



Deelrapport Veiligheid
Plan-MER Locatiekeuze
Nieuwbouw Kerncentrales

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0486653.100
definitief
1 mei 2026

Deelrapport Veiligheid

Plan-MER Locatiekeuze Nieuwbouw Kerncentrales

projectnummer 0486653.100
definitief
1 mei 2026

Opdrachtgever

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

datum
1 mei 2026

beschrijving
Definitief

vrijgave
S. Zondervan



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Globale ligging van de alternatieven	5
1.3	Inhoud en doel van dit deelrapport	5
1.4	Leeswijzer	7
2.	Alternatievenbeschrijving	8
2.1	Basisuitgangspunten voor de alternatieven	8
2.2	Alternatieven Eemshaven	9
2.3	Alternatief Maasvlakte II	10
2.4	Alternatieven Sloegebied	11
2.5	Alternatieven Terneuzen	12
3.	Nucleaire veiligheid en stralingsbescherming	15
3.1	Nucleaire veiligheid	15
3.2	Stralingsbescherming	19
3.3	Omgevingsveiligheid	22
4.	Beoordelingskader plan-MER	24
4.1	Inleiding	24
4.2	Effecten van de kerncentrales op de omgevingsveiligheid	24
4.3	Risico's van de omgeving op de kerncentrales	26
5.	Specific Safety Guides (SSG)	31
5.1	Inleiding	31
5.2	Aardbevingsrisico's	31
5.3	35	
5.4	Geologische risico's	36
5.5	Vulkanisme	39
5.6	Overstromingsrisico's	41
5.7	Externe weersomstandigheden	47
5.8	Risico's door menselijk handelen	49
5.9	Nucleaire beveiliging	70
5.10	Radiologische emissies	71
5.11	Crisisbeheersing	72
5.12	Conclusies screening SSG	79
6.	Plaatsgebonden risico	87
6.1	Referentiesituatie plaatsgebonden risico	87
6.2	Effectbeschrijving plaatsgebonden risico	87
7.	Ioniserende straling	89
7.1	Normale bedrijfsvoering	89
7.2	Ongevallen	89
8.	Nautische veiligheid	96
8.1	Huidige situatie en referentiesituatie	96
8.2	Eemshaven	96
8.3	Effectbeschrijving bouwfase	103
8.4	Effectbeschrijving bedrijfsfase	108
8.5	Mitigerende maatregelen	110
8.6	Leemten in kennis en informatie	110

Bijlage 1 Bronvermelding	111
Bijlage 2 Report External Safety (Mott MacDonald, September 2025)	112
Bijlage 3 Advies veiligheidsregio's ten aanzien van crisisbeheersing	113
Bijlage 4 Seismische dreiging Eemshaven (TNO)	120
Bijlage 5 Radiologische aspecten van het wettelijk kader en de locatieverschillen (NRG PALLAS)	121

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Als onderdeel van een klimaat neutrale en betrouwbare energievoorziening in de toekomst wil de Rijksoverheid twee nieuwe kerncentrales in Nederland bouwen. Hiervoor is het Rijk met een projectprocedure een verkenning gestart naar één geschikte locatie voor twee nieuwe kerncentrales. Er wordt in verband met kostenefficiëntie gezocht naar één locatie waar twee kerncentrales in serie gebouwd kunnen worden.

De verkenning leidt tot de selectie van een voorkeurslocatie in een voorkeursbeslissing. Voor deze verkenning is het verplicht om een plan-milieueffectrapportage-procedure (plan-mer) te doorlopen. In deze plan-MER worden redelijke alternatieven (locaties) met elkaar vergeleken voor alle relevante thema's van de fysieke leefomgeving, opdat er een besluit kan worden genomen waar de twee kerncentrales komen. In het voorliggende deelrapport staat het thema 'veiligheid' centraal. Dit deelrapport is een bijlage bij het plan-MER.

1.2 Globale ligging van de alternatieven

De alternatieven (de onderzoekslocaties) zijn geselecteerd op basis van afwegingen die zijn opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD). In essentie komt het erop neer dat gebieden, die zijn benoemd vanuit het waarborgingsbeleid en de reactie op het Voorstel en voornemen voor Participatie (VenP), getrechterd zijn tot specifiekere locaties binnen die gebieden. Bij die trechtering hebben verschillende criteria een rol gespeeld, waaronder de ligging ten opzichte van dichtbevolkte gebieden, criteria voor een veilige bedrijfsvoering van de kerncentrales, criteria voor beïnvloeding van de omgeving en ligging in de aanwezigheid van hoogspanningsstations. De uitkomst hiervan zijn negen alternatieven voor twee nieuwe kerncentrales welke gelegen zijn binnen vier gebieden in Nederland:

1. Eemshaven;
2. Maasvlakte II;
3. Sloegebied;
4. Terneuzen.

De locaties zijn globaal op kaart weergegeven in Figuur 1-1. In hoofdstuk 2 is nader ingegaan op de alternatieven.

1.3 Inhoud en doel van dit deelrapport

Het doel van dit deelrapport is inzicht verschaffen in de veiligheidsrisico's voor de beoogde kerncentrales zelf en de risico's van de kerncentrales voor de omgeving. Dit is gedaan door het beschouwen van de SSG-35 criteria op basis waarvan de locaties vergeleken kunnen worden. Verder zijn de effectafstanden van risicobronnen in de omgeving van onderzoekslocaties beschouwd. Het doel hiervan is om per locatie inzicht te geven in de risico's en effecten van twee kerncentrales en eventuele knelpunten te signaleren. Het doel is ook om locatie onderscheidende effecten te signaleren. Effecten die in vergunningsfase worden behandeld zijn niet beschouwd of kwalitatief beschouwd indien dit relevant is voor de locatiekeuze. De resultaten van het deelrapport Veiligheid vormen de basis voor de afweging en beoordeling van de alternatieven in het plan-MER.



Figuur 1-1 Gebieden met de alternatieven voor twee nieuwe kerncentrales (bron ondergrond: Open StreetMap (OSM) Basemap, Open StreetMap Foundation)

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 zijn de locaties beschreven. De locaties zijn de alternatieven voor het bouwen van twee nieuwe kerncentrales.
- In hoofdstuk 3 zijn de algemene kaders van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming beschouwd aan de hand van de Specific Safety Guides (SSG), de kernenergiewet en wet- en regelgeving omtrent omgevingsveiligheid. Daarnaast is er meer context gegeven ten aanzien van stralingsbescherming.
- In hoofdstuk 4 is het beoordelingskader van het plan-MER opgenomen. Hier staat welke criteria onderzocht worden en op wat voor manier;
- In hoofdstuk 5 zijn de locaties vergeleken op basis van de SSG-35 criteria (risico's in de omgeving voor de kerncentrales);
- In hoofdstuk 6 zijn de locaties vergeleken op basis van omgevingsveiligheid (verandering van risico's door de bouw en ingebruikname van twee nieuwe kerncentrales);
- In hoofdstuk 7 zijn de locaties vergeleken op ioniserende straling (zowel normale bedrijfsvoering als radiologische ongevallen).
- In hoofdstuk 8 is ingegaan op nautische veiligheid.

2. Alternatievenbeschrijving

In dit hoofdstuk zijn de activiteiten beschreven die nodig zijn voor de bouw en in bedrijfstelling van twee nieuwe kerncentrales (§2.1). Vervolgens zijn de alternatieven beschreven. De alternatieven zijn de onderzoekslocaties, de locaties waar de twee nieuwe kerncentrales gerealiseerd kunnen worden. Er zijn vier gebieden waar deze locaties zich bevinden: Eemshaven (§2.2), Maasvlakte II (§2.3), Sloegebied (§2.4) en Terneuzen (§2.5). In Figuur 1-1 zijn de locaties van deze gebieden op kaart aangegeven.

Voor de effectbepaling in dit plan-MER zijn (worst-case) basisuitgangspunten geformuleerd voor de omvang van de bouwactiviteiten en het ontwerp van de twee kerncentrales. In de beschrijvingen is onderscheid gemaakt tussen verschillende locatie onderdelen:

- Hoofdterrein: de begrenzing waarbinnen de kerncentrales uiteindelijk komen te staan. Dit is het terrein waar bouwwerkzaamheden plaatsvinden in de bouwfase en de kerncentrales in bedrijf zijn in de bedrijfsfase;
- Werkterrein: de begrenzing waarbinnen de voorzieningen voor de bouw(fase) beoogd zijn. Dit terrein komt weer vrij voor andere functies na de bouwfase;
- Zoekgebied koelwater: de begrenzing waarbinnen koelwatervoorzieningen gerealiseerd worden (en in werking zijn tijdens de bedrijfsfase).

2.1 Basisuitgangspunten voor de alternatieven

Voor de effectbepaling in dit plan-MER zijn per locatieonderdeel (worst-case) basisuitgangspunten geformuleerd voor de omvang van de bouwactiviteiten en het ontwerp van de twee nieuwe kerncentrales.

Uitgangspunten hoofdterrein

Op het hoofdterrein staan in de bedrijfsfase de reactoren, de pompgebouwen, het turbinegebouw, de control room, de direct noodzakelijke parkeerruimte, een veiligheidsshek, et cetera. Hierbij zijn de volgende basisuitgangspunten gehanteerd (zie Tabel 2-1). Tijdens de bouwfase zijn er graafmachines, kranen, bouwwegen, et cetera te zien op het hoofdterrein.

Tabel 2-1 Uitgangspunten hoofdterrein

Onderdeel	Omvang
Oppervlakte hoofdterrein (als onderdeel van het werkterrein)	60 hectare
Bouwhoogte	- gebouwen tot circa 40 meter (t.o.v. maaiveld) - ondergeschikte bouwdelen (zoals ventilatieschacht) tot 75 meter
Bouwdiepte	21 meter
Aantal werknemers tijdens bedrijfsfase	750

Uitgangspunten werkterrein

Het werkterrein is het terrein voor trailers, kranen, tijdelijke kantoren, magazijnen, fabricagewerkplaatsen, ontvangstfaciliteiten, wegen, grondopslagplaatsen, aanlegplaatsen voor binnenvaartschepen, een betoncentrale et cetera. Idealiter, maar niet noodzakelijkerwijs, is het werkterrein aan het hoofdterrein gelegen. Hierbij zijn de volgende basisuitgangspunten gehanteerd.

Tabel 2-2 Uitgangspunten werkterrein

Onderdeel	Omvang
Oppervlakte werkterrein (inclusief het uiteindelijke hoofdterrein)	130 hectare
Bouwtijd	10 - 15 jaar
Aantal werknemers tijdens bouwfase	5.000 (gemiddelde per bouwjaar) 10.000 (piek)
Hoogte opslagfaciliteiten	37 meter
Hoogte bouwcranes	120 meter

Uitgangspunten zoekgebied koelwater

Het zoekgebied voor koelwater ligt idealiter, maar niet noodzakelijkerwijs, aan het hoofdterrein. Het zoekgebied strekt zich uit tot een waterdiepte van twaalf meter en dieper. In dit gebied komen de koelwatervoorzieningen te liggen. In eerste instantie wordt uitgegaan van een ondergrondse tunnel boring en een koelwaterkanaal. Hierbij zijn de volgende basisuitgangspunten gehanteerd.

Tabel 2-3 Uitgangspunten koelwatervoorziening

Onderdeel	Omvang (maximaal)
Hoeveelheid koelwater per seconde	Circa 150 m ³
Verskil temperatuur van aan- en afgevoerd koelwater	7-12 °C

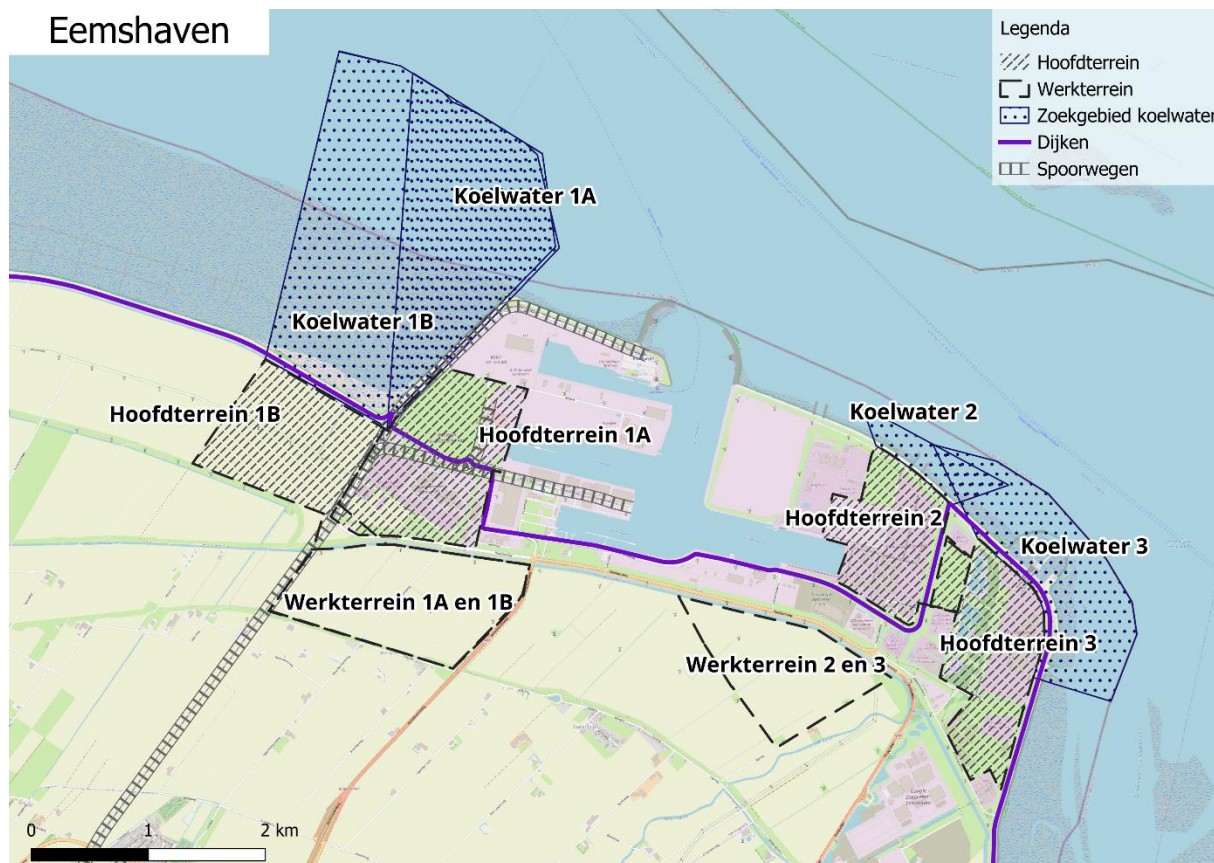
Het uitgangspunt is dat er op alle locaties voldoende koelwater uit het oppervlaktewater gehaald kan worden en dat er geen koeltorens nodig zijn. Koeltorens zijn dus geen onderdeel van de effectbepaling in dit deelrapport.

2.2 Alternatieven Eemshaven

De Eemshaven is gerealiseerd in 1973 als industrie- en overslaghaven. De haven ligt in de Groningse gemeente Het Hogeland en is de grootste zeehaven van Noord-Nederland. De haven ligt aan de westelijke oever van de Eemsmonding, een zeearm waar de Eems uitstroomt in de Noordzee. Ten noorden van de Eemshaven ligt de Waddenzee. Ten oosten van de Eemshaven ligt de grens met Duitsland. In de andere windrichtingen sluit het havengebied aan op agrarisch gebied. De Eemshaven is ontsloten via de N33 en de N46.

Binnen de Eemshaven worden vier alternatieven onderzocht in het plan-MER:

- Eemshaven 1A;
- Eemshaven 1B;
- Eemshaven 2;
- Eemshaven 3.



Figuur 2-1 Overzichtkaart alternatieven Eemshaven

Tussen de alternatieven zitten verschillen in beschikbare ruimte. De genoemde oppervlakten in Tabel 2-4 zijn gebaseerd op naar verwachting goed in te passen terrein, niet op daadwerkelijk benodigd terrein. Daaronder volgt een beknopte beschrijving van de alternatieven.

Tabel 2-4 Oppervlakte per alternatief in de Eemshaven

Alternatief	Oppervlakte hoofdterrein	Oppervlakte werkterrein	Totale oppervlakte
Eemshaven 1A	150 hectare	155 hectare	305 hectare
Eemshaven 1B	118 hectare	165 hectare	283 hectare
Eemshaven 2	93 hectare	127 hectare	220 hectare
Eemshaven 3	128 hectare	108 hectare	236 hectare

Eemshaven 1A

Alternatief Eemshaven 1A ligt in het westen van de Eemshaven. De locatie heeft een totaal oppervlak van 305 hectare, waarvan 150 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein is een grotendeels open terrein dat wordt doorsneden door een dijk en een spoorweg. Het deel ten noorden van de dijk ligt buitendijks. Dit deel ligt grotendeels braakliggend met daarnaast een terrein van Defensie. Ten zuiden van de dijk bestaat het terrein uit een opslag voor natte bulk, een zonnepark, windturbines, een hoogspanningsstation en landbouwgronden. Het werkterrein ligt aan de zuidzijde van het hoofdterrein in een agrarisch gebied met windturbines. Het hoofd- en werkterrein zijn fysiek van elkaar gescheiden door de Meeuwenstaartweg en de Binnenbermsloot. Aan de westkant van het hoofdterrein ligt de Waddenzee. Daar is het zoekgebied voor koelwater.

Eemshaven 1B

Alternatief Eemshaven 1B ligt aan de westkant naast de Eemshaven, net buiten de grenzen van het industrieterrein. De locatie heeft een oppervlak van 283 hectare, waarvan 118 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein ligt in de Emmapolder, een gebied met agrarische gronden met windturbines. Het hoofd- en werkterrein zijn fysiek van elkaar gescheiden door een spoorweg, de Meeuwenstaartweg en de Binnenbermsloot. Het werkterrein ligt in de Oostpolder tussen de spoorweg aan de westzijde, de N46 aan de oostzijde en de bandijk (Dijkweg) aan de zuidzijde. Het werkterrein is net als het hoofdterrein gelegen op agrarische gronden met windturbines. Ten noorden van het hoofdterrein ligt de Waddenzee. Hier ligt het zoekgebied voor koelwater.

Eemshaven 2

Alternatief Eemshaven 2 is centraal gelegen in de Eemshaven. De locatie heeft een oppervlak van 220 hectare, waarvan 93 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein is gelegen op het terrein van de kolencentrale. Het hoofdterrein wordt begrensd door de gasgestookte centrales aan de oost- en westzijde en de dijk. Het oostelijk deel van het hoofdterrein is buitendijks gelegen. Het werkterrein ligt binnendijks ten zuiden van het hoofdterrein in de Oostpolder. Het hoofd- en werkterrein worden fysiek van elkaar gescheiden door de Kwelderweg (N33), de Binnenbermsloot, een hoogspanningsstation, een datacenter in aanbouw en een bestaand datacenter. Het hoofdterrein grenst aan de noordkant aan de Waddenzee. Daar ligt het zoekgebied voor koelwater.

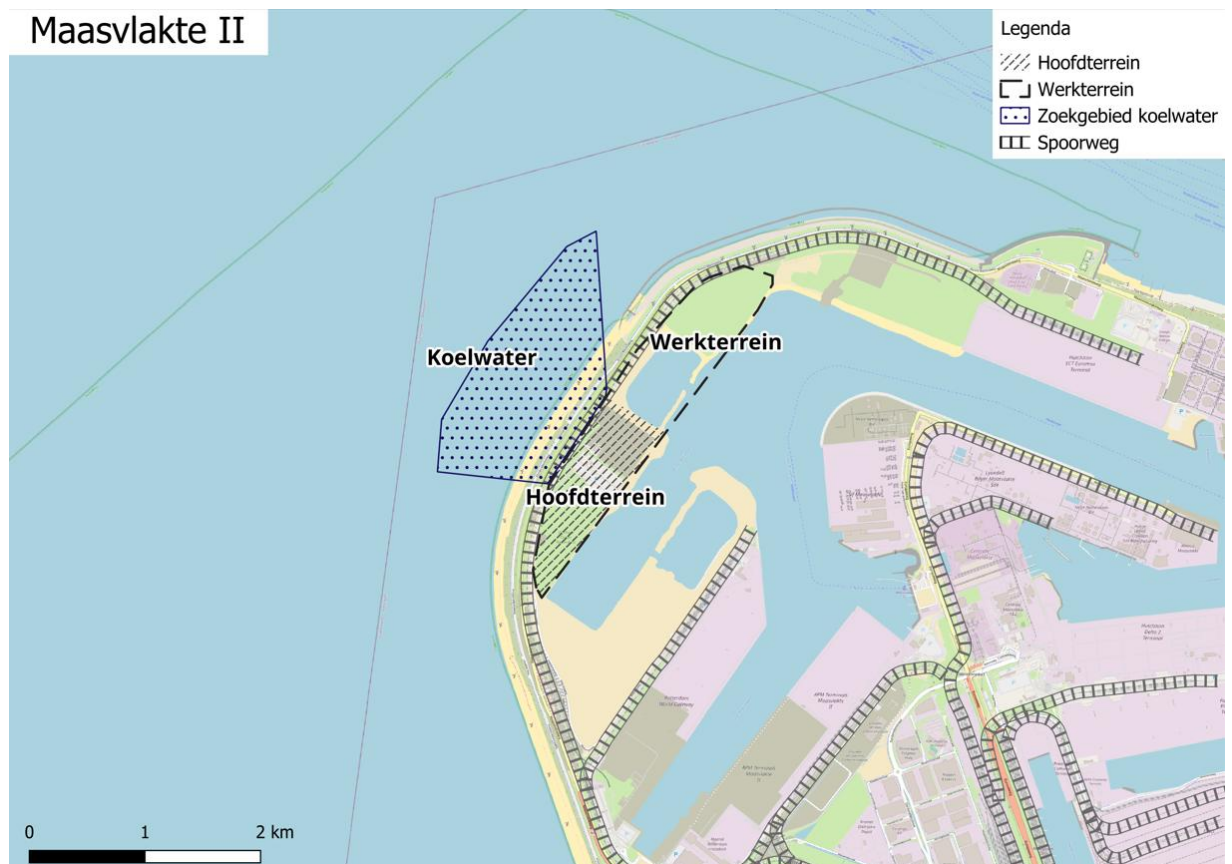
Eemshaven 3

Alternatief Eemshaven 3 ligt in het oosten van de Eemshaven. De locatie heeft een oppervlak van 236 hectare, waarvan 86 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein is binnendijks gelegen op het terrein van een gasgestookte centrale. Het terrein wordt begrensd door de dijk aan de noord-, oostzijde en westzijde, hoogspanningsstations aan de westzijde en een zonnepark aan de zuidzijde. Het werkterrein ligt ten zuidwesten van het hoofdterrein in de Oostpolder. Hier zijn landbouwgronden en windturbines aanwezig. Het hoofd- en werkterrein zijn fysiek van elkaar gescheiden door bedrijven, hoogspanningsstations, bovengrondse hoogspanningslijnen, een datacenter in aanbouw, een bestaand datacenter en de N33. Het hoofdterrein grenst aan de noord- en oostzijde aan de Waddenzee. Aan de noordzijde is het zoekgebied voor koelwater.

2.3 Alternatief Maasvlakte II

De Maasvlakte is een groot industriegebied in de Maasmond bij Rotterdam. De vlakte ligt direct aan de Noordzee en maakt deel uit van de Rotterdamse haven. Het gebied wordt gekenmerkt door grootschalige industriële activiteiten, brede watergangen met havenbekkens en een infrastructuurbundel rondom. Groene zones fungeren als buffers tussen de haven en het omliggende gebied. Aan de noordzijde bevindt zich een harde zeewering (een blokkendam met daarachter een steenstrand en een - groene- dijk) en aan de westzijde ligt een

zachte zeewering (een strand met daarachter een duin). Maasvlakte is ontsloten via de Europaweg en de A15 met het achterland.



Figuur 2-2 Overzichtskartaal Maasvlakte II

Tabel 2-5 Oppervlakte alternatief Maasvlakte II

Alternatief	Oppervlakte hoofdterrein	Oppervlakte werkterrein	Totale oppervlakte
Maasvlakte II	79 hectare	91 hectare	170 hectare

Binnen Maasvlakte II is er één locatie die onderzocht wordt in het plan-MER (zie Figuur 2-2). Het alternatief ligt aan de westkant van Maasvlakte II. De locatie heeft een oppervlak van 170 hectare, waarvan 79 hectare hoofdterrein.

Het hoofdterrein ligt op een grotendeels braakliggend terrein tussen het havenbekken van Maasvlakte II en de Noordzee in. Het terrein is ontsloten via de Maasvlakteweg en de naastgelegen spoorweg. Het werkterrein is direct aangrenzend aan het hoofdterrein. Ook het werkterrein ligt op een grotendeels braakliggend terrein, waarvan een deel water. Het hoofdterrein grenst aan de westzijde aan de Noordzee. Daar is het zoekgebied voor koelwater.

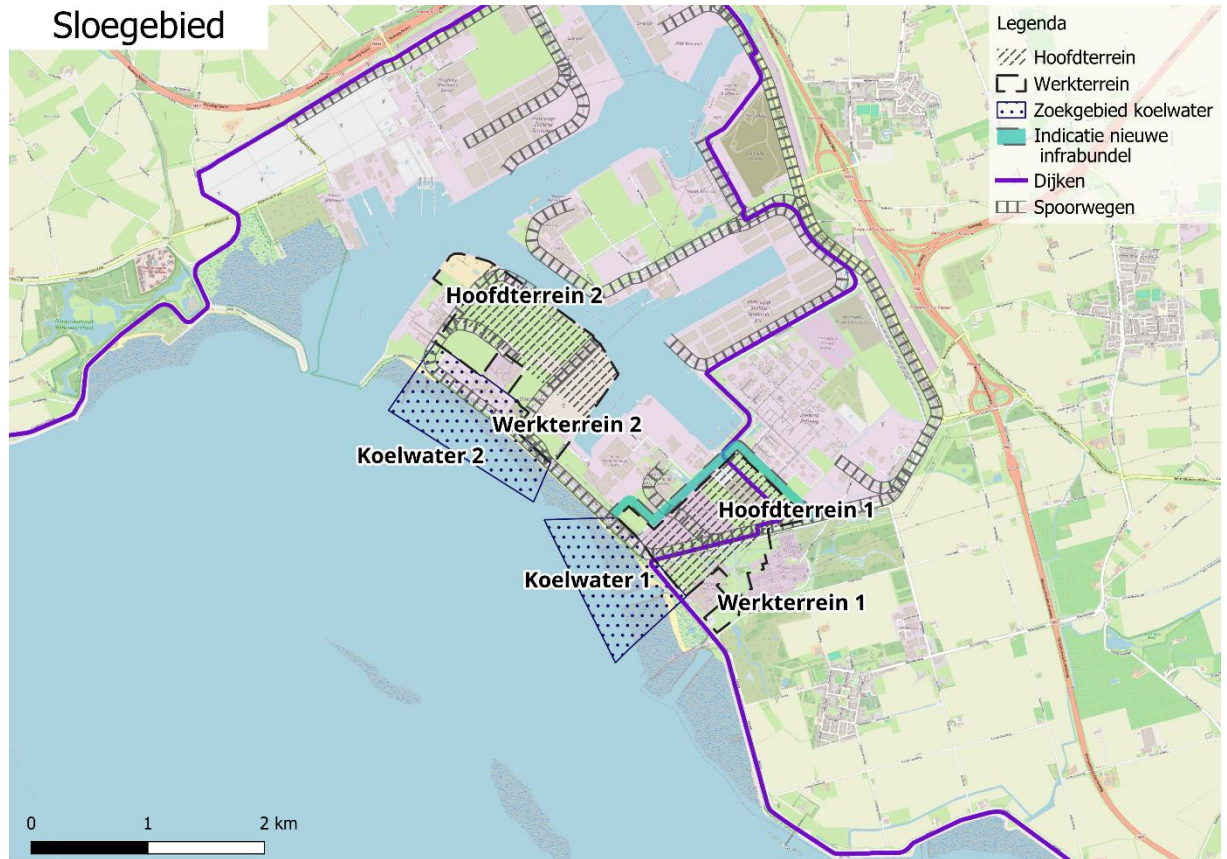
2.4 Alternatieven Sloegebied

Het Sloegebied is voor de helft gelegen in de gemeente Borsele (zuidelijk deel) en voor de helft gelegen in de gemeente Vlissingen (noordelijk deel). Het Sloegebied kenmerkt zich door grootschalige industrie en een ruime opbouw. Kenmerkende elementen zijn de insteekhavens, ruime kavels, grootschalige industriële complexen en kleinschaligere bedrijfsmatige bebouwing, bovengrondse en ondergrondse infrastructuur en landschappelijke inpassing rondom het zeehaven terrein met daaraan grenzend de N254. Op grotere afstand vanaf het bedrijventerrein bevinden zich agrarische bedrijven met bijbehorende bedrijfswoningen, verspreid liggende burgerwoningen en woonkernen waarvan de kern Nieuwdorp het dichtst bij het zeehaven terrein ligt.

Binnen het Sloegebied zijn er twee alternatieven die onderzocht worden in het plan-MER (zie Figuur 2-3):

- Sloegebied 1;

- Sloegebied 2.



Figuur 2-3 Overzichtskartaart alternatieven Sloegebied

Tabel 2-6 Oppervlakte per alternatief in het Sloegebied

Alternatief	Oppervlakte hoofdterrein	Oppervlakte werkterrein	Totale oppervlakte
Sloegebied 1	78 hectare	21 hectare	99 hectare
Sloegebied 2	81 hectare	51 hectare	132 hectare

Sloegebied 1

Alternatief Sloegebied 1 ligt in het zuiden van het Sloegebied. De locatie heeft een oppervlak van 99 hectare, waarvan 78 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein ligt naast de huidige kerncentrale in Borssele. Op het terrein zijn een zonnepark, windturbines en een converterstation in aanbouw aanwezig. Het hoofdterrein wordt doorkruist door de Europaweg zuid en een spoorweg. De spoorweg heeft een aftakking richting COVRA. Het werkterrein grenst aan de noord- en zuidkant aan het hoofdterrein. Het werkterrein aan de zuidkant ligt tussen twee hoogspanningsstations en de huidige kerncentrale van Borssele in. Het hoofdterrein grenst aan de zuidwest kant aan de Westerschelde. Hier ligt het zoekgebied voor koelwater.

Sloegebied 2

Alternatief Sloegebied 2 ligt centraal gelegen in het Sloegebied. De locatie heeft een oppervlak van 132 hectare, waarvan 81 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein bestaat grotendeels uit braakliggende grond en uit terreinen van een bulkhaven (westkant), een energiebedrijf (midden) en spoorwegen. Het hoofdterrein is begrensd door de havenbekkens aan de noord- en oostkant en door de spoorweg aan de zuid- en westkant. Het werkterrein ligt tussen het hoofdterrein aan de noordkant en het zoekgebied voor koelwater aan de zuidkant. Het hoofdterrein grenst aan het havenbekken van het Sloegebied. Het werkterrein grenst aan de Westerschelde. In de Westerschelde ligt het zoekgebied voor koelwater.

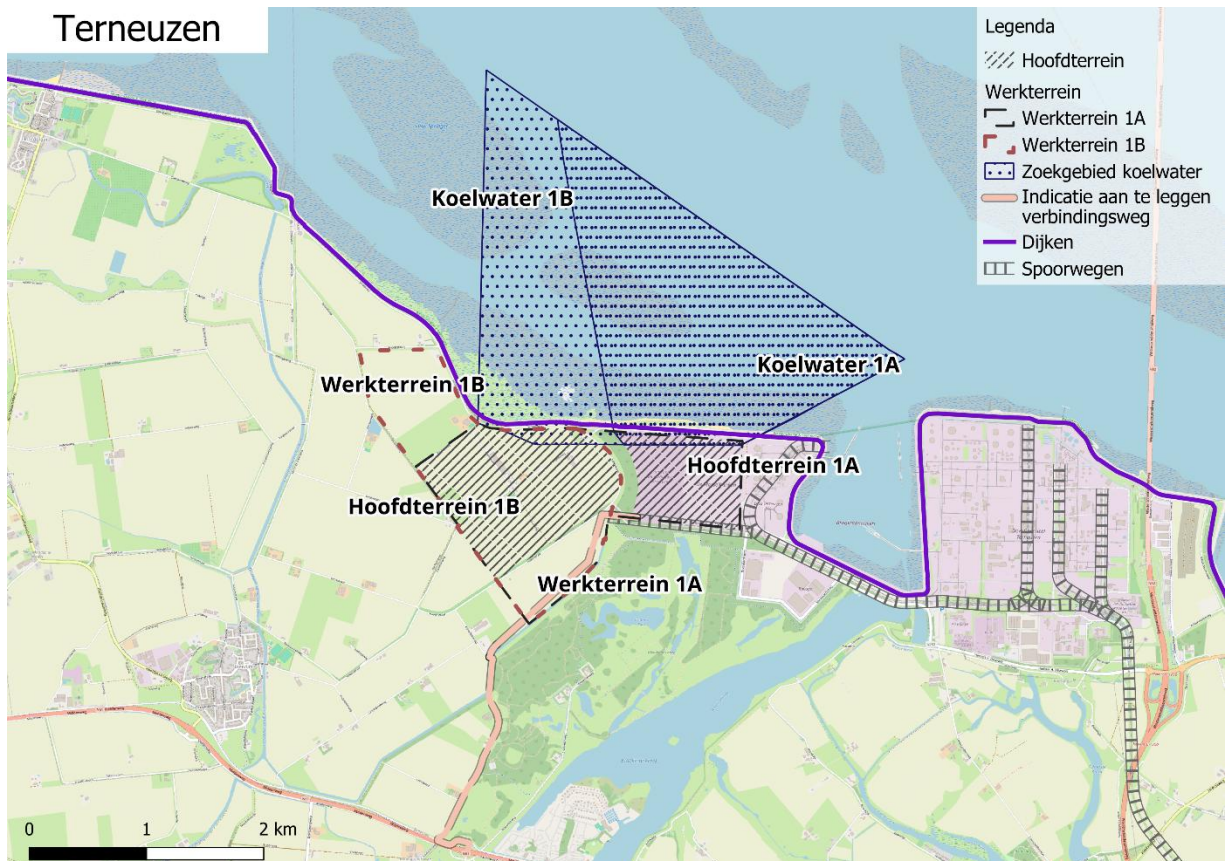
2.5 Alternatieven Terneuzen

De Mosselbanken (Valuepark), ten westen van Terneuzen, DOW CHEMICAL Chemicals en het kanaal Gent-Terneuzen, is in 1977 ingepolderd voor industrie. Het gebied maakt onderdeel uit van het industrieel cluster en

de havens in Terneuzen en wordt ontwikkeld tot een duurzaam en circulair industriepark. In het oostelijk deel van de polder ligt een olieterminal. In het westelijk deel staan windturbines en ligt een zonnenveld. De Paulinapolder ten westen van de Mosselbanken is agrarisch gebied. Beide polders worden gescheiden door de Scheldedijk en grenzen aan de Westerschelde. Aan de zuidzijde ligt de Braakman, een gebied met natuurwaarden en verderop recreatievoorzieningen. De huidige ontsluiting van de Mosselbanken ligt langs DOW CHEMICAL. Iets verderop ligt de N62, de weg door de Westerscheldetunnel. De Paulinapolder is via Biervliet ontsloten op de N61 in het zuiden.

