0	0	0	0	0
Gebouwen	0	0	0	0	0	0
Duinen als onderdeel van de waterkering	0	0	0	0	0	0
Landbouw	0	0	0	0	0	0
Grondwateronttrekkings- of infiltratiesystemen	-	-	0	0	0	0
Mobiele verontreinigingen	0	0	0	0	0	0
Waterkwaliteit						
Fysisch-chemische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Biologische waterkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Koelwateronttrekking en -lozing						
Koelwateronttrekkingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	+ +	+ +
Koelwaterlozingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0
Bodem						
Bodemkwaliteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Waterveiligheid						
Waterveiligheid	0	+	+	0	0	n.v.t.
Luchtkwaliteit						
Effecten op NO_2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Effecten op PM_{10} en $PM_{2,5}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Geluid						
Geluidbelasting op woningen vanwege inrichting	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege bedrijfsactiviteiten	0	0	0	0	0	- -
Geluidbelasting op woningen vanwege indirecte hinder	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Beoordelingscriterium	B1	B2	B3	K1	K2	K3
Licht						
Toename verlichtingssterkte bij lichtgevoelige objecten	0	0	0	0	0	0
Natuur (na wettelijk verplichte maatregelen)						
Natura 2000-gebieden	0	0	0	-	-	0
Beschermde soorten	0	0	0	0	0	0
NNN	0	0	0	0	0	0
Rode-Lijstsoorten	0	0	0	0	0	0
Recreatie en toerisme						
Beïnvloeding recreatieve gebruiksmogelijkheden	0	0	0	0	-	-
Beïnvloeding recreatieve belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Bereikbaarheid	0	0	0	0	0	0
Economische waarde	0	0	0	0	0	0
Identiteit	0	-	-	0	-	-
Landschap en cultuurhistorie						
Fysieke aantasting landschappelijke karakteristiek / waarden	0	0	0	-	-	0
Fysieke aantasting historische geografie	0	0	0	0	0	0
Fysieke aantasting historische (steden) bouwkunde	0	0	0	0	0	0
Belevingswaarde	0	-	- -	0	- -	-
Gebruikswaarde	0	0	0	0	0	0
Toekomstwaarde	0	0	0	0	0	0
Archeologie						
Verwachte archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bekende archeologische waarden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Verkeer						
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien vermijden Zeeweg	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Weginrichting conform Duurzaam Veilig – indien gebruik Zeeweg	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Verkeersbewegingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Trillingshinder	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Bijlage F

Achtergrond-rapportages

De achtergrondrapportages zijn als separate documenten bijgevoegd.

Bijlage

F1	Stralingsbescherming
F2	Nucleaire veiligheid
F3	Bodem en water
F4	Waterveiligheid
F5	Luchtkwaliteit
F6	Geluid
F7	Licht
F8	Natuur
F9	Recreatie en toerisme
F10	Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit
F11	Archeologie
F12	Verkeer

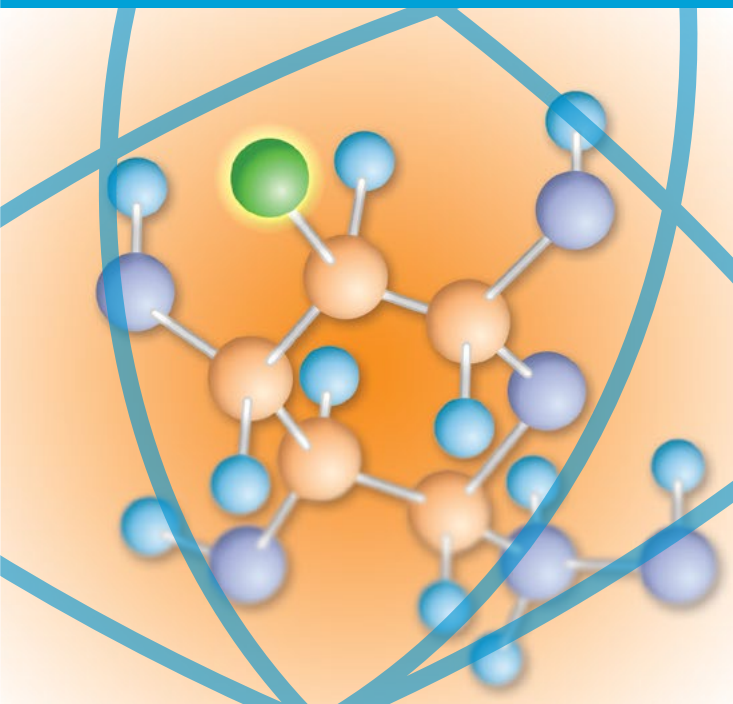
Bijlage G

Paper Medische isotopen

Waar in dit document 'Mallinckrodt' geschreven wordt moet 'Curium' gelezen worden.

Medische isotopen

Belang voor de wereld en kansen voor Nederland





NucleairNederland

www.nucleairnederland.nl

Inhoud

1 ***Inleiding*** 3

2 ***Er komt een patiënt bij de nucleair specialist*** 5

2.1 Wat zijn medische isotopen 6

2.2 Diagnostiek 6

2.3 Therapie 8

3 ***Trends en ontwikkelingen in de nucleaire geneeskunde*** 9

3.1 Ontwikkelingen in diagnose 9

3.2 Ontwikkelingen in therapie 11

4 ***De productieketen van medische isotopen*** 12

4.1 Reactoren als producent van isotopen 13

4.2 Versnellers als producent van isotopen 15

5 ***Trends en ontwikkelingen in de productieketen*** 16

5.1 (Nieuwe) productieroutes voor molybdeen-99 18

6 ***De Nederlandse situatie*** 20

6.1 De nucleair medische infrastructuur 21

7 ***Aanbevelingen*** 24

A *Overzicht van internationale ontwikkelingen in de productieketen* 26

'Medische isotopen, belang voor de wereld en kansen voor Nederland' is een uitgave van Nucleair Nederland, maart 2017.
Tweede druk, april 2017.

1 Inleiding

Elk jaar vinden er wereldwijd ongeveer 48 miljoen[1] onderzoeken en behandelingen plaats met medische isotopen. In meer dan 80% van de gevallen – dat zijn ongeveer 40 miljoen verrichtingen – wordt de medische isotoop technetium-99m gebruikt. Dit is een radioactieve stof die wereldwijd op grote schaal in een handjevol nucleaire reactoren wordt gemaakt. De overige isotopen zijn grofweg te verdelen in twee even grote groepen. Er is fluor-18 dat in kleine hoeveelheden in of nabij ziekenhuizen met versnellers wordt gemaakt (4,2 miljoen verrichtingen) en er is een verzamelgroep waar allerlei overige medische isotopen onder vallen (3,8 miljoen verrichtingen).

Lange tijd was het voor patiënten en nucleair geneeskundigen niet erg relevant om te weten waar medische isotopen vandaan kwamen. Ze waren immers altijd beschikbaar. Grote verstoringen in de toelevering door onverwachte productiebeperkingen in enkele grote reactoren hebben dit beeld tussen 2008-2010 echter volledig op zijn kop gezet. In korte tijd werd de markt met al zijn complexe schakels onderwerp van discussie.

Naast een breed gedeelde visie dat (nieuwe) medische isotopen niet weg te denken zijn uit de moderne gezondheidszorg en dat continue beschikbaarheid essentieel is, zijn er ook veel tegengestelde geluiden. Dit heeft te maken met het 'veelkleurige' landschap dat schuilgaat achter de noemer medische isotopen. Er spelen (politieke) belangen op internationale, nationale en lokale schaal. Er zijn publieke, semi-commerciële en commerciële partijen afhankelijk van elkaar in één productieketen. Er komen beroepsdisciplines bij elkaar die doorgaans weinig met elkaar van doen hebben. Het is een nucleaire activiteit, waar strenge wet- en regelgeving geldt en waar het publieke belang een grote rol speelt. Ten slotte gaat het om een product met een medische toepassing, wat eveneens een grote hoeveelheid wet- en regelgeving met zich meebrengt.

Met al deze elementen heeft Nederland, als grootste producent van medische isotopen in de wereld, in zijn volle omvang te maken. Dit document is er op gericht de lezer beter bekend te maken met het onderwerp, hem of haar de samenhang in de keten te tonen en in te gaan op de afhankelijkheid en kwetsbaarheid van miljoenen patiënten in dit geheel. Tevens wordt een analyse gegeven van de toekomstige ontwikkelingen en de talrijke mogelijkheden die Nederland binnen de landsgrenzen heeft om haar rol als koploper te bestendigen en uit te breiden.

Het verhaal begint in het ziekenhuis bij een hypothetische patiënt die lijdt aan een van de meest voorkomende ziekten. In maar liefst vier van de vijf gevallen ligt een doorverwijzing naar de afdeling nucleaire geneeskunde voor de hand. Wat hier gebeurt en welke instrumenten en producten de nucleair geneeskundige tot zijn beschikking heeft, komen in hoofdstuk 2 aan de orde. Hoofdstuk 3 richt zich op de trends en ontwikkelingen die ervoor zorgen dat de patiënt in de toekomst nog beter geholpen kan worden.

In hoofdstuk 4 wordt het ziekenhuis verlaten om een kijkje te nemen in alle stappen die voorafgaan aan de behandeling van de patiënt. Dit onderdeel bestaat uit een uitleg bij de verschillende stappen in de productieketen voor medische isotopen en hun onderlinge verbondenheid. Hoofdstuk 5 is net als hoofdstuk 3 gericht op de toekomst. Deze keer gaat het om scenario's voor de diverse partijen in de keten. Welke (alternatieve) productieroutes zullen de pijlers worden voor de gezondheidszorg van de toekomst? In hoofdstuk 6 wordt de Nederlandse situatie belicht, opgevolgd door een slothoofdstuk (7) met een overzichtelijke reeks aanbevelingen.

[1] MEDraysintell, juni 2015

Isotopen uit Petten

Reactorisotopen

molybdeen-99
diagnose van o.a. hartfalen, kanker met Technetium-99m

xenon-133
longventilatiestudies

holmium-166
therapie bij o.a. levertumoren

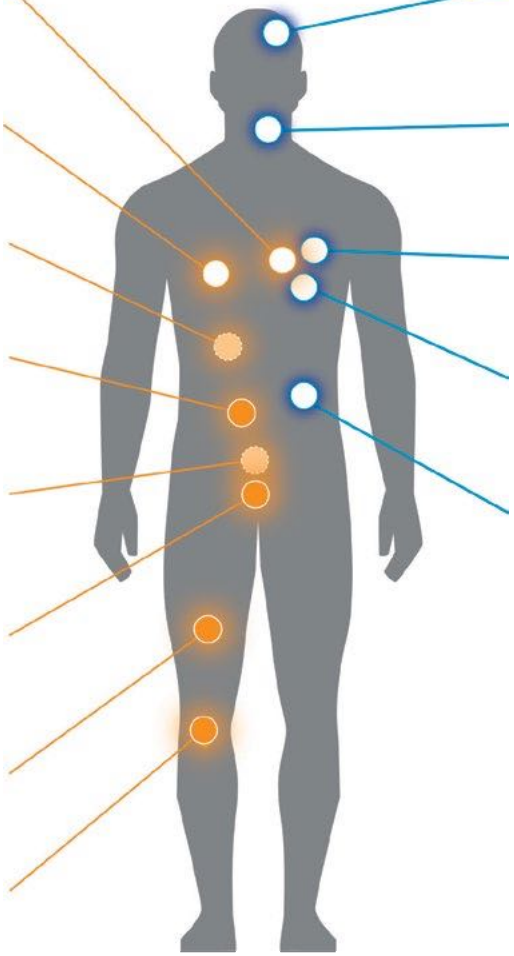
lutetium-177
behandeling van neuroendocriene tumoren

jodium-125 en 131
behandeling van prostaatkanker en schildklieraandoeningen

iridium-192
therapie bij baarmoederhals-, prostaat-, long-, borst- en huidkanker

strontium-89
pijnbestrijding bij botkanker

yttrium-90
behandeling van leverkanker en reumatische aandoeningen



Cyclotronisotopen

indium-111
diagnoses, hersenonderzoek, dikke darm onderzoek

jodium-123
diagnose van schildklierfunctie

thallium-201
opsporen hartaandoeningen

rubidium-82
opsporen hartaandoeningen

gallium-67
diagnose infecties en ontstekingen

2 Er komt een patiënt bij de nucleair specialist

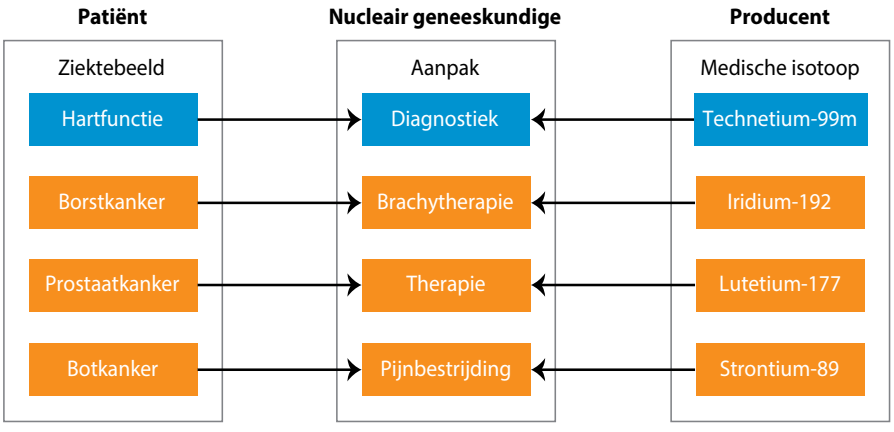
In welvarende landen overlijden de meeste mensen aan hart- en vaatziekten, kanker, diabetes, long- en luchtweg-aandoeningen en dementie. In al deze gevallen – met uitzondering van diabetes – is er grote kans dat de specialist zijn patiënt doorstuurt naar de nucleair geneeskundige. Dit gaat meestal om het maken van een scan (90% van de gevallen) maar ook steeds vaker om het in gang zetten van een (kanker)therapie of pijn-bestrijding.

