

# ACHTERGRONDRAPPORTAGE STRALINGSBESCHERMING PALLAS

28 SEPTEMBER 2017





# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding	4
1.2	Voorgenomen activiteit en varianten	4
1.3	Referentiesituatie en projectfasen	9
1.4	Doel van dit onderzoek	9
<b>2</b>	<b>ONDERZOEKSMETHODIEK</b>	<b>10</b>
2.1	Onderzoeksopzet	10
2.2	Uitgangspunten	11
<b>3</b>	<b>BEOORDELINGSKADER</b>	<b>12</b>
3.1	Beleidskader	12
3.2	Beoordelingskader plan-MER	13
<b>4</b>	<b>HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING</b>	<b>15</b>
4.1	Huidige situatie	15
4.2	Autonome ontwikkelingen	19
<b>5</b>	<b>MILIEUEFFECTEN</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>MITIGERENDE MAATREGELEN</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>LEEMTEN IN KENNIS</b>	<b>24</b>
	<b>AFKORTINGEN EN BEGRIPPENLIJST</b>	<b>25</b>
	<b>VERWIJZINGEN</b>	<b>26</b>

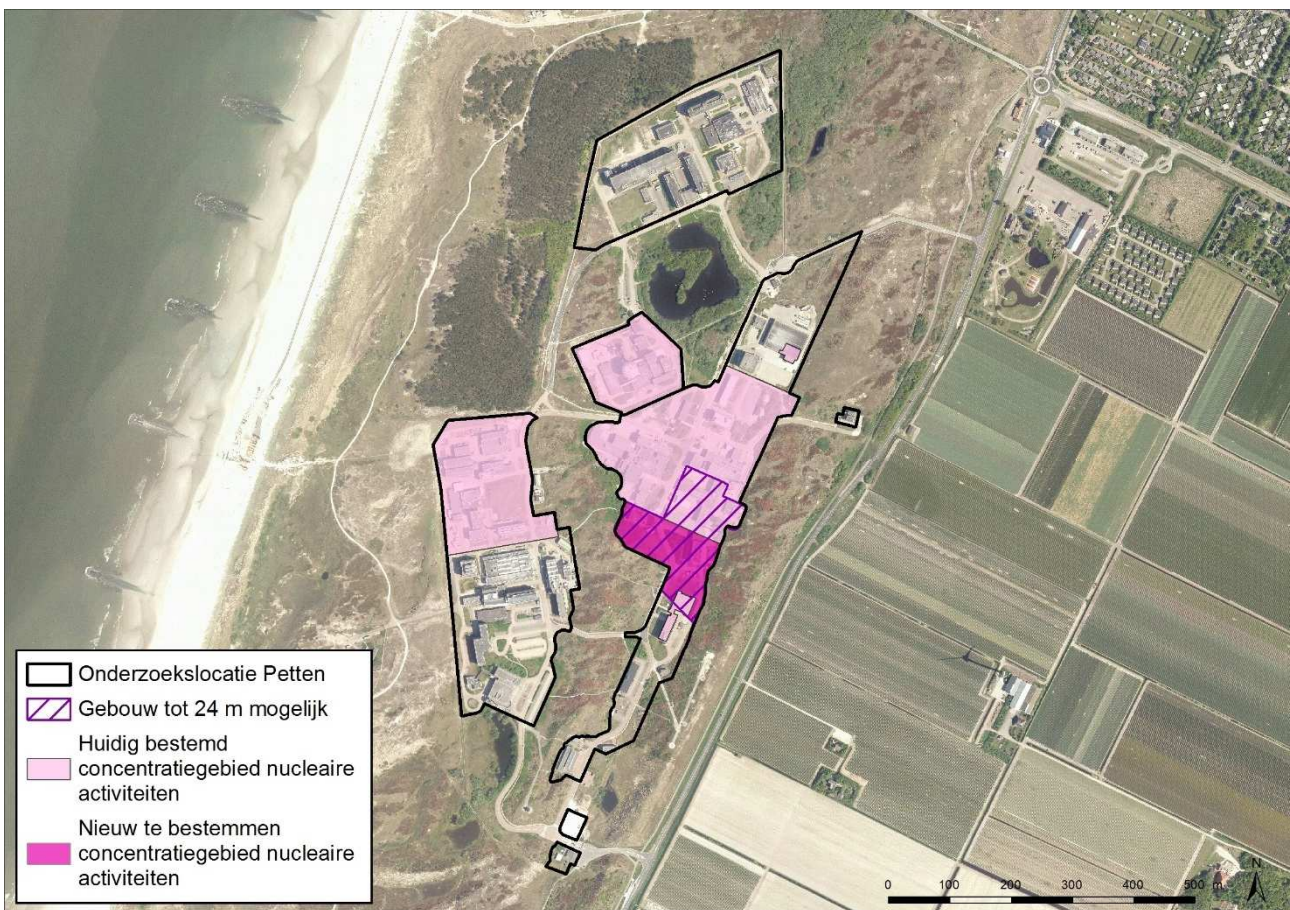
# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor, verder PALLAS genoemd, heeft het voornemen om een multifunctionele nucleaire reactor te realiseren, die geschikt is voor het produceren van medische isotopen, industriële isotopen en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. Deze 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 economische levensduur loopt.

Dit achtergrondrapport stralingsbescherming is opgesteld ten behoeve van het plan-MER en de bestemmingsplanwijziging voor de PALLAS-reactor.

Het huidige bestemmingsplan voor de locatie betreft het “Bestemmingsplan Buitengebied Zijpe”, vastgesteld op 18 mei 2016 [1]. Om de PALLAS- reactor mogelijk te maken is het noodzakelijk om het “concentratiegebied nucleaire activiteiten” te vergroten, zodat de beoogde locatie van de PALLAS-reactor hier in zijn geheel binnen valt (donkerroze zone in Figuur 1). Daarnaast is voor het realiseren van de PALLAS-reactor een verhoging van de bouwhoogte voor het nucleaire eiland nodig. Ook deze hoogte wordt mogelijk gemaakt in het nieuwe bestemmingsplan (gearceerde zone Figuur 1).