Binnen Terneuzen zijn er twee alternatieven die onderzocht worden in het plan-MER (zie Figuur 2-4):

- Terneuzen 1A;
- Terneuzen 1B.



Figuur 2-4 Overzichtskaart alternatieven Terneuzen

Tabel 2-7 Oppervlakte per alternatief in Terneuzen

Alternatief	Oppervlakte hoofdterrein	Oppervlakte werkterrein	Totale oppervlakte
Terneuzen 1A	68 hectare	196 hectare	264 hectare
Terneuzen 1B	142 hectare	102 hectare	244 hectare

Terneuzen 1A

Alternatief Terneuzen 1A ligt ten westen van het industrieterrein van Terneuzen. De locatie heeft een oppervlak van 264 hectare, waarvan 68 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein is binnendijs gelegen op de Mosselbanken waar in de huidige situatie braakliggende grond is en een zonnepark. Het hoofdterrein wordt aan de noordkant begrensd door de dijk aan de Westerschelde, aan de oostkant door een bedrijf (bulkopslag), aan de zuidzijde door een spoorweg en Natuureservaat Braakman Boerderij, en aan de westzijde door de Scheldedijk. Het werkterrein, ten westen van het hoofdterrein, is gelegen in de Paulinapolder. Hier zijn landbouwgronden. Het werkterrein wordt begrensd door de Paulinaweg aan de westzijde, de dijk aan de noordzijde en Natuureservaat Braakman Boerderij aan de zuidzijde. Het hoofdterrein grenst aan de noordzijde aan de Westerschelde. Hier is het zoekgebied voor koelwater.

Deelrapport Veiligheid

Plan-MER Locatiekeuze Nieuwbouw Kerncentrales

projectnummer 0486653.100

1 mei 2026

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Terneuzen 1B

Alternatief Terneuzen 1B ligt ten westen van het industrieterrein van Terneuzen. De locatie heeft een oppervlak van 244 hectare, waarvan 142 hectare hoofdterrein. Het hoofdterrein is binnendijs gelegen op landbouwgronden van de Paulinapolder. Het terrein wordt aan de noordzijde begrenst door de dijk aan de Westerschelde, aan de oostzijde door de Scheldedijk, aan de zuidzijde door de Havenstraat en aan de westzijde door de Thomaesweg en Paulinadijk. Het werkterrein ligt aansluitend op het hoofdterrein aan de noord- en zuidzijde op agrarische gronden van de Paulinapolder. Het werkterrein grenst aan de noordzijde aan de dijk en de Appelzakweg en aan de zuidzijde aan Natuureservaat Braakman Boerderij. Het hoofdterrein grenst aan de noordzijde aan de Westerschelde. Hier is het zoekgebied voor koelwater.

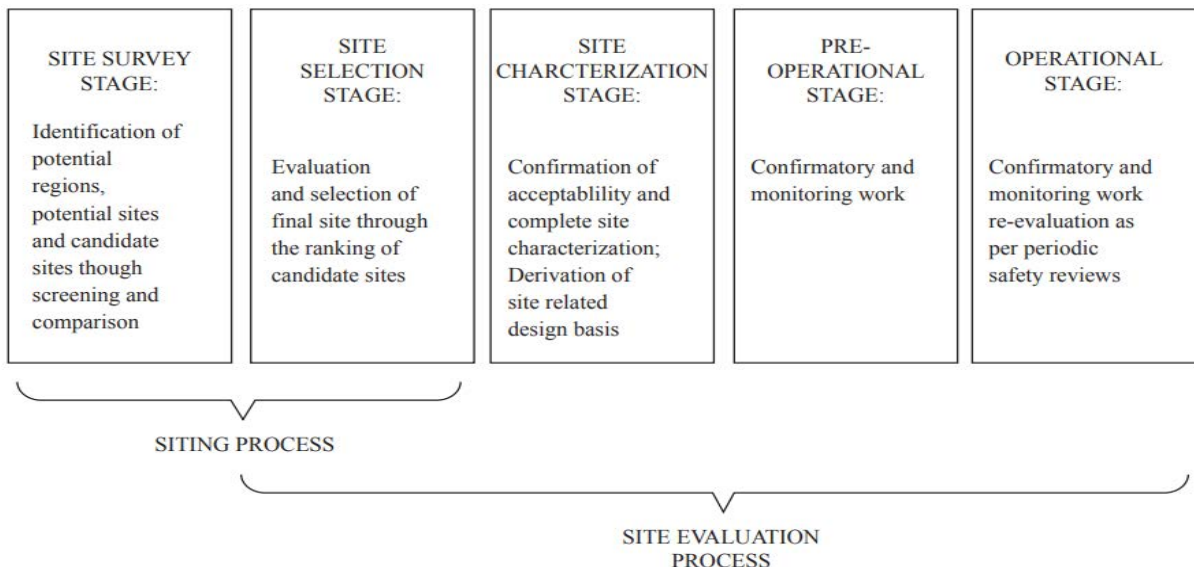
3. Nucleaire veiligheid en stralingsbescherming

3.1 Nucleaire veiligheid

3.1.1 Veiligheidsdocumenten en stappenplan IAEA

Het Internationaal Atoomenergie Agentschap (International Atomic Energy Agency, IAEA) heeft een reeks veiligheidsdocumenten ontwikkeld die dienen als wereldwijde referentie om nucleaire veiligheid te waarborgen en de bescherming van mensen en het milieu te garanderen. Deze documenten zijn onderverdeeld in drie hoofdcategorieën: Safety Fundamentals, Safety Requirements en Safety Guides. De Safety Fundamentals leggen de fundamentele veiligheidsdoelstellingen en –principes vast die als basis dienen voor alle andere veiligheidsnormen. De Safety Requirements beschrijven de specifieke vereisten die moeten worden nageleefd om een hoog niveau van bescherming te waarborgen. De Safety Guides bieden gedetailleerde aanbevelingen, waaronder de Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations (No. SSG-35), en richtlijnen over hoe aan deze vereisten te voldoen. Deze normen worden wereldwijd gebruikt door regelgevende instanties, nationale autoriteiten, en organisaties die betrokken zijn bij het ontwerp, de bouw en exploitatie van nucleaire faciliteiten, evenals door organisaties die straling gerelateerde technologieën gebruiken. Door deze geharmoniseerde veiligheidsnormen te volgen wordt gestreefd naar een consistent hoog veiligheidsniveau wereldwijd, wat cruciaal is voor het beschermen van de bevolking en het milieu tegen de potentiële risico's van nucleaire activiteiten.

Het internationaal stappenplan van de IAEA voor het kiezen van locaties voor kerncentrales is opgenomen in de volgende figuur. Dit stappenplan is vastgelegd in de internationale richtlijn SSG-35.



Figuur 3-1 De vijf fasen van de twee processen om de veiligheid van een locatie voor een kerncentrale te waarborgen (bron: SSG-35)

De stappen die nu gezet worden binnen deze mer-procedure

In de eerste fase van het locatie proces als onderdeel van het internationaal stappenplan van de IAEA worden grote gebieden onderzocht om kleinere gebieden en uiteindelijk, binnen die kleinere gebieden, potentiële locaties voor de nieuwbouw van kerncentrales te identificeren: de zogeheten 'site survey stage'. Dit onderdeel van het stappenplan van de SSG-35 komt overeen met het in de NRD beschreven proces hoe er tot te onderzoeken locaties in Nederland is gekomen.

In de 'site selection stage' worden ongeschikte locaties afgewezen. De overgebleven locaties worden beoordeeld op basis van veiligheid en andere overwegingen om tot een voorkeurslocatie te komen. Dit onderdeel van het stappenplan van de SSG-35 komt overeen met de fase waar dit onderhavig document voor is bedoeld: het beoordelen van de diverse locatiealternatieven om zo te kunnen trechteren naar een voorkeur. Deze informatie landt in het plan-MER.

Stappen die in de toekomst gezet worden

Als er een voorkeurslocatie is aangewezen (in het Nederlandse geval in de vorm van een voorkeursbeslissing door de minister van zowel EZK als van VRO), wordt alle relevante informatie over de gekozen voorkeurslocatie verzameld in de 'site characterization stage'. Op basis van deze informatie worden de ontwerpcriteria voor de bouw en exploitatie van de faciliteit vastgesteld, rekening houdend met de specifieke risico's en kenmerken van de locatie.

In de 'pre operational stage' worden de studies en onderzoeken die in de eerdere fasen zijn begonnen, voortgezet na de start van de bouw en vóór de start van de exploitatie van de nucleaire installatie. Dit gebeurt om de beoordeling van de locatiemarken te voltooien en te verfijnen. De verkregen locatiegegevens maken een definitieve beoordeling van de simulatiemodellen mogelijk die in het definitieve ontwerp worden gebruikt.

In de 'operational stage' worden geschikte veiligheid gerelateerde locatie-evaluatieactiviteiten uitgevoerd gedurende de gehele levensduur van de nucleaire installatie(s). Dit gebeurt voornamelijk door middel van monitoring en periodieke veiligheidsbeoordelingen.

3.1.2 Specific Safety Guides (SSG)

De SSG-35 bevat relevante beoordelingscriteria om tot een realistische locatie voor kerncentrales te komen. De beoordelingscriteria zien toe op een veilige locatie. Het gaat hierbij vooral om het beeld krijgen van omgevingskenmerken die belemmerend werken om op lange termijn gegarandeerd veilig te opereren.

De SSG-35 maakt onderscheid tussen uitsluitende harde criteria ('exclusionary' criteria) en nader te beoordelen zachte criteria ('discretionary' criteria). De hiernavolgende tabel geeft aan om welke criteria de SSG-35 draait. Duidelijk moet zijn dat als er een groot risico gesignaleerd wordt op een exclusionary criterium, de locatie als ongeschikt wordt gezien. Daarentegen valt er bij discretionary criteria meer af te wegen, en is de onderbouwing dat dat aspect geen belemmering vormt (of te mitigeren is) veel belangrijker.

Locaties die positief scoren op de criteria voldoen dus in principe aan een veilige locatie voor kerncentrales – waarmee nog niet gezegd is dat een kerncentrale daar definitief kan komen; mogelijk andere belemmerende factoren (zoals milieu of politiek draagvlak) dragen immers ook bij aan een locatiekeuze.

In gevallen waar locaties minder goed scoren op deze criteria kunnen aanpassingen op het ontwerp van de kerncentrales nodig zijn om aan de hoge veiligheidseisen te voldoen, of zijn er maatregelen nodig om de locatie meer geschikt te maken. Deze maatregelen of aanpassingen worden waar nodig in een latere fase uitgewerkt.

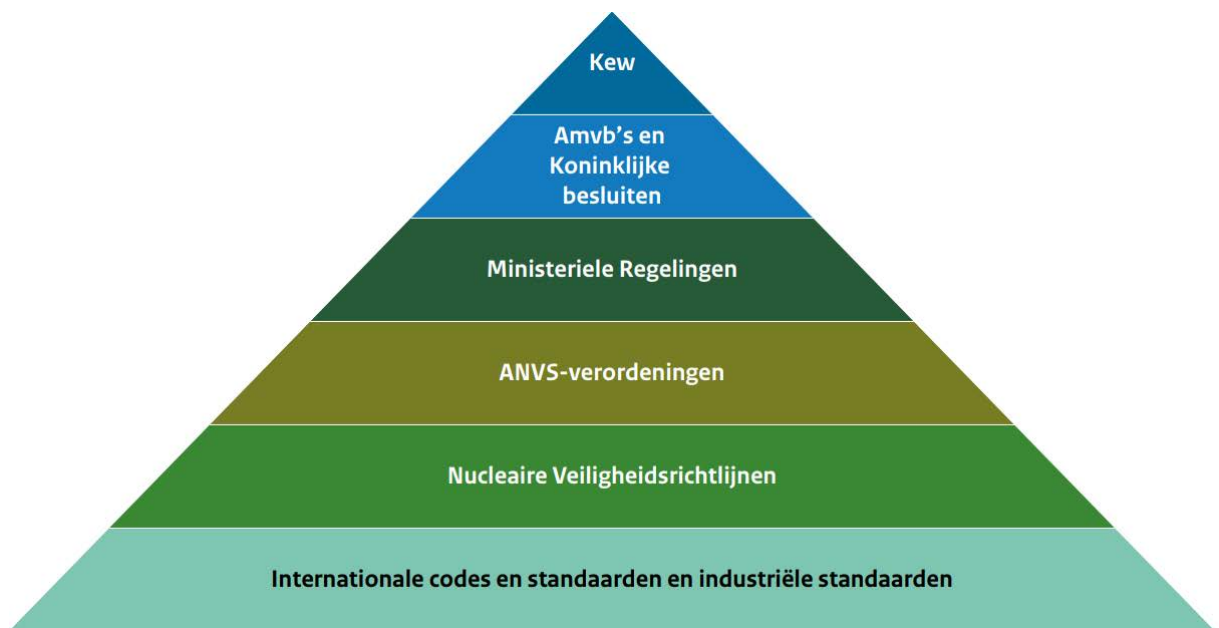
Tabel 3-1 Veiligheidsaspecten en criteria van SSG-35, onderverdeeld in harde uitsluitende of nader te beoordelen criteria

Veiligheidsaspect	Criterium	Categorie	
		Uitsluitend (hard) criterium	Nader te beoordelen (zacht) criterium
Aardbevings-risico's	Oppervlaktebreuken	✓	
	Bevingen		✓
Geologische risico's	Grote landverschuiving	✓	
	Bepaalde landverschuiving		✓
	Draagkracht		✓
	Bodemverzakking		✓
	Sterke bodemvervloeiing	✓	
	Bepaalde bodemvervloeiing		✓
	Karst	✓	

Veiligheidsaspect	Criterium	Categorie	
		Uitsluitend (hard) criterium	Nader te beoordelen (zacht) criterium
Vulkanisme	Lavastroom	✓	
	Pyroclastische stroom	✓	
	Bodemdeformatie	✓	
	Vallend vulkanisch as		✓
	Vulkanische gassen		✓
	Grote modderstromen	✓	
Overstromingsrisico's	Open wateren		✓
	Damdoorbraak		✓
	Golfslag		✓
	Tsunami		✓
Extreme weersomstandigheden	Natuurbrand		✓
	Stormen		✓
	Tornado's		✓
	Tropische stormen		✓
	Zand- en stofstormen		✓
	Hevige regenval		✓
Risico's door menselijk handelen	Militaire objecten		✓
	Installaties (Seveso)		✓
	Transportroutes weg, spoor en water		✓
	Luchthavens en vliegroutes		✓
	Elektromagnetisme		✓
	Andere nucleaire installaties		✓
Nucleaire beveiliging	Beveiliging van het nucleaire terrein		✓
Emissies	Emissies naar lucht en water		✓
Ongevallen en crisisbeheersing	Haalbaarheid crisisbeheersing	✓	
	Implementatie crisisbeheersing		✓

3.1.3 Kernenergiewet

De Kernenergiewet (Kew) en de daarop gebaseerde regelgeving en vergunningen, inclusief de daaraan verbonden voorschriften, vormen het fundament voor de juridische borging van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming in Nederland. Sinds de invoering van de Kernenergiewet in 1963 is deze wet ruim vijftig keer aangepast. Er heeft geen fundamentele herziening plaatsgevonden, omdat de wet en de delegatiebepalingen voldoende flexibiliteit en basis bieden om Europese en internationale regelgeving te implementeren. Het Nederlandse wettelijke kader voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming is weergegeven in de piramide hieronder.



Figuur 3-2 Visualisatie van het wettelijke kader voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming (bron: Wegwijzer Nationaal beleid nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, 2022)

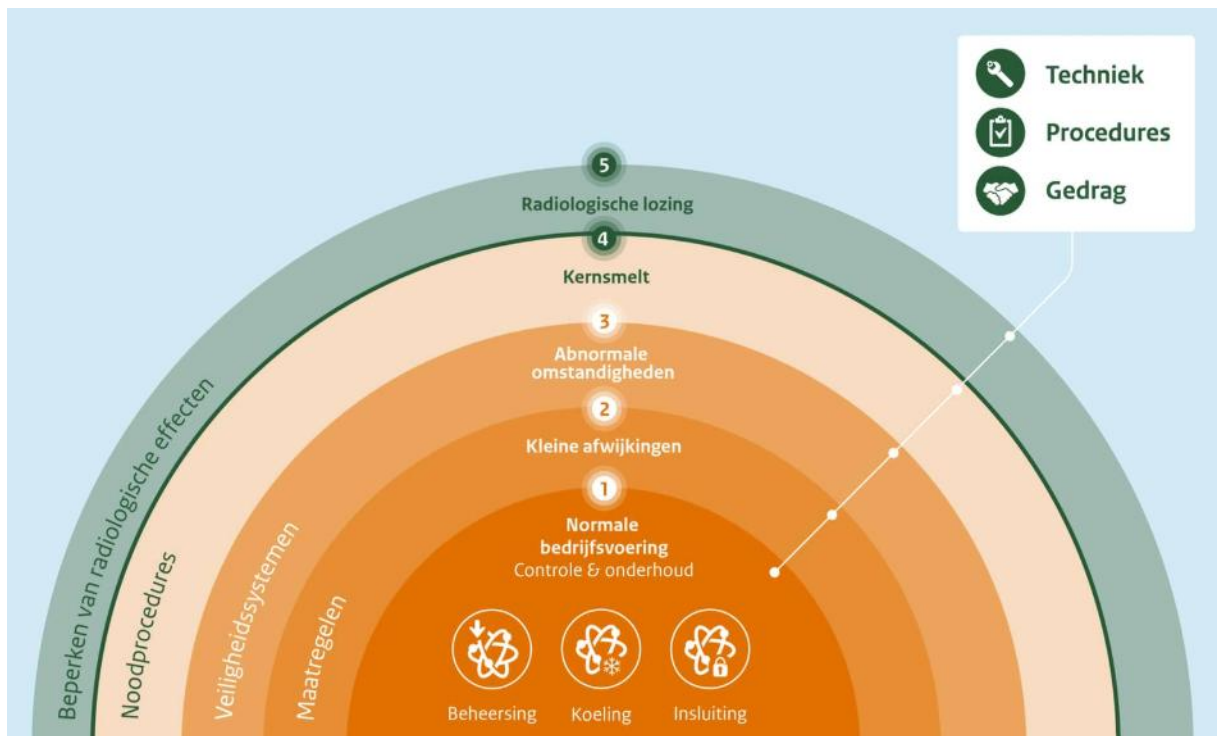
De Kernenergiewet is een raamwet die ongeveer tachtig artikelen omvat. Een bijzonder kenmerk van deze wet is het integrale karakter: alle toepassingen van ioniserende straling en de voorschriften ter bescherming hiertegen worden uitsluitend in deze wet en de daarop gebaseerde regelgeving geregeld.

In deze fase van de locatiekeuze is het vooral relevant of kaders vanuit de Kernenergiewet en de daarop gebaseerde regelgeving voor onderscheid zorgen bij de alternatieve locaties. Voor het aspect veiligheid is het relevant dat conform Artikel 18 van het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) de kans van 10^{-6} per jaar dat een persoon, die zich permanent en onbeschermd buiten de desbetreffende inrichting zou bevinden, overlijdt als gevolg van een buiten-ontwerpongeval niet verder mag reiken dan de terreingrens. Als de 10^{-6} per jaar contour buiten de terreingrens reikt wordt de vergunning geweigerd. Aangezien alle kerncentrales hieraan moeten voldoen en dit op iedere locatie mogelijk is, is dit geen onderscheidend aspect.

3.1.4 Gelaagde veiligheid

Er zijn binnen een nucleaire installatie meerdere veiligheidsmechanismen die ervoor zorgen dat de kans op een radiologische emissie naar buiten wordt beperkt (gelaagde veiligheid). De gelaagde veiligheid van een kerncentrale bestaat uit meerdere niveaus (zie Figuur 3-3).

Op alle niveaus dienen de radioactieve stoffen binnen de kerncentrale gehouden te worden. Alles dient in het werk gesteld te worden om lozingen naar de buitenwereld tegen te gaan. Bij veiligheidsniveaus 1 t/m 4 zijn procedures en maatregelen van kracht die elke vorm van ongeval binnen de kerncentrale houdt. Er treedt dan geen radiologische lozing op naar de buitenwereld. Echter, voorbij veiligheidsniveau 4 en voorbij de dikke groene lijn, treedt er wel een radioactieve lozing op naar de buitenwereld.



Figuur 3-3 De gelaagde veiligheid van een kerncentrale (bron: ANVS)

De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) noemt de veiligheidsfilosofie van de vijf veiligheidsniveaus het 'defense in depth'-principe. Elk veiligheidsniveau heeft een eigen maatregelenpakket:

1. *Niveau 1*: Dit niveau draait om het voorkomen van ongelukken door een zodanig ontwerp dat het bedrijf betrouwbaar, stabiel en eenvoudig is. Dit betekent technologie van hoge kwaliteit met ruime veiligheidsmarges voor de sterkte en capaciteit van veiligheidgerelateerde componenten. Ook goed opgeleid en regelmatig bijgeschoold personeel is hiervoor van belang. Niveau 1 is dus de normale bedrijfsvoering.
2. *Niveau 2*: Dit niveau draait om het verder waarborgen van een normale procesgang. Een kerncentrale moet regel- en bewakingsapparatuur hebben die het proces bij afwijkingen onmiddellijk in veilige bedrijfstoestand brengt. Deze apparatuur is altijd meervoudig uitgevoerd, zodat als er één in onderhoud is of uitvalt, er minimaal één andere is die de taken nog steeds naar behoren volbrengt.
3. *Niveau 3*: Voor het geval dat bovengenoemde apparatuur toch faalt door abnormale omstandigheden, zijn veiligheidssystemen ingebouwd die de reactor automatisch in veilige toestand brengen en voorkomen dat radioactiviteit ontsnapt. Deze systemen zijn ontworpen op de zogenoemde 'design basis accidents' (binnen-ontwerp ongevallen), een aantal relatief standaard afwijkende gebeurtenissen en potentiële ongelukken die vooraf uitgedacht en uitgewerkt zijn. Ook deze systemen zijn weer meervoudig uitgevoerd zodat er bij onderhoud of storing altijd een back-up is die de taken naar behoren uitvoert.
4. *Niveau 4*: Bij het vierde niveau draait het om de beheersing van ernstige ongevallen met als doel de gevolgen te beperken en de uitstoot van radioactiviteit te voorkomen. Denk hierbij aan noodprocedures, maar ook aan extra aansluitmogelijkheden voor de voorziening van noodkoelwater en elektriciteit. Een ongeval van deze omvang kan resulteren in een kernsmelt. Alle nood- en veiligheidsprocedures worden in werking gesteld om een radioactieve lozing naar de buitenwereld te voorkomen.
5. *Niveau 5*: Bij dit niveau is er sprake van een noodsituatie waarbij er sprake is van een radioactieve lozing naar de omgeving. Het beperken van het besmettingsgevaar van de omgeving is bij de kerncentrale het hoofddoel. In de omgeving is het doel om bij ernstige radioactieve uitstoot van tevoren een noodtoestandscenario vast te stellen en een getrainde responsorganisatie oproepbaar te hebben.

3.2 Stralingsbescherming

Ioniserende straling is de benaming voor alle straling van hoge energie, die stoffen kan ioniseren. Hierbij wordt een elektron uit een atoom vrijgemaakt. Dit kan schade veroorzaken in het materiaal waar dit atoom zich in

bevindt. Als dit in levend weefsel gebeurt, kan dat leiden tot gezondheidsschade bij mens en dier. Daarom moet de blootstelling aan ioniserende straling beperkt worden tot een niveau dat zo laag is als redelijkerwijs mogelijk.

Bij lage stralingsdoses wordt de hoeveelheid straling die een mens ontvangt uitgedrukt in millisievert (mSv). Uit onderzoek komt naar voren dat het verband tussen de hoeveelheid straling die een mens heeft opgelopen en de extra kans op het optreden van kanker circa 1 procent is bij een stralingsdosis van 200 millisievert. Ter vergelijking: gemiddeld ontvangen leden van de bevolking in Nederland een stralingsdosis van bijna 3 millisievert per jaar.

De ANVS ziet toe op de veiligheid van kerncentrales. Het beleid rondom stralingsbescherming wordt gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Pas bij de vergunningverlening wordt er werkelijk getoetst aan de stralingsbeschermingsdoses die in de wet zijn opgenomen. Voor de volledigheid is in deze paragraaf wel ingegaan op wat stralingsbescherming inhoudt en hoe er wordt gehandeld wanneer dosislimieten overschreden worden.

3.2.1 *Stralingsbescherming bij een normale situatie*

Het primaire doel van stralingsbeschermingsmiddelen is om personen te beschermen tegen een hoge dosis straling. Hiervoor wordt bij de vergunningverlening en de toezichthouding gebruikt gemaakt van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs). Het Bbs stelt regels ter bescherming van de bevolking, het milieu, werknemers en patiënten tegen de schadelijke gevolgen van ioniserende straling. Er worden daarbij een drietal basisprincipes gehanteerd, te weten het rechtvaardigingsbeginsel, het optimalisatiebeginsel en de dosislimieten:

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

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

Tabel 3-2 Maximale dosis op basis van type ontvanger van straling

Type ontvanger van straling	Maximale dosis op basis van het Bbs
Categorie-A (gecontroleerde zone)	20 mSv/jaar
Categorie-B (bewaakte zone)	6 mSv/jaar
Niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers	1 mSv/jaar
Inwoners van buiten de kerncentrale	0,1 mSv/jaar

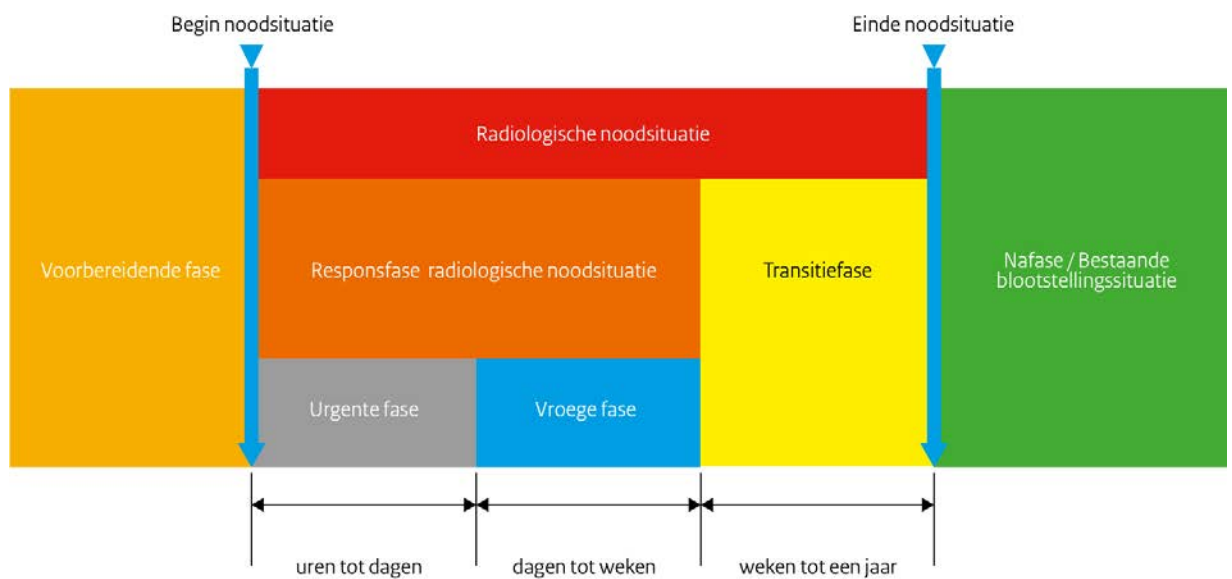
De stralingsbeschermingsregels uit het Bbs zijn er dus op gericht om ook binnen een nucleaire installatie de blootstelling zo laag als mogelijk te houden. De kans op langdurige effecten en schade aan het lichaam zijn dus pas rond de 200 mSv/jaar één procent hoger. De waarden uit de tabel hierboven blijven daar ruim onder zodat er in een normale bedrijfsvoering geen toegenomen kans op ziekten of andere gevolgen van straling optreedt.

3.2.2 *Stralingsbescherming bij een noodsituatie*

In het Landelijk Crisisplan Straling (LCP-S, 2021) is omschreven op welke wijze bij de bestaande nucleaire installaties gehandeld wordt in het geval van een radiologische noodsituatie. Het doel van het LCP-S is om beschermingsmaatregelen te bieden in het geval van een kernongeval, om zogeheten deterministische effecten te voorkomen en stochastische effecten zoveel als mogelijk te beperken. Op dit moment is er nog geen crisisplan voor twee nieuwe kerncentrales. Er is in dit deelrapport vanuit gegaan dat dit grotendeels zal aansluiten bij wat er op dit moment in het LCP-S is opgenomen.

Een ongeval in of bij een kerncentrale heeft gevolgen voor de leefomgeving wanneer er radioactieve stoffen naar buiten treden. Dit is het geval als er een kernsmelt plaatsvindt met een radioactieve lozing naar de omgeving. Naast het verloop van het ongeval zijn ook de omgeving waar het ongeval plaatsvindt, het weer, de windrichting, en de adequaatheid van responsteams leidend bij het nemen van mogelijke beschermingsmaatregelen.

Een kernongeval met radiologische effecten bestaat uit verschillende fasen. In de meeste gevallen kent een potentieel nucleair ongeval een bepaalde aanlooptijd, veelal van een paar uur tot enkele dagen voordat er een radioactieve lozing naar de omgeving optreedt. Dit betekent dat er tijd is (al dan niet beperkt) om beschermingsmaatregelen te nemen en, indien nodig, mensen in de omgeving in veiligheid te kunnen brengen. De schematische weergave hieronder laat zien dat een potentieel radiologische noodsituatie een verloop kent met een urgente fase in het begin waarin mogelijk snel beschermingsmaatregelen noodzakelijk zijn, tot later waarin de omgeving met radioactieve blootstelling in een transitiefase terecht komt.



Figuur 3-4 Schematische weergave van de fase-indeling bij een stralingsongeval (bron: Landelijk Crisisplan Straling, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021)

In de urgente fase hebben de ministeriële verantwoordelijken de mogelijkheid om bepaalde voorbereide maatregelen snel te implementeren. Deze staan benoemd in het LCP-S. Het doel van het LCP-S is om op hoofdlijnen snel inzicht en overzicht te creëren in de bestaande afspraken op nationaal en regionaal niveau over de beheersing van stralingsongevallen. In het plan is de crisisaanpak en de samenwerking en aansluiting met betrokken partijen opgenomen. De algemene doelen van de crisisbeheersing bij een stralingsongeval zijn als volgt:

- Levens redden en blootgestelde slachtoffers behandelen;
- Ernstige deterministische effecten voorkomen of minimaliseren;
- Het risico op stochastische effecten verminderen;
- Controle over de situatie terugkrijgen en de gevolgen beperken;
- Het publiek op de hoogte houden;
- (Voor zover praktisch mogelijk) niet-radiologische gevolgen beperken;
- (Voor zover praktisch haalbaar) eigendommen en milieu beschermen;
- (Voor zover praktisch mogelijk) voorbereiden op de hervatting van het normale sociale leven.

Bepaalde acties die getroffen dienen te worden in het geval een stralingsongeval vergen een zogeheten sleutelbesluit: een noodzakelijk besluit over beschermingsmaatregelen met grote maatschappelijke impact die onder tijdsdruk genomen dient te worden door een bevoegd gezag. Hierbij is het afkondigen van een radiologische noodsituatie de eerste stap. In de onderstaande tabel is een overzicht van de (niet-uitputtende) sleutelbesluiten opgenomen.

Tabel 3-3 Overzicht (niet-uitputtend) van sleutelbesluiten bij een stralingsongeval met indicatief de wettelijke grondslagen en bevoegdheden, zoals vastgelegd in de Kernenergiewet en diverse sectorale wetten (bron: Landelijk Crisisplan Straling, 2021)

Onderwerp	Bevoegd gezag / Wettelijke grondslag
Afkondigen radiologische noodsituatie	M lenW bij een ongeval met een categorie A-object (Bbs, artikel 6.4)
Schuilen	M JenV (Kernenergiewet, artikel 46 lid 2, onderdeel b) Vz VR (Kernenergiewet artikel 49b juncto artikel 46 lid 2)
Evacuatie van bevolking	M JenV (Kernenergiewet, artikel 46 lid 2, onderdeel c) Vz VR (Kernenergiewet artikel 49b juncto artikel 46 lid 2)
Evacuatie van vee	M LNV (Kernenergiewet, artikel 46 lid 2, onderdeel c) Vz VR (Kernenergiewet artikel 49b juncto artikel 46 lid 2)
Tijdelijke relocatie van bevolking	M JenV (Kernenergiewet, artikel 46 lid 2, onderdelen a en c) Vz VR (Kernenergiewet artikel 49b juncto artikel 46 lid 2)
Toegangsbeperking voor mensen tot het verontreinigde gebied instellen	M JenV (Kernenergiewet, artikel 46 lid 2, onder a) Vz VR (Kernenergiewet artikel 49b juncto artikel 46 lid 2)
Jodiumprofylaxe	M VWS (Kernenergiewet, artikel 46 lid 2, onder d) Vz VR (Kernenergiewet artikel 49b juncto artikel 46 lid 2)
Interventies scheepvaartverkeer Scheldegebied	Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (Verdrag gemeenschappelijk nautisch beheer Scheldegebied)
Sluiting luchtruim, waaronder omleiding vliegverkeer	M lenW in mandaat ILT luchtvaart (Wet Luchtvaart, artikel 5.10 lid 1) in afstemming met de LVN

Maatregelenzones crisisbeheersing

Het LCP-S hanteert enkele zones waarbinnen maatregelen of een specifiek menselijk handelen dient plaats te vinden. Dit sluit aan bij een recent advies van het ministerie van lenW om een onderzoekskader van 20 kilometer te hanteren (ISR, Verkennend onderzoek 'Locatiegerelateerde ongevalsvoorbereidingseisen bij de nieuwbouw van kernreactoren'). Binnen deze 20 kilometer is de aanbeveling crisisbeheersing uitgewerkt en in de startblokken te hebben staan. Daarnaast hanteert het LCP-S ook nog de straal van 100 kilometer waarbinnen gewerkt wordt met jodiumprofylaxe om de effecten van straling in de schildklier aan te pakken.