De economische impact van kanker is groot en groeiend, schrijft de Wereldgezondheidsorganisatie naar aanleiding van haar 'top 10 doodsoorzaken in welvarende economieën' in 2015. In 2012 werden er wereldwijd 14 miljoen nieuwe gevallen van kanker ontdekt en stierven 8,2 miljoen mensen hieraan. In verhouding met andere oorzaken van overlijden, komt dat neer op ongeveer 1 op de 6. De totale kosten van de bestrijding van kanker liepen in 2010 op tot ongeveer 1,16 triljoen dollar[2].

Tegen deze achtergrond en met de prognose dat het aantal kankergevallen de komende twintig jaar explosief zal stijgen (70%), zetten alle partijen die innovatieve nucleaire geneeskunde mogelijk maken alles op alles om met goede oplossingen voor de patiënt te komen.

Ziektebeeld, aanpak, isotoop

De arts stelt een behandelplan (diagnose, behandeling, nazorg) op voor de patiënt. Bij bepaalde ziektebeelden wordt hiervoor een nucleair geneeskundige aanpak gekozen. Hieruit volgt het gebruik van medische isotopen. De inzet van medische isotopen in de bestrijding van kanker is uitermate breed. Afhankelijk van het type kanker en het stadium waarin de ziekte zich bevindt, vindt diagnose met medische isotopen plaats, al dan niet gevolgd door radiotherapie (externe bestraling), brachytherapie (bestraling van binnenuit) en palliatieve therapie (pijnbestrijding). In de onderstaande figuur is een aantal voorbeelden van ziektebeelden gegeven met daarnaast de geneeskundige aanpak en de medische isotoop.



[2] http://www.who.int/features/factfiles/cancer/en/ (fact 8)

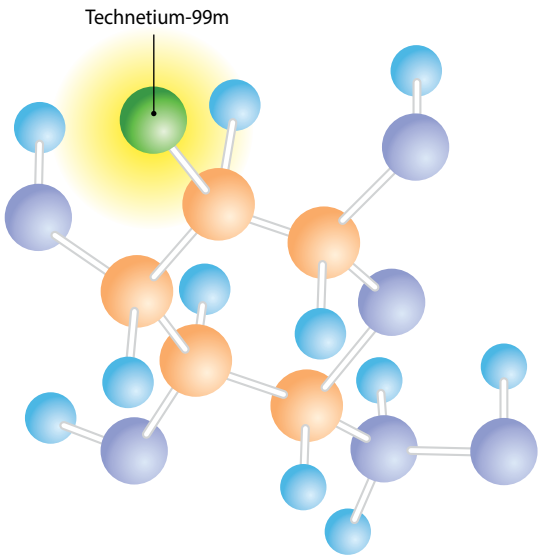
2.1 Wat zijn medische isotopen

Nucleair geneeskundigen gebruiken radioactief materiaal om te vast te stellen of organen goed functioneren en om in een vroeg stadium kankergezwellen op te sporen (diagnostiek). Daarnaast worden zogeheten therapeutische isotopen gebruikt voor behandeling van patiënten. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op isotopen voor diagnostiek en isotopen voor therapie.

De radioactieve stoffen die worden gebruikt bij diagnose en therapie worden medische (radio) isotopen genoemd. Om ervoor te zorgen dat ze bij het juiste orgaan terechtkomen, is de isotoop aan een niet radioactieve stof gekoppeld. Door deze combinatie aan een patiënt toe te dienen is met een speciale camera een 'spoor' van straling te traceren, waaruit de nucleair specialist bijvoorbeeld kan opmaken hoe een orgaan functioneert of waar een kankergezwel actief is.

Tracer en radiofarmacon

Door de juiste isotoop (of radionuclide) te combineren met een speciaal ontwikkeld eiwit (de speurstof of tracer) is het mogelijk om een specifiek ziekteproces in kaart te brengen. De combinatie wordt ook wel het radiofarmacon genoemd. Het radiofarmacon wordt per onderzoek of therapie zó gekozen dat deze exact de juiste specifieke biologische- en stralingseigenschappen heeft.



2.2 Diagnostiek

Wie als patiënt te maken krijgt met medische isotopen voor diagnostische doeleinden, is meestal ingepland voor een nucleaire scan. Hieronder vallen allerlei beeldvormende technieken die gebruik maken van radioactiviteit. Deze scans zijn vooral geschikt om beweging en verandering in beeld te brengen, zoals de bloedstroom door het hart of de stofwisseling in een orgaan.

Bij het ondergaan van een scan krijgt de patiënt een zeer kleine hoeveelheid licht radioactieve vloeistof ingespoten. Hierna moet de patiënt enkele minuten tot enkele dagen wachten, afhankelijk van het onderzoek. Nadat de vloeistof zich via de bloedbaan in het lichaam heeft verdeeld, wordt de scan gemaakt. Dit levert een plaatje op waarin de radioactieve gebieden zichtbaar zijn. Door de straling te detecteren kan bepaald worden of er iets abnormaals aan de hand is.

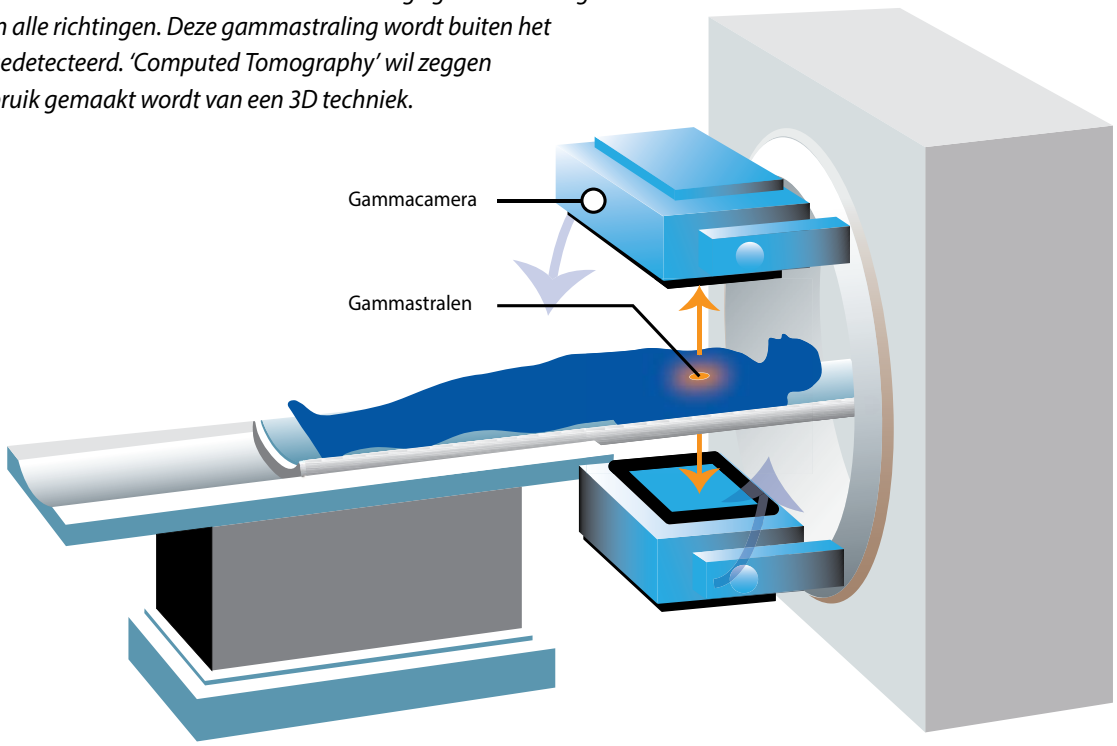
De nucleair specialist heeft verschillende soorten camera's tot zijn beschikking. Het kan zijn dat het bed en de camera stilstaan tijdens het maken van de plaatjes, het kan zijn dat het bed langzaam onder de camera doorschuift of dat er een camera in een cirkel rond het bed draait. Het is zo mogelijk om allerlei opnamen te maken om zeer precies in beeld te krijgen wat de patiënt mankeert.

In de moderne nucleaire geneeskunde zijn twee beeldvormingstechnieken leidend: PET en SPECT. Beide maken gebruik van de gammastraling die de isotoop afgeeft om een serie plaatjes te maken van de radioactiviteitsverdeling in het lichaam. Gammastraling is één type van onzichtbare elektromagnetische straling die een radio-isotoop kan afgeven.

PET- en SPECT-scans leveren globale beelden op die enkel door een gespecialiseerde arts goed te interpreteren zijn. Echter, door ze met andere technieken (zoals 'Computed Tomography' ook wel CT of 'Magnetic Resonance Imaging' oftewel MRI) te combineren, is men steeds beter in staat zeer precies en tot diep in het lichaam bepaalde functies in beeld te brengen.

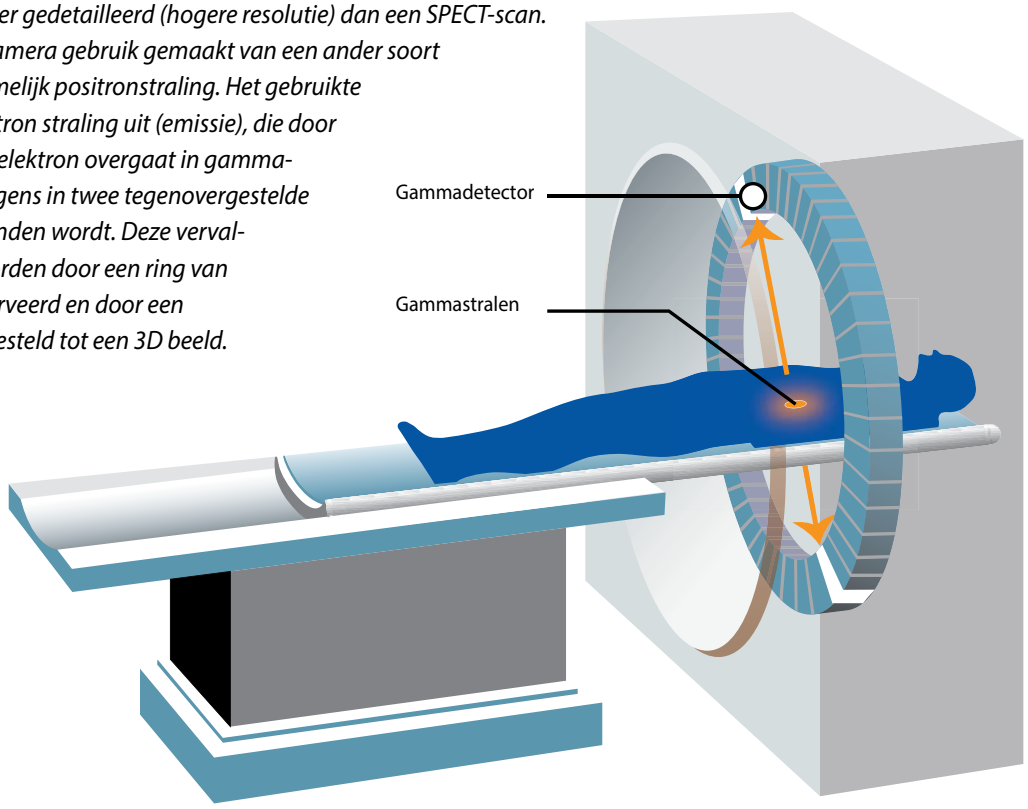
SPECT - 'Single Photon Emission Computed Tomography'

Een SPECT scan wordt het meest gebruikt. 'Single Photon Emission' zegt over de gebruikte radioactieve stof dat deze enkelvoudige gammastraling uitzendt in alle richtingen. Deze gammastraling wordt buiten het lichaam gedetecteerd. 'Computed Tomography' wil zeggen dat er gebruik gemaakt wordt van een 3D techniek.