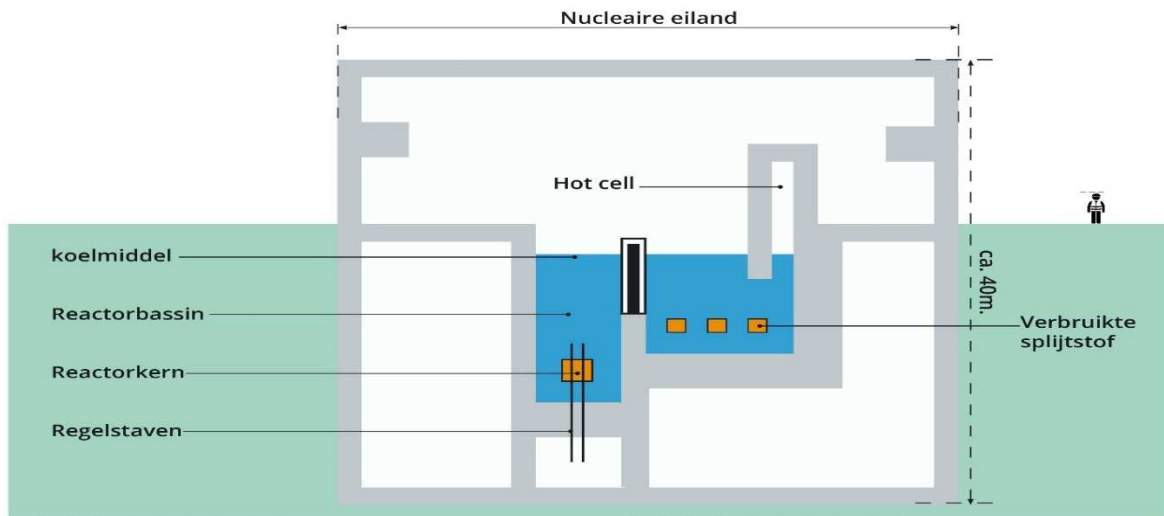
Figuur 1 Huidig en nieuw te bestemmen concentratiegebied nucleaire activiteiten

## 1.2 Voorgenomen activiteit en varianten

De voorgenomen activiteit voor dit achtergrondrapport is het wijzigen van het bestemmingsplan teneinde de PALLAS-reactor planologisch mogelijk te maken. Het ontwerp van de PALLAS-reactor is in deze planfase nog niet helemaal uitgewerkt. In voorliggend achtergrondrapport wordt om deze reden gewerkt met een maximale invulling gebaseerd op realistische uitgangspunten. Deze zijn uitgebreid beschreven in het Ontwerpkader PALLAS.

Hierna volgt een korte samenvatting van deze uitgangspunten in de vorm van een schematische weergave van de PALLAS-reactor en een korte omschrijving van het terrein rondom de PALLAS-

reactor. Daarna volgt een samenvatting van de projectfasen en varianten die in dit rapport ten behoeve van het plan-MER worden onderzocht (drie varianten voor de bouwhoogte en –diepte en drie varianten voor de wijze waarop de koeling kan plaatsvinden).



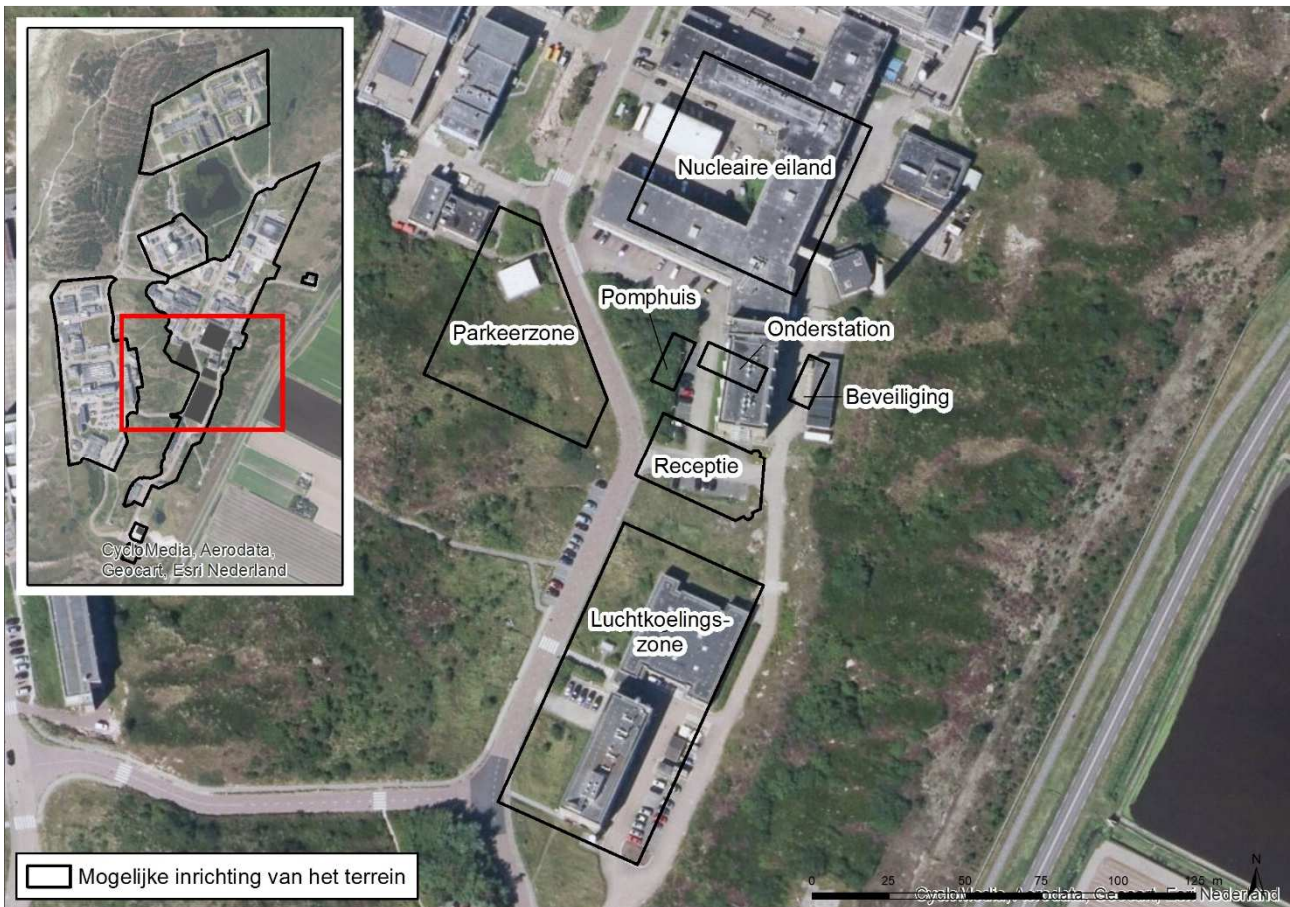
Figuur 2 Schematische weergave van de geplande pool-type reactor

Het gebouw vormt samen met directe gekoppelde functionaliteiten het nucleaire eiland. Op de Onderzoekslocatie Petten (OLP) bevindt het nucleaire eiland zich binnen een streng beveiligde zone. In dit nucleaire eiland kunnen tevens één of meerdere hot cells worden gerealiseerd. Een hot cell is een afgeschermd behandelruimte waar middels een robot veilig gewerkt kan worden met radioactief materiaal. Daarnaast behoren o.a. tot het nucleaire eiland:

- 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

Buiten het nucleaire deel wordt op het terrein een aantal niet-nucleaire voorzieningen gevestigd ten behoeve van het bedrijven van de PALLAS-reactor. Voorzien worden kantoren, parkeerplaatsen, een pomphuis, een gebouw voor de elektriciteitsvoorziening en het secundair koelwatersysteem.