Uitgaande van de werkwijze zoals opgesteld in het LCP-S, wordt in een straal van 10 kilometer rond de kerncentrales het gehele gebied geëvacueerd. Inwoners binnen een straal van de eerste 5 kilometer hebben hier voorrang. Dit betekent dat inwoners, werknemers van omliggende bedrijven, toeristen, et cetera tijdig als mogelijk verplaatst dienen te worden. Het hele gebied moet namelijk ontruimd worden.

Tussen 10 en 20 kilometer vanaf de kerncentrales schrijft het LCP-S voor dat schuilen de meest gewenste oplossing is. Dat betekent voor inwoners dat ze vooral naar binnen moeten, ramen en deuren sluiten, mechanische ventilatie zo mogelijk afschakelen, en naar noodcommunicatie op radio of tv luisteren. Mogelijk dat er, afhankelijk van de windrichting in een strook die de wind volgt, ook tot 20 kilometer geëvacueerd moet worden.

3.3 Omgevingsveiligheid

Omgevingsveiligheid gaat in op de kans en de bijbehorende effecten van een ongeval met gevaarlijke stoffen. Binnen de omgevingsveiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico (in de vorm van aandachtsgebieden). Hoewel beide begrippen onderlinge samenhang vertonen zijn er belangrijke verschillen. Hieronder worden beide begrippen verder uitgewerkt:

- Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die 24 uur per dag op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren. De bescherming die binnen deze contouren geboden moet worden is afhankelijk van de kwetsbaarheid van de functies in de gebouwen en locaties. Bijlage VI van het Besluit kwaliteit leefomgeving maakt onderscheid in zeer kwetsbare functies zoals ziekenhuizen en kinderdagverblijven, kwetsbare functies zoals woningen, en beperkt kwetsbare functies zoals kleine kantoren en werkplaatsen.

- Een aandachtsgebied is een gebied waarbinnen personen in een gebouw onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van een incident met gevaarlijke stoffen. De Omgevingswet kent drie soorten aandachtsgebieden:
 - een brandaandachtsgebied (bijvoorbeeld voor een plasbrand langs het spoor of fakkelbrand bij een hogedruk aardgastransportleiding);
 - een explosieaandachtsgebied (bijvoorbeeld voor een BLEVE langs het spoor of bij een LPG-tankstation);
 - een gifwolkaandachtsgebied (bijvoorbeeld rondom chemische bedrijven).

Binnen een aandachtsgebied moet de gemeente in het omgevingsplan beschouwen hoe groepen mensen beschermd worden en of deze bescherming afdoende is (artikel 5.15 Bkl). Een gemeente kan daarbij gebruik maken van een groepsrisicoberekening om de rekenkundige hoogte van het groepsrisico te bepalen.

Het plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden (inclusief groepsrisico) zijn voor een kerncentrale minder toepasbaar dan voor reguliere risicobronnen. Een plaatsgebonden risicocontour of aandachtsgebied van een risicobron in de omgeving hoeft niet te betekenen dat er een substantieel risico is voor de operatie van de kerncentrale. Dit is dan ook onderzocht op basis van de effecten van de risicobronnen, in relatie tot de versterkte constructie van de kerncentrale (zie paragraaf 5.7).

Het transport van gevaarlijke stoffen is in Nederland geregeld in Wet vervoer gevaarlijke stoffen. De ruimtelijke impact van dit vervoer wordt geregeld in de Regeling Basisnet. Door middel van de plaatsgebonden risicocontour en het brand-, explosie en gifwolkaandachtsgebied zijn er ruimtelijke grenzen gesteld. Daarnaast dienen de risico's binnen aandachtsgebieden te worden afgewogen. Het transport van en naar specifieke bedrijven is niet op landelijk niveau ruimtelijk beschouwd en vastgelegd.

Daarnaast geldt er specifieke landelijke regelgeving met betrekking tot het transport van radioactieve stoffen (Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen en het Besluit in-, uit- en doorvoer van radioactieve afvalstoffen en bestraalde splijtstoffen). In deze besluiten zijn de voorwaarden voor een vergunning van het transporteren van radioactieve stoffen beschreven. Deze vergunning is gekoppeld aan strikte veiligheidseisen.

4. Beoordelingskader plan-MER

4.1 Inleiding

Het beoordelingskader vormt de basis waarmee de effecten van de alternatieven voor twee nieuwe kerncentrales systematisch worden beoordeeld in het plan-MER. In het beoordelingskader zijn aspecten van de fysieke leefomgeving vastgesteld die onderzocht worden. Per aspect zijn criteria benoemd. Deze criteria hebben onderliggende normen, richtwaarden of kwalitatieve uitgangspunten waarmee de effecten kunnen worden geadviseerd. Deze maatstaven kunnen gebaseerd zijn op wet- en regelgeving (bijvoorbeeld uit de Omgevingswet), beleidsdoelstellingen van bedrijven of overheden, of gebiedsspecifieke kenmerken. In dit hoofdstuk is beschreven welke criteria worden gebruikt bij het duiden van effecten op het gebied van veiligheid.

Binnen dit deelrapport Veiligheid is een onderscheid gemaakt tussen twee perspectieven van veiligheid:

1. (mogelijke) effecten van de kerncentrales op de omgevingsveiligheid (zoals het verdwijnen van bestaande risicobronnen);
2. (mogelijke) risico's van de omgeving op de kerncentrales (veiligheidsaspecten van de SSG, waaronder 'risico's door menselijk handelen' als onderdeel van omgevingsveiligheid).

4.2 Effecten van de kerncentrales op de omgevingsveiligheid

Kerncentrales kunnen mogelijk risico's voor de omgeving vormen of juist wegnemen. Hiervoor worden de criteria plaatsgebonden risico, ioniserende straling en nautische veiligheid inzichtelijk gemaakt. In Tabel 4-1 is het beoordelingskader van het plan-MER voor omgevingsveiligheid weergegeven.

Tabel 4-1 Beoordelingskader voor effecten op omgevingsveiligheid

Aspect	Criteria	Bouwfase	Bedrijfsfase
Fysieke leefomgeving (Milieuaspecten)			
	Omgevingsveiligheid		
	Plaatsgebonden risico		✓
	Ioniserende straling		✓
	Nautische veiligheid	✓	✓

Plaatsgebonden risico (hoofdstuk 6)

Risicobronnen in de omgeving van een locatie kunnen verdwijnen of verplaatsen als gevolg de ruimtelijke inpassing van de kerncentrales. Er kunnen mogelijk bestaande plaatsgebonden risicocontouren aanwezig zijn van bestaande risicobronnen, zoals bedrijven die werken met gevaarlijke stoffen of windturbines. Enerzijds kan het fysieke ruimtebeslag van de kerncentrales ervoor zorgen dat bepaalde risicobronnen verdwijnen. Anderzijds kan het ook zijn dat bepaalde risicobronnen (zoals windturbines) moeten verdwijnen, niet zozeer door het fysieke ruimtebeslag, maar door hun eigen plaatsgebonden risicocontour die overlap heeft met het terrein van de kerncentrales. De verandering van de risico's zijn in dit deelrapport inzichtelijk gemaakt in hoofdstuk 6. De informatie hieromtrent is afkomstig uit bijlage 2 bij dit deelrapport.

Kerncentrales hebben in de bedrijfsfase een eigen plaatsgebonden risicocontour binnen de terreingrens. Er moet namelijk conform Artikel 18 van het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen voor worden gezorgd dat de plaatsgebonden risicocontour met de kans van 10^{-6} niet buiten de terreingrens van de inrichting mag reiken. Dit aspect is dan ook niet onderscheidend voor de alternatieven en daarom niet nader beschouwd in dit deelrapport.

Het andere relevante aspect binnen omgevingsveiligheid is het groepsrisico wat onder de Omgevingswet wordt beschouwd met behulp van aandachtsgebieden. Ook dit aspect is niet relevant voor de kerncentrale zelf. Kerncentrales hebben namelijk geen brand-, explosie- en/of gifwolkaandachtsgebied. Het plaatsgebonden risico en het groepsrisico ten gevolge van de kerncentrales zelf is daarom niet nader beschouwd in dit deelrapport.

In de bouwfase kunnen grote getalen werknemers aanwezig zijn. Dit betreft echter geen permanente bebouwing en valt niet onder kwetsbare gebouwen. Bij ten aanzien van het groepsrisico dient bij de vergunning voor tijdelijke

faciliteiten en kantoren dient wel rekening te worden gehouden met risicovolle activiteiten in de omgeving en dient advies in te worden gewonnen bij de veiligheidsregio.

Ioniserende straling (hoofdstuk 7)

Normale bedrijfsvoering

Kerncentrales werken met radioactieve stoffen die ioniserende straling kunnen uitzenden. Ioniserende straling kan ook komen van niet radioactieve bronnen, zoals gereedschap dat gebruikt is in een kerncentrale. De mate van ioniserende straling is inzichtelijk gemaakt voor een normale bedrijfsfase.

Ongevallen

Daarnaast is inzichtelijk gemaakt wat mogelijk de effecten kunnen zijn bij een stralingsongeval. Hiervoor is inzicht gegeven in de bevolkingsdichtheid binnen de preparatiezones van de kerncentrales. Concreet betreft dit het in beeld brengen van het aantal inwoners binnen 5, 10 en 20 kilometer van de kerncentrales. Ook is inzicht gegeven mogelijke andere effecten: effecten op de voedsel- en drinkwatervoorziening, ecologische effecten, gezondheidseffecten en vitale infrastructuur.

Tabel 4-2 Te beschouwen aspecten ten aanzien van ongevallen

Aspect	Te beschouwen onderdeel
Bevolkingsdichtheid	Inzicht in bevolkingsomvang binnen 5, 10, 20 en 100 kilometer
Gezondheidseffecten	Inzicht in de potentiële gezondheidseffecten
Voedselvoorziening	Impact op voedselproductie
Drinkwatervoorziening	Impact op drinkwaterwingebieden
Ecologie	Impact op ecologische gebieden
Vitale infrastructuur	Impact op vitale infrastructuur

Transport, opslag en beheer

Transport en opslag van radioactieve stoffen is geen onderdeel van de scope van de studie voor de locatiekeuze. Ongeacht de locatiekeuze wordt dezelfde hoeveelheid radioactief afval geproduceerd. In dit deelrapport wordt voor de locatiekeuze om die reden niet ingegaan op het vervoer en de opslag van radioactief afval.

Het transport van radioactief afval vindt waarschijnlijk, net als in de huidige situatie, via het spoor en de weg plaats. Dit is echter enkel het geval als er wederom voor wordt gekozen om de verbruikte spijfstof op te werken. Het radioactief afval zal dan eerst naar het buitenland gaan om vervolgens te worden opgewerkt. Dit gebeurt in Frankrijk. Vervolgens komt het radioactief afval terug naar Nederland om te worden hergebruikt of te worden opgeslagen bij Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA). De afstand tussen de alternatieven en COVRA is daarom niet relevant voor de locatiekeuze.

Het vervoer van splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen moet voldoen aan regels voor verpakking, documentatie, vakbekwaamheid, etikettering en markering. Alle betrokken partijen zijn verplicht zich hieraan te houden. Bedrijven die deze stoffen vervoeren, laden of lossen moeten een veiligheidsadviseur hebben. Bij het vervoer is zorgvuldigheid vereist.

Het transport van radioactief afval vindt plaats via het spoor en de weg met behulp van speciale containers die bestand zijn tegen extreme ongelukken. De containers zijn dusdanig ontworpen dat ze tegen botsingen, valpartijen, brand onderdamping en andere gebeurtenissen kunnen. De containers zijn uitvoerig getest met betrekking tot extreme gebeurtenissen (Is het transport van radioactief afval gevaarlijk, EPZ, 2025).

De opslag en het beheer van radioactief afval moet aan strenge regels voldoen en vindt in Nederland plaats bij COVRA. Het radioactieve afval wordt bovengronds opgeslagen voor een periode van ten minste honderd jaar. Het afval wordt volledig geïsoleerd opgeslagen, zodat de kans zo klein mogelijk is dat er radioactiviteit vrijkomt. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is verantwoordelijk voor het beleid voor radioactief afval. Er wordt momenteel gewerkt aan een nieuw Nationaal programma radioactief afval, conform de Richtlijn 2011/70/Euratom. Voor dit programma is separaat een MER opgesteld. In het plan-MER is een nadere keuze en beschouwing opgenomen over de opslag en het beheer van radioactief afval.

Nautische veiligheid (hoofdstuk 8)

De kerncentrales zorgen tijdens de bouwfase voor een toename van scheepvaartverkeer op het water en werkzaamheden in het water (ten behoeve van de aanleg van de koelwatervoorziening). Tijdens de bedrijfsfase is er een fysieke aanwezigheid van de koelwatervoorziening en is er sprake van een debiet. Het aspect nautische veiligheid gaat over alles wat ervoor zorgt dat mensen en schepen veilig zijn op het water. In dit deelrapport is inzichtelijk welke effecten daarop (kunnen) optreden.

4.3 Risico's van de omgeving op de kerncentrales

Een veilige bedrijfsvoering is het uitgangspunt voor kerncentrales. Risicobronnen in de omgeving en natuurlijke risico's kunnen een veilige bedrijfsvoering beïnvloeden. Voor de locatiekeuze voor de twee kerncentrales is het relevant om te weten of een locatie vanuit veiligheidsperspectief geschikt is voor kerncentrales. Ook is het relevant om te weten of er significante verschillen zitten in de veiligheid van de locaties.

De veiligheidsaspecten en -criteria van de Specific Safety Guides (SSG) waarnaar gekeken is zijn weergegeven in tabel 4-3. Het verschil met tabel 3-1 is dat er hier is aangegeven voor welke veiligheidsaspecten op voorhand bekend is dat die niet optreden op de locaties. Alle aspecten en criteria komen in dit deelrapport aan bod. Ook de onderdelen waarvan er op voorhand bekend is dat ze geen risico vormen voor kerncentrales op de onderzochte locaties.

Tabel 4-3 Beoordelingskader voor de criteria vanuit de SSG-35 kaders

Veiligheidsaspect	Criterium	Categorie		Relevantie
		Uitsluitend (hard) criterium	Nader te beoordelen (zacht) criterium	Relevantie voor te onderzoeken locaties
Aardbevingsrisico's	Oppervlaktebreuken	✓		
	Bevingen		✓	✓
Geologische risico's	Grote landverschuiving	✓		
	Beperkte landverschuiving		✓	
	Draagkracht		✓	✓
	Bodemverzakking		✓	✓
	Sterke bodemvervloeiing	✓		
	Beperkte bodemvervloeiing		✓	✓
	Karst	✓		
Vulkanisme	Lavastroom	✓		
	Pyroclastische stroom	✓		
	Bodemdeformatie	✓		
	Vallend vulkanisch as		✓	
	Vulkanische gassen		✓	
	Grote modderstromen	✓		
Overstromingsrisico's	Open wateren		✓	✓
	Damdoorbraak		✓	
	Golfslag		✓	✓
	Tsunami		✓	
Extreme weersomstandigheden	Natuurbrand		✓	✓
	Stormen		✓	✓
	Tornado's		✓	
	Tropische stormen		✓	
	Zand- en stofstormen		✓	
	Hevige regenval		✓	✓

Veiligheidsaspect	Criterium	Categorie		Relevantie
		Uitsluitend (hard) criterium	Nader te beoordelen (zacht) criterium	Relevantie voor te onderzoeken locaties
Risico's door menselijk handelen	Militaire objecten		✓	✓
	Installaties (Seveso)		✓	✓
	Transportroutes weg, spoor en water		✓	✓
	Luchthavens en vliegroutes		✓	✓
	Elektromagnetisme		✓	✓
	Andere nucleaire installaties		✓	✓
Nucleaire beveiliging	Beveiliging van het nucleaire terrein		✓	✓
Emissies	Emissies naar lucht en water		✓	✓
Ongevallen en crisisbeheersing	Haalbaarheid crisisbeheersing	✓		✓
	Implementatie crisisbeheersing		✓	✓

Aardbevingsrisico's

Dit aspect staat naast de SSG-35 nader beschreven in de SSG-9 "Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations". Voor dit specifieke aspect is daarom de SSG-9 ook nader beschouwd. Een aardbeving is een (grote) trilling aan het oppervlak van de aardkorst. Deze trilling kan enerzijds veroorzaakt worden door onderliggende tektonische platen die langs, over of onder elkaar schuiven. Bij dat schuiven komt mogelijk een grote hoeveelheid energie vrij waardoor de aardkorst eromheen schokt. Aardbevingen door oppervlaktebreuken komen op de te onderzoeken locaties niet voor. Anderzijds kunnen aardbevingen zogenoemd 'geïnduceerd' worden: als gevolg van menselijk handelen in de ondergrond (bijvoorbeeld door mijnbouw) vinden hier verschuivingen plaats, met het schokken van de aardkorst als gevolg. In dit deelrapport is inzichtelijk gemaakt hoe de locaties van de twee nieuwe kerncentrales liggen ten opzichte van aardbevingsgevoelige gebieden en of deze de kracht hebben om een veilige bedrijfsvoering in gevaar te brengen.

Geologische risico's

Er zijn verschillende geologische aspecten die een risico kunnen vormen voor kerncentrales. Het type ondergrond is indicatief voor de bodemstabiliteit van een locatie. Bodemstabiliteit is belangrijk voor kerncentrales omdat verzakking kan leiden tot schade aan de reactoren of andere essentiële gebouwen en infrastructuur voor veilige bedrijfsvoering. In dit deelrapport is de geologische gesteldheid van de locaties voor twee nieuwe kerncentrales inzichtelijk gemaakt.

Vulkanisme

Een vulkaanuitbarsting heeft verschillende gevaren. Voor gebieden die direct bij een vulkaan liggen, zijn lavastromen, pyroclastische stromen, lahars (grote modderstromen), aardverschuivingen en puinlawines directe gevaren. Gebieden verder van de vulkaan kunnen getroffen worden door tefra- of asregens, gasuitstoot of tsunami's die ontstaan als gevolg van een uitbarsting. Vulkanisme leidt niet tot relevante risico's voor de te onderzoeken locaties.

Overstromingsrisico's

Klimaatverandering leidt tot een stijgende zeespiegel en extremer weer waarbij de kans op overstromingen toeneemt. Het terrein van een kerncentrale kan overstromen waardoor de veiligheid van de bedrijfsvoering in gevaar kan komen. In dit deelrapport is de overstromingskans op de locaties inzichtelijk gemaakt.

Extreme weersomstandigheden

Extreem weer kan in verschillende vormen optreden en natuurbranden, hevige regenval en stormen met zich meebrengen. In dit deelrapport is inzichtelijk gemaakt wat de risico's zijn voor de kerncentrales met betrekking tot extreem weer op basis van de daarvoor opgenomen SSG-criteria. Naast de bovenstaande vormen kunnen ook de aspecten (extreme) droogte, extreme temperaturen en (extreme) sneeuwval relevant zijn voor de locaties. Hier is niet specifiek op ingegaan omdat de risico's op de locaties vergelijkbaar klein zijn.

Risico's door menselijk handelen

Menselijk handelen kan risico's meebrengen voor kerncentrales. In dit deelrapport is inzichtelijk gemaakt hoe de locaties gelegen zijn ten opzichte van productie, opslag, gebruik en vervoer van gevaarlijke stoffen en welke risico's hiermee samenhangen. Verder is inzichtelijk gemaakt hoe de locaties gelegen zijn ten opzichte van militaire objecten (zoals kazernes) en welke activiteiten daar plaatsvinden. Daarnaast kunnen er ongevallen plaatsvinden met (zware) voertuigen. Er is inzicht gegeven hoe de locaties gelegen zijn ten opzichte van (de zones van) luchthavens, elektromagnetische stralingsbronnen en andere nucleaire installaties.

Om een eerste beeld te krijgen van de risico's door menselijke activiteit zijn er twee screeningscriteria opgesteld (zie bijlage 2). Deze criteria zijn opgesteld op basis van screeningscriteria van de "UK Office of Nuclear Regulation Consultation Zones". Voor elk type ontwikkeling worden twee zones gegeven:

- Prioriteit voor situering zone: de locatie kan mogelijk onaanvaardbaar zijn als ontwikkelingen van deze aard zich binnen deze afstand bevinden zonder verdere mitigerende maatregelen. Dit wil niet zeggen dat het letterlijk een uitsluitingscriterium is;
- Beoordelingszone: als de locatie waar de kerncentrales komen zich binnen deze zone bevindt, moet deze gedetailleerd worden beoordeeld om te waarborgen dat de risico's voor de toekomstige kerncentrales aanvaardbaar zijn.

Tabel 4-4 Gebruikte zones in het onderzoek Report External Safety, Mott Macdonald, 2025

Type ontwikkeling	Prioriteit voor situering (km)	Beoordelingszone (km)	Opmerkingen
Kleine luchthaven/helihaven	8 km	16 km	
Grote luchthaven	Zie opmerking	Zie opmerking	Grote luchthavens (zoals Schiphol) hebben vastgestelde risicogebieden – kerncentrales mogen niet binnen deze zones worden gebouwd.
SEVESO-locatie (excl. LNG)	3 km	10 km	SEVESO-locaties verschillen sterk in aard van het risico. Dichtere afstanden kunnen mogelijk worden gerechtvaardigd voor specifieke locaties (indien nodig met veiligheidsmaatregelen).
Grote industriële locatie (niet-SEVESO)	2 km	5 km	
LNG-opslag/hervergassing	5 km	10 km	
LNG-vaarroutes	2 km	5 km	
Militaire locaties met explosieven	8 km	25 km	
Belangrijke transportverbindingen en havens	2 km	5 km	Uitsluitingszone geldt voor transportsystemen die worden gebruikt voor gevaarlijke ladingen.
Windturbines	2 km	4 km	
Gevaarlijke pijpleidingen	2 km	10 km	Risico's van pijpleidingen variëren sterk afhankelijk van de aard van de getransporteerde vloeistof en de werkdruk.
Kerncentrales	Geen	30 km	Kerncentrales worden vaak gebouwd nabij bestaande nucleaire installaties. Maar de risico's moeten worden geëvalueerd.
Natuurbranden (heide/bos)	2 km	10 km	Risico vooral door rook.

Op basis van het huidige risico en de mitigatie opgave heeft Mott Macdonald (zie bijlage 2) de verschillende alternatieven kwalitatief beoordeeld. Dit resulteert in de volgende categorieën (zie volgende tabel).

Tabel 4-5 Kwalitatieve beoordeling van de risico's door menselijk handelen (External Safety Report Mott Maconald, 2025)

Risico	Kwalitatieve omschrijving	Mitigatieopgave	Kwalitatieve omschrijving
Laag	Gevaarlijke installaties en activiteiten bevinden zich binnen de beoordelingszone, maar er zijn geen bijbehorende aandachtsgebieden of plaatsgebonden risicocontouren die overlappen met de locatie of die in de nabijheid van de locatie zijn.	Gemakkelijk	*Zie onderstaande tekst
Gematigd	Gevaarlijke installaties en activiteiten bevinden zich binnen de beoordelingszone. Er zijn risicovolle activiteiten waarvan de bijbehorende aandachtsgebieden of plaatsgebonden risicocontouren overlappen met een klein deel van de rand van het terrein bedekken.	Gematigd	*Zie onderstaande tekst
Hoog	Gevaarlijke installaties en activiteiten bevinden zich binnen de beoordelingszone voor situering. Er zijn risicovolle bedrijven met aandachtsgebieden en plaatsgebonden risicocontouren die minder dan 50% van de locatie bedekken, maar nog steeds significant zijn (bijvoorbeeld de centrale delen van de locatie).	Uitdagend	*Zie onderstaande tekst
Zeer hoog	Gevaarlijke installaties en activiteiten bevinden zich binnen de beoordelingszone voor situering. Er zijn risicovolle bedrijven met aandachtsgebieden en plaatsgebonden risicocontouren die meer dan 50% van de locatie bedekken (op basis van visuele analyse), maar nog steeds significant zijn (bijvoorbeeld de centrale delen van de locatie). Er zijn meerdere risico's.	Zeer uitdagend	*Zie onderstaande tekst

*Mitigatie: Eventuele mitigatie maatregelen om het risico te verminderen worden uiteengezet. In deze uiteenzetting is de uitdaging om dit te realiseren ingeschat (gemakkelijk, gematigd, uitdagend of zeer uitdagend). De mate van inspanning om mitigerende maatregelen door te voeren, is gebaseerd op expert judgement en houdt rekening met diverse factoren, waaronder kosten, planningsschema, inrichting van de locatie en impact op derden. Gezien de huidige onzekerheid over de vereiste mitigerende maatregelen is het niet mogelijk om ramingen te geven voor ontwerp-, kosten- en planningsimpact. Bijvoorbeeld de kosten om een externe installatie te sluiten, te verplaatsen en/of financiële compensatie te bieden, kunnen langdurige commerciële onderhandelingen vereisen, waarvan de omvang buiten de scope van deze studie valt. Het rapport benadrukt in plaats daarvan dergelijke overwegingen voor verdere analyse in het locatie-evaluatieproces (External Safety Report Mott Maconald, 2025).

In het onderzoeksrapport (External Safety Report Mott Maconald, 2025, zie bijlage 2) is enige flexibiliteit in de bovenstaande definities toegepast. Bijvoorbeeld bepaalde aandachtsgebieden voor toxische wolken overlappen met sommige locaties. Vanwege de zeer grote oppervlakken van deze aandachtsgebieden is het vaak mogelijk om met tijdige alarmering de effecten te beperken, hierdoor wegen niet alle risicocontouren of aandachtsgebieden even zwaar mee in de beoordeling.

Nucleaire beveiliging

Een nucleaire installaties heeft gezien de complexiteit van de installatie en gezien de schade die door sabotage of terrorisme aangericht kan worden, baat bij een goede beveiliging. De beveiliging van een kerncentrale bestaat uit meerdere beveiligingslagen bedoeld om indringers af te schikken, te vertraging en eventueel te reageren. De locaties zijn beschouwd op de mogelijkheid om deze beveiligingslagen goed in te passen.

Emissies

Bij normale bedrijfsvoering van een kerncentrale zijn er diverse radioactieve stoffen die in zeer kleine hoeveelheden kunnen worden uitgestoten naar de lucht of naar het water. Het gaat om zeer kleine hoeveelheden die aan vergunningsvoorschriften gebonden zijn en kleiner zijn dan natuurlijke achtergrondconcentraties. In het deelrapport is inzichtelijk gemaakt hoe deze uitstoot zich verhoudt tot de natuurlijke achtergrondconcentratie.

Ongevallen en crisisbeheersing

In het geval van een ongeval met de kerncentrales zijn er in de omgeving vluchtroutes en schuilplaatsen voor mensen nodig. In dit deelrapport is de uitvoerbaarheid van crisis beheersingsmaatregelen inzichtelijk gemaakt op basis van infrastructuur, inwoners en aanwezige bedrijven.

Wijze van beoordelen

De beoordeling van de relevante onderdelen uit de SSG-35 bestaat uit een risico-inschatting. Elk aspect wordt eerst kort geïntroduceerd en toegelicht. Daarna worden de risico's per aspect per gebied beschouwd (zie hoofdstuk 5). De schaal waarop de risico's zijn beschouwd is een zespuntsschaal (zie Tabel 4-6).

Tabel 4-6 Beoordelingsschaal voor risico-inschatting van de SSG-criteria

Score	Toelichting
	Voor dit criterium is op voorhand bekend dat hier op geen van de locaties risico's zijn.
	Uit nadere analyse blijkt dat dit aspect niet relevant is op de locatie.
	Het aspect speelt op de locatie. Dit leidt niet tot risico's voor een veilige bedrijfsvoering.
	Het aspect speelt op de locatie. Met eenvoudige maatregelen leidt dit niet tot risico's voor een veilige bedrijfsvoering.
	Het aspect speelt op de locatie. Met omvangrijke maatregelen leidt dit niet tot risico's voor een veilige bedrijfsvoering.
	Het aspect speelt op de locatie. Ook met omvangrijke maatregelen zijn risico's voor een veilige bedrijfsvoering niet uit te sluiten.

De risico-inschatting is gedaan op basis van het standaard ontwerp/constructie van de kerncentrales en eventuele mitigerende maatregelen. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat de kans van optreden op een bepaalde locatie hoog is (bijvoorbeeld storm), maar dat dit niet leidt tot schade aan de constructie (en dus geen risico voor de bedrijfsvoering). Het kan ook zijn dat er mitigerende maatregelen nodig zijn om het risico te beperken. Er is dan een beoordeling gegeven van het restrisico, het risico dat overblijft nadat mitigerende maatregelen zijn toegepast.

Er kunnen dus zes verschillende beoordelingen voor een gebied/locatie van toepassing zijn:

1. Er is op voorhand bekend dat het veiligheidsaspect geen risico vormt voor de locatie. Het in bedrijf nemen van twee kerncentrales leidt niet tot relevante risico's voor een veilige bedrijfsvoering;
2. Uit nadere analyse blijkt dat het veiligheidsaspect niet relevant is voor de locatie. Het in bedrijf nemen van twee kerncentrales leidt niet tot relevante risico's voor een veilige bedrijfsvoering;
3. Het aspect speelt op de locatie. Er is dus een risico van optreden op de locatie, maar dit leidt niet tot relevante risico's voor een veilige bedrijfsvoering. Er zijn geen mitigerende maatregelen nodig;
4. Het aspect speelt op de locatie. Er is dus een risico van optreden op de locatie, maar met eenvoudige mitigerende maatregelen leidt dit niet tot relevante risico's voor een veilige bedrijfsvoering;
5. Het aspect speelt op de locatie. Er is dus een risico van optreden op de locatie, maar met omvangrijke mitigerende maatregelen leidt dit niet tot relevante risico's voor een veilige bedrijfsvoering;
6. Het aspect speelt op de locatie. Er is dus een risico van optreden op de locatie. Ook met omvangrijke mitigerende maatregelen zijn risico's voor een veilige bedrijfsvoering niet uit te sluiten. De locatie valt hierop af.

SSG-aspecten buiten scope van dit deelrapport

In dit deelrapport komen enkel de veiligheidsaspecten aan bod. Er zijn ook niet-veiligheidsaspecten die in de SSG zijn benoemd. Deze komen niet aan bod in dit deelrapport, maar wel in het plan-MER of de integrale effectenanalyse (IEA).

De SSG stelt dat er twee niet-veiligheidsgerelateerde risico's als 'exclusionary', hard uitsluitend, geduid worden. Hierbij gaat het om de beschikbaarheid van koelwater en de milieueffecten van niet-radiologische aspecten:

- Alle alternatieven die onderzocht worden liggen direct aan groot open water. Eemshaven ligt aan de Waddenzee, Maasvlakte aan de Noordzee, en Sloegebied en Terneuzen aan de Westerschelde. Allemaal zijn het wateren met hoge debieten en voldoende doorstroming. In het plan-MER is inzichtelijk gemaakt of er in deze wateren voldoende koelwater beschikbaar is tot 2100.
- Er kunnen uitsluitende criteria in de niet-radiologische milieueffecten zitten. In Nederland kunnen bijvoorbeeld stikstofdepositie, bouwhinder voor de omgeving of ecologische effecten leiden tot een situatie waarin geen vergunning verleend zou kunnen worden. Deze milieueffecten zijn in het plan-MER verder onderzocht. Dit betekent dat voor niet-radiologische milieueffecten een klein risico zit, maar dat op voorhand niet te stellen is of het een dusdanig groot risico vormt dat een gebied ongeschikt zou zijn.

5. Specific Safety Guides (SSG)

5.1 Inleiding

Er zijn verschillende aspecten die een locatie meer of minder geschikt maken voor de vestiging van kerncentrales. Een belangrijk aandachtspunt daarbij is de veiligheid van de te onderzoeken locaties. Een veilige bedrijfsvoering is namelijk het uitgangspunt voor kerncentrales. Er kunnen gebeurtenissen plaatsvinden waardoor deze veilige bedrijfsvoering in gevaar komt. Het zoveel als mogelijk kunnen uitsluiten van (de kans op) een ongeval, is het belangrijkste. De Specific Safety Guides (SSG, zie hoofdstuk 3) bevat relevante beoordelingscriteria om tot een realistische locatie voor kerncentrales te komen. De beoordelingscriteria zien toe op een veilige locatie. Het gaat hierbij vooral om het beeld krijgen van omgevingskenmerken die belemmerend werken om op lange termijn gegarandeerd veilig te opereren.

De primaire systeembehuizing van moderne kerncentrales is ontworpen om bestand te zijn tegen de meeste externe gevaren. De risico's van door mensen of natuur veroorzaakte externe gevaren voor een kerncentrale hebben doorgaans betrekking op:

- Hulpsystemen van de centrale: met mogelijk gevolgen voor de aansluiting op het elektriciteitsnet en/of de warmteafvoer;
- Operationeel personeel: met mogelijk gevolgen voor het vermogen om de centrale te bedienen, inclusief het veilig uitschakelen ervan.