PET – 'Positron Emission Tomography'

Een PET-scan is meer gedetailleerd (hogere resolutie) dan een SPECT-scan. Er wordt bij deze camera gebruik gemaakt van een ander soort radioactiviteit, namelijk positronstraling. Het gebruikte isotoop zendt positron straling uit (emissie), die door interactie met een elektron overgaat in gamma-straling, die vervolgens in twee tegenovergestelde richtingen uitgezonden wordt. Deze verval-gebeurtenissen worden door een ring van detectoren geobserveerd en door een computer samengesteld tot een 3D beeld.



Met name voor diagnostiek in de oncologie, cardiologie en neurologie zijn medische isotopen van groot belang. Naar schatting gebruiken meer dan 10.000 ziekenhuizen wereldwijd isotopen voor diagnose. De bekendste isotoop voor diagnostische doeleinden is technetium-99m. Deze isotoop wordt jaarlijks toegepast in meer dan 40 miljoen diagnostische onderzoeken wereldwijd, waarvan de helft in Noord-Amerika en ongeveer 7 miljoen in Europa. In Nederland vinden er jaarlijks ongeveer 250.000 verrichtingen met technetium-99m plaats.

Voor SPECT scans wordt in verreweg de meeste gevallen gebruik gemaakt van technetium-99m. Dit werkpaard van de diagnostiek heeft vele voordelen ten opzichte van andere isotopen (zie 4.1 molybdeen-99/ technetium-99m). PET-scans maken veelal gebruik van fluor-18, wat in cyclotrons gemaakt wordt. PET-isotopen hebben een (zeer) korte halfwaardetijd. Ze worden daarom kort voor de toepassing geproduceerd in een cyclotron in of nabij een gespecialiseerd ziekenhuis. Met fluor-18 wordt het radiofarmacon FDG (18F-fluordesoxyglucose) gemaakt, waarmee de glucose-consumptie in het lichaam zichtbaar gemaakt kan worden. Dit is belangrijk voor het traceren van gezwellen. Andere geschikte PET-isotopen zijn koolstof-11, zuurstof-15 en stikstof-13.

2.3 Therapie

Therapie door straling is onder te verdelen in radiotherapie, nucleair geneeskundige therapie (waaronder brachytherapie) en palliatieve therapie. Radiotherapie werkt met externe stralingsbronnen, bij een nucleair geneeskundige therapie krijgen patiënten een medisch isotoop toegediend. In beide gevallen is de behandeling er op gericht specifiek weefsel te vernietigen. Bij palliatieve therapie gaat het om pijnbestrijding. Patiënten krijgen een medische isotoop toegediend die het ziekteproces remt, waardoor pijn vermindert en de kwaliteit van leven verbetert. Brachytherapie is een specifieke manier van toedienen van de radio-isotoop, waarbij de isotoop via een katheter of naald wordt aangebracht op de plaats van de aandoening en daar gedurende korte of langere tijd straling blijft afgeven aan het zieke weefsel.

Door de juiste medische isotoop aan een geschikte tracer te koppelen, is de nucleair geneeskundige in staat om de medische isotopen op de juiste plek in het lichaam te laten bezorgen en zo de schade aan gezonde cellen sterk te beperken, terwijl de zieke cellen effectief worden gedood. De toegepaste stralingsdosering is bij therapie veel hoger dan bij de diagnostiek. De patiënt wordt zelfs tijdelijk als radioactief beschouwd.

De meest gangbare therapieën in Nederland zijn:

- jodium-131 bij schildklieraandoeningen, waarbij de patiënt een capsule met het radioactief jodium krijgt toegediend. Het jodium verzamelt zich in de schildklier, waar het zijn straling afgeeft (therapie).
- iridium-192 voor de behandeling van bijvoorbeeld borstkanker en prostaatkanker (brachytherapie).
- radium-223, (Xofigo®) voor de behandeling van botmetastasen van prostaatkanker.
- lutetium-177, voor de behandeling van neuro-endocriene tumoren en op experimentele basis voor de behandeling van prostaatkanker (nucleaire geneeskundige therapie).
- strontium-89, rhenium-186 of samarium-153 ten behoeve van pijnbestrijding bij gemetastaseerde botkanker (nucleair geneeskundige therapie).
- yttrium-90 voor behandeling van leverkanker (radio-embolisatie) en bepaalde reumatische aandoeningen.
- holmium-166 voor de behandeling van leverkanker (radio-embolisatie).

Therapeutische toepassingen winnen snel aan belang en zijn in vergelijking met de diagnostische toepassingen vooral van kwalitatief belang. Zo levert een behandeling met lutetium-177 voor een patiënt met neuro-endocrine tumoren – een zeldzame en zeer kwaadaardige vorm van kanker – een gemiddelde levensduurverlenging van maar liefst 4 jaar op, met een relatief goede kwaliteit van leven[3]. Deze behandeling is in Nederland ontwikkeld, en wordt inmiddels wereldwijd met veel succes toegepast. Het is de verwachting dat het aantal patiënten dat met lutetium-177 kan worden behandeld fors zal toenemen.

[3] Erasmus MC, http://www.net-kanker.nl/

3 Trends en ontwikkelingen in de nucleaire geneeskunde

Wie de ontwikkelingen in de toepassing van medische isotopen van een afstand bekijkt, ziet grofweg drie trends: Vanaf de jaren 1960 tot 2015 draaide het in de nucleaire geneeskunde vooral om diagnostiek. De ontwikkeling van diverse zogenaamde 'cold kits' (tracers), verbeteringen in beeldtechnologie en de beschikbaarheid van camera's zijn in die jaren de drijvende factoren. De nadruk lag in deze tijd minder op therapie met isotopen, al kwamen de eerste ontwikkelingen toen wel al op gang.

In aanloop naar 2015 ontstonden de eerste therapeutische producten onder merknaam, zoals Xofigo® en Zevalin®. Het succes van deze producten betekende een impuls in de ontwikkeling van andere radiotherapeutische producten. Omdat het op de markt zetten van dit soort nieuwe producten tijd vergt, is de verwachting dat er de komende tien jaar veel nieuwe merken beschikbaar komen voor patiënten.

Veelbelovend zijn de nieuwe therapeutische producten die gebaseerd zijn op lutetium-177. Zij geven een concrete invulling aan de veelgenoemde trend van 'personalised medicine', wat zoveel betekent als op maat gemaakte therapie voor de patiënt. Hierdoor kan overbodige en niet effectieve therapie vermeden worden, wat weer een kostenvermindering in de zorg kan betekenen bij gelijkblijvende kwaliteit van leven.

De derde trend heeft te maken met de zogenaamde alfastralers, dit zijn isotopen die alfadeeltjes uitzenden. Met deze medische isotopen kunnen in de toekomst nog beter kleinere 'doelen' gevonden worden, waardoor het mogelijk is zogenaamde micrometastasen te behandelen. Alfastralers zijn erg effectief in de vernietiging van tumorcellen. Verschillende universiteiten en bedrijven werken aan de ontwikkeling hiervan.

3.1 Ontwikkelingen in diagnose

Hoewel de meest in het oog springende ontdekkingen nu in het domein van de nucleair geneeskundige therapie worden gedaan, staan de ontwikkelingen op het gebied van diagnostiek ook niet stil. Nog steeds worden er enorme stappen gezet in de ontwikkeling van nieuwe tracers en verdere verbeteringen van camera- en beeldtechnieken. Dit alles met het oog op het verhogen van de effectiviteit van behandelingen.

Bij diagnose zijn de kosten voor gebruik en aanschaf van de SPECT of PET camera's ook zeer bepalend. Een PET camera is veel duurder in gebruik en aanschaf dan een SPECT camera. Echter, bij ingewikkelde onderzoeken wordt wel vaak voor deze techniek gekozen vanwege de hogere resolutie van de beelden. Ziekenhuizen werken bij aanschaf en inzet van de PET-techniek vaak samen. Op dit moment is de verhouding tussen SPECT en PET camera's in ziekenhuizen 5:1.

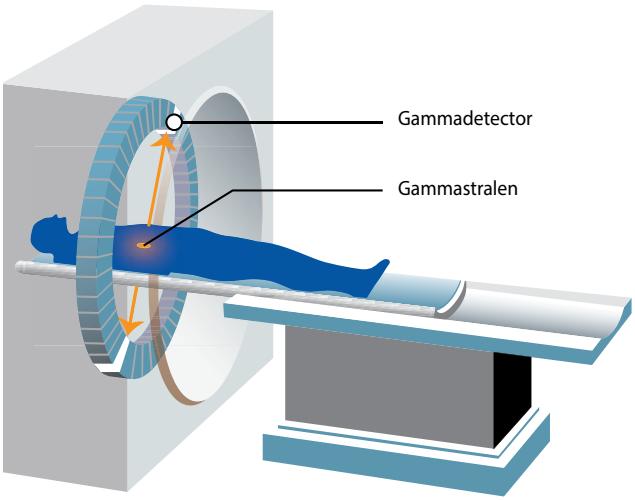
Aan de resolutie van SPECT scans wordt ook nog steeds gewerkt. Inmiddels benaderen de beelden de kwaliteit van PET. Uit onderzoek van Technopolis in 2008[4] blijkt dat de keuze voor een bepaalde beeldtechniek per medische specialisatie verschilt. In de oncologie wordt in sterke mate gebruik gemaakt van PET, maar in de cardiologie en voor het maken van botscans en overige orgaanscans is SPECT dominant. De verwachting is dat – ondanks de groei van het gebruik van PET camera's – fluor-18 niet de vervanger wordt van technetium-99m.

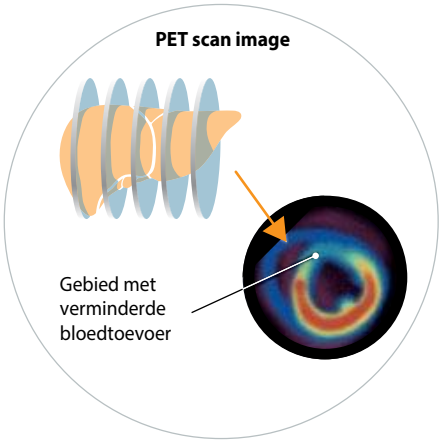
De huidige stand van techniek is dat deze apparaten worden gebruikt in combinatie met CT: SPECT-CT en PET-CT. De CT-techniek komt eigenlijk neer op gedetailleerde 3D-röntgen beeldvorming. Door de gegevens van SPECT en PET te combineren met CT kan zowel de informatie over de functie van organen als de exacte locatie in het lichaam worden gecombineerd.