Figuur 3 geeft een mogelijke inrichting voor het terrein weer. Hierbij moet worden aangemerkt dat het nucleaire deel een afmeting van 40x60 meter heeft. In Figuur 3 wordt dit nucleaire deel in het vlak van het nucleaire eiland van 60x60 meter geprojecteerd.



Figuur 3 Mogelijke inrichting van het terrein

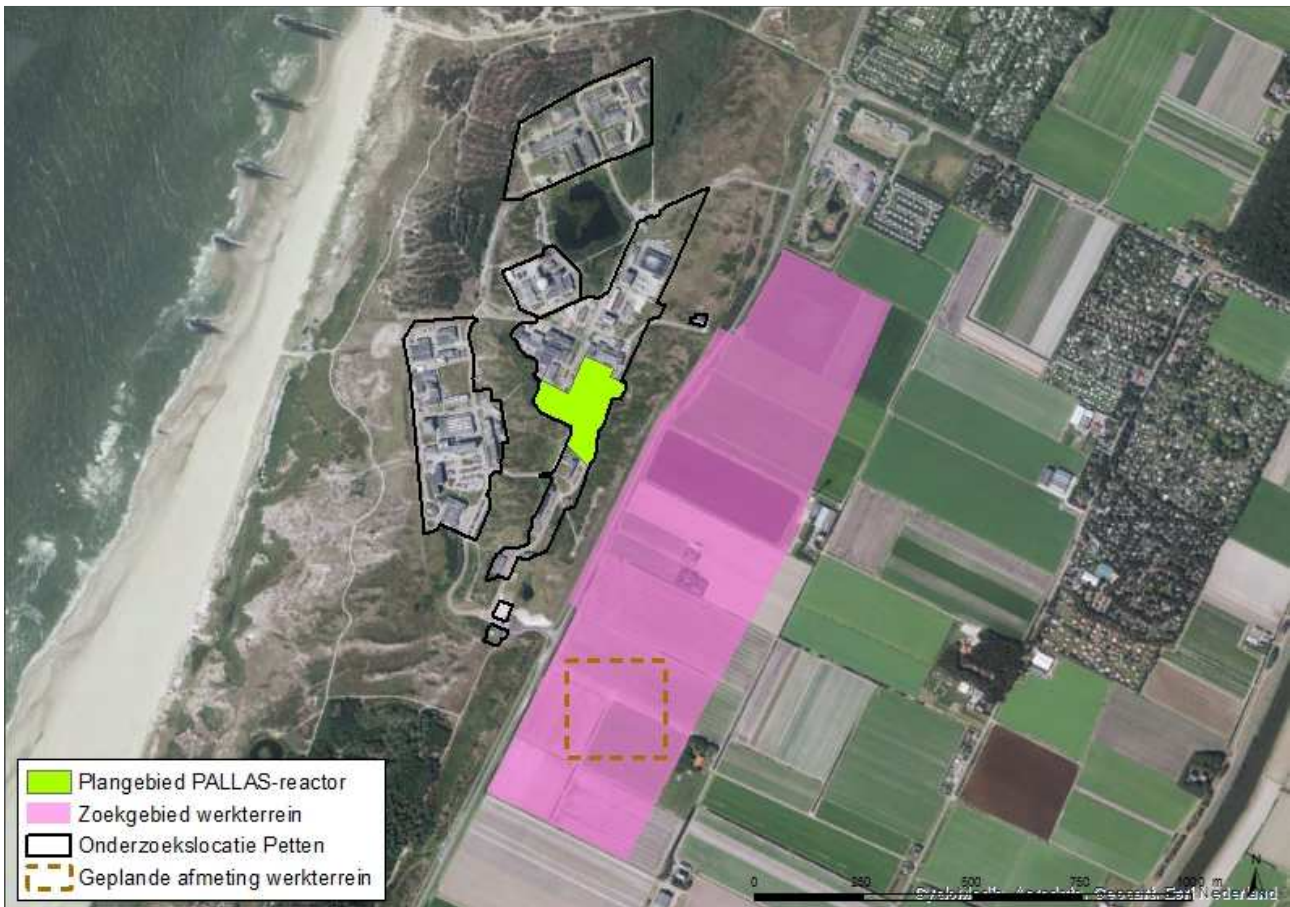
### 1.2.1 Projectfasen

Het realiseren en bedienen van de PALLAS-reactor is op te delen in een aantal projectfasen: de bouwfase, de exploitatiefase en de overgangsfase. Op de voorgenomen locatie voor de PALLAS-reactor staan op dit moment nog enkele leegstaande gebouwen. Deze worden afgebroken door de huidige eigenaar die het terrein ‘schoon’ oplevert aan PALLAS voorafgaand aan de bouwfase. In het plan-MER en dit achtergrondrapport wordt daarom uitgegaan van een leeg en schoon terrein op de voorgenomen locatie voor het nucleaire eiland overige gebouwen en bijbehorende voorzieningen.

#### Bouwfase

In de bouwfase wordt het nucleaire eiland met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen gerealiseerd. De bouwfase kan worden opgedeeld in het voorbereiden van het terrein zelf en het bijbehorende werkterrein en het bouwen van het nucleaire eiland, het secundaire koelwatersysteem, de overige gebouwen en diverse voorzieningen (riolering, parkeerterrein en dergelijke) op het terrein.

In het kader van het plan-MER is met name het ontgraven en grondverzet voor het realiseren van de PALLAS-reactor en het secundaire koelwatersysteem relevant. Daarnaast is relevant dat er een tijdelijk werkterrein van ongeveer 50 000 m<sup>2</sup> moet worden ingericht. Figuur 4 geeft een zoekzone voor de mogelijke locatie van dit werkterrein weer.



Figuur 4 Zoekzone tijdelijk werkterrein

### Exploitatiefase

In de exploitatiefase wordt de PALLAS-reactor in bedrijf genomen, veilig geëxploiteerd en onderhouden. De PALLAS-reactor wordt stapsgewijs in bedrijf genomen. De installatieonderdelen worden getest. De reactorkern wordt geplaatst en de installatie wordt getest met de reactorkern. Daarbij vindt het eerste transport met splijtstofelementen plaats. De reactor wordt in bedrijf genomen nadat is voldaan aan de voorwaarden voor veilig bedrijf van de PALLAS-reactor.

### Overgangsfase

De PALLAS-reactor dient ter vervanging van de HFR. Het is nog niet zeker op welk moment de HFR gesloten wordt. Het is daarom mogelijk dat er een overgangsfase is, waarin tijdelijk sprake is van het gelijktijdig in werking zijn van zowel de HFR als de PALLAS-reactor. Omdat het moment van sluiten van de HFR nog niet bekend is, wordt in het plan-MER en in voorliggend achtergrondrapport gewerkt met een overgangsfase. Dit is nader toegelicht in paragraaf 1.3.