In gevallen waar locaties minder goed scoren op deze criteria kunnen aanpassingen op het ontwerp van de kerncentrales nodig zijn om aan de hoge veiligheidseisen te voldoen, of zijn er maatregelen nodig om de locatie meer geschikt te maken. Deze maatregelen of aanpassingen zijn opgenomen in paragraaf 5.11.2 en worden waar nodig in een latere fase uitgewerkt.

De beschouwingen van de SSG-criteria in dit hoofdstuk zijn opgedeeld in de volgende onderdelen:

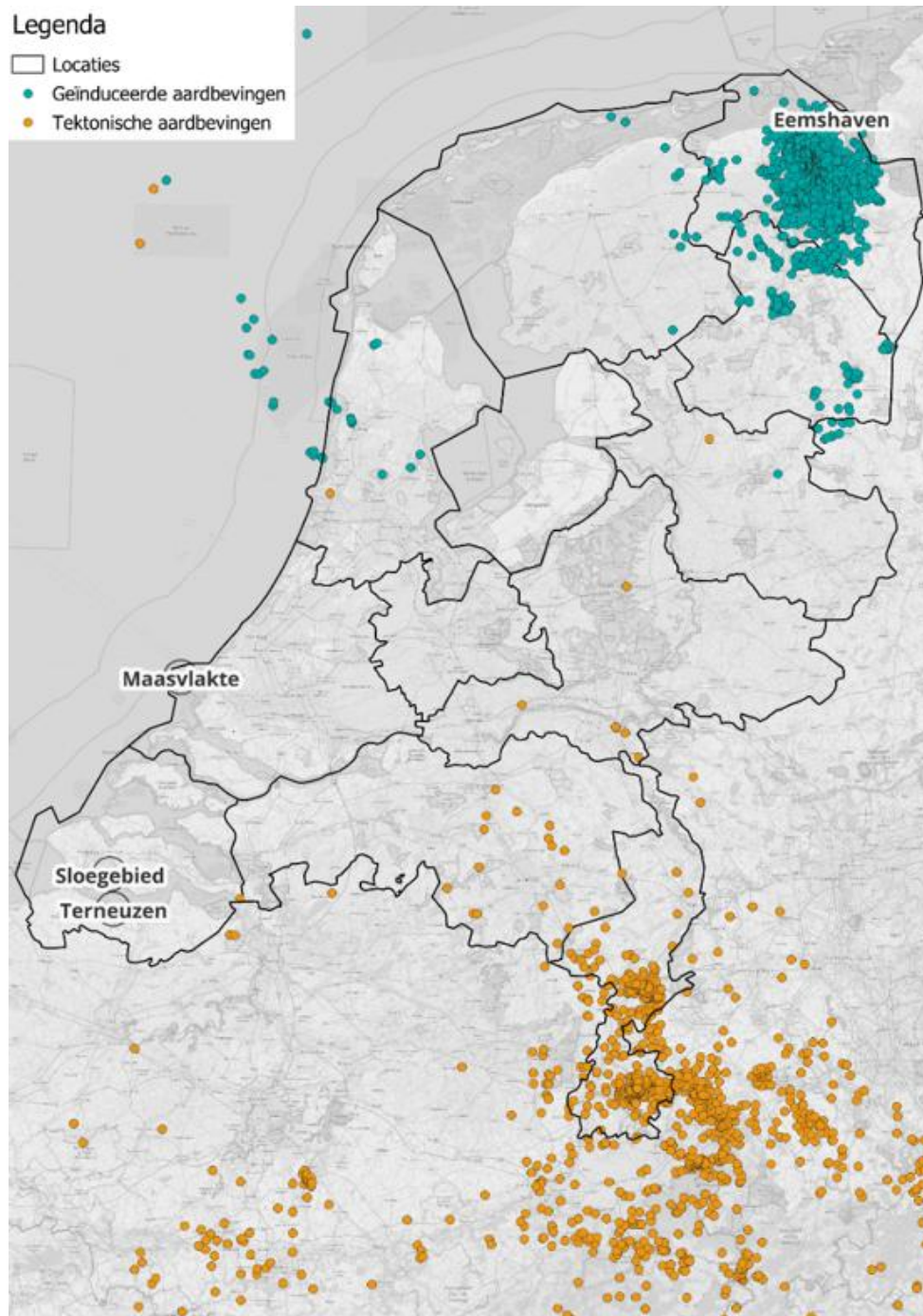
1. Introductie: waar gaat dit veiligheidsaspect over?
2. Beoordelingskader: wat wordt er beoordeeld?
3. Beschrijving van de huidige risico's op de locaties (per aspect);
4. Indien daar toe aanleiding is: benodigde mitigerende maatregelen om risico's te verlagen;
5. Risico-inschatting op basis van Tabel 4-6.

5.2 Aardbevingsrisico's

5.2.1 Introductie

Een aardbeving is een (grote) trilling aan het oppervlak van de aardkorst. Deze trilling kan enerzijds veroorzaakt worden door onderliggende tektonische platen die langs, over of onder elkaar schuiven. Bij dat schuiven komt mogelijk een grote energie vrij waardoor de aardkorst eromheen schokt. Anderzijds kunnen aardbevingen zogenoemd 'geïnduceerd' worden: als gevolg van menselijk handelen in de ondergrond vinden hier verschuivingen plaats, met het schokken van de aardkorst als gevolg. In Nederland is veelal gaswinning de oorzaak van deze geïnduceerde bevingen.

Sinds 1911 registreert het KNMI gegevens over aardbevingen voor historische doeleinden. Figuur 5-1 toont tektonische en geïnduceerde aardbevingen sinds 1911.



Figuur 5-1 Overzicht aardbevingen tektonische en geïnduceerde aardbevingen uit KNMI-aardbevingscatalogus vanaf 1911 tot en met 14 januari 2026

Beoordeling op basis van SSG-9

De SSG-9 (Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations) stelt dat er voor nieuwe kerncentrales gekeken moet worden of er seismische activiteit is binnen ten minste 25 kilometer van de te onderzoeken sites. In Groningen is de kans op een aardbeving met een kracht van $M_L > 4$ momenteel 1% in het midden van het gasveld. De lokale magnitude (M_L), ook wel de Richtermagnitude genoemd, is een maat voor de grootte (energie) van een aardbeving, gebaseerd op de amplitude van de trillingen die door een seismograaf worden gemeten. Het gasveld ligt op 15 tot 20 kilometer ten zuidwesten van de Eemshaven. De sterkste aardbeving in Groningen vond plaats op 16 augustus 2012 in Huizinge en had een lokale magnitude van 3,6 (KNMI, 2026). Ook nu de gaswinning gestopt is, treden er nog aardbevingen op. Tot en met maart 2025 zijn er ruim 1.600 aardbevingen geregistreerd die gerelateerd zijn aan de gaswinning.

Het effect van een aardbeving aan of nabij een locatie is afhankelijk van de plaats, de diepte en magnitude van de aardbeving. Het uitstralingspatroon en de lokale bodemopbouw speelt hierin een rol. De bodemopbouw kan de aardbevingstrilling in sterkte doen toenemen. Dit wordt opslingering of amplificatie genoemd. Dit effect is groter in klei en veen dan in zand.

Voor Terneuzen, Sloegebied en Maasvlakte zijn er binnen 25 km geen aardbevingen onder het landoppervlak bekend. De dichtstbijzijnde liggen op meer dan 35 km afstand.

5.2.2 Beoordelingskader

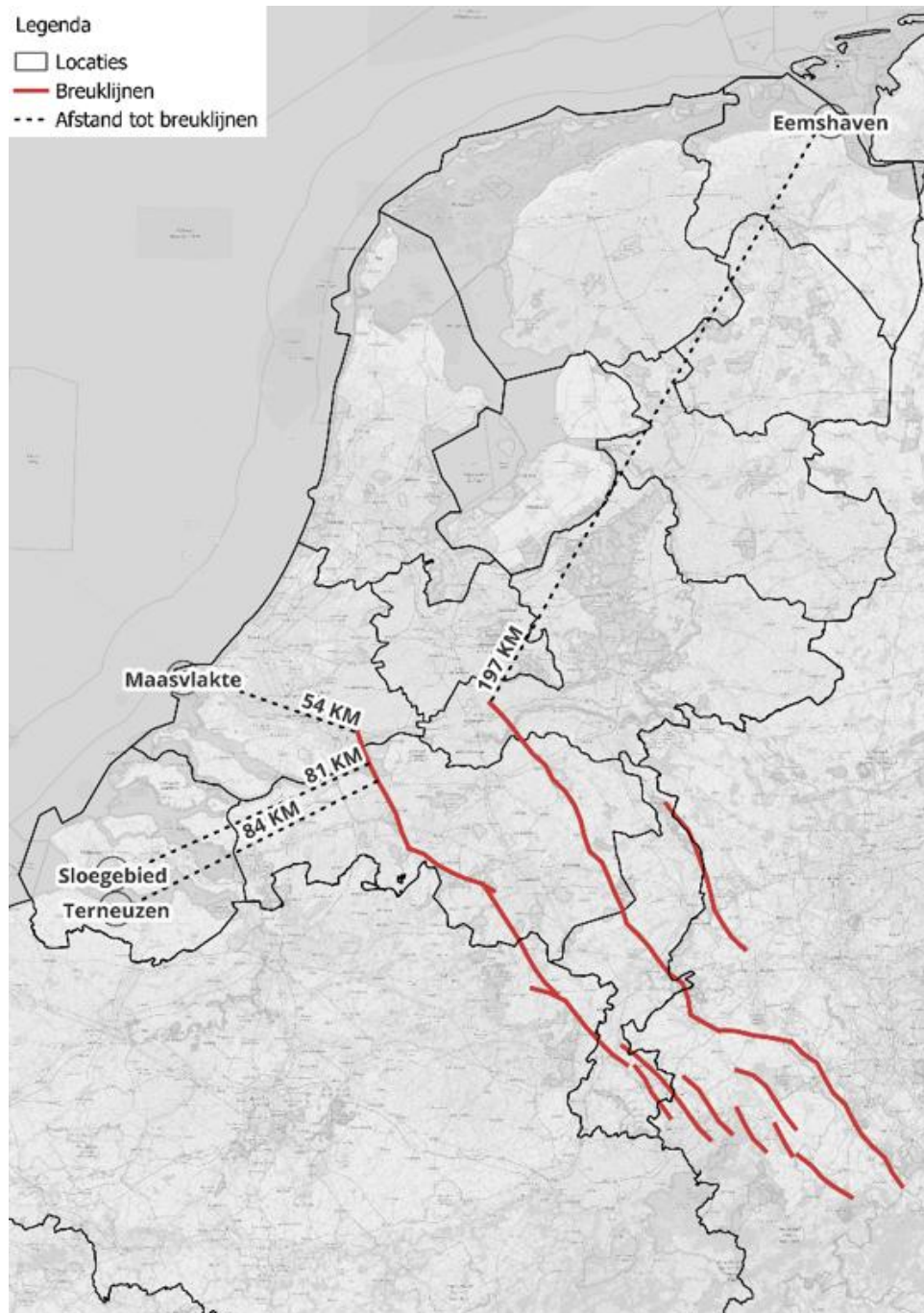
De tabel hieronder laat zien waarop aardbevingsrisico's worden beoordeeld. Het gaat om het inzicht in bevingszones nabij oppervlaktebreuken en zogeheten geïnduceerde bevingen als gevolg van menselijke activiteiten.

Tabel 5-1 Beoordelingskader aardbevingsrisico's

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Aardbevingsrisico's	Oppervlaktebreuken	Ligging van alternatieven t.o.v. bevingszones in een radius van 25 km rondom de alternatieven. <i>Methodie analyse:</i> Het duiden van risico's en effecten middels de risicokaart waarop de aardbevingsvlakken zijn weergegeven ten opzichte van de alternatieven. Het aardbevingsrisico is vergeleken met de zwaarte van aardbevingen waartegen de kerncentrales bestand zijn.
	Bevingen	

5.2.3 Oppervlaktebreuken

Oppervlaktebreuken liggen ondiep onder het maaiveld. Hier vinden in de ondergrond verschuivingen plaats. Op de breuklijn liggen bodemlagen die langs elkaar schuiven. Elders op de wereld kan dit gepaard gaan met zeer hoge druk en werkelijk scheuren in het oppervlak creëren. In Nederland liggen enkele breuklijnen in het zuiden en zuidoosten van het land. Figuur 5-2 toont dit.



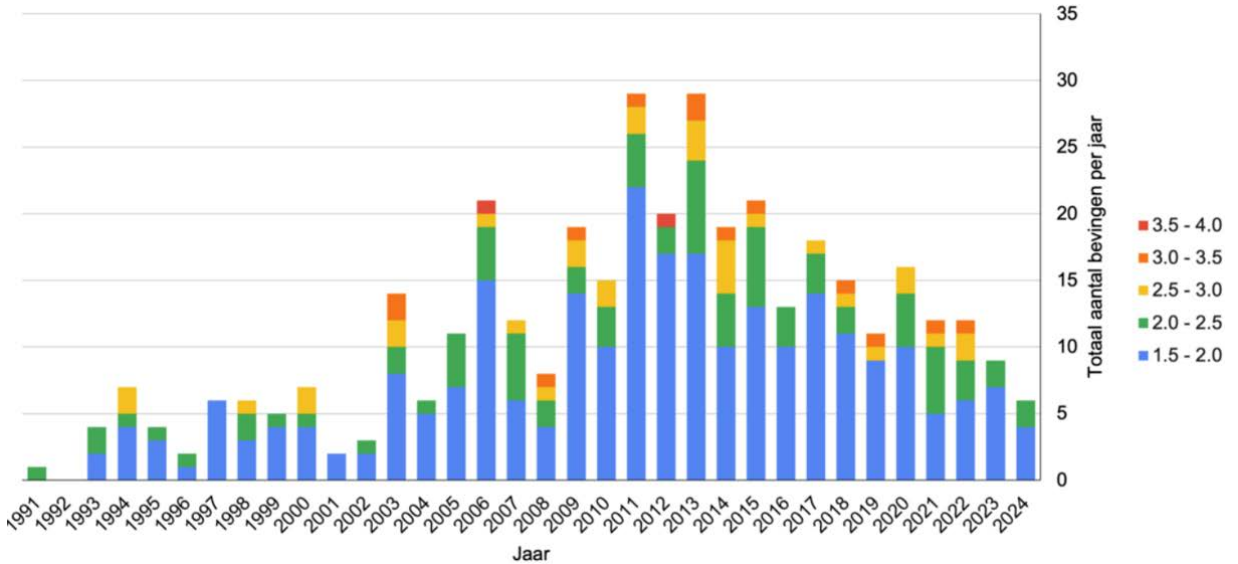
Figuur 5-2 Afstand gebieden tot dichtstbijzijnde breuklijn

Te zien is dat de oppervlaktebreuken allemaal op grote afstand van de onderzochte gebieden liggen. Eemshaven ligt het verst weg van de breuklijnen, op bijna 200 kilometer afstand. Maasvlakte II ligt het dichtstbij op iets meer dan 50 kilometer afstand. Gezien deze afstand – meer dan 25 kilometer - vormen aardbevingen als gevolg van breuklijnen geen risico voor de locaties.

5.2.4 Bevingen

Bevingen van zware omvang komen in Nederland zeer beperkt voor. Veel van de bevingen die relevant zijn, zijn zogeheten 'geïnduceerde bevingen'. Dit zijn bevingen die als gevolg van menselijk handelen ontstaan. Geïnduceerde bevingen komen in Nederland vooral als gevolg van gaswinning (zie Figuur 5-1). Met name de provincie Groningen (en een deel van het noorden van Drenthe) hebben hier mee te maken. Door de gaswinning onder de provincie Groningen klinkt de onderliggende zandsteenlaag in. Langs breuken in deze laag ontstaat er een spanningsverschil, wat op een bepaald moment leidt tot een plotselinge verschuiving. Het aantal bevingen in

Groningen is sinds de jaren '90 van de vorige eeuw sterk toegenomen. Echter, de laatste jaren neemt het aantal bevingen weer af als gevolg van het verminderen – en het uiteindelijk stopzetten – van de gaswinning. Figuur 5-3 laat zien hoeveel bevingen er tot en met 2024 jaarlijks zijn geweest met een magnitude boven de 1,5 ML. De verwachting is dat het aantal en de intensiteit van aardbevingen in de toekomst afneemt.



Figuur 5-3 Aantal bevingen met een magnitude groter dan 1,5 in Groningen (bron: KNMI)

Een kerncentrale is bestand tegen aardbevingen, omdat deze zo wordt ontworpen en gebouwd dat de constructie en veiligheidssystemen sterke grondbewegingen kunnen weerstaan zonder schade aan te richten of radioactieve stoffen vrij te laten. De kerncentrales worden in laag-seismische regio's ontworpen en gebouwd om minimaal bestand te zijn tegen bevingen tot 0,3 PGA (zie bijlage 4). De PGA (peak ground acceleration) is een maat voor de sterkte van de grondbeweging tijdens een aardbeving. Bij zware bevingen, met een PGA van meer dan 0,3, is bovendien een veilige shut-DOW Chemicaln mogelijk.

Bij Eemshaven zijn meerdere geïnduceerde bevingen geregistreerd op en direct rond de beoogde locaties voor de kerncentrales. Om het risico op en mogelijke impact van bevingen ter plekke te bepalen is door TNO een inschatting gemaakt van de seismische dreiging aan de hand van de peak ground acceleration (PGA). Uit de analyse van TNO (zie bijlage 4) blijkt dat op alle locaties binnen Eemshaven de PGA onder de 0,25 blijft. De seismische activiteiten zijn zo klein dat dit geen risico vormt voor een veilige bedrijfsvoering.

5.2.5 Beoordeling

De oppervlaktebreuken in Nederland liggen op grote afstand van de onderzochte alternatieven. Deze zijn niet relevant voor de locaties. De geïnduceerde bevingen komen enkel in het gebied Eemshaven voor. In de andere gebieden niet. Het aspect speelt bij Eemshaven, maar leidt niet tot risico's voor een veilige bedrijfsvoering, aangezien de PGA onder de 0,3 blijft. De beoordeling is in de volgende tabel samengevat. In de volgende fase wordt voor de voorkeurslocatie nog een Seismic Hazard Analysis (PSHA) uitgevoerd.

Tabel 5-2 Beoordeling aardbevingsrisico's

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling			
		Eemshaven	Maasvlakte II	Slogebied	Terneuzen
Aardbevingsrisico's	Oppervlaktebreuken	<i>Niet relevant voor de locaties</i>			
	Bevingen				

5.3 Geologische risico's

5.3.1 Introductie

Er zijn verschillende geologische aspecten die een risico kunnen vormen voor kerncentrales. Voor een locatiekeuze is het daarom van belang om de geologische aspecten in kaart te brengen in relatie tot het type ondergrond. Het type ondergrond is indicatief voor de bodemstabiliteit van een alternatief. Bodemstabiliteit is belangrijk voor kerncentrales omdat verzakking kan leiden tot schade aan de reactoren of andere essentiële gebouwen en infrastructuur.

5.3.2 Beoordelingskader

De tabel hieronder laat zien waarop geologische risico's worden beoordeeld. Het gaat om het inzicht in die onderdelen van de ondergrond die mogelijk belemmeringen voor de bouw van kerncentrales opleveren. Een deel van de onderdelen in dit beoordelingskader zijn niet relevant voor de locaties. Deze zijn kort beschreven en toegelicht in de navolgende paragrafen.

Tabel 5-3 Beoordelingskader geologische risico's

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Geologische risico's	Grote landverschuiving	Een instabiele of zeer bewegelijke ondergrond kan leiden tot gevaar voor een veilige bedrijfsvoering. Hiervoor is geologisch onderzoek uitgevoerd.
	Beperkte landverschuiving	
	Draagkracht	
	Bodemdaling	<i>Methodie analyse:</i> Het duiden van risico's gerelateerd aan de samenstelling van de ondergrond (o.a. draagkracht, bodemdaling, beperkte bodemvervloeiing).
	Sterke bodemvervloeiing	
	Beperkte bodemvervloeiing	
	Karst	

5.3.3 Grote landverschuivingen

Dit hard uitsluitende criterium gaat over instabiliteit van bergen waar aardverschuivingen of lawines voor kunnen komen. Dergelijke verschuivingen kunnen gevolgen hebben voor een kerncentrale onderaan de berg, of juist als deze boven op de berg zou staan. Dit is echter binnen de locaties niet aan de orde. Dit aspect is niet nader beschouwd.

5.3.4 Beperkte landverschuivingen

Dit aspect gaat over instabiliteit van heuvels en hellingen (dus niet bergen) waar aardverschuivingen of lawines voor kunnen komen. Dergelijke verschuivingen kunnen gevolgen hebben op een kerncentrale beneden de helling of heuvel, of juist als deze boven op de helling of heuvel zou staan. Dit is echter binnen de locaties niet aan de orde. Dit aspect is niet nader beschouwd.

5.3.5 Draagkracht

Draagkracht is het fysieke vermogen dat een bodem kan dragen. Dit is afhankelijk van de soort bodem en grondwaterstanden. Een te lage draagkracht van de bodem kan leiden tot verzakking of inklinken van de bodem, met schade aan gebouwen of infrastructuur als gevolg. Deltares heeft onderzoek gedaan naar de draagkracht van de gebieden. De draagkracht van de bodem bij de alternatieven is geanalyseerd en indicatief berekend met draagkrachtberekeningen door Deltares (Site Evaluation, 2025). Er is bij de beschouwing van de risico's een minimaal vereiste draagkracht van 690 kPa op funderingsniveau aangehouden.

Eemshaven

Voor de berekening van de draagkracht zijn drie verticale profielen van sedimentaire opeenvolgingen bekeken, in overeenkomst met de zoekgebieden. Het verschil tussen de verticale profielen is de NUNAWO laag, een zacht laagpakket, op NAP – 15 m, die niet aanwezig is in de bodem van Eemshaven 2. Door de afwezigheid van het laagpakket van Wormer (NUNAWO laag) is de draagkracht bij Eemshaven 2 ruim voldoende (draagkracht van 1031 kPa). Eemshaven 1A, 1B en 3 hebben onvoldoende draagvermogen (respectievelijk, 406 kPa en 392 kPa).

Om voldoende draagkracht te creëren is grondbehandeling of het gebruik van paalfundering noodzakelijk. Dergelijke maatregelen verminderen ook potentiële bodemdaling.

Maasvlakte II

De draagkracht van alternatief Maasvlakte II varieert door de aanwezigheid van verschillende bodemlagen in het terrein. In delen van het terrein zijn zachte lagen aanwezig. Daar varieert de draagkracht tussen 632 en 661 kPa, wat een risico is voor dit aspect. Wanneer zachte lagen niet aanwezig zijn, is de draagkracht ruim voldoende, met meer dan 6.400 kPa. De lagen liggen op ca. -15 m NAP. Wanneer er niet voldoende draagkracht aanwezig is, kan door grondbehandeling of het gebruiken van paalfundering meer draagvermogen gecreëerd worden. Dergelijke behandelingen verminderen ook potentiële bodemdaling.

Slogebied

De draagkracht van de bodem bij Slogebied 1 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van geulen met vulling bestaande uit relatief los fijn zand. Een deel van het terrein heeft mogelijk niet voldoende draagkracht. Extra draagkracht kan gecreëerd worden door grondbehandeling of het gebruik van paalfundering. Het draagvermogen van Slogebied 2 voldoet naar verwachting aan de vereiste draagkracht.

Terneuzen

Het draagvermogen van Terneuzen 1A bedraagt 778 kPa. Voor Terneuzen 1B is dit 783 kPa (Deltares, 2025, Terneuzen: Site evaluation). De draagkracht is daarmee voldoende.

5.3.6 Bodemdaling

Bodemdaling is het verzakken van de bodem, iets wat verschillende oorzaken kan hebben maar in een groot deel van Nederland speelt. Bodemdaling kan verschillende gevolgen hebben:

- een groter risico op overstroming;
- grotere impact van overstromingen;
- schade aan bestaande (of nog te realiseren) gebouwen, infrastructuur (boven én ondergronds), funderingen en dergelijke;
- het vrijkomen van broeikasgassen (afhankelijk aan type bodem);
- en versterken van verzilting in gebieden waar zoutwater aanwezig is.

Naast het verzakken van de bodem kan er ook sprake zijn van zetting. Dit is ook in deze paragraaf beschouwd.

Het grootste risico voor kerncentrales is een vergroot overstromingsrisico en mogelijke aantasting van panden en funderingen. In het deelrapport Bodem en water zijn deze risico's verder beschreven. Dit overstromingsrisico is echter goed te mitigeren door middel van ophoging van het terrein.

Eemshaven

Potentiële oorzaken voor bodemdaling in Eemshaven zijn:

1. Regionale bodemdaling als gevolg van gaswinning uit het Groningenveld; sinds de jaren zestig is het oppervlakte 15 tot 20 centimeter gezakt als gevolg van deze gaswinning. Dit is circa 3 mm per jaar;
2. Verdichting van veen- en kleilagen;
3. Afbraak van organisch materiaal;
4. Glacio-isostatic adjustment (GIA, een verzamelnaam voor de dynamische reactie van het lithosfeer-mantelsysteem op massaveranderingen op ijstijdschaal);
5. Breuken en natuurlijke verdichting van diepe sedimentlagen.

Deltares heeft verschillende klimaatscenario's geanalyseerd. In zowel 2050 als 2100 blijft de bodemdaling naar verwachting beperkt: tussen 3 en 10 cm. Hierbij is het niet mogelijk te differentiëren in de oorzaken van de bodemdaling, noch meer detail te geven over de exacte bodemdaling. Voor alle alternatieven betekent dit 3,5 tot 6 mm daling per jaar. De aanbevolen grondbehandeling of paalfundering voor vergroten van de draagkracht zorgen ook van een vermindering van bodemdaling.

Maasvlakte II

Een deel van het terrein is op dit moment open water, andere delen zijn circa 15 jaar geleden drooggelegd. Hier is de opgespoten grond circa 20 meter dik. De grond is nog steeds aan het zettten. Op de reeds opgespoten gebieden is in de bouw- en bedrijfsfase verzakking tot een grootte van 0,5 meter te verwachten, als gevolg van de grondbelasting door het fundament en de gebouwen. Daarna zal dit leiden tot een relatief grote bodemdaling van meerdere millimeters per jaar de komende jaren, mede als gevolg van het gebruik van diverse zand- en grondsoorten bij het opspuiten.

Het open water wordt gedempt door zand op te spuiten ten behoeve van de realisatiefase, waarbij rekening gehouden moet worden met een langere zettingstijd (of maatregelen om zetting te versnellen) en een relatief grote zetting.

Slogebied

Eén van de oorzaken voor bodemdaling in het Slogebied is uitdroging van zwakkere lagen, zoals de aanwezige veen- en kleirijke lagen. De uitdroging van deze lagen kan leiden tot bodemverdichting, bodemdruk en afbraak van organisch materiaal. Dit is kenmerkend voor gebieden waar land uit zee is gewonnen.

Deltares heeft verschillende klimaatscenario's geanalyseerd. In zowel 2050 als 2100 is de totale bodemdaling naar verwachting verwaarloosbaar in het noordwestelijke gedeelte (<3 cm) en beperkt (3 tot 10 cm) in het zuidoostelijke gedeelte. Dit is echter nog steeds een relatief geringe bodemdaling in vergelijking met andere delen van Zeeland, waar de verwachte bodemdaling in die tijdspanne kan oplopen tot 60 cm. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de Holoceen-sequentie in het Slogebied relatief dun is in vergelijking met de meer noordelijke delen van Zeeland.

Terneuzen

Bodemdaling in Terneuzen houdt voornamelijk verband met de uitdroging van zwakkere lagen, zoals veen- of kleirijke afzettingen. Uitdroging van deze zwakke lagen kan leiden tot bodemverdichting, bodemdaling en afbraak van organisch materiaal. In het meest oostelijke deel is een iets grotere kans op groundbeweging vergeleken met de rest van het gebied. Dit kan verband houden met de vroegere aanwezigheid van getijdengeulen en de opvulling van het land tussen 1975 en 1977. De gemiddelde groundbeweging bedraagt circa 1 mm/jaar in de gebieden rond Terneuzen. Op de lange termijn, op basis van de Klimaateffectatlas, is de voorspelde bodemdaling verwaarloosbaar (<3 mm/jaar). Dit is een relatief geringe bodemdaling in vergelijking met andere delen van Zeeland, waar de verwachte bodemdaling wel 60 cm kan bedragen. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de Holoceen-reeks bij Terneuzen relatief dun is en grotendeels bestaat uit zandige sedimenten in vergelijking met de meer noordelijke delen van Zeeland.

Bij Terneuzen is er onzekerheid over de aanwezigheid van oude stroomgeulen en de specifieke locatie van de Boomse klei in de ondergrond. Nader onderzoek in de vervolgfase is noodzakelijk om met zekerheid te stellen waar verschillen en ongelijkheden in de ondergrond zich bevinden.

5.3.7 Sterke bodemvloeïing

Bodemvervloeiing wordt ook wel liquefactie genoemd. Bodemvervloeiing treedt op wanneer een verzadigde of gedeeltelijk verzadigde bodem zonder cohesie aanzienlijk aan sterkte en stijfheid verliest als reactie op een toegepaste spanning, zoals schudden tijdens een aardbeving of een andere plotselinge verandering in de spanningsomstandigheden. De bodem verandert in een modderachtige substantie die niet meer in staat is om gebouwen of voorwerpen (bijvoorbeeld een auto) te dragen. Deze zinken in de modder.

In Nederland is geen sprake van sterke bodemvervloeiing gezien de geologische ondergrond relatief stabiel is. Daarom wordt er niet verder ingegaan op sterke bodemvervloeiing. In de paragraaf hierna is ingegaan op de potentiële risico's van beperkte bodemvervloeiing.

5.3.8 Beperkte bodemvloeïing

In deze paragraaf zijn de potentiële risico's van beperkte bodemvervloeiing per gebied nader beschouwd. Dit zijn algemene beschouwingen.

Eemshaven

De vooroevers bij Eemshaven worden gekenmerkt door statische bodemvervloeiing, hiermee is rekening gehouden bij de bestaande waterkeringen. Deze waterkeringen worden hiervoor regelmatig geëvalueerd. Verder kan bodemvervloeiing ook ter plekke ontstaan door bevingen. Aangezien er geen significante bevingen worden verwacht (zie paragraaf 5.2) is ook de kans op bodemvervloeiing als gevolg van bevingen laag. Op basis van de huidige data is de kans op bodemvervloeiing binnen de zoekgebieden laag.

Maasvlakte II

Op opgespoten terreinen is een grotere kans op bodemvervloeiing als gevolg van aardbevingen. Het risico op bevingen die significant genoeg zijn om bodemvervloeiing tot gevolg te hebben, is echter klein bij Maasvlakte II. Toch wordt bodemvervloeiing wel aangeduid als een aspect dat speelt op de locaties, aangezien Maasvlakte II een opgespoten terrein is. In het algemeen wordt het risico op bodemvervloeiing verminderd door een ophoging van het maaiveld, doordat de bodemdruk effectief verhoogd wordt.

Slogebied

Gebaseerd op bodemvervloeiing-berekeningen in het rapport 'Borssele II: Site evaluation' (16 januari 2024) door Deltares is de kans op volledige beperkte bodemvervloeiing zeer klein.

Terneuzen

In het verleden heeft statische bodemvervloeiing plaatsgevonden langs de Westerschelde en het Terneuzenkanaal (op maaiveldhoogte). Dit is vooral een probleem voor de waterkering in het gebied. In bodemlagen boven het grondwaterpeil wordt geen bodemvervloeiing verwacht. In het algemeen wordt het risico op bodemvervloeiing verminderd door een ophoging van het maaiveld, doordat de bodemdruk effectief verhoogd wordt. Verder wordt er geen bodemvervloeiing verwacht door seismische activiteit in dit gebied.

5.3.9 Karst

Met karst worden geologische verschijnselen bedoeld die te maken hebben met oplossing van kalksteen in het water. Denk hierbij aan kalksteengrotten of landschappen van kalksteen. Dit komt in Nederland voor in Zuid-Limburg, maar niet nabij het oppervlak van alle alternatieven. Karst speelt niet op de locaties.

5.3.10 Beoordeling

De tabel hieronder laat zien dat draagkracht, bodemdaling en beperkte bodemvervloeiing mogelijk relevant zijn binnen de locaties. Voor Eemshaven 1A, 1B en 3 is er onvoldoende draagkracht, met omvangrijke maatregelen leidt dit niet tot risico's voor een veilige bedrijfsvoering. Verder zijn er mogelijk eenvoudige maatregelen nodig voor de overige locaties. De geologische risico's sluiten de gebieden dus niet uit.