[4] Technopolis-rapport 2008

Vergelijking PET en SPECT

Positron Emission Tomography (PET)





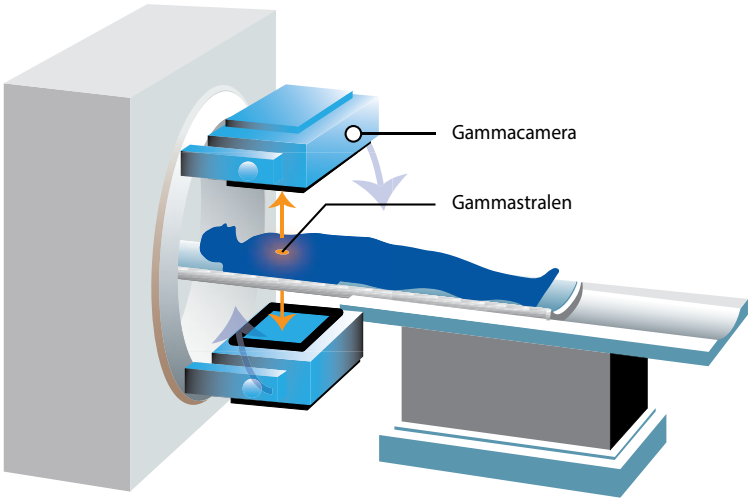
Trends in camera

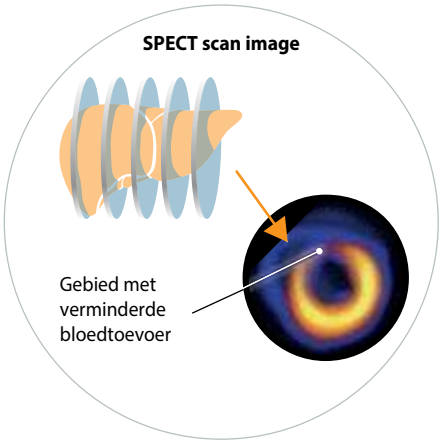
- Betere beeldkwaliteit dan SPECT, maar ook duurder.
- Technologie trend beweegt richting PET/CT, maakt stapeling van meerdere afbeeldingen mogelijk.
- De wereldwijde capaciteit is ongeveer 4.900 camera's (2015) groeit naar 7.000 (2025).

Trends in isotopen

- Meest gebruikte tracer is Fludeoxyglucose (FDG), gebaseerd op F-18.
- Andere isotopen: Ga-68, Rb-82, C-11, N-13, O-15, Sr-92.
- Nieuw onderzoek levert nieuwe tracers (bijvoorbeeld voor Ga-68, Rb-82), welke bestaande vervangen.
- PET isotopen vereisen lokale productie in cyclotrons, hetgeen minder kosteneffectief is dan reactor-productie.

Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)





Trends in camera

- Lagere resolutie maar ook goedkoper.
- Nieuwe SPECT-camera's hebben vergelijkbare beeldkwaliteit als PET.
- Zelfde trend als bij PET: beweegt richting hybride techniek SPECT/CT.
- De wereldwijde capaciteit is ongeveer 26.200 (2015) en groeit naar 29.000 camera's (2025).

Trends in isotopen

- Meest gebruikte isotoop is Tc-99m welke gekoppeld kan worden met verschillende tracers (beschikbaar als cold kits).
- Verschillende reactor- en cyclotron-geproduceerde isotopen kunnen worden toegepast, maar hoofdzakelijk wordt Tc-99m ingezet.
- Hernieuwde interesse vanuit medisch onderzoek leidt tot de ontwikkeling van nieuwe tracers.

Bronnen: Wikipedia, Zimmermans workshop 2016

Een recentere ontwikkeling is de combinatie van deze camera's met MRI. MRI levert gedetailleerde afbeeldingen van weefsels en organen. De combinatie van technieken zoals SPECT-MRI en PET-MRI is in opkomst.

G-SPECT

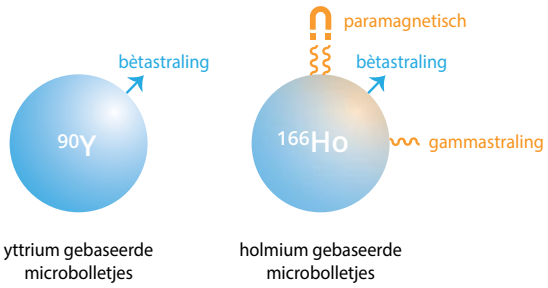
Een goed voorbeeld van een toonaangevende ontwikkeling in SPECT, is de zogenaamde G-SPECT. Dit is een nieuw type camera ontwikkeld door MILabs, een 'spin off' van het UMC Utrecht. Met 3 millimeter is de resolutie van de G-SPECT ongekend hoog (gangbare SPECT: 7-10 mm), waardoor het beeld veel scherper is. Daarnaast maakt G-SPECT voor het eerst een groot aantal snelle, dynamische processen inzichtelijk, zoals processen die samenhangen met Alzheimer of Parkinson. Een ander belangrijk voordeel is dat G-SPECT een hoge gevoeligheid heeft. Zo kan aan de patiënt een veel lagere dosis radioactieve stof worden gegeven. Bovendien is het mogelijk een bruikbare scan te verkrijgen als de patiënt in de scanner beweegt. Nu is dat nog vaak een reden waarom scans mislukken en over moeten. Daarnaast is het met de G-SPECT mogelijk om 3D-beelden om te zetten in een 4D-film. Op deze manier kan zichtbaar worden gemaakt hoe stoffen in en uit structuren gaan, wat bijvoorbeeld van belang kan zijn bij het onderzoeken van tumoren. Daarmee wordt een nieuw gebied opengelegd dat veel interessante informatie kan opleveren voor artsen en patiënten.

3.2 Ontwikkelingen in therapie

Zoals gezegd beweegt de nucleaire geneeskunde zich razendsnel op de trend van gepersonaliseerde geneeskunde. Bestaande methodieken zijn gericht op patiëntgroepen. Binnen de groepen kan steeds beter bepaald worden welke behandelingen wel of niet aanslaan: 'appropriate use'. Dit resulteert in steeds effectievere behandelingen waarbij eventuele onnodige schade (bijvoorbeeld als gevolg van bijwerkingen van medicatie of blootstelling aan straling) kan worden voorkomen. Op deze manier wordt zowel de patiëntveiligheid als de kwaliteit van leven voor de patiënten verhoogd. In de toekomst zullen de behandelingen steeds meer gericht zijn op individuen.

Holmium-166

Er is toenemende interesse voor de innovatieve behandeling met holmium-166. Het Universitair Medisch Centrum (UMC) Utrecht heeft onlangs de eerste indicatie geregistreerd voor deze innovatieve behandeling. De holmium-166 wordt geladen in microbolletjes (brachytherapie) die van binnenuit primaire levertumoren bestrijden. Het holmium-166 zendt tevens gammastraling uit waarmee diagnostische opnamen gemaakt kunnen worden.



Het ontwikkelen van nieuwe therapeutische producten en radiofarmaca vraagt tijd. Het betreft altijd een samenwerking tussen specialisten uit zeer verschillende vakgebieden en betrokkenheid van wetenschappers. Naast de radiochemici spelen biochemici, farmaceuten en organisch chemici een belangrijke rol. Voor de productie van nieuwe radiofarmaca zijn verder nog nucleaire fysici en diverse ingenieursdisciplines nodig. De productie van radiofarmaca stelt ten slotte zeer hoge eisen aan de infrastructuur van de betrokken partijen.

De combinatie van therapie en diagnostiek, de zogenaamde 'theranostics', is een opkomende toepassing van medische isotopen met veel perspectief. Het radiofarmacon zoekt de tumor en wanneer er sprake is van een goede opname, wordt hetzelfde molecuul gelabeld met een therapeutische stof (een alfa- of bètastraler). Het molecuul garandeert eenzelfde opnamepatroon bij de diagnostische als bij de therapeutische toepassing. De behandeling kan zo worden gestuurd en aangepast voor maximale effectiviteit en zo gering mogelijke bijwerkingen. Voorbeelden hiervan zijn diagnostiek en therapie met het molecuul PSMA. Dankzij het diagnostische gallium-67 is bekend waar de stof in het lichaam naartoe gaat. Ditzelfde PSMA gekoppeld aan lutetium-177 bestraalt vervolgens alleen die plaatsen die op de scan zichtbaar zijn. Door de combinatie therapie en diagnostiek gaan nucleaire medicijnen een nog grotere bijdrage leveren aan de gepersonaliseerde geneeskunde.

4 De productieketen van medische isotopen

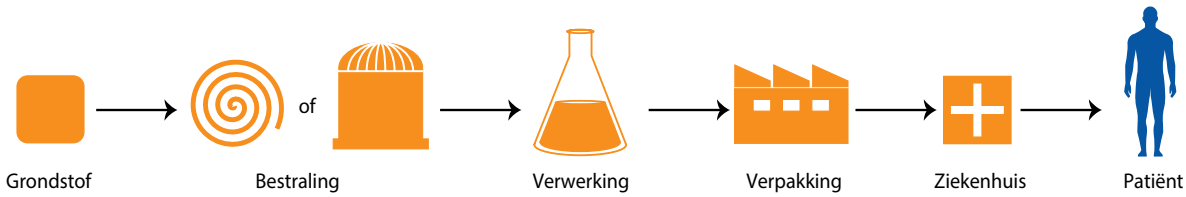
Er bestaan verschillende manieren om medische isotopen te produceren. Isotopen kunnen gemaakt worden met reactoren en met versnellers (zoals cyclotrons). Beide productiemethodes verschillen behoorlijk van elkaar. Kort gezegd: niet elke isotoop kan gemaakt met een reactor en niet elke isotoop kan gemaakt worden met een versneller. Zo kunnen er tot op heden nauwelijks therapeutische isotopen worden gemaakt met versnellers. De twee productiemethodes vullen elkaar dus aan en kunnen elkaar nadrukkelijk niet vervangen.

Naast de bovengenoemde twee manieren, wordt er internationaal ook nog specifiek gekeken naar 'nieuwe' technologieën voor de productie van het veelgebruikte molybdeen-99/technetium-99m. Het project 'Light-house' van ASML is hier een voorbeeld van. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de huidige en op nieuwe productiemethodes.

Het bestralen van de grondstoffen (hetzij in een reactor, hetzij in een versneller) is slechts een klein deel van het productieproces van medische isotopen. Na de bestraling volgt namelijk een reeks zuiverings- en processtappen in diverse laboratoria. De mate waarin reactoren een rol kunnen spelen in de productie van medische isotopen hangt daarom sterk af van de nabijheid van partijen die de bestraalde materialen snel klaar kunnen maken en vervoeren naar de ziekenhuizen. Een uitgekiende logistiek is van groot belang in verband met de korte levensduur van de isotopen (zie kader op pagina 13 over halfwaardetijd en logistiek).

De verschillende stappen in de keten zijn essentieel en moeten met de grootst mogelijke nauwkeurigheid uitgevoerd worden. Zou er bijvoorbeeld na de zuivering een spoortje van een ongewenst isotoop achterblijven in het uiteindelijke product, dan zou dat een te hoge stralingsdosis kunnen betekenen voor de patiënt, of bijvoorbeeld een verslechterde beeldvorming.

Productieketen isotopen



4.1 Reactoren als producent van isotopen

In een kernreactor ontstaan in de kern voortdurend neutronen. Neutronen zijn ongeladen kerndeeltjes die gebruikt kunnen worden om stoffen radioactief te maken. Door grondstoffen tijdelijk in de kern te plaatsen, worden ze blootgesteld aan deze neutronen en worden vervolgens isotopen gevormd. Een grote diversiteit aan medische isotopen kan via deze methode worden vervaardigd. De meest bekende isotoop uit reactoren is vandaag de dag molybdeen-99/technetium-99m.

Molybdeen-99/technetium-99m

Het veelgebruikte technetium-99m is een meta-stabiele radio-isotoop met een halfwaardetijd van 6 uur. Het is een vervalproduct van molybdeen-99, dat een halfwaardetijd van 66 uur heeft. In die tijd vervalt de helft van het molybdeen-99 in technetium-99m. Molybdeen-99 wordt daarmee de moederisotoop genoemd. Door de lange half-waardetijd van molybdeen-99 kan het over een grote afstand vervoerd worden. Ook hoeft er in de praktijk maar circa één keer per week een levering plaats te vinden aan het ziekenhuis. Artsen kunnen dan op elk moment van de dag, zeven dagen per week, beschikken over het technetium-99m.