## 1.2.2 Bouwhoogtevarianten

In voorliggend achtergrondrapport zijn drie varianten voor de bouwhoogte en –diepte van het nucleaire eiland beschouwd. De bouwhoogte en –diepte van de varianten wordt beschouwd ten opzichte van het maaiveld ter plekke van de beoogde locatie voor het nucleaire eiland op de OLP. Het maaiveld ligt op deze locatie 3,5 meter boven NAP.

De volgende varianten in bouwhoogte (in meter boven maaiveld), respectievelijk bouwdiepte (in meter onder maaiveld), zijn beschouwd:

- Bouwhoogtevariant B1: 17,5 meter boven maaiveld en 29,5 meter onder maaiveld.
- Bouwhoogtevariant B2: 24 meter boven maaiveld en 16 meter onder maaiveld.
- Bouwhoogtevariant B3: 40 meter boven maaiveld en 0 meter onder maaiveld.

De bouwhoogte van de varianten B1 en B2 sluit aan bij de hoogten uit het huidige bestemmingsplan. Bouwhoogtevarianten B1, met een bouwhoogte van 17,5 m boven maaiveld, betreft de huidige toegestane maximum bouwhoogte op grond van het geldende bestemmingsplan, zonder toepassing van de binnenplanse afwijkingmogelijkheid. De bouwdiepte van 29,5 meter onder maaiveld is gekozen, omdat de uitvoeringsmethode op een dergelijke bouwdiepte vraagt om een stabiele laag om op te bouwen. Die stabiele laag is pas op 29,5 meter onder maaiveld beschikbaar. Bouwhoogtevarianten B2 kent een bouwhoogte van 24 meter, welke bouwhoogte kan worden gerealiseerd met gebruikmaking van de binnenplanse afwijkingmogelijkheid van het bestemmingsplan. De bouwdiepte van 16 meter is afgeleid van de 40 meter hoogte van het nucleaire eiland en betreft het resterende aantal meters van het nucleaire eiland dat onder maaiveld gerealiseerd wordt. Bouwhoogtevariant B3 gaat uit van een volledige realisatie van het nucleaire eiland boven maaiveld. De bouwhoogte van 40 meter boven maaiveld volgt uit de hoogte van het nucleaire eiland (40 meter) en kan alleen met een wijziging of afwijking van het bestemmingsplan gerealiseerd worden.

### 1.2.3 Koelingsvarianten

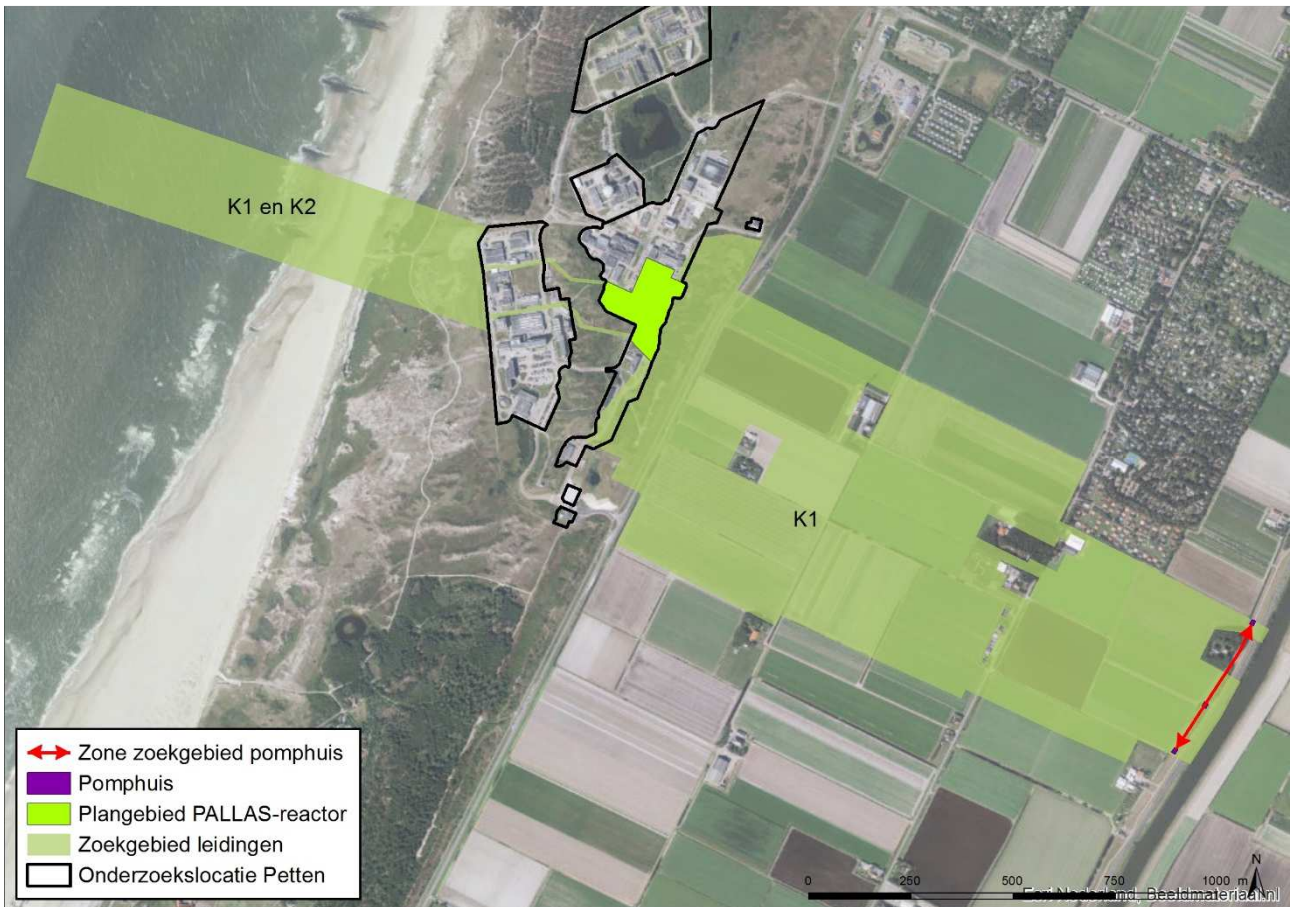
In dit achtergrondrapport zijn tevens drie varianten voor het secundaire koelsysteem van de PALLAS-reactor onderzocht.