Tabel 5-4 Beoordeling geologische risico's

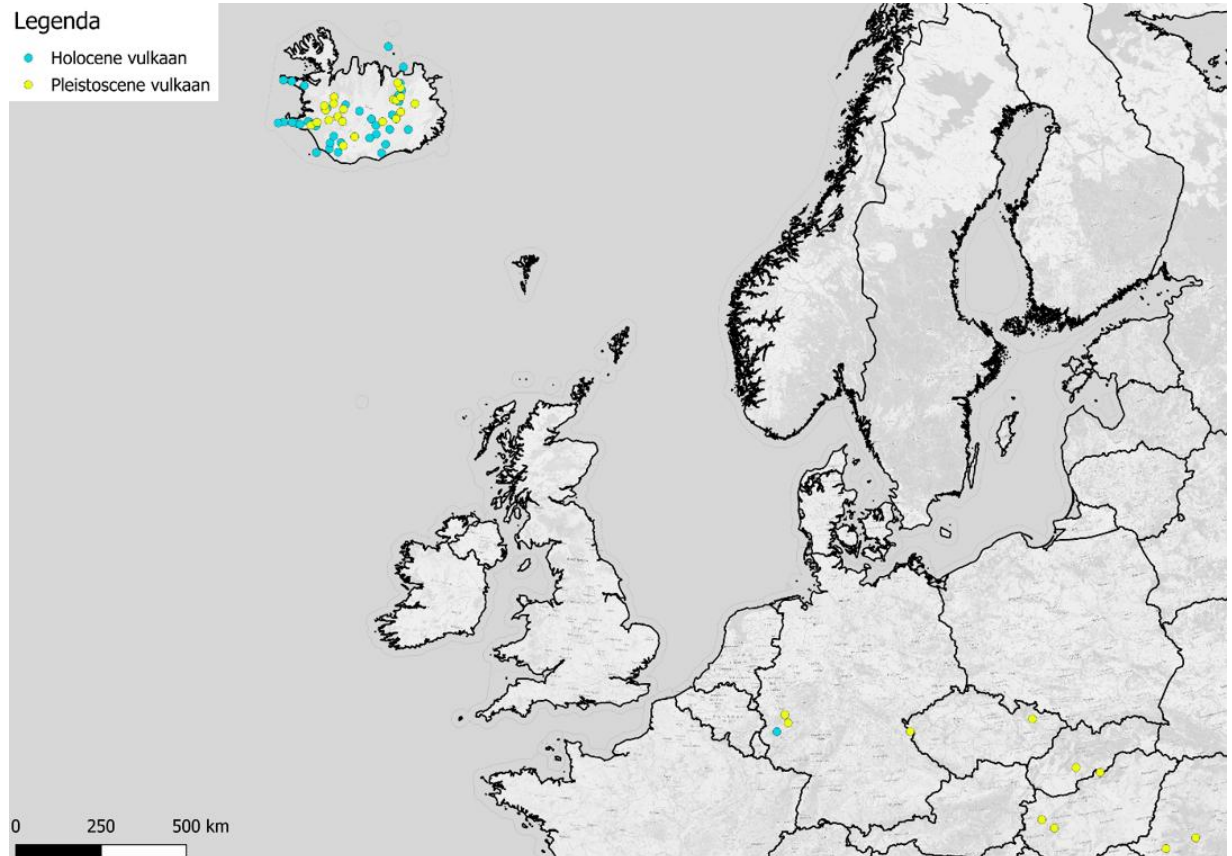
Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling					
		Eemshaven		Maasvlakte II	Slogebied		Terneuzen
Geologische risico's	Grote landverschuiving	Niet relevant voor de locaties					
	Beperkte landverschuiving	Niet relevant voor de locaties					
	Draagkracht	1A, 1B, 3	2		1	2	
	Bodemdaling						
	Sterke bodemvervloeiing	Niet relevant voor de locaties					
	Beperkte bodemvervloeiing						
	Karst	Niet relevant voor de locaties					

5.4 Vulkanisme

5.4.1 Introductie

Een vulkaanuitbarsting heeft verschillende gevaren. Voor gebieden gelegen direct bij een vulkaan zijn lavastromen, pyroclastische stromen (gloedwolk), grote modderstromen (lahars), aardverschuivingen en

puinlawines directe gevaren. Gebieden verder van de vulkaan kunnen getroffen worden door tefra- of asregens, gasuitstoot of tsunami's die ontstaan als gevolg van een uitbarsting. Een vulkaanuitbarsting kan verschillende gradaties hebben. Dit wordt gemeten aan de hand van de vulkanische explosiviteitsindex (VEI). Er heeft echter geen vulkanische activiteit plaatsgevonden in Nederland in de afgelopen 10 miljoen jaar (zie Figuur 5-4). In West-Europa bestaat er een aantal gebieden waar vulkanische activiteit heeft plaatsgevonden. De Eifel-regio in Duitsland met twee vulkanische gebieden is het dichtstbijzijnde gebied waar vulkanische activiteit heeft plaatsgevonden.



Figuur 5-4 Vulkanische activiteit in Europa (bron: Deltares)

5.4.2 Beoordelingskader

Hoewel er geen vulkanische activiteit in Nederland plaatsvindt, maar de SSG-35 wel zuiver beoordeeld wordt, is hieronder het beoordelingskader voor het aspect vulkanisme gepresenteerd. De specifieke onderdelen zijn in de navolgende paragrafen kort beschouwd.

Tabel 5-5 Beoordelingskader vulkanisme

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Vulkanisme	Lavastroom	Een vulkaanuitbarsting kan leiden tot verschillende gevaren die een veilige bedrijfsvoering kunnen beïnvloeden.
	Pyroclastische stroom	
	Bodemdeformatie	<i>Methodie analyse:</i> Het duiden van risico's en effecten aan de hand van kaartmateriaal over de dichtstbijzijnde vulkanische activiteiten.
	Vallend vulkanisch as	
	Vulkanische gassen	
Grote modderstromen		

5.4.3 Lavastroom

Bij de eruptie van een vulkaan komt magma uit de aardkorst naar het aardoppervlak. Het is gesmolten gesteente van zeer hoge temperatuur. Bij een lavastroom komt magma uit de vulkaan, waarna het als lava de vulkaan afstroomt. Aangezien Nederland geen vulkanen kent, speelt dit niet op de locaties.

5.4.4 *Pyroclastische stroom*

Naast een lavastroom kan er uit een uitbarstende vulkaan ook een stroom van zeer hete gassen, assen en gesteente de vulkaan af schuiven. Dit wordt een pyroclastische stroom genoemd. Ook hier is geen sprake van in Nederland. Dit onderdeel speelt niet op de locaties.

5.4.5 *Bodemdeformatie*

Een uitbarsting van een vulkaan gebeurt onder zeer hoge druk: de hitte en het gesmolten gesteente vindt haar weg onder hoge druk naar buiten. Dit kan effecten hebben op de bodemstabiliteit in de omgeving van de vulkaan. De bodem kan hiermee vervormen: bodemdeformatie. Ook hier is geen sprake van in Nederland. Dit onderdeel speelt niet op de locaties.

5.4.6 *Vallend vulkanisch as (tephra fall)*

Bij een uitbarsting van een vulkaan onder hoge druk, wordt as de lucht in gestuwd (zogenoeten tephra fall). Afhankelijk van de windrichting op dat moment verplaatst deze aswolk zich over het land, waarna het verderop neer kan komen. Ook hier is geen sprake van in Nederland. Dit onderdeel speelt niet op de locaties.

5.4.7 *Vulkanische gassen*

Bij een uitbarsting van een vulkaan onder hoge druk worden gassen de lucht in gestuwd. Afhankelijk van de windrichting op dat moment verplaatst deze gaswolk zich over het land, waarna het verderop neer kan komen. Ook hier is geen sprake van in Nederland. Dit onderdeel speelt niet op de locaties.

5.4.8 *Grote modderstromen*

Als gevolg van een vulkanische eruptie worden (hete) modderstromen de berg af gestuwd. Dit worden ook wel lahars genoemd. Ook hier is geen sprake van in Nederland. Dit onderdeel speelt niet op de locaties.

5.4.9 *Beoordeling*

Geen van de beoordelingscriteria is relevant binnen de locaties.

Tabel 5-6 Beoordeling vulkanisme

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling			
		Eemshaven	Maasvlakte II	Slogebied	Terneuzen
Vulkanisme	Lavastroom		<i>Niet relevant voor de locaties</i>		
	Pyroclastische stroom		<i>Niet relevant voor de locaties</i>		
	Bodemdeformatie		<i>Niet relevant voor de locaties</i>		
	Vallend vulkanisch as		<i>Niet relevant voor de locaties</i>		
	Vulkanische gassen		<i>Niet relevant voor de locaties</i>		
	Grote modderstromen		<i>Niet relevant voor de locaties</i>		

5.5 **Overstromingsrisico's**

5.5.1 *Introductie*

Nederland is een waterrijk land. Gezien de klimaatverandering bestaat de kans dat de zeespiegel verder stijgt en er meer weerextremen optreden met overstromingen als gevolg. Het onderwater lopen van een terrein met een kerncentrale is onwenselijk, ongeacht of de reactor zelf verhoogd wordt aangelegd. Het uitgangspunt is dat het terrein binnen redelijkheid droog blijft. In deze paragraaf is nader ingegaan op potentiële overstromingsrisico's.

5.5.2 Beoordelingskader

De tabel hieronder laat zien waarop overstromingsrisico's worden beoordeeld. Het gaat om het inzicht in overstromingskansen en -gevaren die mogelijk belemmeringen voor de bouw van kerncentrales kent.

Tabel 5-7 Beoordelingskader overstromingsrisico's

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Overstromingsrisico's	Open wateren	Klimaatverandering leidt tot een stijgende zeespiegel en extremer weer waarbij de kans op overstromingen vanuit zee of rivier toeneemt.
	Damdoorbraak	
	Golfslag	<i>Methodie analyse:</i> Het duiden van risico's en effecten aan de hand van kaartmateriaal over de overstromingskansen van het nieuwe platform/maaveld bij overstromingen en een potentiële dijkdoorbraak.
	Tsunami	

5.5.3 Open wateren

Overstromingen van open wateren zijn in Nederland een reëel probleem vanwege de ligging aan de Noordzee en de aanwezigheid van een delta waar veel grote rivieren uit Europa samenvloeien. Op sommige momenten in het jaar, vooral in het najaar wanneer sneeuw uit de Europese bergen smelt, stijgt het waterpeil. Maar ook wanneer door hevige regenval het water niet volledig weg kan vloeien.

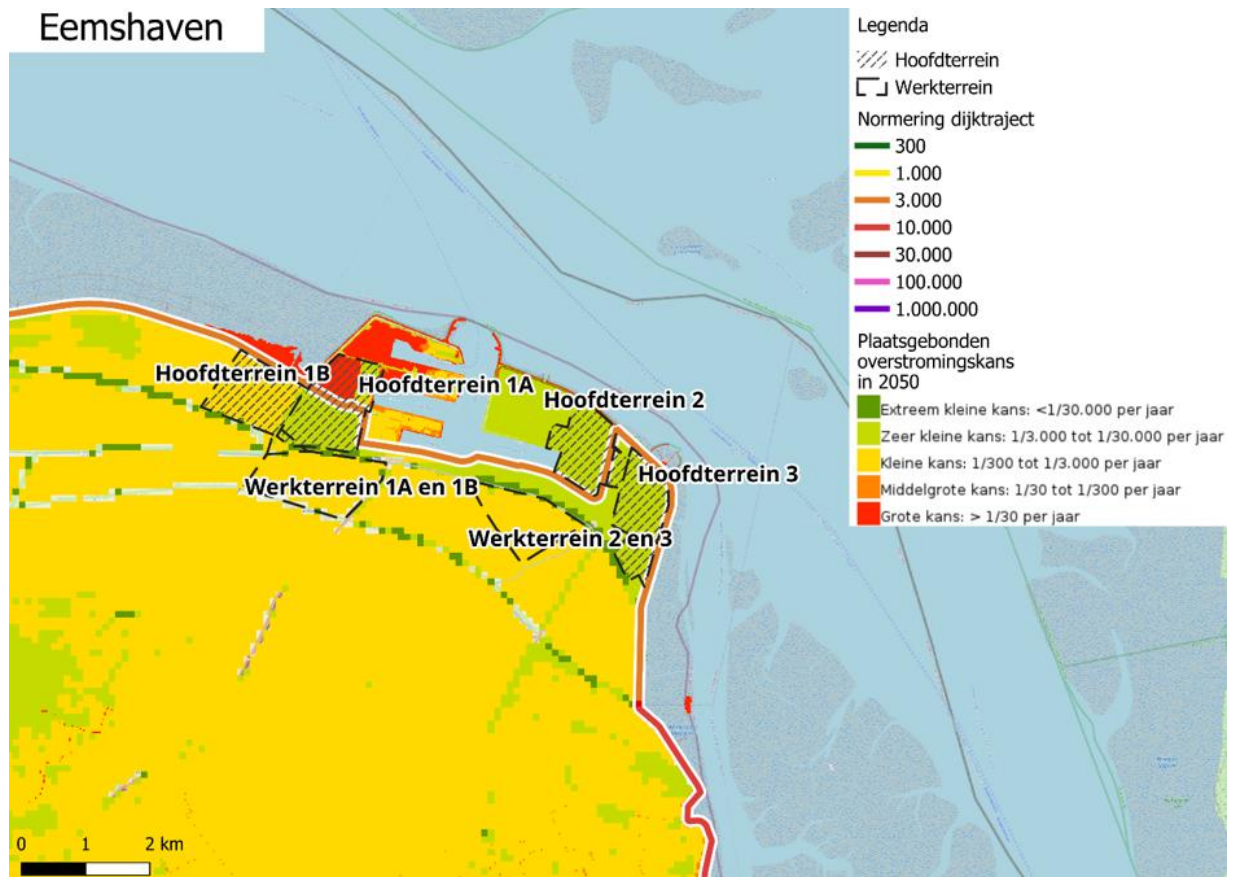
Risico's op overstromingen worden uitgedrukt als kans. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een terugkeertijd, hoe vaak een fenomeen terugkeert. Een overstromingsrisico van eens in de 3.000 jaar (1:3.000) wil zeggen dat dit naar verwachting 1x in 3.000 jaar voorkomt.

Eemshaven

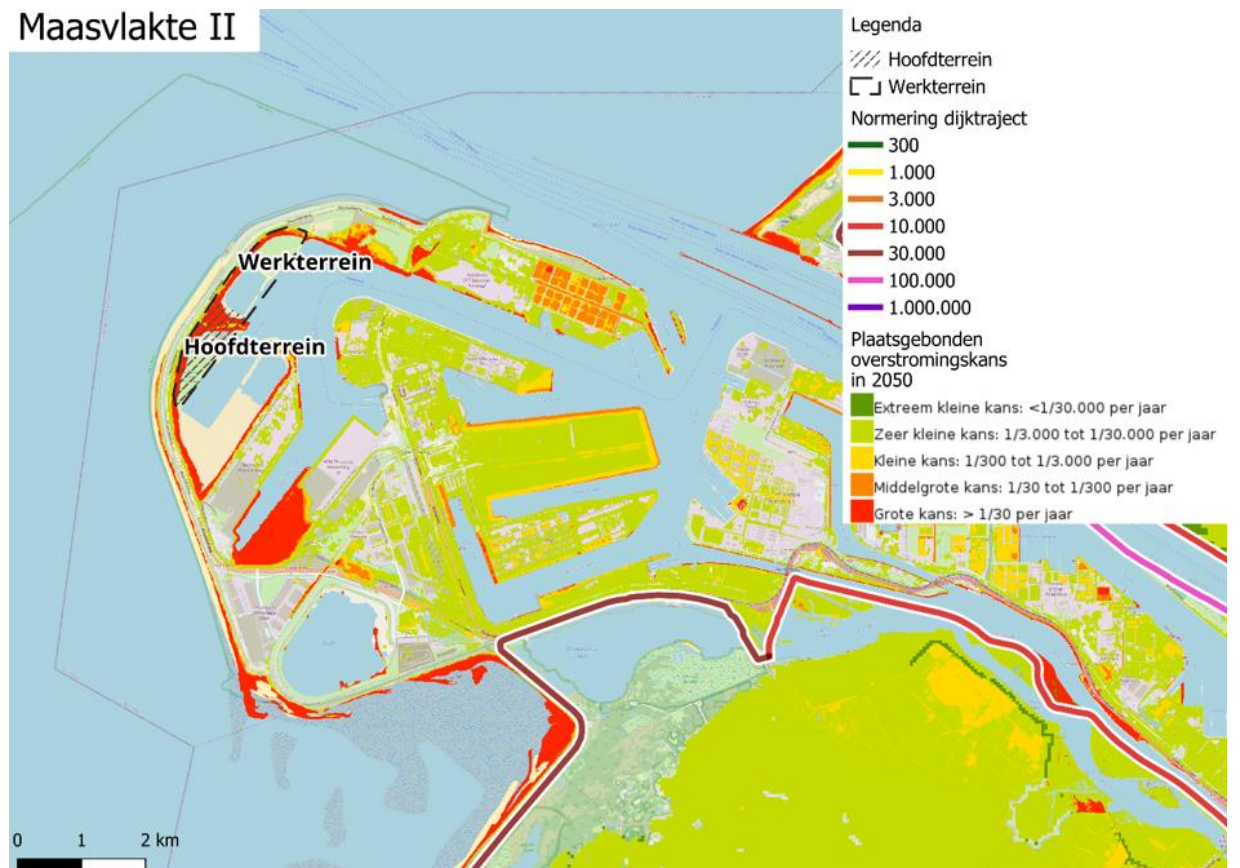
Bij Eemshaven ligt de waterkering grotendeels door het midden van de haven. Aan de oostkant van de haven ligt de waterkering langs de kade. Aan de westkant van de haven ligt de waterkering weer langs het water. De hoofdterreinen van Eemshaven 1A en 2 liggen hierdoor buitendijks. Figuur 5-5 toont de ligging van de waterkering met de plaatsgebonden overstromingskansen in 2050. Het overstromingsrisico wordt bepaald door de ligging ten opzichte van de waterkering (binnendijks/buitendijks) en de hoogte van het terrein. Eemshaven 1A ligt deels buitendijks en relatief laag. Het overstromingsrisico is hier dan ook het grootst. Eemshaven 1B ligt in het lagergelegen poldergebied, maar door de ligging binnendijks is het overstromingsrisico hier lager. Eemshaven 2 ligt eveneens buitendijks, maar door de hoogte van het terrein is het risico hier aanzienlijk kleiner.

Maasvlakte II

Figuur 5-6 toont de ligging van de waterkering met het bijbehorende normering en de overstromingsrisico's rond Maasvlakte II. Het terrein van Maasvlakte II ligt buitendijks met een hoge overstromingskans tot gevolg. De kaart gaat er van uit dat er op dit moment geen kade is. In de huidige situatie is het terrein opgespoten. De overstromingskans is vergelijkbaar met de kades aan de overkant van de havenbekken.



Figuur 5-5 Overstromingsrisico's en normering van de dijken bij Eemshaven voor 2050 (bron: www.klimaat-effectatlas.nl)



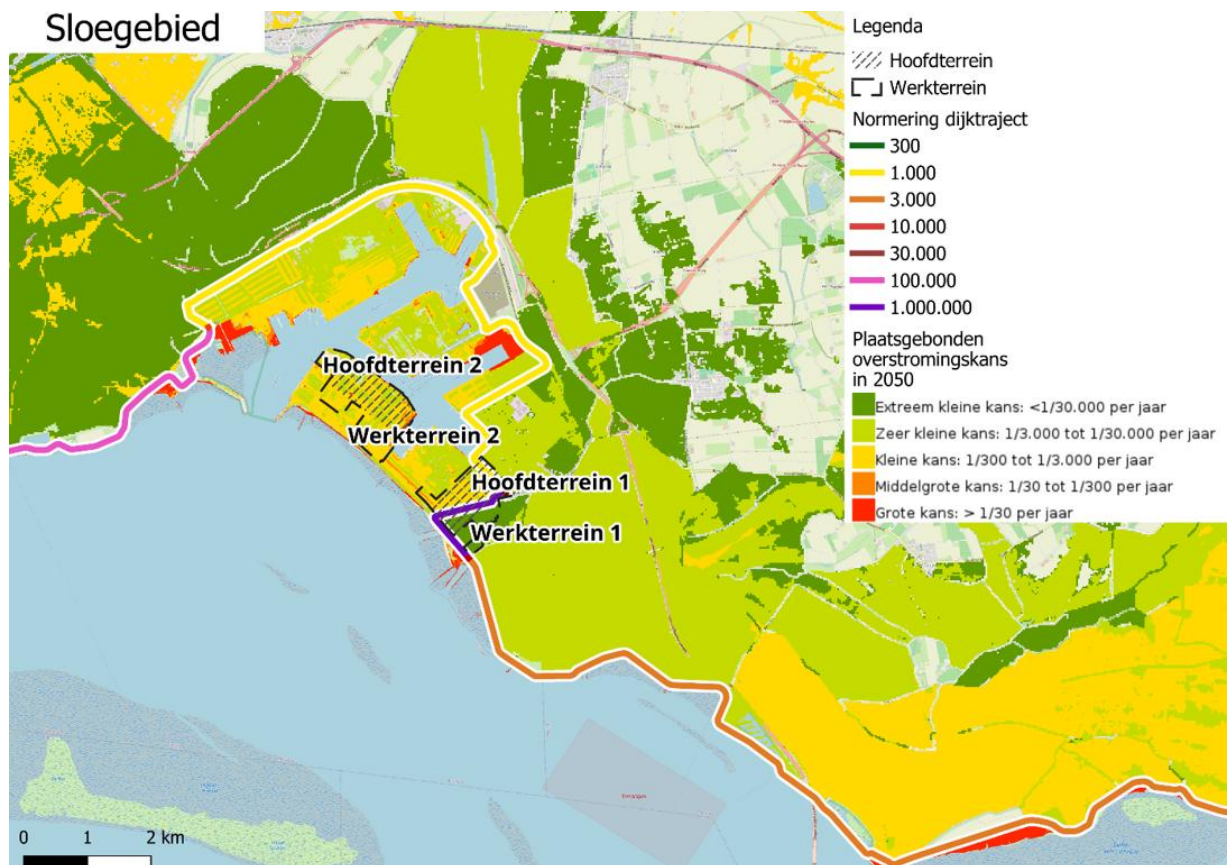
Figuur 5-6 Overstromingsrisico's en normering van de dijken bij Maasvlakte II voor 2050 (bron: www.klimaat-effectatlas.nl)

Slogebied

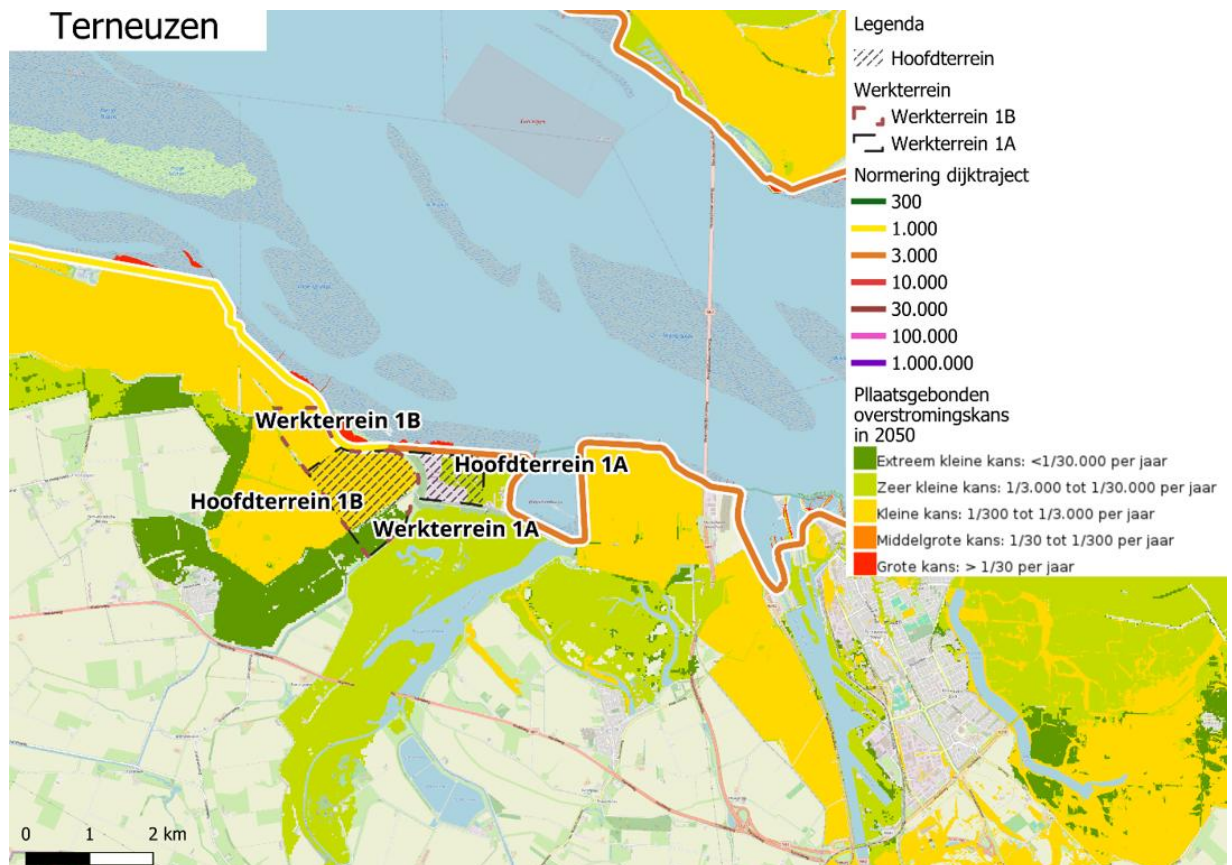
Figuur 5-7 toont de ligging van de waterkeringen met bijbehorende normeringen en de overstromingsrisico's voor het Slogebied. Het hoofdterrein van Slogebied 1 ligt op de bestaande waterkering met een normering van 1:1.000.000. De waterkering heeft hier een hoge normering vanwege de bestaande kerncentrale van EPZ. Het oostelijk deel van het hoofdterrein van Slogebied 1 heeft hierdoor een extreem kleine overstromingskans. Het westelijk deel van Slogebied 1 ligt buitendijks met een kleine overstromingskans. Het hoofdterrein van Slogebied 2 ligt volledig buitendijks. Hier is een kleine tot zeer kleine overstromingskans.

Terneuzen

De terreinen van Terneuzen liggen achter een waterkering met een normering van 1:1.000 tot 1:3.000. Het risico op overstroming is bij Terneuzen 1B iets groter dan bij Terneuzen 1A (zie Figuur 5-8).



Figuur 5-7 Overstromingsrisico's en normering van de dijken bij Slogebied voor 2050 (bron: www.klimaat-effectatlas.nl)



Figuur 5-8 Overstromingsrisico's en normering van de dijken bij Terneuzen voor 2050 (bron: www.klimaat-effectatlas.nl)

Waterhoogtes

De kans op extreem hoog water is door Deltares (Deltares, 11209639-016-GEO-0002) per locatie onderzocht. In de Tabel 5-8 is de waterhoogte (ter plaatse van het waterlichaam) weergegeven met de bijbehorende terugkeertijd. De verschillen tussen de locaties zijn klein, minder dan 1 meter. Maasvlakte II heeft een beperkt lagere waterhoogte dan de andere gebieden.

Tabel 5-8 Waterhoogte bij de gebieden en de bijbehorende terugkeertijd (m +NAP)

Terugkeertijd (jaren)	10	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000
Eemshaven	3,7	4,5	5,2	5,9	6,5	7,2
Maasvlakte II	3,1	3,7	4,4	5,2	6,0	6,9
Slogebied	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,2
Terneuzen	4,1	4,7	5,3	6,0	6,7	7,4

Bij alle locaties zijn er risico's op overstromingen en hoge waterstanden. De kans op een overstroming verschilt per locatie, maar geen van de locaties voldoet aan het gewenste veiligheidsniveau van 1:10.000. Om de risico's te beperken zijn maatregelen nodig. Overstromingsrisico's zijn te beperken door de kerncentrales op voldoende hooggelegen platforms te bouwen en/of de terreinen te omringen met een waterkering met het gewenste veiligheidsniveau. Voor alle locaties zijn deze maatregelen mogelijk. De omvang en impact van deze maatregelen (benodigde ophoging) verschilt per locatie. Dit is verder beschreven en onderzocht in het deelrapport Bodem en water.

5.5.4 Damdoorbraak

Dammen worden over de wereld veel gebruikt om energie op te wekken uit het waterverloop door de dam heen. De ene kant van de dam verzamelt al het water – waardoor daar een hoog waterpeil is – en het water vloeit van hoog naar laag. Door die kracht wordt energie opgewekt. In Nederland zijn dit soort dammen niet aanwezig. Een damdoorbraak is hier dan ook niet relevant voor de locaties.

5.5.5 Golfslag

Hoge golven, en daarmee golfslag dat over dijklichamen en golfbrekers slaat, ontstaan op open zee bij bepaalde weersomstandigheden. De Westerschelde is een gesloten wateroppervlakte die gevoelig is voor dit soort golfslag. Maar ook de Waddenzee en vooral de Noordzee kennen dit fenomeen. Voor de gebieden van de kerncentrales zijn de verwachte maximale golfhoogtes en de bijbehorende terugkeertijd berekend (zie volgende tabel).

Tabel 5-9 Het bereik van significante golfhoogten in meters in de gebieden voor drie herhalingsstijden (in jaren) (bron: Deltares)

Terugkeertijd (jaren)	10	10.000	1.000.000
Eemshaven	1,2 – 1,9	2,3 – 3,7	3,1 – 5,0
Maasvlakte II	4,1 – 5,5	7,6 – 10,0	9,5 – 11,9
Slogebied	1,0 – 2,5	2,0 – 4,0	2,7 – 4,8
Terneuzen	1,0 – 1,4	2,0 – 2,6	2,7 – 3,5

Het terrein moet zodanig beschermd worden dat een hoge golfslag geen risico vormt voor een veilige bedrijfsvoering van de kerncentrales. Het risico op hoge staande golven is het hoogst bij Maasvlakte II. De andere gebieden hebben vergelijkbare risico's op basis van golfhoogte en kennen hiermee een kleiner risico.

5.5.6 Tsunami

Tsunami's zijn golven die zich in zee voortplanten als gevolg van een plotselinge verticale verplaatsing van het water als gevolg van een onderzeese aardbeving of aardverschuiving, een uitbarstende of instortende vulkaan, of een meteoriet. In diep water kunnen tsunami's golflengtes bereiken van enkele honderden kilometers, terwijl de golfamplitude meestal minder dan 1 meter bedraagt. Wanneer tsunami's de kust naderen, neemt de voortplantingssnelheid af en de amplitude toe, wat kan leiden tot overstromingen van laaggelegen kustgebieden.

De kans op een schadelijke tsunami aan de Nederlandse kust is verwaarloosbaar. Dit komt doordat de Noordzee geen tsunami-gevoelig gebied is en golven uit verre gebieden grotendeels worden tegengehouden door de Britse eilanden en gedempt door het ondiepe water. Alleen zeer zeldzame lokale gebeurtenissen, zoals een aardverschuiving of aardbeving in de Noordzee, kunnen een golf van maximaal 1,5 tot 2 meter veroorzaken. De kans hierop is echter zeer klein (circa eens per 100.000 jaar). Een ander type tsunami, de meteotsunami, ontstaat door snel bewegende stormfronten. Deze komen vaker voor en kunnen langs de Nederlandse kust golfhoogtes tot circa 1 meter veroorzaken. De schattingen van maximale tsunami-golfhoogtes (bron: Deltares rapport 11209639-016-GEO-0002) vallen binnen de extremen van stormopzet en -golven, waardoor tsunami's niet als relevant voor de locaties beschouwd zijn.

5.5.7 Beoordeling

De overstromingskans als gevolg van stijgend open water – zowel de rivier Westerschelde als de Waddenzee en de Noordzee – is klein. Het risico kan worden beperkt door het treffen van mitigerende maatregelen, zoals het bouwen van de kerncentrales op een verhoogd platform. Golfslag vormt een groter risico voor het drooghouden van de terreinen. Bij Maasvlakte is dit risico een stuk groter en zou de zeewering dus sterker en hoger beschermd moeten worden dan bij de andere gebieden. In alle gevallen is ophoging van het terrein noodzakelijk om het terrein droog te houden, zowel door potentiële overstromingen vanaf het open water, als door weersomstandigheden die een hoge golfslag als gevolg hebben.

Tabel 5-10 Beoordeling overstromingsrisico's

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling					
		Eemshaven		Maasvlakte II	Slogebied	Terneuzen	
Overstromingsrisico's	Open wateren	1A, 1B	2, 3			1A	1B
	Damdoorbraak	Niet relevant voor de locaties					
	Golfslag						
	Tsunami	Niet relevant voor de locaties					

5.6 Externe weersomstandigheden

5.6.1 Introductie

Het klimaat verandert. Dit resulteert in steeds grotere extremen. Zo neemt de gemiddelde temperatuur op de aarde geleidelijk aan toe. Niet alleen wordt de lucht hierdoor warmer, maar dit leidt ook tot meer droogte. Droogte resulteert in lagere waterstanden en dorre natuur. Het gevolg van lagere waterstanden en dorre natuur is een algehele verdroging, in combinatie met meer hitte neemt de kans op natuurbranden hierdoor de komende decennia toe. Daarnaast neemt door de opwarming van de aarde ook de temperatuur van het zeewater toe: dit leidt tot meer (tropische) stormen, orkanen en hevigere regenbuien. In deze paragraaf is ingegaan op de potentiële risico's voor nieuwe kerncentrales als gevolg van extreme weersomstandigheden.

5.6.2 Beoordelingskader

De tabel hieronder laat zien waarop risico's van extreme weersomstandigheden worden beoordeeld.

Tabel 5-11 Beoordelingskader extreme weersomstandigheden

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Extreme weersomstandigheden	Natuurbrand	Extreem weer kan optreden in verschillende vormen, bijvoorbeeld in de vorm van natuurbrand, storm of regenval.
	Stormen	
	Tornado's	<i>Methodie analyse:</i> Extreem weer kan optreden in verschillende vormen, bijvoorbeeld in de vorm van storm. Risico op extreem weer en de risico's voor de alternatieven worden inzichtelijk op basis van klimaatscenario's, studies door Deltares en (openbaar) kaartmateriaal.
	Tropische stormen	
	Zand- en stofstormen	
Hevige regenval		

5.6.3 Natuurbrand

Nederland kent jaarlijks honderden natuurbranden. In sommige gevallen zijn deze branden van zodanige omvang dat aanzienlijke schade ontstaat. Het merendeel van de natuurbranden in Nederland ontstaat door menselijk handelen. Dit gebeurt niet altijd opzettelijk; vaak is sprake van onvoorzichtigheid of nalatigheid, zoals een smeulende sigaret of smeulende kooltjes van een barbecue. De branden vinden dan vooral plaats op bossen, duinen en heiden. Dit zijn plekken waar in hete zomermaanden veel droogte is en weinig neerslag. In combinatie met veel menselijke bezoekers en (on)opzettelijke handelingen, kunnen daar sneller natuurbranden ontstaan.