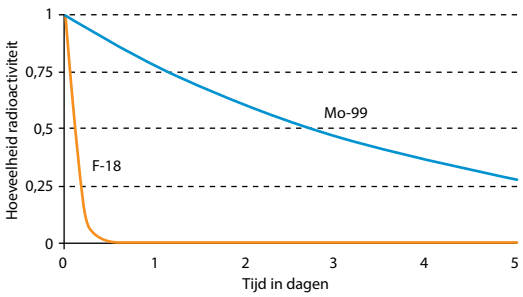
Het technetium-99m wordt in het ziekenhuis 'afgetapt' uit een generator die door de producent is beladen met de moederisotoop. De generator is een zware koker met daarin een flesje vloeistof. Bij het aftappen, ook wel elueren, vindt een chemische scheiding plaats. Het grote voordeel van generatoren is dat vanwege de langere halfwaardetijd van de moederisotoop, de generator een langere tijd gebruikt kan worden voor het aanmaken van een korter levend isotoop. Een ziekenhuis hoeft daarmee niet elke dag een nieuwe bestelling voor de korter levende isotopen te plaatsen, maar heeft een isotopenbron die langere tijd gebruikt kan worden. Voorbeelden van radionucliden generators zijn Mo-99/Tc-99m, Ge-68/Ga-68, Rb-81/Kr-81m of Rb-82/Sr-82. De generatoren worden zowel voor SPECT als PET toepassingen ingezet.

Halfwaardetijd en logistiek

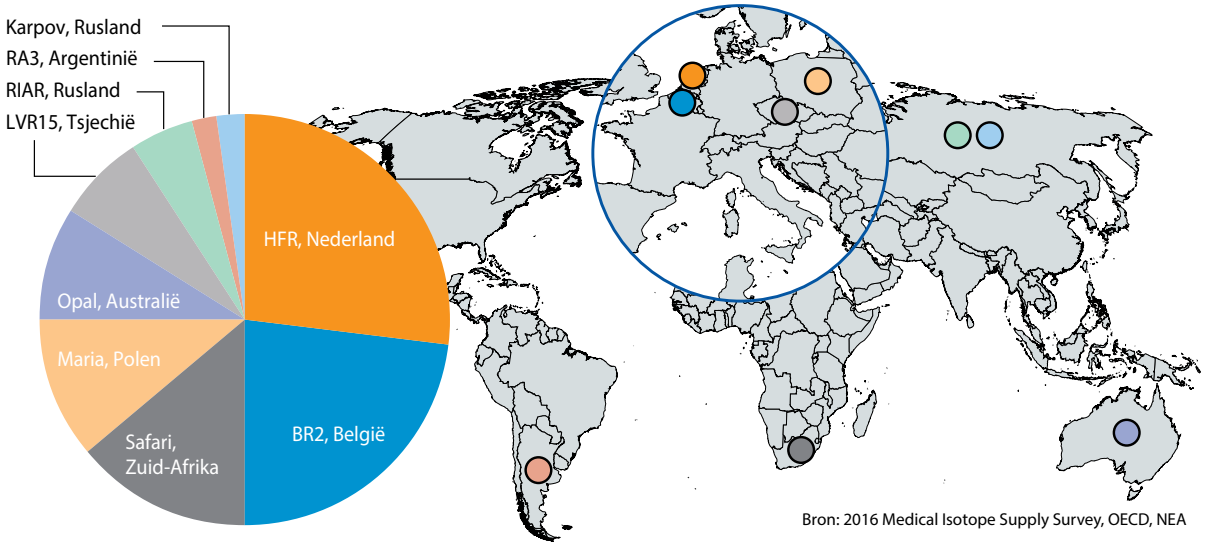
Medische isotopen zijn radioactief. De hoeveelheid radioactiviteit vermindert door het zogenoemde radioactieve verval. Dit betekent dat het product met de tijd in 'kracht' (=radioactiviteit) vermindert. Dit wordt aangegeven met de term halfwaardetijd.

De halfwaardetijd is de tijd waarmee de hoeveel-heid radioactiviteit halveert. Voor veel medische isotopen is deze halfwaardetijd in de ordegrootte van enkele uren tot enkele dagen. Omdat de hoeveelheid product dus snel in tijd afneemt, is het van cruciaal belang om de toelevering goed te organiseren. Dit betekent dat het tijdstip waarop de medische isotopen in het ziekenhuis benodigd zijn tot op het uur nauwkeurig wordt teruggerekend naar het productietijdstip. Het betekent ook dat in de keten zo min mogelijk tijd verloren mag gaan.

Vergelijk het met de verkoop van vers fruit: de figuur toont het verval van radioactiviteit voor de isotopen molybdeen-99 en fluor-18. Molybdeen-99 heeft een halfwaardetijd van 66 uur, ongeveer 2,5 dag, voor fluor-18 is dit 109 minuten, een kleine 2 uur. Om deze reden staan de productiefaciliteiten (=cyclotrons) van korter levende isotopen als fluor-18 over het algemeen dichter bij de patiënt opgesteld dan productie-faciliteiten (=reactoren) voor langer levende isotopen als molybdeen-99.



Wereldwijde reactorcapaciteit molybdeen-99



Huidige beschikbare reactorcapaciteit voor medische isotopen wereldwijd (OECD-NEA).
N.B.: De Russische en Argentijnse reactoren produceren uitsluitend voor lokaal gebruik.

In ruim 80% van de verrichtingen in het ziekenhuis wordt technetium-99m gebruikt. Daarnaast produceren kernreactoren een breed pallet aan andere medische isotopen die van belang zijn voor de nucleaire geneeskunde. De belangrijkste zijn lutetium-177, jodium-131 en iridium-192.

Er zijn in de wereld maar enkele (oude) reactoren die het leeuwendeel van de medische isotopenproductie verzorgen. De belangrijkste is de HFR in Petten, op de voet gevolgd door de BR2 reactor in België. Een kleiner aandeel in de wereldwijde productie hebben de Safari reactor in Zuid-Afrika en de OPAL reactor in Australië. De Maria reactor in Polen en de LVR15 in Tsjechië zijn met name belangrijk als zogenaamde reservecapaciteit en bedienen daarnaast een specifieke lokale markt.

4.2 Versnellers als producent van isotopen

In versnellers worden geladen deeltjes (protonen) in een combinatie van een magneetveld en een elektrisch veld versneld waarna ze tegen een target met de grondstof botsen. Hierbij wordt de grondstof geactiveerd, dat wil zeggen omgezet in een isotoop. De halfwaardetijden van de meeste producten uit een versneller zijn erg kort.

Vanwege het fundamenteel andere proces in een versneller, worden er met dit apparaat andere producten gemaakt dan in een reactor. Bekende isotopen die met behulp van een versneller geproduceerd worden zijn fluor-18, zuurstof-15, jodium-123 en jodium-124, koolstof-11, stikstof-13, zirconium-89, gallium-68, en rubidium-82.

In Europa worden de ontwikkelingen in Canada nauwlettend gevolgd. Met name het Verenigd Koninkrijk lijkt, bij gebleken technisch en commercieel succes in Canada, de Canadezen te willen volgen. In andere landen wordt met name door eigenaren van bestaande versnellers (die voldoende groot zijn om technetium-99m te kunnen produceren) naar de ontwikkelingen gekeken.

In Nederland staan er versnellers voor de productie van medische isotopen in Amsterdam, Eindhoven, Petten, Alkmaar, Groningen en Rotterdam. Het is nog onbekend of deze geschikt gemaakt kunnen worden voor de lokale productie van technetium-99m.

Canada

De Canadese overheid heeft als alternatief voor de bouw van een nieuwe multi-purpose onderzoeksreactor gekozen voor de optie om in 2009 CAD 35 miljoen vrij te maken voor het 'Non-reactor-based Isotope Supply Contribution Program' (NISP), in 2011 gevolgd door CAD 25 miljoen voor onderzoek binnen het zogenaamde 'Isotope Technology Acceleration Program' (ITAP). De ontwikkelingen binnen deze programma's in Canada concentreren zich op productie van technetium-99m door cyclotrons. Recente wetenschappelijke publicaties en publieke rapportages over de voortgang laten zien dat er nog steeds wordt gewerkt aan deze oplossingsrichting voor Canada[5]. Er is, ondanks de vele investeringen, nog geen goedgekeurde en gecertificeerde producent die gebruik maakt van cyclotrons voor de productie van technetium-99m[6]. Omdat de nieuwe productiewijze leidt tot een nieuw farmaceutisch product moet het gehele proces voor de registratie van nieuwe farmaceutische producten worden doorlopen. Er wordt gerapporteerd dat er intussen wordt gewerkt aan deze toelatingseisen.

[5] Zie o.a. de TRIUMF presentatie tijdens de 2016 Mo99 Topical Meeting in St Louis, http://mo99.ne.anl.gov/2016/pdfs/presentations/S7P3_Presentation_Buckley.pdf

[6] Dit in tegenstelling tot wat LAKA beweert in http://www.laka.org/nieuws/2017/pallas-tussen-krimpende-vraag-en-groeiende-capaciteit-6336

5 Trends en ontwikkelingen in de productieketen

Medische isotopen kunnen worden geproduceerd via reactoren en versnellers. In dit hoofdstuk komt aan de orde waarom deze productieroutes complementair zijn en welke ontwikkelingen er in beide 'routes' plaatsvinden.

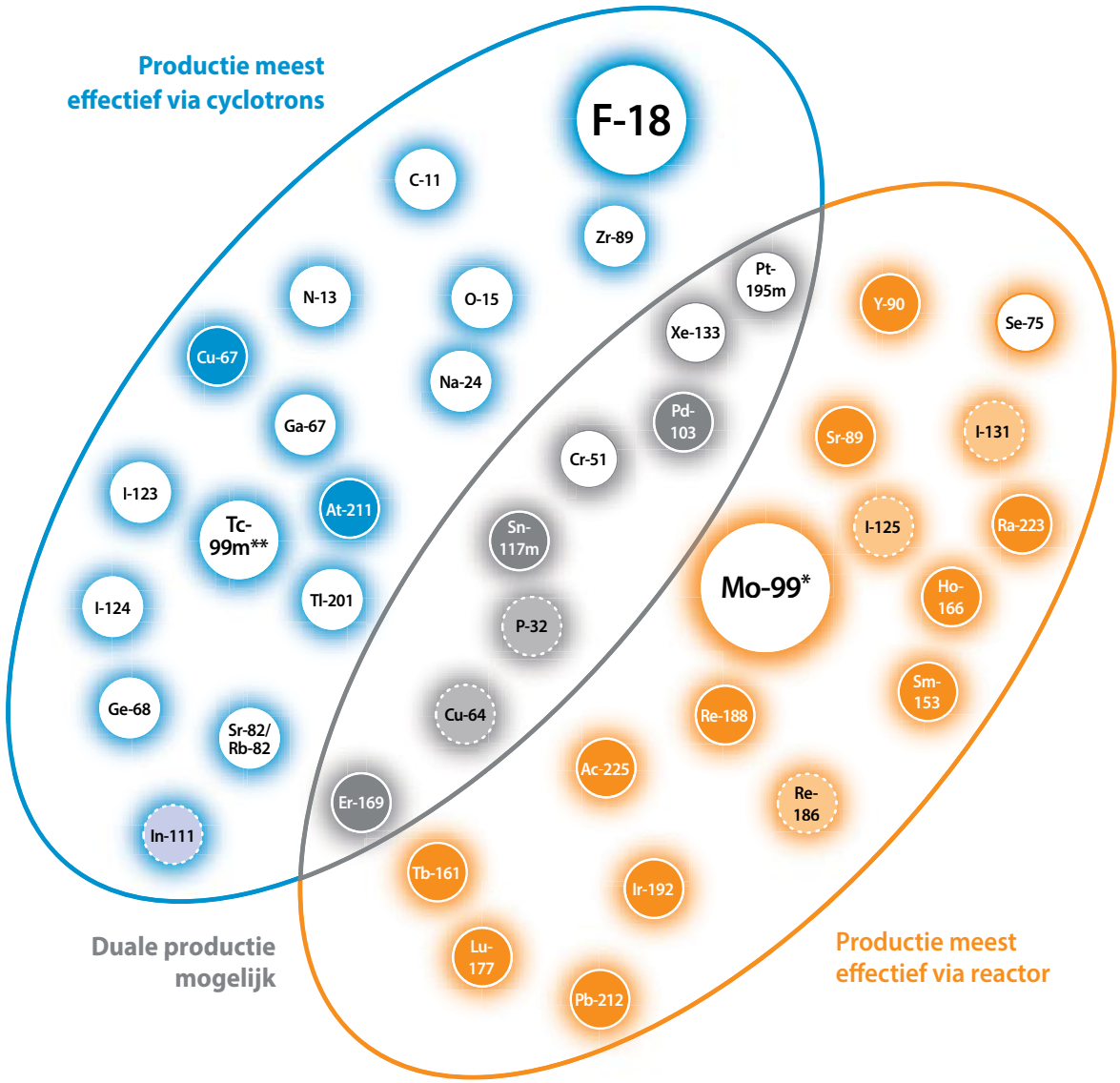
Kan elke medische isotoop die nu met een reactor wordt gemaakt ook met een versneller worden gemaakt? Het antwoord luidt: Nee, dit kan niet. Het omgekeerde geldt ook: niet elke medische isotoop die met een versneller wordt gemaakt kan met een reactor worden gemaakt. Dit heeft te maken met de eigenschappen van de grondstoffen in relatie tot de straling die een versneller of reactor voortbrengt. Dit zijn fysische eigenschappen die bepalen hoeveel radioactiviteit gemaakt kan worden met een reactor of met een versneller. Daarbij is het van belang of de medische isotoop gemaakt kan worden met de juiste kwaliteit (zuiverheid, specifieke activiteit) en de juiste hoeveelheid (radioactiviteit).