De volgende varianten zijn beschouwd:

- Koelingsvariant K1: Onttrekken van koelwater uit het Noordhollandsch Kanaal en vervolgens lozen van het koelwater op de Noordzee (zoet-zout variant). Voor deze variant moet een nieuw innamepunt bij het Noordhollandsch Kanaal gerealiseerd worden en een nieuw uitlaatpunt in de Noordzee. Tussen het innamepunt, het nucleaire eiland en het uitlaatpunt wordt een koelwaterleiding aangelegd.
- Koelingsvariant K2: Onttrekken uit de Noordzee en lozen op de Noordzee (zout-zout variant). Voor deze variant wordt in zee een platform met pompen ten behoeve van het innemen van het koelwater gerealiseerd. Tussen het nucleaire eiland en het inname- en uitlaatpunt wordt een koelwaterleiding aangelegd.
- Koelingsvariant K3: Koelen aan de lucht / hybride koelen. Uitgangspunt is dat het aan de lucht gekoelde water gedeeltelijk hergebruikt wordt. Er hoeven daarom geen inname en uitlaatpunt en koelwaterleidingen buiten het terrein te worden gerealiseerd. Afhankelijk van het type koel-units is een oppervlakte van ongeveer 5000 m<sup>2</sup> nodig voor de koel-units op het terrein. Uitgangspunt is dat de koel-units 11 meter hoog worden.

Het tracé van de koelwaterleidingen voor de koelingsvarianten K1 en K2 staat nog niet vast. De ligging van de koelwaterleidingen wordt uitgewerkt in de volgende planfase (vergunningen en besluit-MER), indien gekozen wordt voor de koelingsopties K1 of K2. In het plan-MER en voorliggend achtergrondrapport worden mogelijke effecten van de leiding in beeld gebracht aan de hand van een ruime zoekzone (zoekgebied), waarbinnen een eventuele koelwaterleiding kan worden ingepast. In onderstaande figuur is dit zoekgebied weergegeven. Voor het ruimtebeslag van de koelwaterleidingen wordt in geval van open ontgraving in de bouwphase rekening gehouden met een werkstrook van maximaal 40 meter breed.





Figuur 5 Zoekgebied tracé koelwaterleidingen

### 1.3 Referentiesituatie en projectfasen

De milieubeoordeling in dit achtergrondrapport wordt uitgevoerd ten opzichte van de referentiesituatie. Omdat het moment van sluiten van de HFR nog onzeker is, wordt gewerkt met een referentiesituatie waarin de HFR nog in gebruik is tijdens de bouw- en opstart van de PALLAS- reactor.

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

1. De bouwfase waarin de HFR in gebruik is.
2. De overgangsfase (waarin zowel de HFR als de PALLAS-reactor in gebruik zijn).
3. De exploitatiefase (waarin alleen de PALLAS-reactor in gebruik is).

#### Peiljaren

In het kader van de achtergrondrapporten wordt uitgegaan van een indicatieve planning voor de bouw en exploitatie van de PALLAS-reactor. Op basis van deze planning is het peiljaar voor de referentiesituatie en voor de exploitatie en overgangsfase 2026. Het peiljaar voor de bouwfase is 2018. De daadwerkelijke planning voor de bouw en exploitatie kan afwijken van deze indicatieve planning.

### 1.4 Doel van dit onderzoek

In dit achtergrondrapport is nader onderzoek gedaan naar Stralingsbescherming van de PALLAS-reactor. Doel van dit onderzoek is om op hoofdlijnen aan te geven wat de invloed van de PALLAS-reactor is op de stralingsbescherming van omwonenden als gevolg van het normaal bedrijven van de PALLAS-reactor. De invloed van de PALLAS-reactor wordt daarbij in de context van de reeds bestaande nucleaire installaties op de OLP beschouwd.

## 2 ONDERZOEKSMETHODIEK

### 2.1 Onderzoeksopzet

Het aspect Stralingsbescherming betreft de radiologische impact als gevolg van het exploiteren van de PALLAS-reactor op de omgeving en op de omwonenden. Omdat op de OLP ook andere nucleaire installaties aanwezig zijn, zoals de Hoge Flux Reactor (HFR) en de Hot-Cell Laboratories (HCL), is het van belang om de milieueffecten van de PALLAS-reactor in samenhang met die van de andere installaties te beschouwen. Voor het plan-MER is van belang wat de invloed van de PALLAS-reactor zal zijn op de radiologische impact als gevolg van het normaal bedrijven van de PALLAS-reactor op de omgeving en de omwonenden.

Als gevolg van het bedrijven van een nucleaire installatie kan enige stralingsbelasting op de omgeving, de omwonenden en de medewerkers optreden. Hiervoor gelden criteria die zijn vastgelegd in regelgeving. In hoofdstuk 3 (Beoordelingskader) zijn deze criteria nader omschreven.

De kwantitatieve stralingsbescherming wordt beoordeeld in het kader van de vergunningverlening en het daarvoor op te stellen besluit-MER, omdat in die planfase de technische installatie wordt ontworpen.

Het ontwerp van de PALLAS-reactor is in deze planfase nog niet helemaal uitgewerkt. In voorliggend achtergrondrapport wordt om deze reden gewerkt met een maximale invulling gebaseerd op realistische uitgangspunten. In het plan-MER en het voorliggend achtergrondrapport wordt daarom beschouwd in hoeverre het aannemelijk is dat de reactor kan voldoen aan de betreffende wettelijke criteria en dat voor de planologische vastlegging van de locatie voor de PALLAS-reactor aan de benodigde veiligheidseisen kan worden voldaan. De hierbij van belang zijnde onderdelen zijn:

- Stralingsbescherming met betrekking tot directe straling.
- Stralingsbescherming met betrekking tot radioactieve lozingen naar de lucht.
- Stralingsbescherming met betrekking tot radioactieve lozingen naar water.
- Stralingsbescherming met betrekking tot radioactieve lozingen naar de bodem.
- Radioactief afval.

Met betrekking tot de radioactieve lozingen wordt de afhankelijkheid van de lozingshoogte voor de effecten op de omgeving niet beschouwd omdat wordt uitgegaan van een vaste hoogte van de ventilatieschacht, onafhankelijk van de gebouwhoogte.

Om meer kwantitatief aan te geven dat aan de criteria kan worden voldaan, zal een vergelijking worden gemaakt met de gevolgen voor de omgeving die veroorzaakt worden door het bedrijven van de HFR. De PALLAS-reactor is in principe een vergelijkbare reactor als de HFR, met als belangrijk verschil dat de PALLAS-reactor gebruik maakt van de modernste techniek en gebaseerd zal zijn op de huidige wet- en regelgeving.

De stralingsbelasting als gevolg van de PALLAS-reactor zal in relatie worden gebracht met de stralingsbelasting van de huidige nucleaire faciliteiten op de OLP en van de autonome ontwikkeling daarvan.

De effecten van de in paragraaf 1.2 beschreven varianten op de stralingsbescherming van de PALLAS-reactor worden kwalitatief beschreven. Hierbij wordt tevens beschouwd in hoeverre de varianten onderscheidend zijn voor dit aspect.