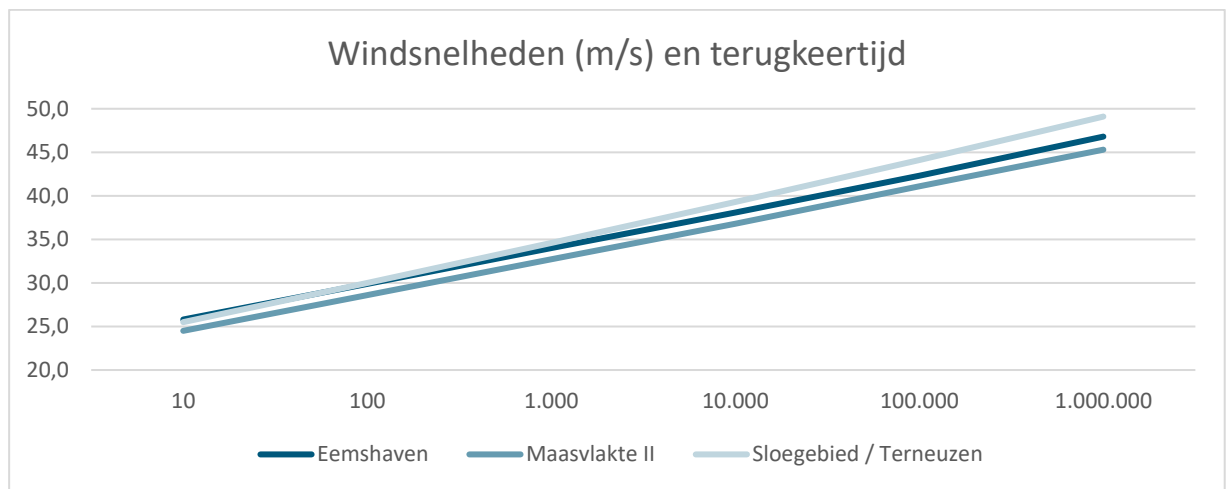
De zoekgebieden voor kerncentrales bevinden zich allemaal op bestaande industrieterreinen, of in bestaande agrarische polders. In beide gevallen is geen sprake van grootschalige bosgebieden of natuurgebieden met brandbare geclusterde natuurwaarden kennen. Er is geconcludeerd dat er op de locaties geen risico is op natuurbranden.

5.6.4 Stormen

Als gevolg van klimaatverandering komen extreme weersomstandigheden vaker en in hevigere mate voor in Nederland, zo ook stormen met hoge windsnelheden. In de volgende tabel en figuur zijn de windsnelheden en bijbehorende terugkeertijd weergegeven voor de verschillende gebieden. De windsnelheden in Sloegebied/Terneuzen liggen iets hoger dan in de andere gebieden, maar deze vallen in dezelfde stormcategorie (zijn vergelijkbaar met de andere gebieden).

Tabel 5-12 Windsnelheden in m/s en bijbehorende terugkeertijd (bron: Deltares)

Terugkeertijd	10 jaar	100 jaar	1.000 jaar	10.000 jaar	100.000 jaar	1.000.000 jaar
Windsnelheid Eemshaven	25,8	29,9	34,0	38,1	42,3	46,8
Windsnelheid Maasvlakte	24,5	28,6	32,7	36,8	41,1	45,3
Windsnelheid Slogebied/ Terneuzen	25,5	30,0	34,6	39,3	44,1	49,1
Stormcategorie	Zware storm	Zeer zware storm	Orkaan	Orkaan	Orkaan	Orkaan



Figuur 5-9 Windsnelheden en bijbehorende terugkeertijd (bron: Deltares)

De kans op storm is voor alle alternatieven gelijk. De kans dat er een zeer zware storm plaatsvindt tijdens de bedrijfsfase van de kerncentrales is aannemelijk. De kans op een storm van windkracht 12 (officieel een orkaan) is in alle gevallen zeer klein en komt theoretisch eens in de duizend jaar voor. Een kerncentrale is echter een stevig betonnen gebouw dat is ontworpen om tegen dergelijke windsnelheden te kunnen. Kerncentrales worden zo ontworpen dat deze een orkaan of zware storm veilig kunnen doorstaan, zonder dat de reactor of de veiligheidssystemen in gevaar komen. Er zijn strenge internationale ontwerpisen voor massieve constructies en meervoudige noodvoorzieningen. Wel kan een storm leiden tot maatregelen om een veilige bedrijfsvoering te waarborging (zoals bij stroomuitval).

5.6.5 Tornado's

Tornado's zijn grote roterende wervelwinden die over land razen. Het zijn kolommen snel ronddraaiende lucht die doorgaans over een beperkt gebied schade veroorzaken. Ze ontstaan wanneer warme, vochtige lucht aan de grond botst met koude lucht op grote hoogte. Dit verschil in temperatuur en windrichting kan ervoor zorgen dat de onweersbui gaat roteren. In Verenigde Staten komen ze veelvuldig voor in het midden van het land. In Europa komen tornado's nagenoeg niet voor en zijn ze minder krachtig.

5.6.6 Tropische stormen

Bij tropische stormen gaat het om bepaalde weertypen die vooral in tropische gebieden rondom de evenaar voorkomen. Denk hierbij aan grote orkanen van de hoogste categorieën, tyfonen, cyclonen, moessons, etc. Deze komen in Nederland niet voor en zijn dus ook niet relevant binnen deze context.

5.6.7 Zand- en stofstormen

Extreme weersomstandigheden als zand- en stofstormen gaan vooral om verstuingen in open, dorre gebieden met zand. Denk hierbij aan zandstormen in woestijnachtige omgevingen, of stofwolken in uitgestrekte uitgedroogde gebieden. Deze gebieden komen in Nederland niet voor. Zand- en stofstormen zijn dus niet relevant voor de locaties.

5.6.8 Hevige regenval

Hevige regenval kan vooral overlast veroorzaken wanneer er in een korte periode veel van valt. Het meest komt dit voor bij wolkbreuken in de zomer. De neerslag kan dan zo hevig zijn, dat rioleringen en andere afwateringsmethoden het overtollige water niet meer kunnen verwerken. Zo komen straten en huizen blank te staan. Laaggelegen verharde delen van het land zijn hiervoor gevoeliger.

In Eemshaven en Terneuzen liggen zoekgebieden in laaggelegen polders. Deze worden echter bemalen, waardoor de kans op wateroverlast klein is. Bovendien worden de kerncentrales aangelegd op een plateau van circa +7 meter boven NAP, waarbij extreme neerslag altijd weg kan naar laaggelegen delen van de polder. De overige zoekgebieden liggen verhoogd op bestaande industrieterreinen, waarbij in de meeste gevallen bovendien directe afwatering naar naastgelegen havens mogelijk is. Hierdoor is het potentiële risico bij hevige regenval zeer klein.

5.6.9 Beoordeling

Te zien is dat het weer inderdaad extremer wordt op de wereld, maar dat het in de locaties geen grote gevolgen heeft voor de kerncentrales op de gebieden. De kans op natuurbrand is nagenoeg nihil. Stormen en hevige regenval zijn wel aan de orde, maar een kerncentrale (net zoals andere grote installaties) zijn gebouwd om tegen dit soort weersextremen te kunnen. Bovendien is een drainagesysteem op het terrein van de kerncentrale wenselijk om het water bij hevige regenval af te voeren. Hierop wordt geanticipeerd. De potentiële risico's door stormen en hevige regenval spelen dus wel op de locaties, maar leiden niet tot risico's voor een veilige bedrijfsvoering.

Tabel 5-13 Beoordeling extreme weersomstandigheden

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling			
		Eemshaven	Maasvlakte II	Slogebied	Terneuzen
Extreme weersomstandigheden	Natuurbrand				
	Stormen				
	Tornado's	<i>Niet relevant voor de locaties</i>			
	Tropische stormen	<i>Niet relevant voor de locaties</i>			
	Zand- en stofstormen	<i>Niet relevant voor de locaties</i>			
	Hevige regenval				

5.7 Risico's door menselijk handelen

5.7.1 Introductie

Menselijke handelingen met gevaarlijke stoffen, elektromagnetische straling en voertuigen kunnen risico's vormen voor een veilige bedrijfsvoering van kerncentrales. Hieronder zijn voorbeelden gegeven van de gevolgen van brand en explosie voor een kerncentrale.

Potentiële gevolgen van brand voor een kerncentrale

Fakkelfbranden (jet fires) en plasbranden (pool fires) vormen een ernstig risico voor de veiligheid van kerncentrales wanneer zij ontstaan in de nabijheid van de installatie. Deze branden kunnen voortkomen uit industriële ongevallen, lekkages van brandbare vloeistoffen of gassen, of als gevolg van externe gebeurtenissen zoals transportincidenten. Er zijn verschillende scenario's mogelijk:

1. Thermische belasting. Zowel fakkel- als plasbranden genereren intense hitte. Deze thermische flux kan:
 - Buitengevels van gebouwen beschadigen;
 - Isolatiematerialen aantasten;

- Elektrische systemen verstoren;
 - Brandbare materialen binnen de installatie doen ontbranden.
2. Rook en giftige gassen. De rookontwikkeling kan leiden tot:
 - Belemmering van zicht en evacuatie;
 - Verstoring van ventilatiesystemen;
 - Onleefbare omstandigheden in controlekamers of andere kritieke ruimtes.
 3. Belemmering van noodmaatregelen. Brand kan toegangswegen blokkeren of hulpdiensten verhinderen om de installatie te bereiken. Dit kan de uitvoering van noodprocedures ernstig vertragen.
 4. Secundaire effecten. Fakkelen en plasbranden kunnen leiden tot:
 - Explosies van nabijgelegen tanks of leidingen;
 - Verspreiding van brand naar andere delen van het terrein;
 - Beschadiging van koelwaterinlaten of andere vitale infrastructuur.
 5. Invloed op meerdere installaties. Op locaties met meerdere nucleaire eenheden kan een brand zich verspreiden van de ene installatie naar de andere, wat de complexiteit van de situatie vergroot.

Gevolgen van explosie voor een kerncentrale

Overdruk als gevolg van externe explosies vormt een belangrijk risico voor de structurele integriteit en veiligheid van een kerncentrale. Dergelijke drukgolven kunnen ontstaan door industriële ongevallen, gasexplosies, of detonaties in de nabijheid van de installatie. De gevolgen van overdruk kunnen (volgens de Hazards Associated with Human Induced External Events in Site Evaluation for Nuclear Installation, IAEA Safety Standards) zijn:

1. Structurele schade. Hoge overdruk kan leiden tot beschadiging van gebouwen, leidingen en ondersteunende constructies. Vooral de reactorbehuizing, noodkoelsystemen en elektrische installaties zijn kwetsbaar voor drukgolven.
2. Uitval van veiligheidssystemen. Overdruk kan vitale systemen zoals koelpompen, ventilatie en noodstroomvoorzieningen beschadigen of uitschakelen. Dit kan leiden tot een verlies van koelcapaciteit en verhoogt het risico op kernsmelting.
3. Verspreiding van radioactieve stoffen. Als de drukbelasting leidt tot een breuk in de primaire of secundaire barrière, kunnen radioactieve stoffen vrijkomen in de omgeving. Dit vormt een ernstig risico voor mens en milieu.
4. Belemmering van noodmaatregelen. Door schade aan toegangswegen of communicatie-infrastructuur kan de uitvoering van noodprocedures worden vertraagd of verhinderd.
5. Indirecte effecten. Naast directe schade kan overdruk ook leiden tot brand, projectielinslag of secundaire explosies binnen de installatie, wat de situatie verder kan escaleren.

Relevante risicobronnen

Op basis van de “Zones for Nuclear Power Station Site Screening Used in the Study” uit de Safety Report (Mott Macdonald, november 2025) bevinden zich zeer veel risicobronnen binnen de locatie karakteriseringszone. Een groot deel van deze risicobronnen is niet relevant vanwege de zeer grote afstand en beperkte effectafstanden. In het onderzoek in het Safety Report (Mott Macdonald, november 2025) heeft dan ook een selectie plaatsgevonden op basis van relevantie. Alle relevante risicobronnen zijn in deze paragraaf nader beschouwd.

5.7.2 Beoordelingskader

In de volgende tabel is het beoordelingskader voor risico's door menselijk handelen weergegeven.

Tabel 5-14 Beoordelingskader risico's door menselijk handelen

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Risico's door menselijk handelen	Ligging t.o.v. militaire objecten	Ligging van de alternatieven t.o.v. militaire objecten, installaties, transportroutes, luchthavens en vliegroutes, elektromagnetische straling en andere nucleaire installaties. <i>Methodie analyse:</i> Het duiden van risico's door de alternatieven t.o.v. dergelijke menselijke handelingen te beschouwen. Hiervoor wordt de analyse van Mott Macdonald (zie bijlage 2) en (openbaar) kaartmateriaal gebruikt.
	Installaties (waaronder Seveso)	
	Transportroutes weg, spoor, water, buisleidingen	
	Luchthavens en vliegroutes	
	Elektromagnetisme	
	Andere nucleaire installaties	

5.7.3 Militaire objecten

Er bevindt zich een militaire faciliteit in de omgeving van Eemshaven 1A en 1B. De militaire faciliteit bevindt zich binnen de begrenzing van Eemshaven 1A en zal waarschijnlijk moeten worden verplaatst/verwijderd als onderdeel van de terreinontwikkeling. De faciliteit bevindt zich op circa 1 km van Eemshaven 1B. Het risico wordt als laag ingeschat, maar moet verder worden beoordeeld tijdens de volgende fase van het project.

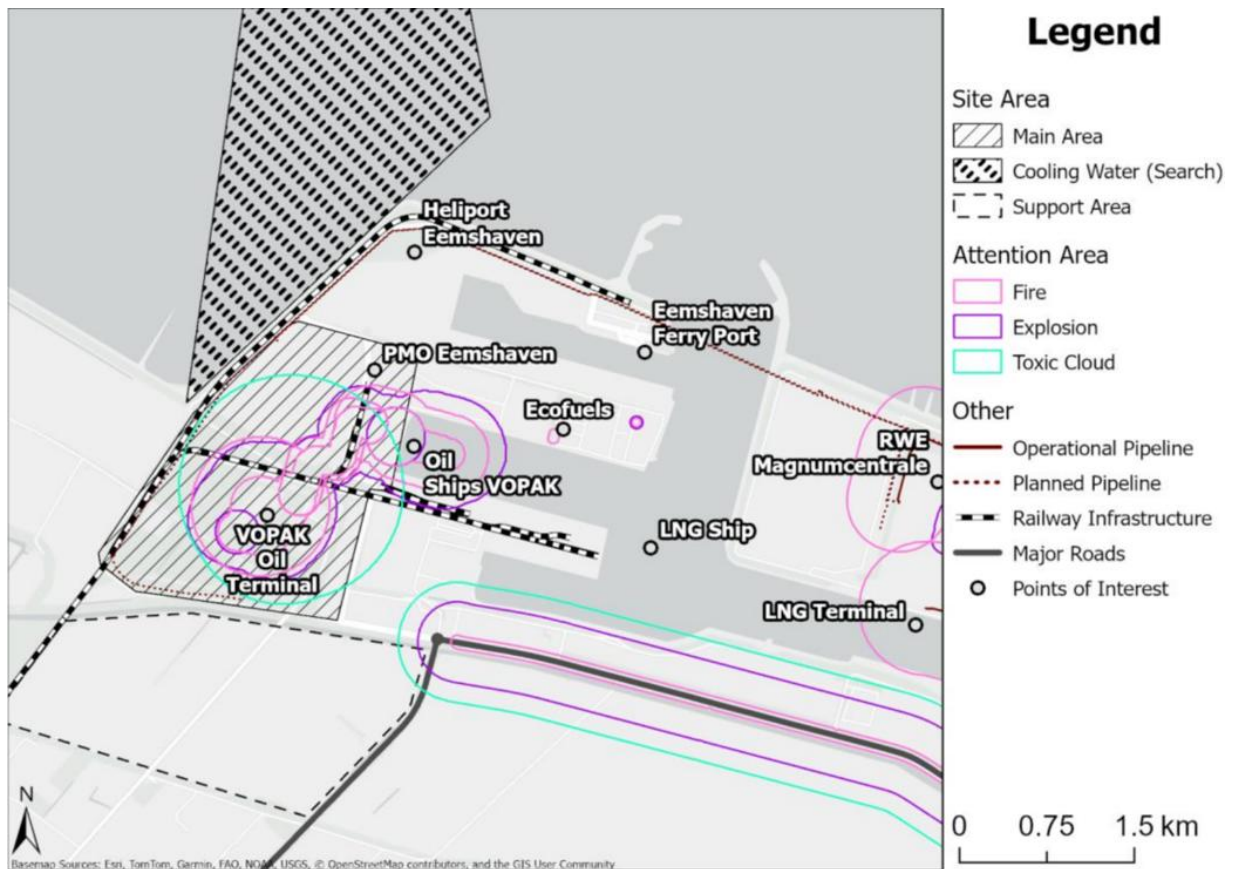
Ten noorden van Sloegebied 1 en 2 bevindt zich een militaire faciliteit. Beide locaties liggen buiten de directe effectafstanden van deze faciliteit. Er kan mogelijk sprake zijn van een beperkte schokgolf (bij een incident). Dit is niet op voorhand uit te sluiten. Deze impact kan in combinatie met de andere onderzoeken naar projectielen voor deze locaties verder worden uitgezocht. Daarnaast wordt in de omgeving Maasvlakte II onderzocht of er overslag van munitie plaats kan vinden, de risicoafstanden overlappen niet met de terreingrens van alternatief Maasvlakte II.

5.7.4 Installaties (waaronder Seveso)

In deze paragraaf zijn de risico's beschreven ten aanzien van installaties (inrichtingen die werken met gevaarlijke stoffen). De SSG-criteria focussen voornamelijk op Seveso inrichtingen, echter reguliere installaties kunnen ook zeer bepalend zijn, daarom zijn naast Seveso inrichtingen ook andere relevante activiteiten opgenomen voor een volledig beeld.

Eemshaven 1A

In de omgeving van Eemshaven 1A en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-10.



Figuur 5-10 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025.

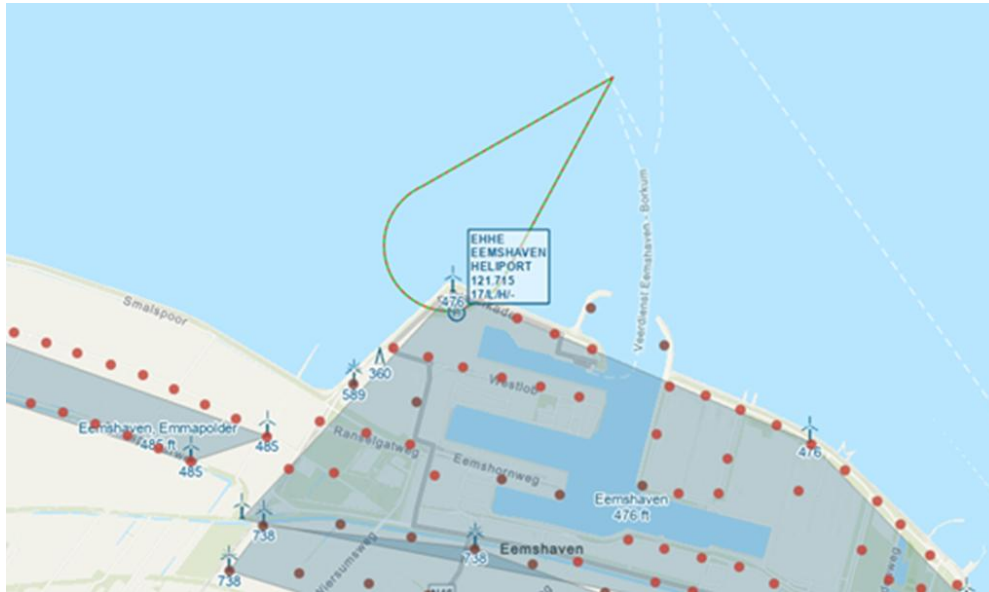
VOPAK Olie Terminal

De VOPAK-terminal beslaat een aanzienlijk deel van het hoofdterrein van Eemshaven 1A. De 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour bedekt een groot deel van het terrein, terwijl het brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied

eveneens een groot deel van het terrein beslaan, met name in het centrale gedeelte. De terminal zou volledig moeten worden verwijderd om het terrein geschikt te maken. In de conclusies wordt ervan uitgegaan dat de terminal wordt verwijderd/verplaatst als dit alternatief wordt gekozen.

Heliport Eemshaven

Heliport Eemshaven ligt circa 600 m van de terreinbegrenzing (ruim binnen de 8 km screeningszone). Het risico op een helikopterongeluk kan mogelijk niet acceptabel zijn. Verplaatsing van de heliport naar een andere locatie binnen de Eemshaven kan daarom noodzakelijk zijn, of er moeten passende vluchtbeperkingen worden ingesteld. De vliegroutes zijn weergegeven in Figuur 5-11.



Figuur 5-11 Vliegroutes Heliport Eemshaven

Ecofuels

De omvang van de plaatsgebonden contouren en aandachtsgebieden suggereert dat de Ecofuels-faciliteit een laag risico vormt voor het alternatief. Er kan enig risico zijn verbonden aan schepen die grondstoffen aanleveren via een losleiding die de faciliteit bedient (ca. 1 km).

Tijdelijke LNG-terminal en LNG-schepen

In de Eemshaven bevindt zich een tijdelijke drijvende LNG-terminal, op circa 2.500 meter afstand van de terreingrens. De LNG-terminal bestaat uit twee Floating Storage Regasification Units (FSRU's). De sluitingsdatum van de terminal is nog niet vastgesteld, verdere besluitvorming wordt verwacht in 2025. De maximale capaciteit van de terminal bedraagt 8 miljard kubieke meter aardgas per jaar (ter vergelijking: het totale aardgasverbruik in Nederland is circa 30 miljard kubieke meter per jaar). De totale hoeveelheid aardgas op het alternatief bedraagt maximaal 88.200 ton. Het LNG wordt via circa 100 LNG-schepen per jaar naar de terminal vervoerd. De kortste afstand van deze schepen tot het terrein is circa 1.700 meter. Het grootste LNG-schip ter wereld heeft een capaciteit van 266.000 m³ LNG.

De LNG-terminal is een tijdelijke voorziening en het is onzeker of deze blijft bestaan tot de geplande start van de bouw (en/of ingebruikname) van de kerncentrale. De aanvoer en vergassing van LNG in de FSRU's kunnen een verhoogd risico vormen voor Eemshaven 1A. Gezien de locatie van de terminal is het onwaarschijnlijk dat LNG-schepen dichterbij het alternatief komen dan de aandachtsgebieden voor basisnet water.

Windturbines

Er staan 14 windturbines waarvan de 10⁻⁶-contour enige interferentie heeft met het terrein, en nog eens 5 met enige interferentie met het werkterrein. Er wordt aangenomen dat deze moeten worden verwijderd.

Autonome ontwikkelingen

De provincie en de gemeente Het Hogeland hebben plannen om de Eemshaven uit te breiden door een bedrijventerrein te ontwikkelen in de Oostpolder. Dit beslaat een deel van het werkterrein. Om deze ontwikkeling

mogelijk te maken heeft de provincie een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) vastgesteld op 1 juli 2025. Het gaat om het gebied direct ten zuiden van de Eemshaven. Dit gebied wordt begrensd door de spoorlijn, de dijk en lintbebouwing van Oudeschip en de rijksweg N33. Het gaat om bedrijven ten behoeve van de productie van batterijen, bedrijven ten behoeve van de productie van waterstof, elektriciteit intensieve maakindustrie, en, onder voorwaarden, datacenters. Ook maakt het provinciaal inpassingsplan infrastructuur ten behoeve van het elektriciteitsnet (hoogspanningsstation) mogelijk.

Eemshaven 1B

In de omgeving van Eemshaven 1B zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-12.



Figuur 5-12 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025.

VOPAK Olie Terminal

In tegenstelling tot Eemshaven 1A wordt niet aangenomen dat de terminal automatisch volledig moet worden verwijderd om het terrein geschikt te maken. De terminal grenst aan het terrein, waarbij de opslagtanks zich op circa 0,5 km van de terreinbegrenzing bevinden. Het terrein ligt ook op circa 0,5 km van de grens van het werkterrein. De plaatsgebonden 10^{-6} -risicocontour strekt zich uit tot een klein deel van het oostelijke gedeelte van het terrein. Het brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied reiken niet tot het terrein of het werkterrein. Het wordt als onwaarschijnlijk beschouwd dat projectielen zich aanzienlijk verder uitstrekken dan de geschatte straal van 350 m voor brand- en explosieaandachtsgebied (hoewel dit verder moet worden beoordeeld tijdens de fase van inrichting van het terrein). Er bevindt zich ook een zonnepark van 25 MW op het VOPAK-terrein (gebaseerd op beoordeling van online beeldmateriaal). Zonneparken brengen enkele risico's met zich mee, met name brand door defecte panelen.

Gezien de beschikbare informatie moet de terminal momenteel als een gematigd risico worden beschouwd, waarvoor verdere evaluatie nodig is tijdens de inrichting van het terrein om te beoordelen of mitigerende maatregelen zoals ruimtelijke of fysieke barrières vereist zijn. De omvang en ligging van het terrein kunnen betekenen dat er ruimte is om de twee kerncentrales verder naar het westen te verplaatsen, waardoor indien nodig een adequate barrière kan worden gerealiseerd.

Heliport Eemshaven

Bevindt zich op circa 1,5 km van de grens van het terrein. Het risico op een helikopterongeval kan mogelijk niet acceptabel zijn. Verplaatsing van de heliport naar een andere locatie binnen de Eemshaven kan daarom noodzakelijk zijn, of er moeten passende vluchtbeperkingen worden ingesteld. De vliegroutes zijn weergegeven in Figuur 5-11.

Ecofuels

Bevindt zich op 2 km van het terrein. De beschikbare informatie suggereert dat Ecofuels een laag risico vormt, inclusief enig risico van schepen die grondstoffen aanleveren bij de faciliteit.

Tijdelijke LNG-terminal en LNG-schepen

De tijdelijke faciliteit bevindt zich op circa 3,75 km van het hoofdterrein, het brand- en explosieaandachtsgebied liggen op circa 3,25 km afstand. Gezien de locatie van de terminal is het onwaarschijnlijk dat LNG-schepen dichter bij het terrein komen dan de aandachtsgebieden voor basisnet water.

Windturbines

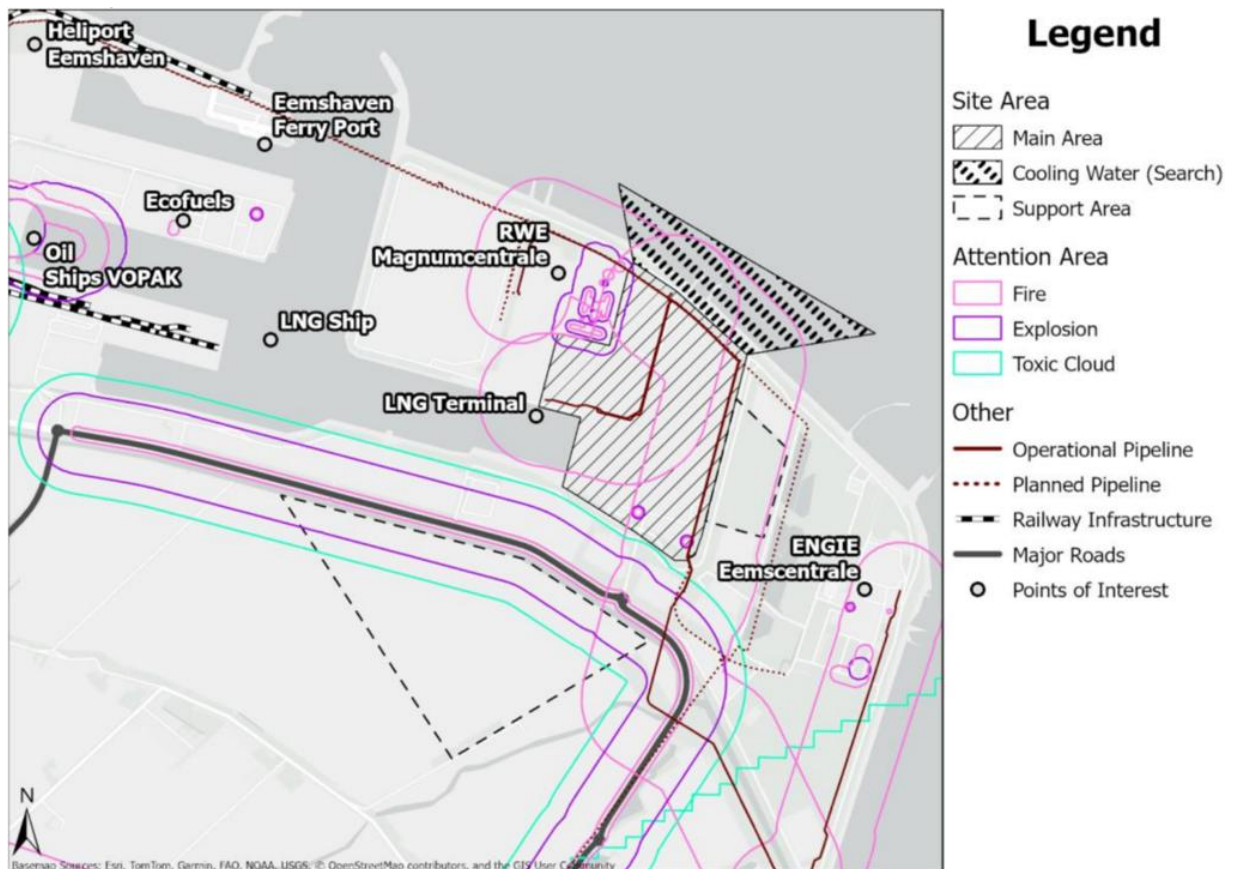
Er staan 9 windturbines waarvan de 10^{-6} -contour enige interferentie heeft met het terrein en nog eens 8 met enige interferentie met het werkterrein. Er wordt aangenomen dat deze moeten worden verwijderd.

Autonome ontwikkelingen

De provincie en de gemeente Het Hogeland hebben plannen om de Eemshaven uit te breiden door een bedrijventerrein te ontwikkelen in de Oostpolder (zie tekst bij Eemshaven 1A).

Eemshaven 2

In de omgeving van Eemshaven 2 en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-13.



Figuur 5-13 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott MacDonald, 2025. Het zoekgebied voor koelwater is hier niet juist weergegeven (het is op basis van een eerdere versie), maar dit heeft geen invloed op de conclusies.

Heliport

Ligt op circa 3,25 km van de terreinbegrenzing. Het risico op een helikopterongeluk kan mogelijk niet acceptabel zijn. Verplaatsing van de heliport naar een andere locatie binnen de Eemshaven kan daarom noodzakelijk zijn, of er moeten passende vluchtbeperkingen worden ingesteld. De vliegroutes zijn weergegeven in Figuur 5-11.

LNG-terminal, schepen en pijpleiding

De tijdelijke faciliteit grenst direct aan het terrein (en ligt op minder dan 1 km van het werkterrein). Het brand- en explosieaandachtsgebied beslaan een groot deel van het terrein en moeten als zeer hoog risico worden beschouwd. Dit resulteert vrijwel zeker in de noodzaak tot verwijdering (indien niet al gesloten). De pijpleiding die de faciliteit bedient, heeft een brandaandachtsgebied dat het grootste deel van het terrein beslaat en zou moeten worden verwijderd. De buisleiding is waarschijnlijk overbodig zodra de LNG-terminal wordt gesloten.

RWE Magnumcentrale

De gasgestookte centrale grenst direct (ca. 0,25 km) aan het terrein. Er zijn geen specifieke risicocontouren of aandachtsgebieden voor deze faciliteit, hoewel er contouren zijn die verband houden met de pijpleidingen naar de centrale. Dit betreft het brandaandachtsgebied en dit besloot een groot deel van het terrein. Het risico van een explosie van een gasturbine wordt als laag beschouwd, maar moet worden beoordeeld en indien nodig moeten barrières worden geplaatst tijdens latere evaluatie en inrichting van het terrein.

Engie Eemscentrale

De gasgestookte centrale ligt op minder dan 1 km van het terrein en het werkterrein. Er zijn geen risicocontouren voor de centrale. Daarnaast ligt deze mogelijk ver genoeg weg om geen hoog risico te vormen. Het risico van een explosie van een gasturbine wordt als laag beschouwd, maar moet in een later stadium van de ontwikkeling worden beoordeeld en indien nodig moeten passende mitigerende maatregelen, zoals fysieke barrières of ruimtelijke scheiding, worden toegepast.

Ecofuels

Bevindt zich op 2 km van het terrein. De beschikbare informatie suggereert dat Ecofuels een laag risico vormt, inclusief risico's van schepen die grondstoffen aanleveren bij de faciliteit.

Windturbines

Acht turbines moeten worden verwijderd uit de locatie, en mogelijk nog eens 13 die interfereren met het momenteel voorgestelde werkterrein.

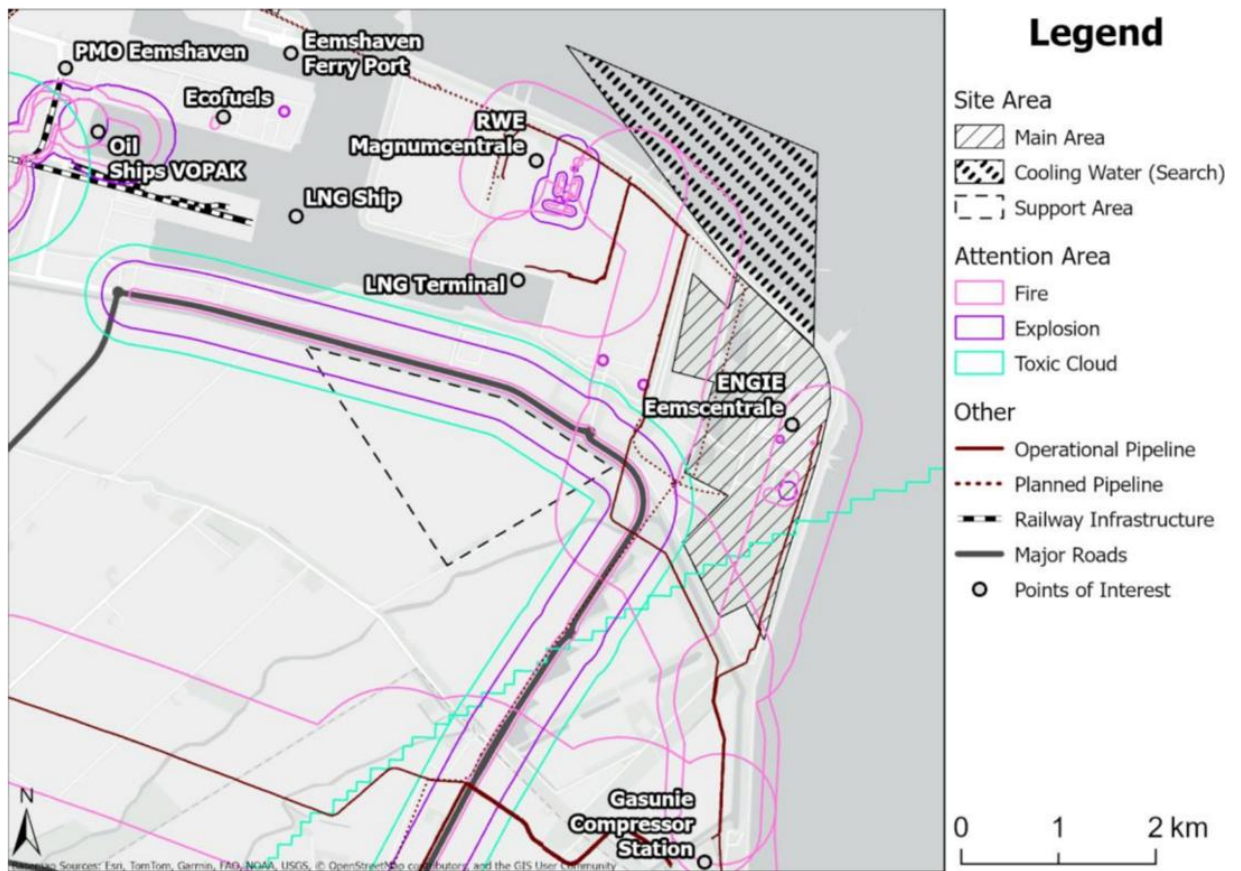
Autonome ontwikkelingen

Er zijn een aantal toekomstige ontwikkelingen met betrekking tot waterstofinfrastructuur. Gezamenlijk vertegenwoordigen deze toekomstige ontwikkelingen een zeer hoog risiconiveau voor Eemshaven 2.