Reactoren en versnellers

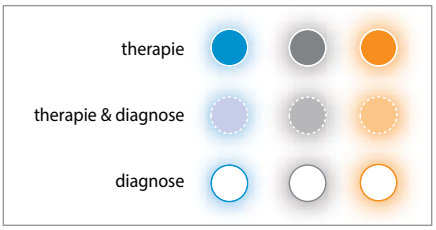
Stoffen kunnen radioactief gemaakt worden door deze bloot te stellen aan hoogenergetische deeltjes. Dat kan op veel verschillende manieren worden gedaan, maar de meest relevante routes zijn die via neutronen of via geladen deeltjes. Het splijtingsproces in de reactor brengt neutronen voort die stoffen kunnen activeren. Zo kan het niet radioactieve lutetium (Lu-176) door blootstelling aan neutronen omgezet worden naar het radioactieve Lu-177.

Geladen deeltjes, zoals positief geladen waterstofdeeltjes (protonen), kunnen met een versneller tot hoge snelheden (=hoge energie) worden versneld. Deze energie kan zo gekozen worden dat deze deeltjes stoffen radioactief maken. Er bestaan zowel ronde versnellers (cyclotrons) als rechte versnellers (LINAC, 'linear accelerator'), maar de functie is steeds het versnellen van geladen deeltjes. Het niet-radioactieve zuurstof-18 kan door blootstelling aan protonen worden omgezet naar het radioactieve fluor-18, een veelgebruikt versnellerisotoop. Het fluor-18 wordt toegepast voor diagnostiek met PET-camera's.

Het is en-en



* Verschillende productieroutes voor Mo-99 worden onderzocht.
** De directe productie van Tc-99m via versnellers wordt onderzocht.



Het 'en-en'-figuur geeft een overzicht van de meest belangrijke reactorisotopen en versnellerisotopen. De overlappende ruimte geeft aan welke isotopen zowel met reactor als met een versneller kunnen worden geproduceerd. Het belang van de inzet van reactoren voor de productie van therapeutische isotopen blijkt duidelijk uit dit overzicht.

5.1 (Nieuwe) productieroutes voor molybdeen-99

Er zijn verschillende manieren waarop molybdeen-99 geproduceerd kan worden. In het figuur zijn deze productiemethoden met de bestralingsfaciliteit (reactor of versneller) en de grondstof (uranium of molybdeen) weergegeven. Op dit moment wordt de wereldwijde molybdeen-99 vraag vrijwel volledig verkregen via de reactorroute. Hierbij wordt uranium bestraald in een kernreactor en wordt vervolgens het molybdeen-99 gewonnen uit de splijtingsproducten. Dit is het proces dat in Petten op grote schaal wordt uitgevoerd.

Een andere methode die wordt onderzocht is het gebruik van molybdeen-98 als grondstof in een nucleaire reactor. Hierbij wordt een andere kwaliteit molybdeen-99 verkregen, waarvoor een speciale nieuwe generator moet worden ingezet. Ook wordt er onderzoek gedaan naar het versplijten van uranium (in een vorm van een zout) door neutronen uit een versneller en naar de omzetting van molybdeen door een fotonenbombardement. Ook hier geldt dat een nieuwe generator nodig is vanwege de kwaliteit van het hier uit voortkomende molybdeen-99. Met een versneller kan direct technetium-99m wordt gemaakt door protonen op molybdeen te schieten.

Met name in de Verenigde Staten zijn er de afgelopen jaren diverse projecten gestart die beogen molybdeen-99 met een andere techniek te produceren. Sommige projecten zijn ook al weer gestopt, zoals het project van Babcock&Wilcox met het voormalige Covidien (nu Mallinckrodt/IBA-M) om een nieuwe type reactor te realiseren en een initiatief van GE Hitachi Nuclear Energy om molybdeen-99 in kernenergie-centrales te produceren.

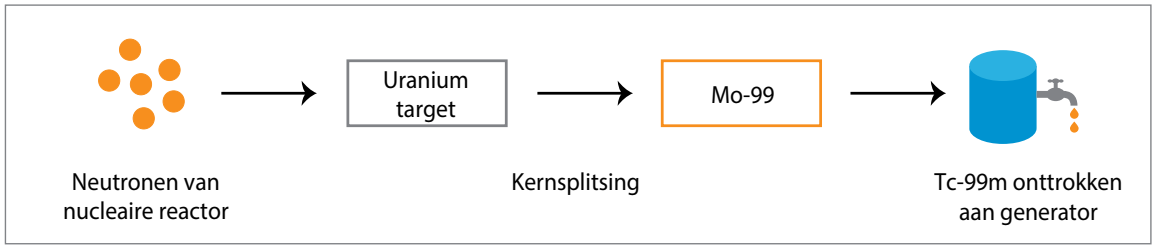
Momenteel trekken met name de initiatieven van Shine Medical, Northstar en Northwest Medical Isotopes de meeste internationale aandacht. De Amerikaanse overheid ondersteunt zowel Shine Medical als Northstar met subsidiebedragen tot $25 miljoen per project. Bij sommige projecten speelt ook de (oude) MURR-reactor een rol, die recent opnieuw een licentie voor twintig jaar heeft verkregen.

ASML Lighthouse

Een speciale toepassing van versneller is het zo-genoemde Lighthouse initiatief van ASML. Hierin wordt een speciale, intense, elektronenversneller ingezet om via een convertor zeer hoogenergetisch licht (fotonen) te maken. Dit licht wordt op verrijkt molybdeen (Mo-100) geschenen, en daar wordt dan vervolgens molybdeen-99 gevormd. Deze productie-technologie maakt geen gebruik van Uranium, maar wel van verrijkt molybdeen. Urenco Nederland heeft technologie ontwikkeld om dit verrijkte molybdeen te produceren. Het Lighthouse initiatief, dat in 2016 is uitgeroepen tot Nationaal Icoon, verkeert nog in een vroege ontwikkelingsfase.

Proces

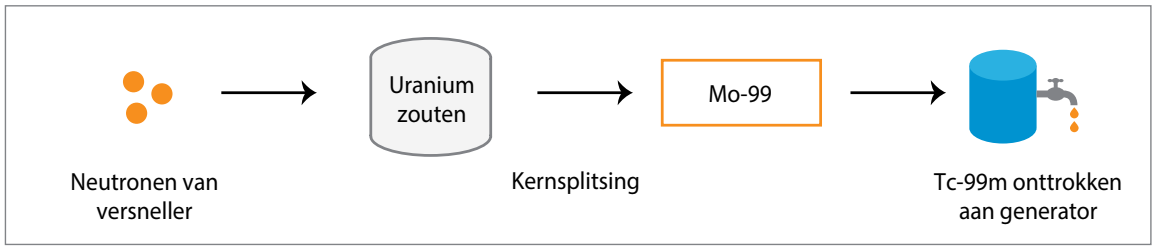
Nucleaire reactor



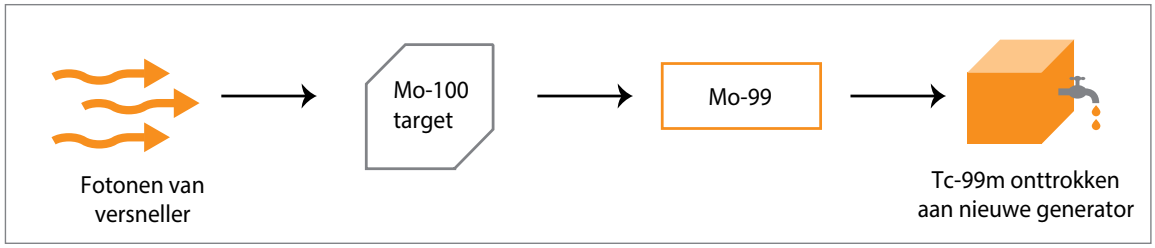
Reactor met nieuw target (Northstar)



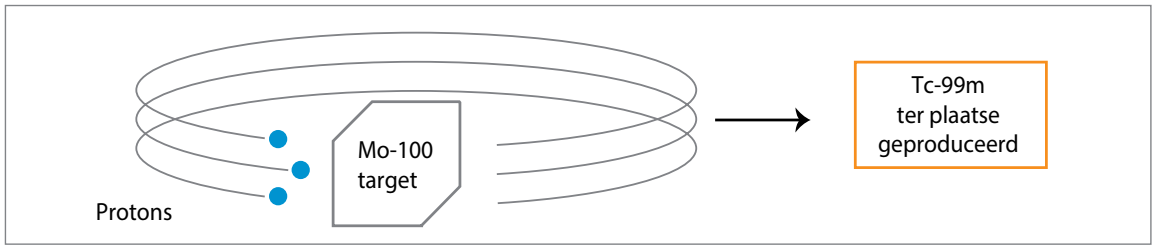
Versneller (Shine medical technologies)



Versneller (Northstar/Prairie Isotopen production enterprises)



Cyclotron (Triumf/Advanced Cyclotron Systems)



6 De Nederlandse situatie

Sinds de sluiting van de Canadese NRU-reactor is Nederland de grootste producent van medische isotopen in de wereld. Omdat technetium-99m qua marktomvang hierin de boventoon voert, zijn de verwachtingen van deze markt cruciaal. De komende twintig jaar wordt verwacht dat er een lichte groei blijft. Deze groei komt voornamelijk voort uit landen waar de nucleaire geneeskunde nog in de kinderschoenen staat. In Westerse landen groeit met name de markt van therapeutische isotopen. Zo zijn er hoge verwachtingen van lutetium-177 en holmium-166.

Op de iets langere termijn wordt er vooral gekeken naar alfastralers, waarmee inmiddels veelbelovende resultaten worden behaald in onderzoeksprojecten.

Het aantal nucleair geneeskundige verrichtingen in Nederland is in de afgelopen twintig jaar verdubbeld. Het totaal aantal verrichtingen met medische isotopen in Nederland bedraagt per jaar ongeveer 418.000. In dit aantal is zowel diagnostiek als therapie opgenomen. Dit cijfer omvat zowel reactorisotopen als versneller-isotopen.

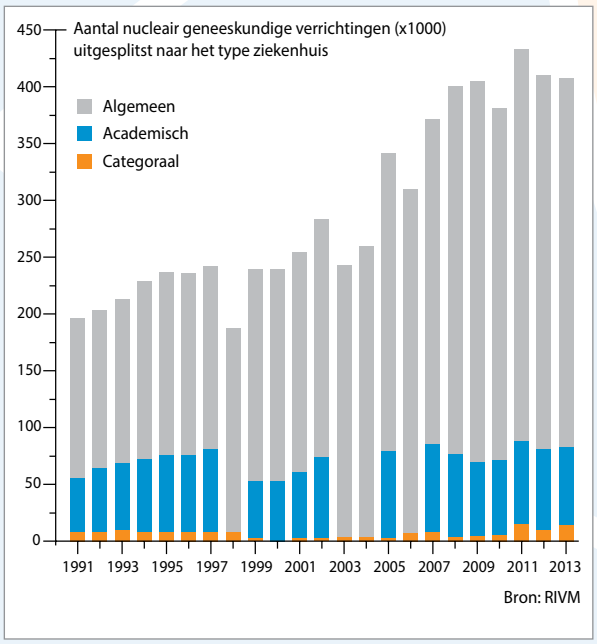
Het aantal therapeutische behandelingen (zowel curatief als palliatief) in Nederland is relatief gering. Op basis van cijfers van het RIVM en een inventarisatie van reactorexploitant NRG (Petten) is de inschatting dat het op dit moment om ruim 4.600 behandelingen per jaar gaat. Het totaal is lastig te meten, aangezien er ook veel behandelingen plaatsvinden op experimentele

Wereldwijd gebruik van reactor isotopen in nucleaire geneeskunde, en verwachtte trend in de komende 20 jaar

Isotoop	Aantal verrichtingen met medische isotopen wereldwijd in 2017	Verwachte trend komende 10 jaar
Tc-99m	40 miljoen	+
I-131	1 miljoen	=
Ra-223	10.000	++
Xe-133	100.000	- -
Y-90	20.000	+
Ho-166	400	++
Lu-177	15.000	+++
Ir-192	120.000	-
Alpha stralers	2.000	+++
Sr/Re/Sm	10.000-20.000	- - -
I-125	27.000	+
Pt-195m	3	+++

Samengesteld op basis van data van OECD, IAEA, NRG en MEDraysintel (juni 2015)

Medische nucleaire verrichtingen in Nederland



basis, wat niet altijd terug te vinden is in cijfers van verzekeraars of het RIVM.