Voor de stralingsbescherming kunnen ook de transporten van nucleair materiaal van en naar de PALLAS-reactor van belang zijn. Voor dergelijke transporten zijn separate vergunningen nodig, en in principe zijn deze transporten niet anders dan de huidige transporten die ten behoeve van de HFR worden uitgevoerd. Voor de planologische vastlegging van de locatie voor de PALLAS-reactor zal de stralingsbescherming met betrekking tot deze transporten niet van invloed zijn. De specifieke omvang en stralingsbelasting als gevolg van deze transporten zullen in het besluit-MER worden behandeld.

### Studiegebied

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 [2].

## 2.2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

Tabel 1 *Uitgangspunten achtergrondrapport stralingsbescherming*

Type informatie	Uitgangspunten
Installatie specificaties	Mededelingsnotitie plan-MER PALLAS Advies over reikwijdte en detailniveau par. 4.4 Reactienota mededelingsnotitie Ontwerpkader PALLAS

## 3 BEOORDELINGSKADER

### 3.1 Beleidskader

Het beleidskader voor stralingsbescherming wordt gevormd door:

- Kernenergiewet (Kew) [3].
- Besluit Kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) [4].
- Besluit Stralingsbescherming (Bs) en de bijbehorende regelingen [5].<sup>1</sup>
- Handreiking voor een veilig ontwerp en het veilig bedrijven van kernreactoren VOBK – Dutch Safety Requirements DSR, ANVS Oktober 2015 [6].

#### **Kernenergiewet (Kew) en Besluit Kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse)**

De Kernenergiewet (Kew) [3] 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. De wet heeft onder meer betrekking op:

- Nucleaire Veiligheid.
- De volksgezondheid.
- De bescherming tegen de gevaren van radioactieve stoffen en ioniserende straling.
- Het bevorderen van de milieuhygiëne.

De Kernenergiewet kent meerdere voorschriften met betrekking tot vergunningen die relevant zijn voor PALLAS. Zij hebben betrekking op het oprichten, inwerking brengen en in werking houden van een inrichting waarin kernenergie kon worden vrijgemaakt (artikel 15, onder b), het voorhanden hebben van splijtstoffen (artikel 15, onder a) en het voorhanden hebben, toepassen en zich ontdoen van radioactieve stoffen (artikel 29, eerste lid).

Het Bkse bevat onder meer algemene regels met betrekking tot de gegevensverstrekking bij het aanvragen van een vergunning en criteria op grond waarvan aanvraag om een vergunning kan worden geweigerd. Een aanvraag kan onder meer worden geweigerd met betrekking tot de stralingsbelasting als gevolg van normaal bedrijf en ongevallen. Het Bs bevat verder bepalingen met betrekking tot de principes en de normstelling voor stralingsbescherming.

De Kew en de bovengenoemde besluiten zijn de afgelopen jaren geharmoniseerd met Europese wetgeving. Dit geldt met name voor de Richtlijn 96/29/Euratom die de basisnormen stelt voor de bescherming van de gezondheid van de bevolking en de werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren (PbEG 1996, L 159). In 2018 wordt een nieuw Besluit stralingsbescherming verwacht dat harmonisatie met Euratom richtlijnen (2013/59/EURATOM) beoogt.

#### **Handreiking VOBK (Veilig Ontwerp en het veilig Bedrijven van Kernreactoren)**

De Handreiking VOBK [6] 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. Voor de

<sup>1</sup> In 2018 wordt het Besluit stralingsbescherming (Bs) geheel vervangen door het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) op basis van de Europese richtlijn 2013/59/EURATOM, de Basic Safety Standards. In het onderhavige rapport wordt nog uitgegaan van het huidige Bs, maar voor de PALLAS reactor zal rekening gehouden worden met de vereisten van het nieuwe Bbs, en daaraan zal worden voldaan.

stralingsbescherming van het milieu zijn wettelijke limieten van toepassing. Voor de hoeveelheid radioactief materiaal is dit niet het geval. Deze hoeveelheid zal worden vastgelegd in de Kernenergiewetvergunning van de PALLAS-reactor.

### 3.2 Beoordelingskader plan-MER

In onderstaande tabel staan de beoordelingscriteria waarop in het voorliggende achtergrondrapport het aspect Stralingsbescherming ten behoeve van het plan-MER beoordeeld gaat worden. Daarna volgt een toelichting op de criteria.

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 t.o.v. maximaal 55 MWth voor PALLAS). Daarbij mag verondersteld worden dat de bij PALLAS toegepaste stand der techniek beter is dan die van de HFR.

Lozing van radioactief materiaal naar de bodem wordt hier niet beoordeeld. Volgens de wettelijke richtlijnen zijn deze niet toegestaan en zullen deze 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 verspreidt.

Hieronder wordt beschreven welke criteria gelden voor het beoordelingskader.

Tabel 2 Beoordelingscriteria voor stralingsbescherming

Aspect	Beoordelingscriteria
Stralingsbescherming	Effectieve dosis als gevolg van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe straling</li> <li>• Radiologische lozingen naar lucht</li> <li>• Radiologische lozingen naar water</li> <li>• Radioactief afval</li> </ul>

#### Directe straling en radiologische lozingen naar lucht en water

Voor stralingsbescherming met betrekking tot 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, aanhef en onder b, van de Kernenergiewet (Kew). 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. Als gevolg van de handeling waarvoor de vergunning is aangevraagd, mogen de voor een lid van de bevolking, de volgende doses niet worden overschreden:

- Buiten de locatie (art. 48 Bs):
  - effectieve dosis van 0,1 mSv<sup>2</sup> per kalenderjaar
- Binnen de locatie (art. 49 Bs):
  - effectieve dosis van 1 mSv per kalenderjaar
  - 15 mSv in een kalenderjaar in de ooglenzen, of
  - equivalente dosis van 50 mSv in een kalenderjaar voor de huid gemiddeld over enig huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> 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.

Voor de gevolgen van lozingen en directe straling van een nucleaire installatie is de effectieve dosis buiten de locatie van belang.

De Handreiking VOBK (DSR 2.6(1) [6]) 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 (DSR 2.6(1) [6]) verwijst voor de dosislimieten naar het Besluit stralingsbescherming waarbij moet gelden dat van radioactief afval dienen het volume en de radioactieve inhoud zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden te worden (ALARA).

Een overzicht van de limieten voor de effectieve dosis voor leden van de bevolking is in Tabel 3 weergegeven.