- **Eemshydrogen:** RWE heeft een elektrolyser van 50 MW gepland op het terrein van de kolengestookte energiecentrale (afstand ca. 800 m). De gevolgen voor externe veiligheid hangen af van de exacte technische details van deze ontwikkeling, die op dit moment niet bekend zijn. Verdere beoordeling van dit risico is vereist, maar op dit moment moet dit als een zeer hoog risico worden beschouwd.
- **RWE Magnumcentrale:** Wijzigingen in het risiconiveau (mogelijk een toename) als de centrale wordt omgebouwd om waterstof te gebruiken, moeten ook worden overwogen. Verwijdering van buisleidingen die de centrale bedienen, kan de commerciële levensvatbaarheid van de centrale verminderen.
- Er is een explosieaandachtsgebied verbonden aan een faciliteit ten oosten van de RWE Magnumcentrale, dat overlapt met het terrein. Online beelden suggereren dat dit momenteel een zonnepark is (wat een brandrisico kan opleveren door defecte panelen); echter, de Atlas geeft aan dat de aandachtsgebieden verband houden met een (toekomstige) multi-fuelontwikkeling (inclusief waterstof). Dit moet in een later stadium van de ontwikkeling verder worden onderzocht.
- **Ontwikkeling bedrijventerrein.** De provincie en de gemeente Het Hogeland hebben plannen om de Eemshaven uit te breiden door een bedrijventerrein te ontwikkelen in de Oostpolder (zie tekst bij Eemshaven 1A).

Eemshaven 3

In de omgeving van Eemshaven 3 en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-14.



Figuur 5-14 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025. Het zoekgebied voor koelwater is hier niet juist weergegeven (het is op basis van een eerdere versie), maar dit heeft geen gevolgen voor de conclusies.

Heliport

Bevindt zich op circa 4,1 km van de terreinbegrenzing. Het risico op een helikopterongeluk kan mogelijk niet acceptabel zijn. Verplaatsing van de heliport naar een andere locatie binnen de Eemshaven kan daarom noodzakelijk zijn, of er moeten vluchtbeperkingen worden ingesteld. De vliegroutes zijn weergegeven in Figuur 5-11.

LNG-terminal, schepen en pijpleiding

De tijdelijke faciliteit bevindt zich op circa 1 km van het terrein (en minder dan 1 km van het werkterrein). Het brand- en explosieaandachtsgebied overlappen niet met het terrein, hoewel er mogelijk nog een rest-risico blijft bestaan.

Gasunie-compressorstation

Het station ligt op 1,7 km van het terrein. Het belangrijkste risico hiervan is brand, geassocieerd met de pijpleiding naar de Engie Eemscentrale. Aangezien deze pijpleiding moet worden verwijderd voor Eemshaven 3, zal dit risico verdwijnen.

RWE Magnumcentrale

De gasgestookte centrale ligt op circa 1,25 km van het terrein. De buisleidingen hebben een brandaandachtsgebied dat een groot deel van het terrein beslaat (hoewel deze gebieden als perifeer kunnen worden beschouwd en dus geen hoog risico vormen). Het risico van een explosie van een gasturbine moet worden beoordeeld, maar wordt waarschijnlijk niet als hoog risico beschouwd.

Engie Eemscentrale

Er wordt aangenomen dat de centrale moet worden verwijderd, samen met de buisleiding vanaf het Gasunie-compressorstation, waardoor de huidige risico's verdwijnen.

Seveso-locaties

Zowel de VOPAK-terminal als Ecofuels liggen waarschijnlijk ver genoeg weg om geen hoog risico te vormen, hoewel dit in een later stadium van de ontwikkeling moet worden beoordeeld, met name VOPAK. Een deel van het terrein ligt binnen een gifwolkaandachtsgebied, afkomstig van een Seveso-faciliteit in Delfzijl, maar dit wordt niet beschouwd als een hoog risico en kan in een later stadium worden meegenomen.

Windturbines

Acht turbines moeten worden verwijderd uit het terrein, en mogelijk nog eens 13 die interfereren met het momenteel voorgestelde werkterrein.

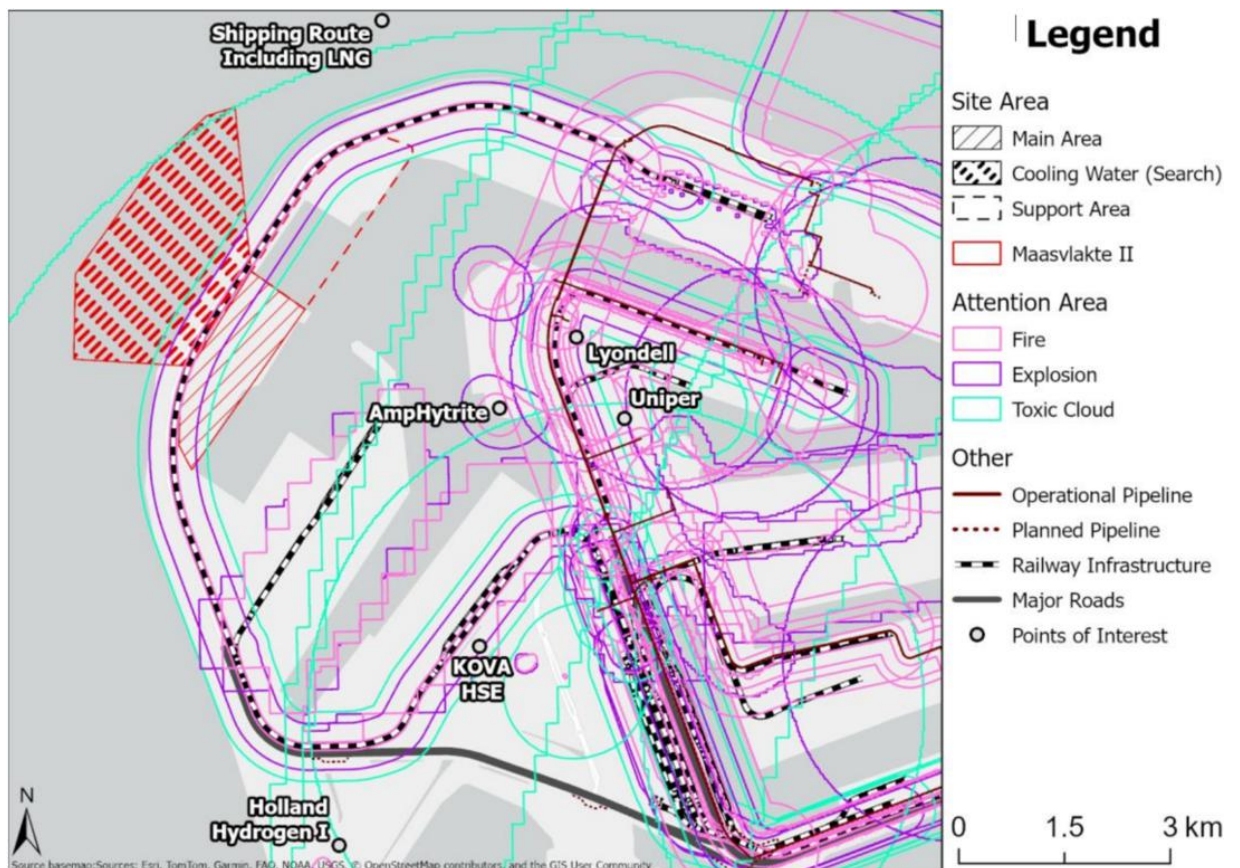
Autonome ontwikkelingen

Er zijn toekomstige ontwikkelingen met betrekking tot waterstofinfrastructuur. Gezamenlijk vertegenwoordigen deze toekomstige ontwikkelingen een zeer hoog risiconiveau voor Eemshaven 3, met name het Eemshydrogen-project en de geplande pijpleidingen. RWE heeft een elektrolyser van 50 MW gepland op het terrein van de kolengestookte energiecentrale (afstand ca. 800 m). De gevolgen voor externe veiligheid hangen af van de exacte technische details van deze ontwikkeling, die op dit moment niet bekend zijn. Verdere beoordeling van dit risico is vereist, maar op dit moment moet dit als een zeer hoog risico worden beschouwd.

- **RWE Magnumcentrale:** Wijzigingen in het risiconiveau (mogelijk een toename) als de centrale wordt omgebouwd om waterstof te gebruiken, moeten ook worden overwogen. Verwijdering van buisleidingen die de centrale bedienen, kan de commerciële levensvatbaarheid van de centrale verminderen.
- Er is een aandachtsgebied voor explosie verbonden aan een faciliteit ten oosten van de RWE Magnumcentrale. Online beelden suggereren dat dit momenteel een zonnepark is, maar de Atlas Veiligheid geeft aan dat de aandachtsgebieden verband houden met een (toekomstige) multi-fuelontwikkeling (inclusief waterstof). Dit moet in een later stadium van de ontwikkeling verder worden onderzocht.
- **Ontwikkeling bedrijventerrein.** De provincie en de gemeente Het Hogeland hebben plannen om de Eemshaven uit te breiden door een bedrijventerrein te ontwikkelen in de Oostpolder (zie tekst bij Eemshaven 1A).

Maasvlakte II

In de omgeving van het alternatief Maasvlakte II bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-15.



Figuur 5-15 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025.

Seveso inrichting

Er talrijke Seveso-locaties binnen 5 km van het voorgestelde terrein. Daarnaast bevinden er zich nog veel meer binnen de haven van Rotterdam. De mogelijk relevante inrichtingen worden hieronder kort beschreven:

- **Lyondell Chemie Nederland B.V.:** Grootschalige chemische verwerking en opslag, gelegen op 2,5 km van het terrein. Het is echter bekend dat deze locatie eind 2026 zal sluiten.
- **Uniper Benelux N.V.:** Energieopwekkingslocatie (1.000 MWel), circa 3 km van het terrein. Inclusief biomassa-meeverbranden en opslag van gevaarlijke stoffen.
- **Neste Netherlands B.V.:** Productie van hernieuwbare diesel en duurzame vliegtuigbrandstof, circa 4 km van het terrein. Capaciteit hernieuwbare diesel: ~1,2 miljoen ton/jaar; SAF-capaciteit: ~500.000 ton/jaar.
- **Kova HSE B.V.:** Behandeling en opslag van gevaarlijk afval, circa 2,8 km van het terrein. Verwerkt diverse industriële gevaarlijke afvalstromen; capaciteit niet openbaar bekendgemaakt.
- **Neele-Vat Maasvlakte B.V.:** Grootste containerontgassingslocatie in Nederland, circa 3,8 km van het terrein. 4.500 m² magazijn voor herverpakking van gefumigeerde lading.
- **Broekman Logistics Europort B.V.:** Gelegen op een perceel van 66.000 m² met circa 39.000 m² magazijnruimte. Ontworpen voor ADR-geclassificeerde gevaarlijke stoffen. Circa 4,4 km van het terrein.
- **Maasvlakte Olie Terminal N.V.:** Een van de grootste ruwe-olieterminals ter wereld. Opslagcapaciteit: 1.085.786 m³. Tankgroottes: 110.000–120.000 m³ elk. Verbonden met raffinaderijen via pijpleidinginfrastructuur. Circa 4 km van het terrein.
- **Gate Terminal:** Opslag en hervergassing van vloeibaar aardgas (LNG), drie tanks van 180.000 m³. Circa 5 km van het terrein.

De Seveso inrichtingen lijken geen hoog risico te vormen voor zowel het hoofd- als werkterrein. De plaatsgebonden 10⁻⁶-contouren van de Seveso inrichtingen overlappen niet met het hoofd- en werkterrein. Er vindt ook geen overlap plaats met het brand- en explosieaandachtsgebied van deze inrichtingen. Er is wel overlap met het gifwolkaandachtsgebied van de Kova HSE inrichting, dat zowel het terrein als het werkterrein beslaat; dit moet worden meegenomen in ontwerp, beheer en noodprocedures.

Goederenoverslagterminals

De Euromax C.V., Rotterdam World Gateway B.V. en APM Terminals zijn aangemerkt als opslaglocaties voor gevaarlijke stoffen buiten een Seveso inrichting. Deze hebben 10^{-6} -contouren en brand- en explosieaandachtsgebieden. De dichtstbijzijnde van deze faciliteiten is het opslaggebied van Rotterdam World Gateway B.V., op circa 1,25 km van het terrein. De Atlas Veiligheid geeft aan dat de risicocontour en aandachtsgebieden niet overlappen met het terrein (of het werkterrein) en dus waarschijnlijk geen hoog risico vormen. Er zijn toxische aandachtsgebieden die het terrein bedekken en die verbonden zijn aan overslagterminals (en het bredere havengebied van Rotterdam), waarmee rekening moet worden gehouden in het gedetailleerde ontwerp.

Heliport Maasvlakte

De heliport ligt net buiten de zone van het terrein (8,5 km), maar is hier opgenomen omdat deze voornamelijk wordt gebruikt als luchthaven voor helikopters die offshore-platforms en schepen bedienen. Aangezien deze bestemmingen zich voornamelijk ten westen van de voorgestelde terrein Maasvlakte II bevinden, is het mogelijk dat de vliegroute het terrein kruist. Dit moet verder worden onderzocht tijdens de inrichting van het terrein, met mogelijk vereiste beperkingen op vliegroutes.

Windturbines

Er zijn vier windturbines waarvan de 10^{-6} -contour enige overlap heeft met het terrein of de zone voor koelwaterinfrastructuur. Er wordt aangenomen dat deze moeten worden verwijderd, samen met nog drie turbines die overlappen met het werkterrein.

Holland Hydrogen I

Shell is Holland Hydrogen I (HH1) op circa 3,6 km van de grens van het alternatief Maasvlakte II. Deze installatie zal waterstof produceren uit elektriciteit (Power-to-Gas-faciliteit) en zal een capaciteit hebben van 200 MW. De faciliteit zal circa 60 ton waterstof per dag produceren, die zal worden geïnjecteerd in de waterstofbackbone van de haven van Rotterdam. De installatie zal naar verwachting eind 2026 operationeel zijn. Vanwege het volume waterstof op deze locatie kan dit in deze studie worden beschouwd als een Seveso inrichting, maar het ligt waarschijnlijk ver genoeg weg om geen hoog risico te vormen.

AmpHytrite

Dit is een voorgestelde demonstratie-eenheid voor groene waterstofproductie van 10 MW, die circa 770 ton groene waterstof per jaar zal genereren. Er is een aandachtsgebied voor explosie en brand rond deze faciliteit, maar het is niet duidelijk of dit verband houdt met een bestaande installatie op het terrein van Sif Netherlands B.V. De voorgestelde eenheid zal zich op circa 2 km van het terrein bevinden en waarschijnlijk geen hoog risico vormen.

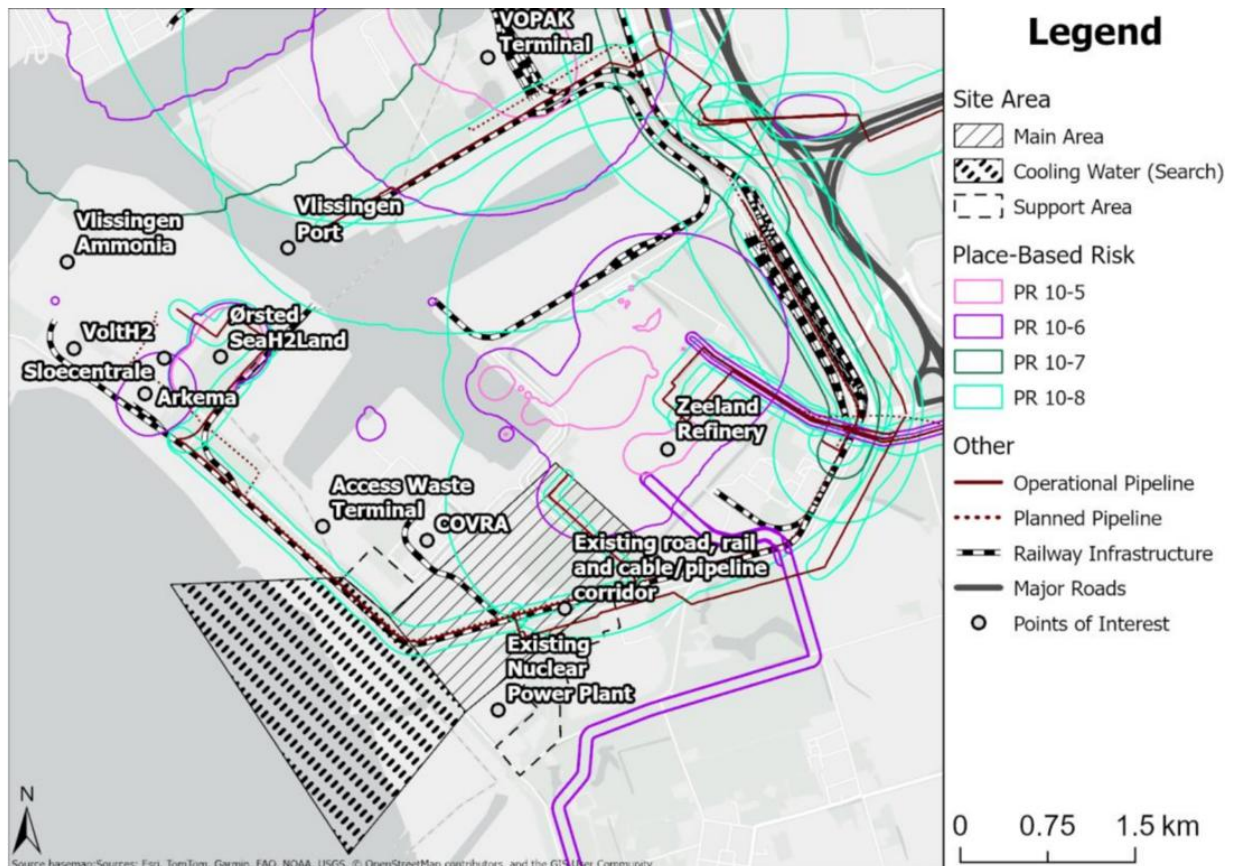
Autonome ontwikkelingen

Porthos heeft als doel om CO₂ die wordt geproduceerd door industrie in het havengebied van Rotterdam te transporteren naar voormalige aardgasvelden in de Noordzee. Porthos streeft ernaar om circa 37 miljoen ton CO₂ op te slaan (2,5 miljoen ton per jaar gedurende 15 jaar). Het compressorstation bevindt zich op circa 4,7 km van het terrein van Maasvlakte II. Aan het einde van het Porthos-project zal dit compressorstation CO₂ comprimeren tot 135 barg. Vanwege de bedrijfsdruk op deze locatie wordt het compressorstation in deze studie beschouwd als een Seveso inrichting.

Een volgend CCUS-project (Carbon Capture, Utilization, Storage) genaamd Aramis is eveneens gericht op het realiseren van een compressorstation op circa dezelfde locatie als Porthos. De geplande faciliteit zal waarschijnlijk een gematigd risiconiveau vertegenwoordigen, maar moet in een later stadium verder worden beoordeeld.

Slogebied 1

In de omgeving van Slogebied 1 en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-16.



Figuur 5-16 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025.

Zeeland Refinery

Deze Seveso inrichting grenst direct aan de noordelijke grens van het terrein. De nabijheid van de raffinaderij moet worden beschouwd als een zeer hoog risico. De 10^{-6} -contour overlapt met een gebied in het noordelijke deel van het terrein. Het brandaandachtsgebied beslaat een vergelijkbaar gebied, inclusief een potentieel punt voor het lossen van aggregaten en AIL's. Brandwerende barrières kunnen nodig zijn tijdens de bouw en exploitatie. Het explosieaandachtsgebied van de raffinaderij beslaat een groot deel van het terrein. Dit moet worden meegenomen in het ontwerp en beheer van het terrein, waarbij mogelijk fysieke barrières of ruimtelijke scheiding vereist zijn.

Andere Seveso inrichtingen

De 10^{-6} -contouren en aandachtsgebieden van andere Seveso inrichtingen overlappen niet met het terrein en vormen daarom waarschijnlijk geen hoog risico, hoewel het explosieaandachtsgebied van de VOPAK-terminal een groot gebied beslaat, binnen 500 m van het terrein, evenals het scheepvaartkanaal dat mogelijk wordt gebruikt voor de levering van bulkgoederen en AIL's.

Andere industriële activiteiten

Er is een explosieaandachtsgebied dat overlapt met de westelijke grens van het terrein (Heerema Vlissingen). Hoewel dit niet als hoog risico wordt beschouwd, moet het in een later stadium van het locatie-evaluatieproces worden beoordeeld.

Borssele en COVRA

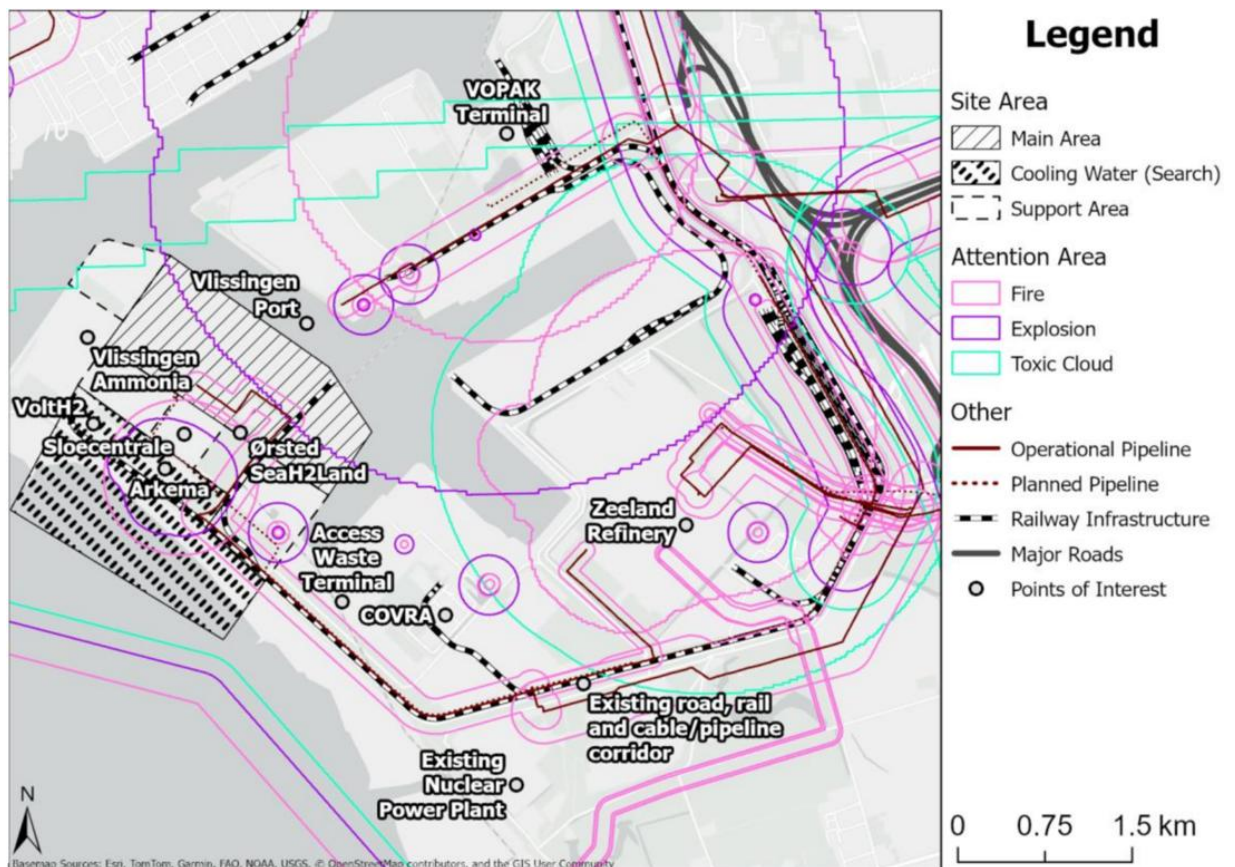
De huidige kerncentrale van EPZ en COVRA grenzen aan het terrein van Sloegebied 1A. De risico's hiervan zijn beoordeeld in paragraaf 5.7.8.

Autonome ontwikkelingen

- **Lion Storage:** is van plan een batterijopslagfaciliteit te bouwen met een capaciteit van circa 1.400 MWh bij 350 MW. De faciliteit moet in 2027 operationeel zijn.
- **VoltH2:** Is van plan een elektrolyser (Power-to-Gas) faciliteit te bouwen in de haven van Vlissingen Oost. De elektrolyser zal een capaciteit hebben van 125 MW en moet in 2027 operationeel zijn.
- **LBC Vlissingen:** Is van plan bestaande dieselopslagtanks om te bouwen tot ammoniakopslag voor waterstofproductie. Een bouwvergunning voor een kade en steiger is succesvol verkregen. Toekomstige plannen omvatten spoorverbindingen voor de distributie van ammoniak en een industriële ammoniakkraker om ammoniak om te zetten in waterstof.

Sloegebied 2

In de omgeving van Sloegebied 2 en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-17.



Figuur 5-17 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025.

Arkema B.V.

Minder dan 0,5 km van het terrein. De 10^{-6} -risicocontour overlapt niet met de locatie, maar wel met het koelwatergebied en een klein deel van het werkterrein. Het aandachtsgebied voor brand beslaat een klein deel van de locatie. Zowel het aandachtsgebied voor brand als voor explosie overlappen met een deel van het werkterrein en het koelwatergebied. Op zichzelf vormt dit momenteel een middelgroot tot hoog risico.

VOPAK-terminal

De VOPAK-terminal ligt op circa 1,5 km van het terrein. Explosieaandachtsgebied beslaat een groot deel van het terrein (geschat tussen 40-50%) en wordt daarom beschouwd als een zeer hoog risico.

Zeeland Refinery

Deze activiteit ligt op circa 1,25 km van het terrein. Zowel de 10^{-6} -contour, als de explosie- en gifwolkaandachtsgebieden overlappen niet met het terrein.

Borssele en COVRA

De huidige kerncentrale van EPZ en COVRA liggen binnen 2 km van Sloegebied 1A. De risico's hiervan zijn beoordeeld in paragraaf 5.7.8.

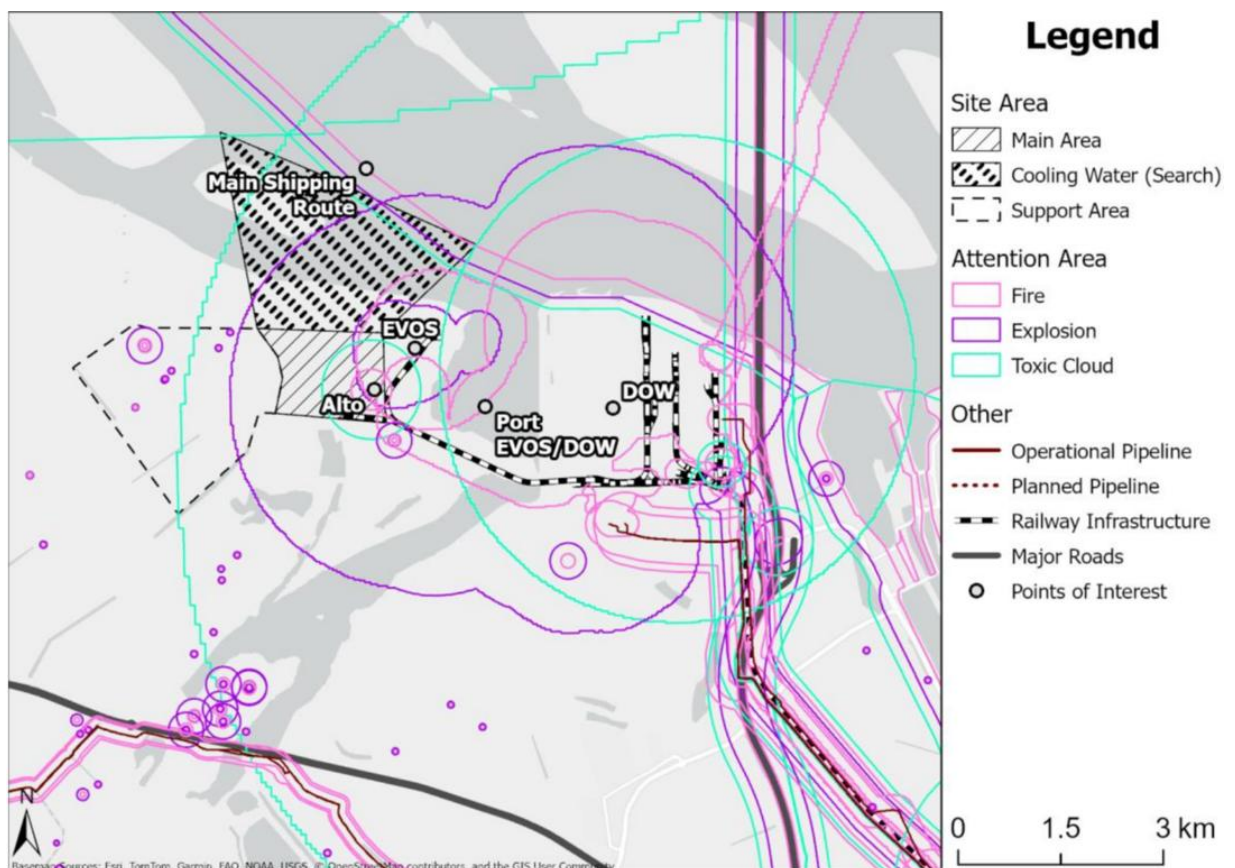
Autonome ontwikkelingen

De geplande waterstof- (explosierisico) en ammoniak- (toxisch gasrisico) infrastructuur moeten worden beschouwd als een zeer hoog risico. Verdere gedetailleerde beoordeling van hoe deze ontwikkelingen veilig naast elkaar kunnen bestaan, zal vereist zijn.

- **Lion Storage:** is van plan een batterijopslagfaciliteit te bouwen met een capaciteit van circa 1.400 MWh bij 350 MW. De faciliteit moet in 2027 operationeel zijn.
- **VoltH2:** Is van plan een elektrolyser (Power-to-Gas) faciliteit te bouwen in de haven van Vlissingen Oost. De elektrolyser zal een capaciteit hebben van 125 MW en moet in 2027 operationeel zijn.
- **LBC Vlissingen:** Is van plan bestaande dieselopslagtanks om te bouwen tot ammoniakopslag voor waterstofproductie. Een bouwvergunning voor een kade en steiger is succesvol verkregen. Toekomstige plannen omvatten spoorverbindingen voor de distributie van ammoniak en een industriële ammoniakkraker om ammoniak om te zetten in waterstof.

Terneuzen 1A

In de omgeving van Terneuzen 1A en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-18.



Figuur 5-18 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025. Het zoekgebied voor koelwater is hier niet juist weergegeven (het is op basis van een eerdere versie), maar dit heeft geen invloed voor de conclusies.

Alto

Alto bevindt zich binnen de begrenzing van het terrein. De 10^{-6} -contour beslaat circa de helft van het terrein, evenals het gifwolkaandachtsgebied. Het brandaandachtsgebied beslaat een klein deel van de locatie. Dit moet worden beschouwd als een zeer hoog risico en kan verwijdering (of stopzetting van de huidige constructie) vereisen.