Verder is de verwachting dat het belang van PET-scans in Nederland zal toenemen ten opzichte van SPECT.

Omdat SPECT goedkoper, eenvoudiger en sneller is, is de verwachting dat de verhouding tussen de beeld-modaliteiten zal stabiliseren op 60:40 of 50:50.

Toepassing van medische isotopen voor nucleair geneeskundige verrichtingen in Nederland

Isotoop	Productie	Doel	Indicatie	Aantallen
Tc-99m	Reactor	Diagnostiek		284.000
F-18, FDG, In-111, I-123, Ga-67	Cyclotron	Diagnostiek		129.000
I-131	Reactor	Therapie	Hyperthyreoïdie	2.000
Ir-192	Reactor	Therapie	Borst/prostaat kanker	1.500
Ra-223	Reactor	Therapie	Gemetastaseerde prostaatkanker	500
Y-90	Reactor	Therapie	Leverkanker, Non Hodgkin Lymfoma	100
Lu-177	Reactor	Therapie	NE tumoren, PSMA	400
Re-186	Reactor	Pijnbestrijding	Botmetastasen	100
Sm-153	Reactor	Pijnbestrijding	Botmetastasen	30
Sr-89	Reactor	Pijnbestrijding	Botmetastasen	10

Bron: Samengesteld aan de hand van DDM2 rapport, OpenDis database, eigen informatie NRG.

Het RIVM houdt middels jaarlijkse inventarisaties bij hoeveel medische nucleaire verrichtingen er plaatsvinden. Hierbij is een groei zichtbaar in het aantal diagnostische verrichtingen.

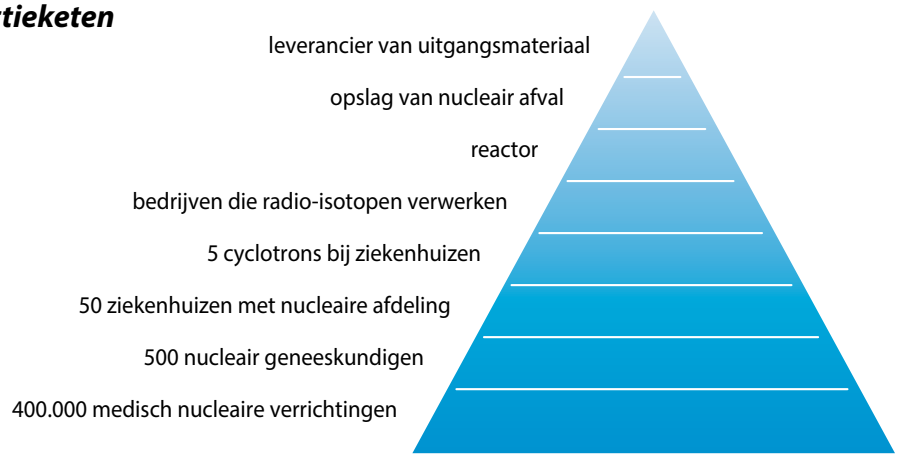
6.1 De nucleair medische infrastructuur

De Nederlandse nucleaire kennisinfrastructuur[7] omvat sterke expertise en uitgebreide toepassingen op het domein medisch, materiaalkunde, energie en omgang met nucleaire faciliteiten en materialen. Door deze uitstekende kennis en infrastructuur bezit Nederland een zeer goede internationale uitgangspositie op het gebied van medische isotopen, zowel in de productie als in de toepassing. De complete toeleveringsketen voor maken, verwerken en leveren van medische isotopen is in Nederland vertegenwoordigd. Daarnaast kent Nederland een zeer goed uitgeruste nucleair geneeskundige infrastructuur.

Uit een enquête onder deelnemers van de eerder genoemde Technopolis-studie (2016) blijkt dat instandhouding van de Nederlandse nucleaire kennisinfrastructuur van belang gevonden wordt voor de gezondheidszorg en de veiligheid in Nederland. Op het gebied van medische isotopen stellen de deelnemers dat Nederland een toppositie heeft. De nucleaire en medische infrastructuur leent zich uitstekend voor het doen van fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek op het gebied van medische isotopen; alle stappen van de kolom zijn aanwezig om eigen onderzoek te doen, maar ook bij te dragen aan internationale ontwikkelingen en 'clinical trials'.

[7] Nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland, Inventarisatie en relatie met publieke belangen, Technopolis (2016), en position paper Nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland, uitgave van Nucleair Nederland (2016)

Nederlandse productieketen

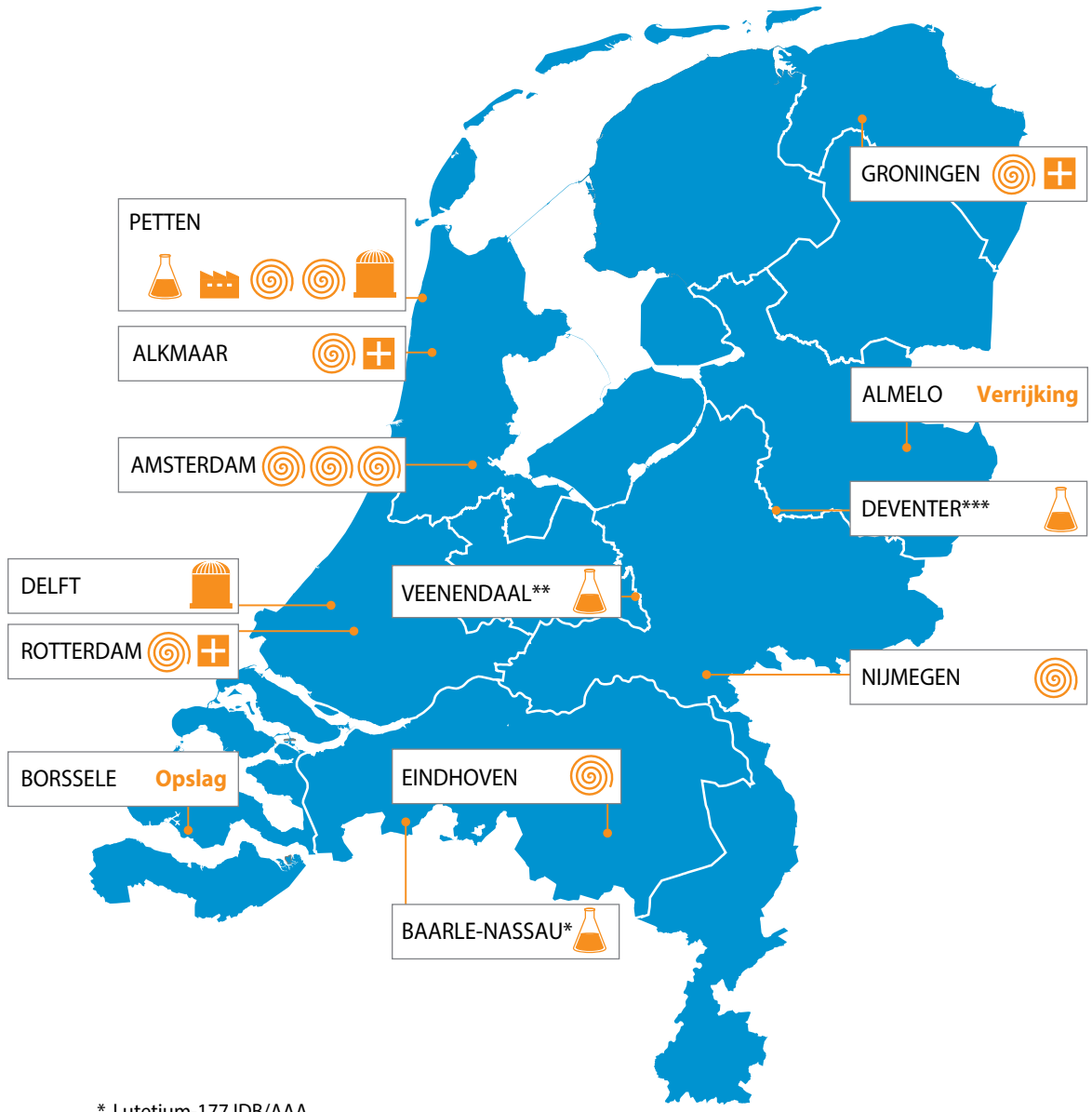


De Nederlandse nucleair en medische infrastructuur voorziet in een productieketen waarmee patiënten wereldwijd van medische isotopen worden voorzien. Daarnaast beschikt Nederland over een uitgebreide nucleair geneeskundige voorziening, waardoor jaarlijks ruim 400.000 Nederlandse verrichtingen kunnen worden gedaan.

- Reactorexploitant NRG is, samen met haar radiofarmaceutische partners, de grootste producent van molybdeen-99 ter wereld. Het bedrijf uit Petten ontwikkelt en optimaliseert de productie van molybdeen-99, levert diverse therapeutische isotopen en doet onderzoek naar de productie van isotopen voor nieuwe radiofarmaca, met name voor therapeutische toepassingen.
- TU Delft (Reactor Instituut Delft) doet onderzoek naar alternatieve technieken voor de productie van molybdeen-99, bekijkt generator-chemie en onderzoekt de radiochemie van overige productieprocessen.
- De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor werkt aan de realisatie van de opvolger van de Hoge Flux Reactor in Petten. De PALLAS-reactor zal een sterke focus hebben op de productie en de ontwikkeling van (nieuwe) medische isotopen. Daarnaast biedt de PALLAS-reactor een flexibele infrastructuur voor het uitvoeren van energieonderzoek.
- Verwerker Mallinckrodt/IBA-M levert en verspreidt een breed scala aan medische isotopen aan ziekenhuizen over de hele wereld.
- IDB (Isotopen Dienst Benelux) Holland/AAA verwerkt en verspreidt lutetium-177.
- Urenco heeft met haar stabiele isotopenafdeling productieroutes ontwikkeld voor verrijking van grondstoffen voor de productie van medische isotopen. Voorbeelden hiervan zijn verrijkt iridium en xenon voor de productie van iridium-192 en jodium-125. Urenco werkt tevens aan een productieroute voor de verrijking van molybdeen.
- In verschillende academische centra wordt gewerkt aan eigen onderzoek en wordt deelgenomen aan internationale onderzoeken. Enkele voorbeelden zijn:
  - Holmium-166 is ontwikkeld in het Utrecht Medisch Centrum, in samenwerking met onder meer TU Delft en NRG.
  - Het Erasmus ziekenhuis staat internationaal bekend als een expert op het gebied van lutetium-177.
    De ontwikkeling van het lutetium-177 (productieproces) is door Erasmus en NRG geïnitieerd.
  - Het Nederlands Kanker Instituut en het Radboud ziekenhuis werken met NRG samen aan de ontwikkeling van de klinische toepassing van platinum-195m voor de behandeling van hoofd-hals kanker en longkanker.
  - Het VU Medisch Centrum heeft zich door middel van hun cyclotrons en een radiotherapeutisch centrum gespecialiseerd in de ontwikkeling van medische isotopen.
  - Het Academisch Ziekenhuis Leiden doet fundamenteel onderzoek naar dragers/tracers met fluorescente technieken.

Internationale instituten, bedrijven en medische centra weten de weg naar Nederlandse bedrijven en medische centra te vinden, om expertise, producten en input voor klinisch onderzoek te verkrijgen.