Tabel 3 Overzicht van de limieten voor de effectieve dosis voor leden van de bevolking

Stralings- bescherming bij normaal bedrijf	Aspect	Dosislimiet (effectieve dosis per kalenderjaar)
Bevolking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe straling</li> <li>• Radioactieve lozingen lucht</li> <li>• Radioactieve lozingen water</li> </ul>	Samen: < 0,1 mSv per bron (buiten locatie <sup>3</sup> ) < 1 mSv (binnen locatie)
Niet blootgestelde werknemers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe straling</li> <li>• Radioactieve lozingen lucht</li> <li>• Radioactieve lozingen water</li> </ul>	Samen: < 1 mSv
Blootgestelde werknemers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe straling</li> <li>• Radioactieve lozingen lucht</li> <li>• Radioactieve lozingen water</li> </ul>	Samen: < 20 mSv
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioactief afval</li> </ul>	ALARA

<sup>3</sup> De locatie of inrichting betreft hetgeen waarvoor de vergunning geldt, en zal veelal omsloten zijn door een hek of gebouwgrems.

## 4 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

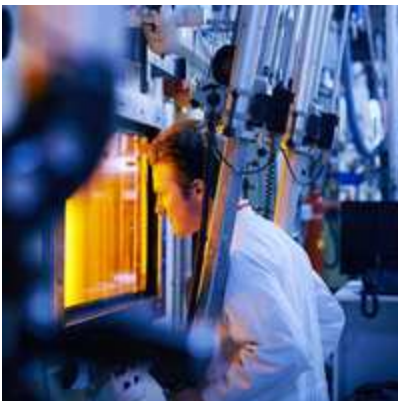
### 4.1 Huidige situatie

Omdat de gezamenlijke milieueffecten van de nucleaire installaties op de OLP worden beschouwd en deze installaties elk hun kenmerken hebben met betrekking tot stralingsbescherming, 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)**

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 (zie hieronder)..



#### **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)**

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 Radioactief 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

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



**Het Instituut voor Energie en Transport (IET)** van het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie 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. JRC voorziet in klantgestuurde, wetenschappelijke en technische ondersteuning voor het uitstippelen, ontwikkelen, uitvoeren en volgen van EU-beleid.

### Milieueffecten van de bestaande nucleaire installaties

De nucleaire activiteiten van de bestaande nucleaire installaties zijn vergund met een Kernenergievergunning. Relevant met betrekking tot stralingsbescherming is dat vanuit de faciliteiten reguliere lozingen met radioactieve stoffen plaatsvinden naar lucht en water. De omgeving van de faciliteiten kan worden blootgesteld aan directe straling. Verder wordt er in de faciliteiten radioactief afval geproduceerd. Deze aspecten worden hieronder verder uitgewerkt.

### Directe straling

In overeenkomst met de andere Kernenergievergunninghouders op de OLP (NRG, HFR (NRG), JRC en Curium) 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 [7].

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  $Re_{inh}^4$  per jaar [7] [8]. De verdeling hiervan over de verschillende installaties staat in onderstaande tabel. De gemiddelde nominale lozingen bedragen 10-25% [7] [9] van deze vergunde waarden, zodat rekening is gehouden met schommelingen die het gevolg kunnen zijn van het wisselende aanbod aan werkzaamheden en onderzoeksopdrachten.

<sup>4</sup> Het *radiotoxiciteitsequivalent*  $Re$  van een radionuclide is de activiteit die bij volledige directe inname (ingestie of inhalatie) daarvan een effectieve volg dosis 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.

Tabel 4 Overzicht van de vergunde limieten voor lozingen in de lucht, de bijbehorende lozingshoogte en de effectieve dosis voor de omgeving per jaar bij lozingen in lucht ter grootte van de lozingslimiet [7] [8]

Installatie	Lozingshoogte (m)	Vergunde lozing ( $Re_{inh}/jr$ )	Eff. dosis omgeving $E_{max}$ ( $\mu Sv/jr$ )
HFR	45	100	0,4
HCL	45	60	0,4
WSF	7	20	0,5
DWT	7	10	0,3
LFR	10	5	0,2
NRG-laboratoria	45/15	5	0,3
<b>Totaal</b>		<b>200</b>	<b>2,1</b>

De in de tabel genoemde effectieve dosis is bepaald aan de hand van een conservatieve hoeveelheid van de karakteristieke geloosde nucliden ter grootte van de vergunde lozingslimiet en de lozingshoogte van de betreffende faciliteit. De totale dosis is echter niet per definitie gelijk aan de som van deze getalwaarden, aangezien de maxima op verschillende plaatsen buiten de OLP worden bereikt.

Curium heeft vergunning voor luchtlozing van de radioactieve stof jodium-131 met maximaal 300 megabecquerel ( $MBq^5$ ) per jaar, van de radioactieve stof argon-41 met maximaal 4 TBq per jaar en lozing in de lucht van andere radioactieve stoffen tot een maximum van 10  $Re_{inh}$  per jaar [10].

JRC heeft geen vergunning voor het lozen van radioactieve stoffen naar de lucht.

### 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 Kew-vergunningslimiet hiervoor bedraagt 2.000  $Re_{ing}$  per jaar [7]. 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  $\mu Sv/jr$  [7].

### 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).

### Stralingsbescherming met betrekking tot de OLP

Onderstaande tabel 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

<sup>5</sup> Bq: Becquerel; SI unit voor radioactiviteit, welke het aantal nucleaire transformaties per seconde weergeeft (1  $MBq=1.10^6$  Bq, 1  $TBq=1.10^{12}$  Bq). Nuclide-specifieke lozingen worden in Bq uitgedrukt, niet specifieke lozingen worden in  $Re$  (zie voetnoot 2) uitgedrukt.

Stralingsbescherming. De dosis als gevolg van opslag en verwerking van radioactief afval maakt onderdeel uit van de in de tabel opgenomen dosis.

Tabel 5 Maximale effectieve dosis voor de omgeving per jaar in vergelijking met de limiet uit het Besluit Stralingsbescherming

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

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) 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, t.g.v. 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.

## 4.2 Autonome ontwikkelingen

Voor de ombouw van de MPF-installatie voor het verwerken van bestraalde targets met laag verrijkt uranium in plaats van met targets met hoog verrijkt uranium is in mei 2017 de definitieve kernenergielovvergunning afgegeven. Naar verwachting zal de ombouw bij aanvang van de voorgenomen activiteit zijn afgerond (gepland in 2017), zodat deze niet (meer) relevant is als autonome ontwikkeling.

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 stralingsbelasting op en rond de OLP. Voor het verwijderen van dit afval worden installaties gebouwd voor het scheiden en verpakken van dit afval. Deze installaties zullen mogelijk tijdelijk een beperkte bijdrage leveren aan de reguliere lozingen van radioactieve stoffen naar lucht en water. Deze mogelijke bijdrage zal binnen de vergunningswaarden en de wettelijke criteria vallen.

Op de OLP is een bodemverontreiniging aanwezig met radioactief tritium. Deze verontreiniging is een gevolg van een lekkage in een afvoerleiding van de HFR naar de DWT. Sinds enige jaren loopt er een sanering waarbij een groot deel van deze verontreiniging is verwijderd. Naar verwachting zal de sanering van de bodem bij aanvang van de voorgenomen activiteit afgerond zijn (afroning gepland in 2019). De hierbij gehanteerde saneringsnorm van 100 Bq/l voor de OLP-grens komt overeen met een maximale jaardosis van 1 tot 2 microSv/jaar [11], uitgaande van het zeer conservatieve scenario dat een persoon dagelijks twee liter met tritium verontreinigd grondwater gebruikt als drinkwater. Opgemerkt wordt dat er geen drinkwaterwinning in de omgeving van de OLP plaatsvindt.

In het kader van het karakteriseren van de locatie voor de PALLAS-reactor is de bevolkingsdichtheid en de ontwikkeling daarvan rond de OLP geïventariseerd [12]. Geconcludeerd is dat de verwachte bevolkingsgroei in de provincie Noord-Holland (in vergelijking met 2015) 6% in 2025 en 10% in 2040 bedraagt. Omdat de beschouwde effecten voor omwonenden (de effectieve dosis) individueel worden vastgesteld maakt het niet uit of op een bepaalde plek veel of weinig mensen wonen. Of een specifieke plek wel of niet bewoond is kan wel verschil maken, maar voor een nieuwe reactor die nog tientallen jaren in bedrijf zal zijn zal ervan worden uitgegaan dat de plaats met de maximale effectieve dosis bewoond zal zijn. Om die reden heeft de bevolkingsgroei hierop geen invloed.

Samenvattend kan worden gesteld dat de verschillende invloeden van de bovengenoemde autonome ontwikkelingen op de stralingsbelasting van het milieu 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.

## 5 MILIEUEFFECTEN

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 dosisriteria zoals deze vastliggen in de Bkse. Voor nieuwe reactoren gelden tegenwoordig strengere dosisriteria [6]. 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 dosisriteria 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 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.

### 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.

### 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 mSv per jaar bedraagt.

Zoals reeds opgemerkt is in paragraaf 4.1 zijn er in de huidige situatie onderlinge afspraken 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. 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, zoals blijkt uit Tabel 5 in paragraaf 4.2, zal het daarom 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  $2 \times 0,04$  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 van korte duur zijn en vermoedelijk beperkt blijven tot enige jaren.

### **Exploitatiefase**

Zoals hierboven in dit hoofdstuk beschreven zijn de effecten van de PALLAS-reactor op het aspect Stralingsbescherming gelijkwaardig ten opzichte van de HFR met als onderscheid dat de locatie van de PALLAS-reactor op de OLP anders is dan die van de HFR. De PALLAS-reactor heeft een vergelijkbaar vermogen als de HFR en verondersteld mag worden dat de bij PALLAS toegepaste stand der techniek vergelijkbaar is of beter dan die van de HFR.

#### Involed van de varianten bouwhoogte

De varianten voor de bouwhoogte 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 varianten voor de bouwhoogte altijd in dezelfde mate voldaan kunnen worden aan de genoemde criteria. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen kwestie van stralingsbescherming maar een ontwerptechnische kwestie. De varianten ten aanzien van de bouwhoogte zijn dus niet onderscheidend voor de stralingsbescherming.

Met betrekking tot radioactieve lozingen is de afhankelijkheid van de lozingshoogte voor de effecten op de omgeving niet van belang omdat wordt uitgegaan van een vaste hoogte van de ventilatieschacht, onafhankelijk van de gebouwhoogte.

#### Involed van de koelingsvarianten

De varianten voor de koeling 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 niet radioactief, omdat de kringloop van het koelwater gescheiden is van het nucleaire systeem. Hiermee ontstaat echter geen wezenlijk verschil met de variant 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 (zie paragraaf 4.1). 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 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 varianten ten aanzien van de koeling zijn dus niet onderscheidend voor de stralingsbescherming.

## 6 MITIGERENDE MAATREGELEN

Zoals aangegeven in het voorgaande hoofdstuk zal de PALLAS-reactor met betrekking tot de stralingsbescherming 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.

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 stempelingen 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 LEEMTEN IN KENNIS

De beoordeling van de stralingsbescherming 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.



## AFKORTINGEN EN BEGRIPPENLIJST

ALARA	As low as reasonably achievable; zo laag als redelijkerwijs mogelijk
Becquerel (Bq)	SI unit voor radioactiviteit, welke het aantal nucleaire transformaties per seconde weergeeft
Directe straling	Straling die rechtstreeks afkomstig van een nucleaire installatie, en niet als gevolg van bijv. 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 (kanker) te kunnen beoordelen (eenheid: sievert, Sv)
Emissie	Uitworp (lozing) van stoffen in het milieu
Ingestie	Consumptie van (radioactief) voedsel
Inhalatie	Inademing (onder andere van radioactieve stoffen)
Ioniserende straling	Straling, te onderscheiden in onder andere $\alpha$ -, $\beta$ - of $\gamma$ -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 Mb-99 wordt geproduceerd ten behoeve van de diagnostiek van kanker in ziekenhuizen
Nuclide	Atoomsoort
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 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
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 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

## VERWIJZINGEN

- [1] „Ruimtelijke plannen; vastgesteld 2016-05-18;NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03,” [Online]. Available: [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl). [Geopend 4 Januari 2017].
- [2] „Dosisberekening voor de Omgeving bij Vergunningsverlening Ioniserende straling, A. Lozingen in lucht en water (DOVIS-A),” RIVM, 2002.
- [3] Kernenergiewet (Kew).
- [4] Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse).
- [5] Besluit Stralingsbescherming (Bs).
- [6] ANVS, „Handreiking voor een veilig ontwerp en het veilig bedienen van kernreactoren VOBK – Dutch Safety Requirements DSR,” ANVS, Den Haag, Oktober 2015.
- [7] NRG, „Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten, Part 1 “Algemeen & Centrale voorzieningen”,” NRG, Petten, 16 december 2014.
- [8] „Kernenergiewet-vergunning NRG voor het wijzigen en in werking houden van de HFR,” SAS, Den Haag, 2005.
- [9] NRG, „Veiligheidsrapport HFR, Stralingsbescherming en radioactief afval (Hoofdstuk 12),” NRG, Petten, 2003.
- [10] „Kernenergiewetvergunning Mallinckrodt Medical B.V., No. 2013/0859-04,” Min. van Economische Zaken, 27 september 2013.
- [11] RIVM, „Tritium in grondwater: radiologische consequenties van saneringswaarden,” 27 maart 2013.
- [12] LEOPS (ARCADIS/NRG), „Population distribution and use of land and water - PALLAS Site Characterisation,” Arnhem, 2016.
- [13] „Ruimtelijke plannen; vastgesteld 2016-05-18;NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03,” [Online]. Available: [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl). [Geopend 10 Januari 2017].

**Arcadis Nederland B.V.**

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

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Projectnummer: D04001.000050  
Onze referentie: 079196404 E.1

**NRG**

Postbus 25  
1755 ZG PETTEN  
+31 (0)224 564950

[www.nrg.eu](http://www.nrg.eu)