Nederlandse nucleaire waardeketen voor medische isotopen



* Lutetium-177 IDB/AAA
** Brachytherapy Elekta
*** Holmium-166 Quirem

7 Aanbevelingen

In deze publicatie is aangegeven hoe belangrijk het is dat patiënten in Nederland, Europa en wereldwijd kunnen vertrouwen op een continue beschikbaarheid van medische isotopen. Ook is inzichtelijk gemaakt dat er door de gehele keten hard gewerkt wordt aan innovaties die ervoor moeten zorgen dat patiënten in de toekomst nog beter geholpen kunnen worden. De ontwikkeling van nieuwe therapeutische isotopen zijn hiervan een goed voorbeeld. Nederland heeft hierin een unieke positie: het is de grootste internationale producent van technetium-99m, het huisvest alle ketenpartners binnen de eigen landsgrenzen, het heeft een lange traditie als het gaat om samenwerkingen in de keten, er worden internationaal baanbrekende nieuwe behandelingen en onderzoeken ontwikkeld en er wordt gewerkt aan de realisatie van een nieuwe multifunctionele faciliteit voor medische isotopen, de PALLAS-reactor.

De Nederlandse overheid heeft de afgelopen jaren een belangrijke actieve en stimulerende rol op nucleair medisch gebied gespeeld. Zo is er steun voor de PALLAS-reactor, zowel financieel als beleidsmatig, worden de financiële problemen bij ECN/NRG onderzocht en aangepakt en krijgt het Reactor Instituut Delft financiering voor haar OYSTER project. Daarnaast wordt er ook actief bijgedragen aan een nieuw internationaal beleid voor een gezonde prijs voor medische isotopen (onder de noemer 'full cost recovery'). Nederland heeft een belangrijke stem in gremia zoals de OECD-NEA en de Europese Commissie.

Toch is het behoud en de uitbouw van de Nederlandse positie niet vanzelfsprekend. Daarom sluit deze publicatie af met een aantal aanbevelingen aan iedereen die in dit veld actief is. Denk aan de medische sector, de farmaceutische sector, de industrie, overheden en belangenorganisaties.

- **Werk altijd vanuit het belang van de patiënt**
  Het is noodzakelijk en direct in het belang van patiënten om op de lange termijn leveringszekerheid van medische isotopen te kunnen bieden. De toeleveringsketen voor medische isotopen is fragiel en kan op dit moment niet zonder actieve overheidsbemoeienis. Verder is het niet in het belang van patiënten om te denken in tegenstellingen. Het is bijvoorbeeld niet zo dat alternatieve productieroutes (versnellers) de huidige reactorroutes overbodig maken. Zoals duidelijk aangegeven in deze publicatie zijn de routes nadrukkelijk complementair. De realisatie van de PALLAS-reactor in Petten is nuttig en nodig en verdient actief overheidsbeleid en internationale samenwerking.

- **Stimuleer Europese samenwerking en profilering**
  Grote onderzoeks- en productiefaciliteiten voor medische isotopen worden per continent (en niet per land) gerealiseerd. Europese afstemming en een gecoördineerde inzet van beschikbare publieke financiële middelen is daarom dringend nodig. Het is belangrijk om 'Petten' te profileren als hét Europese expertisecentrum op het gebied van medische isotopen (productie én onderzoek). Plaatsing van de PALLAS-reactor op de langjarige agenda van het 'European Strategy Forum on Research Infrastructures' (2018) biedt de mogelijkheid om toegang te krijgen tot Europese infrastructuur- en onderzoeksmiddelen.

- **Stel een nationale onderzoeksagenda op**
  Om topspeler te blijven in de ontwikkeling van toegesneden therapeutische toepassingen dient een nationale agenda voor onderzoek te worden ontwikkeld. Dit kan worden ingebracht in de Europese onderzoeksagenda's. De betrokkenheid hierbij van universitaire ziekenhuizen (UMC's) en patiëntenorganisaties is van groot belang. Ook dient de agenda te worden afgestemd met het

Topsectorenbeleid. Op Europese schaal kan een kopgroep worden gevormd met andere Europese landen die over productiefaciliteiten beschikken (met name België, gevolgd door Polen, Tsjechië, Frankrijk en Duitsland). En ook het onderzoeksprogramma van het Europese Joint Research Centre in Petten kan zich verder ontwikkelen in de richting van onderzoek op het gebied van medische isotopen. Hiermee wordt een sterkere verbinding gerealiseerd met de agenda van de Europese Commissie.

- **Claim de Nederlandse koploperspositie**
  Nederland zou zich internationaal meer kunnen profileren als een van de weinige landen ter wereld die het non-proliferatiebeleid voor onderzoeksreactoren en de productie van medische isotopen volledig heeft geïmplementeerd. Het inkoopbeleid voor medische isotopen in een toenemend aantal landen dient hiermee rekening te houden.

- **Blijf gecommitteerd aan de inspanningen voor een gezonde markt**
  Een internationaal erkend knelpunt is de rol die subsidies spelen in (een deel van) de markt voor medische isotopen. Deze subsidies belemmeren het aantrekken van private financiering voor zowel faciliteiten als voor productontwikkeling en blokkeren de groei naar een 'volwassen' markt.
  De 'OECD-NEA High Level Group on Medical Radio-Isotopes' werkt al acht jaar aan een internationale harmonisatie van het beleid hierin. De Nederlandse overheid heeft dit onderwerp tijdens haar EU-voorzitterschap in 2016 succesvol op de agenda van de Europese Commissie gezet. Een vervolg hierop is minstens zo belangrijk. Er dient ten minste op Europese schaal een gelijk speelveld voor private investeerders te zijn. Dit houdt ook in dat de zorgsector stapsgewijs hogere tarieven zal moeten accepteren, in ruil voor een duurzame markt die in staat is private investeringen aan te trekken. Dit betekent overigens niet automatisch een kostprijsverhoging voor de patiënt. De kosten voor het gebruik van radio-isotopen maken momenteel slechts 3% van de kosten van het totale 'eindproduct' uit. Er zal dus eerder een verschuiving van de kosten-baten in de keten zelf plaats moeten vinden.

- **Stimuleer samenwerking in de Nederlandse nucleaire sector**
  De belangrijkste nucleaire spelers in Nederland (NRG, PALLAS, TU-Delft, Urenco, verschillende UMC's, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, TI Pharma en de overige partijen) dienen hun inspanningen te verhogen om een gemeenschappelijke onderzoek- en innovatieagenda te ontwikkelen voor betere nucleair geneeskundige toepassingen.
  De overheid kan hieraan bijdragen door het stimuleren van deze samenwerking.

- **Investeer in universitaire curricula**
  Om de kennis en kunde in Nederland blijvend te vergroten kunnen universitaire curricula op het gebied van de toepassing van nucleaire geneeskunde ontwikkeld worden, waarbij ook de specifieke dimensie van nucleaire technologie voor de productie van medische isotopen aandacht moet krijgen.

- **Versterk het internationale profiel van de nucleaire sector**
  De Nederlandse nucleaire industrie kan het internationale profiel van Nederland op het gebied van medische isotopen verder versterken door samen te werken bij onderzoek, ontwikkeling en productie van (nieuwe) medische isotopen en de toepassingen ervan. Let daarbij ook op de kennis en kunde die nodig is voor het optimaliseren en reduceren van de afvalstromen. De verdere bevordering van Petten als een toonaangevend 'Centre of Excellence' op nucleair medisch gebied kan eveneens onderdeel zijn van de samenwerking. Ten slotte dient publieksvoorlichting over medische isotopen zwaarder te worden aangezet.

A Overzicht van internationale ontwikkelingen in de productieketen

Canada, ooit 's werelds grootste producent van medische isotopen op basis van de NRU-reactor, heeft ervoor gekozen om per 2018 definitief te stoppen met de isotopenproductie. Vooruitlopend daarop heeft Canada de productie van isotopen per oktober 2016 beëindigd en is de NRU-reactor tot 2018 slechts beschikbaar voor productie van medische isotopen in situaties waarin er wereldwijde tekorten zijn. Ook de aanpalende chemische fabriek (de 'molybdenum processing facility') van het bedrijf Nordion is uitgeschakeld en staat tot 2018 'stand by'. Canada heeft besloten vol in te zetten op onderzoek naar de alternatieve productiemogelijkheden en zich voortaan te beperken tot de thuismarkt. Deze keuze heeft een politieke achtergrond. Canada heeft in het verleden twee isotopenreactoren (de MAPLE-reactoren) gebouwd. Hierbij zijn echter ontwerpfouten gemaakt, waardoor ze niet in gebruik konden worden genomen. Voor herstel hiervan ontbreekt zowel politiek als maatschappelijk draagvlak.

De ***Verenigde Staten*** beschikken niet over een grootschalige productiecapaciteit voor molybdenum op basis van reactoren. Er is tot op heden altijd gesteund op leveringen uit voornamelijk Canada en Nederland. In 2012 is de American 'Medical Isotopes Production Act' aangenomen, een zogenaamde technologie neutrale wet die beoogt de afhankelijkheid van buitenlandse leveranciers terug te dringen. Hierbij is $163 mln vrijgemaakt voor onderzoek. Met dit budget wordt internationaal bewerkstelligt dat producenten van medische overstappen van het gebruik van Hoog Verrijkt Uranium ('HEU') naar Laag Verrijkt Uranium ('LEU'), zowel voor de brandstof van de onderzoeksreactoren als voor de uranium 'targets' die worden bestraald om molybdeen-99 mee te produceren. In Nederland maakt de HFR reactor al sinds 2006 gebruik van LEU-brandstof. Voor de conversie van naar LEU-targets is in Nederland eind 2016 een vergunning aangevraagd in het kader van de Kernenergiewet.

In de buurt van Sydney, ***Australië***, staat een grootschalige producent van medische isotopen: ANSTO. De OPAL reactor is relatief jong (nu 10 jaar in bedrijf) en het overheidsinstituut ANSTO investeert momenteel in het vervangen van de oude molybdeen verwerkingsfaciliteit. Daarmee beschikt Australië binnen enige tijd over de meest moderne infrastructuur van de wereld.

Europa speelt van oudsher een belangrijke rol in de productie van medische isotopen door reactoren. Niet alleen zijn er verschillende reactoren die een bijdrage leveren (in 2017 met name in Nederland, België, Polen en Tsjechië), ook zijn er twee molybdeen verwerkingsfaciliteiten in Europa (in Nederland en België). In de toekomst denken ook de FRM2 reactor in Duitsland en de in aanbouw zijnde JHR reactor in Frankrijk een bijdrage te gaan leveren.

Nederland neemt een bijzondere positie in Europa in: niet alleen is de Nederland momenteel de grootste producent van medische isotopen in de wereld, ook is het naast Australië het enige land dat de reactor en de molybdeen verwerkingsfaciliteit op dezelfde locatie heeft staan. Dit biedt tal van voordelen, niet in de laatste plaats het voorkomen van transport over de weg van radioactieve materialen. Omdat transporttijden worden vermeden is ook de opbrengst van het gehele productieproces groter (er vervalt minder molybdenum tijdens het proces) en daarmee de afvalstroom geringer.

In ***Afrika*** is alleen de SAFARI reactor in Zuid Afrika, in combinatie met NTP Radioisotopes, beide in overheidshanden, wereldwijd actief in de productie van medische isotopen.

In ***Rusland, China, Korea*** en ***Argentinië*** vindt op kleine schaal productie van medische isotopen met reactoren plaats. Deze landen produceren doorgaans alleen voor de lokale markt, die in elk van die landen nog klein is.



NucleairNederland

www.nucleairnederland.nl

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Fotografie	**Kees de Gooijer** (Bron: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier): cover, pagina 62/63 en 104. **Hein van den Heuvel** (Bron: NRG): pagina 14, 52, 182 en 240/241. **NRG:** pagina 24, 36 en 68. **Antea Group:** pagina 144.
Drukwerk	Drukkerij Proja B.V. in Alkmaar
Ref.nr.	PALLAS-51-1015
Copyrights	PALLAS

Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor (PALLAS) respecteert het copyright en auteursrecht en heeft daarom zorg besteed aan de correcte vermelding van de brongegevens bij het beeld- en kaartmateriaal. Ondanks deze zorg kan PALLAS niet verantwoordelijk en/of aansprakelijk gehouden worden voor eventuele fouten, omissies, onvolkomenheden in de gegevens.
Wanneer u een tekst of afbeelding tegenkomt waarop u meent copyright of auteursrecht te hebben, neem dan contact met ons op.



www.pallasreactor.com

Ref.nr. PALLAS-51-1015