Evos

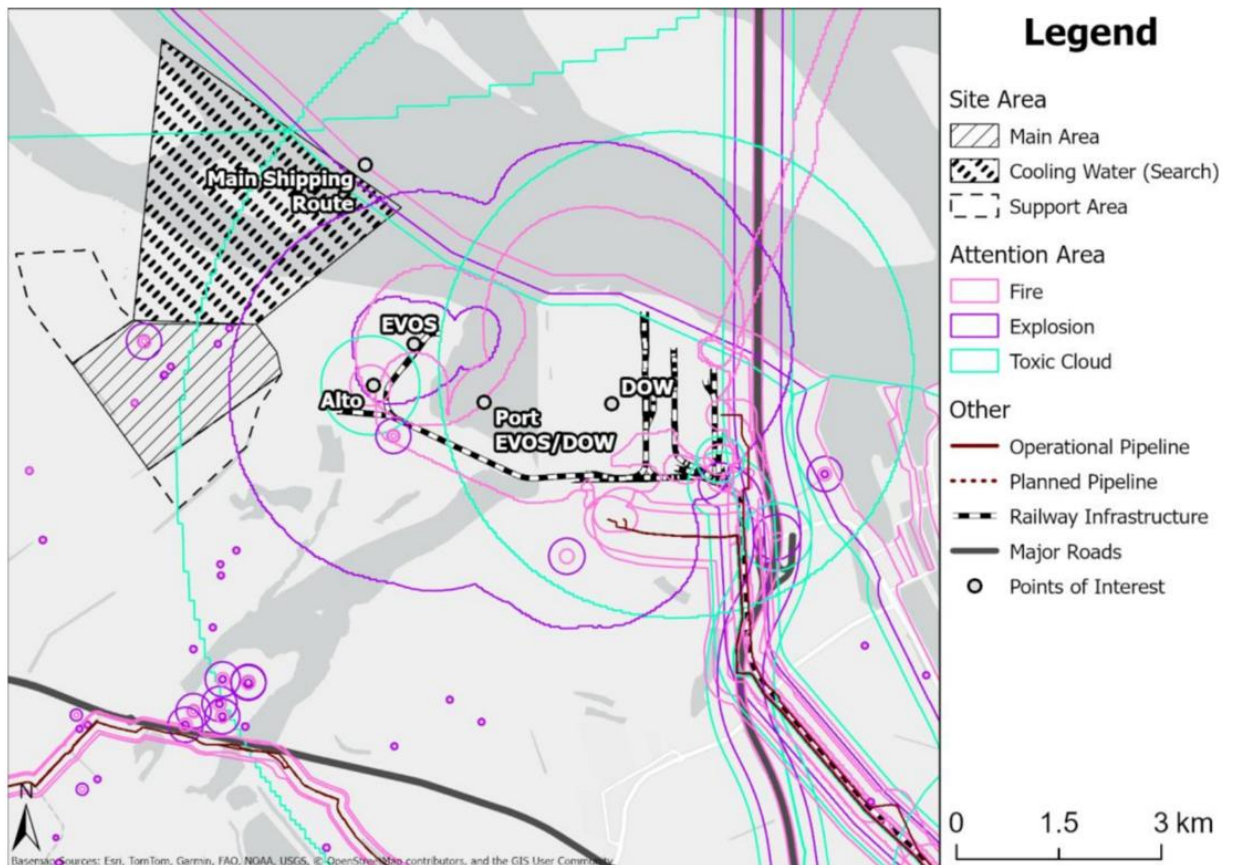
Deze activiteit ligt op minder dan 0,5 km van de grens van het terrein. Het brand- en explosieaandachtsgebied overlappen met het oostelijke deel van de locatie, geschat op circa 20% van het terrein. De 10^{-6} -contour overlapt een deel van het terrein. Deze faciliteit wordt beschouwd als een zeer hoog risico, en effectieve barrières moeten mogelijk worden geïntroduceerd.

DOW Chemical

Deze activiteit bevindt zich op circa 1,5 km van het terrein. Hoewel de aandachtsgebieden (en bronnen) in deze regio complex lijken, suggereert de beschikbare informatie dat het explosieaandachtsgebied de gehele locatie beslaat (evenals delen van het koelwatergebied en het werkterrein). De faciliteit wordt beschouwd als een zeer hoog risico.

Terneuzen 1B

In de omgeving van Terneuzen 1B en daarbinnen bevinden zich verscheidene risicovolle activiteiten, zie Figuur 5-19.



Figuur 5-19 Risicovolle activiteiten en de corresponderende aandachtsgebieden: brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Bron: External Safety Report, Mott Macdonald, 2025. Het zoekgebied voor koelwater is hier niet juist weergegeven (het is op basis van een eerdere versie), maar dit heeft geen invloed voor de conclusies.

Alto en Evos

Zowel de 10^{-6} -risicocontour, als de aandachtsgebieden voor deze twee faciliteiten overlappen niet met het terrein en worden daarom niet beschouwd als een hoog risico.

DOW Chemical

De activiteit bevindt zich op circa 2,75 km van het terrein. Het explosie- en gifwolkaandachtsgebied beslaan een deel van het terrein (circa 20% voor het explosiegebied en 40% voor het toxische wolkgebied), evenals delen van het werkterrein en het koelwatergebied. Deze faciliteit wordt beschouwd als een hoog risico. Fysieke of ruimtelijke barrières kunnen nodig zijn om het explosierisico te mitigeren, terwijl het risico van toxische wolken moet worden meegenomen in het ontwerp en de beheersregelingen van de installatie.

Overige risicobronnen

Op dit moment bevinden zich een aantal kleine risicovolle activiteiten (propaantanks) binnen het terrein. Deze worden niet beschouwd als een hoog risico, maar moeten worden verwijderd.

5.7.5 *Transportroutes weg, spoor, water, buisleidingen*

Eemshaven 1A

Wegen en spoor

Het brand-, explosie en gifwolkaandachtsgebied bij het transport van gevaarlijke stoffen langs de Kwelderweg reiken niet tot Eemshaven 1A en worden daarom niet beschouwd als een hoog risico. Het explosie- en gifwolkaandachtsgebied overlappen wel een klein deel van het werkterrein, dit dient verder te worden overzocht, evenals de mogelijke impact van projectielen op dat gebied. Andere weg- en spoor-infrastructuur, waaronder de N46, moet in een later stadium verder worden onderzocht (bijvoorbeeld voor het transport van grondstoffen naar Ecofuels), inclusief eventuele nieuwe wegen die worden aangelegd om het terrein te ontsluiten.

De spoorlijn loopt langs de westelijke grens van het terrein. Hoewel deze spoorlijn niet is aangemerkt als Basisnet route (de lijn loopt naar de veerterminal en er zijn geen risicocontouren of aandachtsgebieden aangegeven), moeten ongevallen worden beoordeeld als het terrein verder wordt ontwikkeld (de spoorlijn moet mogelijk toch worden verplaatst als onderdeel van de ontwikkeling). De zijlijn naar de Julianahaven en Emmahaven zal waarschijnlijk moeten worden omgeleid, om het terrein heen.

Autonome ontwikkelingen

Gasunie heeft een nieuwe waterstofleiding gepland dicht bij (< 0,05 km) de westelijke grens van het terrein. De exacte details zijn op dit moment niet bekend, maar deze ontwikkeling kan een zeer hoog risico vormen voor het terrein (en, indien aanwezig, voor delen van het werkterrein), met name door ontsteking en daaropvolgende explosie. Het tracé van de leiding kan conflicteren met voorzieningen zoals koelwaterinfrastructuur, die cruciaal zijn voor de veilige en commerciële werking van de installatie, en zal daarom waarschijnlijk moeten worden omgeleid.

Eemshaven 1B

Wegen en spoor

Het brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied van de Basisnet route de Kwelderweg reiken niet tot het terrein en worden niet als hoog risico beschouwd. Het explosie- en gifwolkaandachtsgebied overlapt wel een met een klein deel van het werkterrein, dit dient verder te worden onderzocht, evenals de mogelijke impact van projectielen (dit laatste kan worden gemitigeerd door geschikte barrières). Andere weg- (en spoor-) infrastructuur, waaronder de N46, moet in een later stadium verder worden bekeken (bijvoorbeeld voor het transport van grondstoffen naar Ecofuels), inclusief eventuele nieuwe wegen die worden aangelegd om het terrein te ontsluiten. De spoorlijn loopt langs de oostelijke grens van het terrein en hoewel niet wordt aangenomen dat deze lijn gevaarlijke stoffen vervoert (de lijn loopt naar de veerterminal), moeten treinongevallen zoals ontsporing worden beoordeeld als het terrein verder wordt ontwikkeld. Het verplaatsen van de terreininrichting naar het westen zou waarschijnlijk het risico dat verband houdt met de spoorlijn verminderen.

Autonome ontwikkelingen

Gasunie heeft een nieuwe waterstofleiding gepland dicht bij (< 0,05 km) de westelijke grens van het terrein. De exacte details zijn op dit moment niet bekend, maar deze ontwikkeling kan een zeer hoog risico vormen voor het terrein (en, indien aanwezig, voor delen van het werkterrein), met name door ontsteking en daaropvolgende explosie. Het tracé van de leiding kan conflicteren met voorzieningen zoals koelwaterinfrastructuur, die cruciaal zijn voor de veilige en commerciële werking van de installatie, en zal daarom waarschijnlijk moeten worden omgeleid.

Eemshaven 2

Wegen

Aandachtsgebieden gerelateerd aan de N33/Kwelderweg overlappen niet met het terrein, maar beslaan wel een groot deel van het werkterrein, waardoor mogelijk barrières nodig zijn. Andere weginfrastructuur moet in een

later stadium verder worden bekeken, inclusief eventuele nieuwe wegen die worden aangelegd om het terrein te ontsluiten.

Bestaande buisleidingen

Deze zijn onder installaties beschreven als secundaire infrastructuur aan de andere activiteiten. Daarnaast beslaat het brandaandachtsgebied van de buisleiding vanaf het Gasunie-compressorstation een hoek van het werkterrein.

Autonome ontwikkelingen

Geplande buisleidingen: Gasunie heeft een nieuwe waterstofleiding gepland die dicht langs (< 50 m) en op sommige plaatsen door het terrein loopt, evenals op minder dan 1 km ten oosten ervan. Dit zou een zeer hoog risico (explosie) vormen voor het terrein, waarbij het tracé mogelijk ook interfereert met koelwaterinfrastructuur. De geplande buisleidingen zouden vrijwel zeker moeten worden verplaatst.

Eemshaven 3

Wegen

Aandachtsgebieden gerelateerd aan de N33/Kwelderweg overlappen niet met het terrein, maar beslaan wel een groot deel van het werkterrein. Andere weginfrastructuur moet in een later stadium verder worden bekeken, inclusief eventuele nieuwe wegen die worden aangelegd om het terrein te ontsluiten.

Bestaande buisleidingen

Deze zijn onder installaties beschreven als secundaire infrastructuur aan de andere activiteiten. Daarnaast beslaat het brandaandachtsgebied van de buisleiding die het Gasunie-compressorstation bedient een hoek van het werkterrein. Bovendien zou transport van het werkterrein naar de locatie bestaande buisleidingen kruisen, waardoor versterking van deze leidingen mogelijk nodig is voor zware vrachtwagens en AIL's.

Autonome ontwikkelingen

Er zijn toekomstige ontwikkelingen met betrekking tot waterstofinfrastructuur. Gezamenlijk vertegenwoordigen deze toekomstige ontwikkelingen een zeer hoog risiconiveau voor Eemshaven 3, met name het Eemshydrogenproject en de geplande pijpleidingen. RWE heeft een elektrolyser van 50 MW gepland op het terrein van de kolengestookte energiecentrale (afstand ca. 800 m). De gevolgen voor de veiligheid hangen af van de exacte technische details van deze ontwikkeling, die op dit moment niet bekend zijn. Verdere beoordeling van dit risico is vereist, maar op dit moment moet dit als een zeer hoog risico worden beschouwd.

- **Geplande buisleidingen:** Gasunie heeft een nieuwe waterstofleiding gepland die dicht langs (< 50 m) en op sommige plaatsen door het terrein loopt, evenals op minder dan 1 km ten oosten ervan. Dit zou een zeer hoog risico (explosie) vormen voor het alternatief, waarbij het tracé mogelijk ook interfereert met koelwaterinfrastructuur. De geplande buisleidingen zouden vrijwel zeker moeten worden verplaatst

Maasvlakte II

Scheepvaart

Er zijn potentiële risico's door schepen die gevaarlijke lading vervoeren binnen en buiten de haven, waaronder ruwe olie, petrochemische producten, LNG en andere stoffen. Scheepvaart naar de Gate LNG-terminal, de Maasvlakte Olie Terminal en Neste Netherlands lijkt niet binnen 2 km van het terrein te komen (gebaseerd op online beeldmateriaal). Scheepvaart naar de goederenoverslagterminals in de nabijheid van het terrein kan dichterbij komen, circa 1 km. Scheepvaart lijkt geen hoog risico te vormen, hoewel toekomstige beperkingen op scheepsbewegingen mogelijk moeten worden overwogen, zowel binnen als buiten de haven (er zijn geen aandachtsgebieden aangegeven voor de toegangswegen naar de haven van Rotterdam).

Spoor

De Basisnet spoorlijn loopt langs de westelijke grens van het terrein. Deze spoorlijn heeft een brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied. Het explosie- en gifwolkaandachtsgebied overlappen met een aanzienlijk deel van het terrein en het werkterrein. Dit vormt momenteel een zeer hoog risico. Dit kan mitigatie vereisen, bijvoorbeeld barrières langs een deel van het spoor om een explosie effecten te beheersen, terwijl ruimtelijke scheiding tussen het gevaar en het terrein een uitdaging kan zijn, vanwege de beperkte ruimte.

Slogebied 1

Buisleidingen en transportroutes

Er zijn brandaandachtsgebieden van buisleidingen die door het terrein lopen. Deze moeten worden beschouwd als een zeer hoog risico en moeten mogelijk worden verwijderd en omgeleid buiten het bouw- en latere operationele terrein, wat gezien de beschikbare ruimte een uitdaging kan zijn en het risico kan verplaatsen naar andere delen van het terrein en/of naar aangrenzende faciliteiten. Dit geldt ook voor weg- en spoorvervoer, hoewel deze geen risicocontouren of aandachtsgebieden hebben. Het opnemen van bestaande buisleidingen en transportroutes in de terreininrichting kan ertoe leiden dat de permanente ontwikkeling dicht bij de Zeeland Refinery komt te liggen.

Scheepvaart

Scheepvaart van en naar Antwerpen bevindt zich op circa 800 m afstand en vormt waarschijnlijk geen hoog risico. Transport binnen de haven omvat scheepvaart van en naar de Zeeland Refinery, die zich binnen 100 m van de noordwestelijke grens van het terrein bevindt. Scheepvaart binnen de haven van Vlissingen heeft geen risicocontouren of aandachtsgebieden toegewezen. Deze haven bedient meerdere faciliteiten en wordt daarom verondersteld schepen met gevaarlijke goederen te accommoderen, wat een algemeen risico kan vormen. Scheepvaart binnen de haven heeft geen risicocontour, bovendien ligt de haven van Vlissingen op circa 100 m van de terreinbegrenzing. Dit kan een risico vormen voor dat gebied en moet volledig worden beoordeeld in een later stadium.

Autonome ontwikkelingen

- **Waterstof buisleiding:** De geplande waterstofleiding volgt dezelfde route als de bestaande gasleiding en moet worden beschouwd als een zeer hoog risico. Omleiding is vereist en zal dezelfde uitdagingen kennen als hierboven beschreven voor bestaande leidingen.
- **Waterstofnetwerk:** Een dochteronderneming van Gasunie is van plan een waterstofnetwerk aan te leggen in de haven van Vlissingen (dat bijvoorbeeld VoltH2 zal verbinden). De exacte locatie van deze toekomstige pijpleiding is op dit moment niet bekend.

Slogebied 2

Buisleidingen

Er zijn hogedruk aardgastransportleidingen op het terrein die verbonden zijn met de gasgestookte Sloe-centrale. Deze lopen door het werkterrein en beslaan een klein maar centraal deel van de locatie, met bijbehorende 10^{-6} -contouren brandaandachtsgebied. Deze moeten waarschijnlijk worden omgeleid.

Scheepvaart

Scheepvaart van en naar Antwerpen bevindt zich op circa 800 m afstand en vormt waarschijnlijk geen hoog risico. Transport binnen de haven omvat scheepvaart van en naar de Zeeland Refinery, die dicht langs de noordoostelijke grens van het terrein passeert. Dit kan een risico vormen voor dat gebied en moet volledig worden beoordeeld in een later stadium.

Weg en spoor

Zowel de weg als de spoorlijn maken geen onderdeel uit van het basisnet en hebben geen aandachtsgebieden. Het is echter mogelijk dat deze routes het vervoer van gevaarlijke stoffen omvatten en moeten in een later stadium worden beoordeeld.

Autonome ontwikkelingen

De geplandewaterstof- (explosierisico) en ammoniak- (toxisch gasrisico) infrastructuur moeten worden beschouwd als een zeer hoog risico. Verdere gedetailleerde beoordeling van hoe deze ontwikkelingen veilig naast elkaar kunnen bestaan, zal vereist zijn.

- **Waterstofnetwerk:** Is een dochteronderneming van Gasunie is van plan een waterstofnetwerk aan te leggen in de haven van Vlissingen (dat bijvoorbeeld VoltH2 zal verbinden). De exacte locatie van deze toekomstige pijpleiding is op dit moment niet bekend.

Terneuzen 1A

Weg en spoor

Hoewel het mogelijk is dat gevaarlijke stoffen worden vervoerd via de verbindingsweg tussen de Evos- en DOW Chemical-faciliteiten, is het onwaarschijnlijk dat deze een hoog risico vormen voor het terrein. De weg maakt geen onderdeel uit van het Basisnet. Daarnaast kan elk risico kan worden gemitigeerd door passende beheersmaatregelen.

Buisleidingen

De status van de bovengrondse buisleiding die ook over de verbindingsweg tussen Evos en DOW Chemical loopt, is onbekend, maar wordt niet beschouwd als een hoog risico, aangezien er geen aandachtsgebieden aan zijn toegewezen.

Scheepvaart

De scheepvaartroute naar de haven van Antwerpen ligt op circa 1,5 km afstand, terwijl de Braakmanhaven, die de DOW Chemical- en Evos-locaties bedient, zich op circa 750 m van het terrein bevindt. Op deze afstanden wordt niet aangenomen dat scheepvaart een hoog risico vormt.

Terneuzen 1 B

Risico's van land- of zeetransport worden als laag beschouwd.

5.7.6 *Luchthavens en vliegroutes*

Het vliegveld Midden-Zeeland Airport bevindt zich op circa 8 km van Sloegebied 1 en 2. Gezien de aard van de faciliteit en de vliegtuigen is het onwaarschijnlijk dat dit een hoog risico vormt, maar het moet verder worden beoordeeld in de volgende fase van het project.

Er zijn geen relevante luchthavens in de buurt van de overige alternatieven. Er is in de buurt van Eemhaven 1A en 1B een heliport, maar deze risicobron is reeds beschouwd in paragraaf 5.7.2.

5.7.7 *Electromagnetisme*

Elektromagnetische interferentie wordt ook beschouwd als een risico door menselijk handelen. Onder normale omstandigheden zou algemene naleving van de EMC-richtlijn 2014/30/EU betekenen dat de risico's van bestaande bronnen van elektromagnetische straling (zoals hoogspanningslijnen) verwaarloosbaar zijn. Elektromagnetische risico's moeten worden meegenomen in het ontwerp van de installatie. Cruciale veiligheidsapparatuur wordt getest volgens IEC 62003:2009 en andere normen (zie bijlage 2).

5.7.8 *Andere nucleaire installaties*

Het is niet ongebruikelijk dat kerncentrales worden gebouwd in de nabijheid van bestaande nucleaire infrastructuur. Op meerdere plaatsen in de wereld staan verschillende kerncentrales naast of nabij elkaar. Dit heeft voor- en nadelen. In de basis geldt dat een incident op één kerncentrale niet direct de veilige bedrijfsvoering op nabijgelegen kerncentrales hoeft te beïnvloeden. Uitgangspunt is dat elke kerncentrale eigen veiligheidssystemen en een eigen veiligheidsplan heeft, dat rekening houdt met eventuele ongevallen bij de andere kerncentrales en waarbij deze plannen onderling zijn afgestemd. Omdat in geval van een ongeval voor de ruimere omgeving geen verschil is welke centrale het betreft (immers dezelfde regio in Sloegebied) kunnen deze plannen wel grotendeels gebaseerd worden op dezelfde maatregelen, waaronder een plan voor ontruiming.

De eventuele directe nabijheid wordt dan ook op dit moment niet als hoog risico beschouwd. Tijdens de inrichting van het terrein moeten de nieuwe ontwikkeling en de bestaande exploitanten een goede werkrelatie opbouwen die ervoor zorgt dat relevante informatie beschikbaar wordt gesteld aan de betrokken partijen (zie bijlage 2).

5.7.9 *Beoordeling*

Voor alle locaties geldt dat bij verplaatsing van risicobronnen acties zijn vereist zoals overleg met de nodige stakeholders, inclusief planning, commerciële onderhandelingen en reconstructie. Daarnaast dient bij de

aanwezigheid van restrisico dit risico te worden beoordeeld door de ANVS en het relevante bevoegd gezag. Hierbij kan het toepassen van eventuele beheersingsmaatregelen of mitigerende maatregelen nodig zijn.

Eemshaven 1A

Als wordt aangenomen dat de VOPAK-terminal, PMO Eemshaven en alle windturbines worden verwijderd, zullen de resterende gevaarlijke activiteiten in het gebied waarschijnlijk een *gematigd* risico vormen op het terrein en de permanente ontwikkeling. Dit risiconiveau kan worden verlaagd door rekening te houden met de volgende kernpunten:

- Verplaatsing of verwijdering van de heliport.
- Onderzoek naar risico's van de spoorlijn (bijv. ontsporing) en of de lijn moet worden omgeleid (richting de veerhaven).

Eemshaven 1B

Als wordt aangenomen dat alle windturbines worden verwijderd, zullen de resterende gevaarlijke activiteiten in het gebied waarschijnlijk een *gematigd* risico vormen voor het alternatief. Dit risiconiveau kan worden teruggebracht tot *gematigd* door rekening te houden met de volgende kernpunten:

- Advies van de toezichthouder met betrekking tot de nabijheid van de VOPAK-terminal.
- Implementatie van barrières als mitigatie tussen de VOPAK-terminal en de twee kerncentrales. Ruimtelijke scheiding door de twee kerncentrales verder naar het westen van het terrein te situeren heeft de voorkeur boven het gebruik van fysieke barrières, waarvan de optimale locatie mogelijk op terrein van derden ligt.
- Verplaatsing of verwijdering van de heliport.

Eemshaven 2

Als wordt aangenomen dat alle windturbines worden verwijderd, zullen de resterende gevaarlijke activiteiten in het gebied waarschijnlijk een *zeer hoog risico* vormen voor het terrein. Dit risiconiveau kan worden verlaagd door rekening te houden met de volgende kernacties:

- Bevestiging van sluiting van de tijdelijke drijvende LNG-faciliteit.
- Verwijdering van alle bestaande pijpleidingen binnen de grens van het terrein, met omleiding van deze leidingen om de aansluiting op de RWE Magnumcentrale te behouden.
- Maatregelen om het risico van bestaande pijpleidingen buiten het terrein, maar nog steeds in de nabijheid, te verminderen.

Zelfs als de tijdelijke LNG-faciliteit wordt stopgezet, kan het omleiden van bestaande pijpleidingen een uitdaging zijn vanwege de beperkte beschikbare ruimte rond de grenzen van het terrein. Dit vereist planning, commerciële onderhandelingen en zal waarschijnlijk vóór de bouw moeten worden uitgevoerd om de continuïteit van de RWE Magnumcentrale te waarborgen. Het omleiden van deze leidingen rond de locatie kan er nog steeds toe leiden dat brandaandachtsgebieden overlappen met het terrein.

Eemshaven 3

Als wordt aangenomen dat alle windturbines en de Engie Eemscentrale worden verwijderd, zullen de resterende gevaarlijke activiteiten in het gebied waarschijnlijk een *gematigd risico* vormen voor het terrein. Dit risiconiveau kan worden verlaagd door rekening te houden met de volgende kernpunten:

- Bescherming om het brandrisico voor het terrein door nabijgelegen gaspijpleidingen te mitigeren, of het omleiden van deze leidingen om meer ruimtelijke scheiding te creëren.
- Ervoor zorgen dat bescherming van personeel tegen toxische wolken wordt opgenomen in het ontwerp en beheer van de twee nieuwe kerncentrales.
- Indeling van het terrein.
- Bevestiging dat de tijdelijke LNG-terminal zal worden gesloten voordat de kerncentrales in werking treden.

Maasvlakte II

Het belangrijkste risico voor zowel het terrein (en het werkterrein) komt voort uit het transport van gevaarlijke stoffen langs de spoorlijn die grenst aan de terreinbegrenzing. Het explosie- en gifwolkaandachtsgebied beslaan een groot deel van beide gebieden en vormen een *hoog risico*. Dit risiconiveau kan worden verlaagd door rekening te houden met de volgende kernpunten:

- Implementatie van een fysieke of ruimtelijke barrière om het terrein en het werkterrein te beschermen tegen explosierisico's afkomstig van spoorvervoer.
- Integratie van beschermingsmaatregelen tegen toxische wolken in het ontwerp en de beheersmaatregelen.
- Indeling van het terrein.

Aangezien het terrein relatief smal is, kunnen fysieke barrières langs de spoorlijn de voorkeur hebben. Er moet rekening worden gehouden met de beschikbare ruimte om dit veilig te doen en hoe dergelijke bescherming zich verhoudt tot tijdelijke en permanente toegangsregelingen voor het terrein.

Sloegebied 1

De Zeeland Refinery en de bestaande pijpleidingen die door het terrein lopen, vormen een *zeer hoog risico*, waarbij brand- en explosieaandachtsgebieden een aanzienlijk deel van het terrein beslaan (visueel geschat op meer dan 50%). De weg- en spoorroutes door het terrein moeten ook als een risico worden beschouwd, hoewel dit deel van de infrastructuur geen onderdeel uitmaakt van het Basisnet. Belangrijke acties die kunnen worden overwogen om het risico te verlagen:

- Advies van de toezichthouder inwinnen over de nabijheid van de Zeeland Refinery.
- Fysieke barrières om het explosie- en brandrisico van de Zeeland Refinery in te perken, of ruimtelijke scheiding.
- Omleiding van bestaande hogedruk aardgastransportleidingen en transportroutes.
- Indeling van het terrein.

Deze maatregelen worden als zeer uitdagend beschouwd, gezien de beperkte ruimte van dit terrein, met mogelijk aanzienlijke onderhandelingen en kosten. Indien na verdere beoordeling tijdens de inrichting van het terrein wordt besloten dat fysieke barrières nodig zijn, moeten deze mogelijk worden geplaatst op terrein van derden, mits dit veilig kan, en advies van de toezichthouder zou hiervoor vereist zijn. Het omleiden van pijpleidingen en transportinfrastructuur moet op een manier gebeuren die het risico niet verplaatst naar andere locaties, terwijl tegelijkertijd de bestaande functionaliteit voor huidige gebruikers behouden blijft (bijvoorbeeld de export en import van afval naar COVRA).

Sloegebied 2

Gecumuleerde gevaren van de VOPAK-Terminal, bestaande buisleidingen en Arkema B.V. resulteren in een *zeer hoog* risiconiveau. Belangrijke acties om het risico te verminderen zijn onder andere:

- Implementatie van fysieke barrières om een explosie en/of brand afkomstig van de VOPAK-terminals en Arkema B.V. in te perken.
- Ruimtelijke scheiding van risico's door middel van terreininrichting.
- Omleiding van bestaande hogedruk aardgastransportleidingen die verbonden zijn met de gasgestookte centrale.

Deze maatregelen zullen waarschijnlijk zeer uitdagend zijn, waarbij onderhandelingen nodig zijn voor de mogelijke plaatsing, inspectie en het onderhoud van fysieke barrières op terrein van derden, evenals voor goedkeuring van de toezichthouder. Flexibiliteit in terreininrichting om ruimtelijke scheiding te realiseren kan moeilijk zijn gezien de omliggende infrastructuur. Het omleiden van hogedruk aardgastransportleidingen vereist onderhandelingen en moet zorgen voor continuïteit van de aansluiting op de Sloecentrale, terwijl tegelijkertijd de risico's voor de twee kerncentrales tot ALARA worden teruggebracht.

Terneuzen 1A

Gezamenlijk vormen de Seveso-locaties Evos en Alto een *zeer hoog risico* voor het terrein, het werkterrein en het koelwatergebied. Belangrijke acties die kunnen worden ondernomen om het risico te verminderen, zijn onder andere:

- Gezien de omvang van de aandachtsgebieden: onderzoek naar de haalbaarheid van fysieke barrières om bescherming te bieden tegen gevaren van Alto, Evos en DOW Chemical, die acceptabel zijn vanuit vergunningsoogpunt en het risico niet verplaatsen naar andere locaties.
- Verwijdering van zowel de Alto- als Evos-faciliteiten, waardoor het gevaar en risico van deze locaties wordt weggenomen.
- Rugulatoire advisering uitvragen ten aanzien van de nabijheid van DOW Chemical.
- Integratie van passende ontwerp- en beheersmaatregelen, inclusief tijdens de bouw, om risico's van toxische wolken te mitigeren.

Het verwijderen van deze faciliteiten zal waarschijnlijk een uitdaging zijn, mogelijk inclusief kosten voor ontmanteling en verwijdering van de faciliteiten, verlies van inkomsten en mogelijke herbouw. Prioriteit moet daarom worden gegeven aan het uitvoeren van een verdere beoordeling van de haalbaarheid van fysieke barrières, waarbij advies van de toezichthouder wordt gezocht waar nodig.

Terneuzen 1B

Vanwege de omvang van de explosie- en gifwolkaandachtsgebieden wordt het terrein beschouwd als *gematigde risico*. De belangrijkste acties die kunnen worden ondernomen om het risico te verminderen zijn:

- Overweeg de terreininrichting en positie binnen het terrein om deze buiten de aandachtsgebieden te plaatsen, met name het explosieaandachtsgebied.
- Integratie van passende ontwerp- en beheersmaatregelen, inclusief tijdens de bouw, om risico's van toxische wolken te mitigeren.

Tabel 5-15 Beoordeling risico's door menselijk handelen

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling			
		Eemshaven	Maasvlakte II	Slogebied	Terneuzen
Risico's door menselijk handelen	Militaire objecten				
	Installaties (Seveso)				1A 1B
	Transport weg, spoor en water				1A 1B
	Luchthavens en vliegroutes				
	Elektromagnetisme				
	Andere nucleaire installaties				

5.8 Nucleaire beveiliging

5.8.1 Introductie

Een nucleaire installatie heeft gezien de complexiteit van de installatie en gezien de schade die door sabotage of terrorisme aangericht kan worden, baat bij een goede beveiliging.

De beveiliging van een kerncentrale bestaat uit meerdere beveiligingslagen bedoeld om indringers eerst af te schrikken, daarna te vertragen en indien nodig als beveiliging te reageren. Een hoog hekwerk met prikkeldraad en stekels rondom de locatie is een vereiste. Aanvullend hierop zijn detectiemiddelen (camera's, sensoren) om potentiële indringers vroegtijdig te spotten. De volgende beveiligingslaag bestaat uit het zoveel als mogelijk vertragen van eventuele indringers. Dit kan bijvoorbeeld door barrières op te werpen, zoals sloten of dubbele hekwerken. Maar ook door organisatorische vertraging: pasjes, sluisen, controleposten, etc.

Alles is erop gericht voor de beveiligers om voldoende tijd te hebben om als nodig te kunnen reageren op indringers. Er is daarom ook altijd getraind beveiligingspersoneel aanwezig op een nucleaire locatie.

5.8.2 Beoordelingskader

De tabel hieronder laat zien waarop nucleaire beveiliging is beoordeeld. Het gaat om de geschiktheid van de locatie om de meerdere beveiligingsschillen goed in te kunnen passen.

Tabel 5-16 Beoordelingskader Nucleaire beveiliging

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Nucleaire beveiliging	Beveiliging van het nucleaire terrein	De locatiemarkers die van invloed kunnen zijn op de beveiliging van het terrein.

5.8.3 Beveiliging van het nucleaire terrein

Om het terrein te beveiligen is een hekwerk met een meerlaagse beveiliging noodzakelijk. Alle terrein zijn open vlakke percelen waarbij het inpassen van de meerder beveiligingsschillen mogelijk is. Er is enig onderscheid in de vorm en oppervlakte van de terreinen. Dit is dan ook de enige onderscheidende factor ten aanzien van nucleaire beveiliging.

Nederland heeft het voordeel dat het een vlak land is. Hoogteverschillen, en daarmee ook zicht van bovenaf op nucleaire terreinen, is niet aan de orde. De waterkeringen die in de nabijheid van de beoogde locaties liggen zijn niet dusdanig hoog dat er door een kwaadwillende van buiten het terrein zicht over het hele terrein verkregen kan worden. Daarnaast is het vroegtijdig signaleren van potentiële indringers buiten het hek ook noodzakelijk.

5.8.4 Beoordeling

Alle locaties hebben voldoende mogelijkheden om de beveiliging van het nucleaire terrein in te passen. Er is echter enig onderscheid in de vorm en het oppervlak van de terreinen. Maasvlakte II is een smal langgerekt perceel dat mogelijk meer inspanning vergt om goed te kunnen beveiligen. Bij Sloegebied 1 kan het dijklichaam beperkingen vormen. Dit kan beperkte invloed hebben om de inpasbaarheid van de beveiligingsschillen.

Tabel 5-17 Beoordelingskader Nucleaire beveiliging

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling				
		Eemshaven	Maasvlakte II	Sloegebied	Terneuzen	
Nucleaire beveiliging	Beveiliging van het nucleaire terrein			1	2	

5.9 Radiologische emissies

5.9.1 Introductie

Bij normaal bedrijf van een kerncentrale zijn er diverse stoffen die in zeer kleine hoeveelheden soms geloosd worden naar de lucht of naar het water. Het gaat om zeer kleine hoeveelheden die aan vergunningsvoorschriften gebonden liggen (zie bijlage 5). Een overschrijding van deze hoeveelheden wordt niet aanvaard: de ANVS ziet toe en monitort de emissies naar lucht en water vanuit nucleaire installaties.

5.9.2 Beoordelingskader

De tabel hieronder laat zien waarop radiologische emissies naar lucht en water worden beoordeeld. Het gaat om het inzicht in welke stoffen naar de lucht en het water geëmitteerd kunnen worden. Het gaat hierbij om stoffen die aan vergunningen gebonden zijn, dus sowieso daarbinnen moeten vallen. In een vervolgfase – wanneer het alternatief gekozen is – dienen de exacte effecten van emissies van radiologische deeltjes naar lucht en water beoordeeld te worden.

Tabel 5-18 Beoordelingskader radiologische emissies

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Radiologische emissies	Emissies naar lucht en water	Inzicht verschaffen in relevante radiologische emissies stoffen naar lucht en water. In de vervolgfase worden de precieze hoeveelheden en effecten nader geduid.

5.9.3 Emissies naar lucht en water

Emissies naar de lucht

De ventilatiepunten van kerncentrales kunnen in beperkte mate radioactieve deeltjes uitstoten. Tijdens normaal bedrijf worden geringe hoeveelheden naar de atmosfeer afgevoerd. Deze emissies bestaan voornamelijk uit tritium (T) en koolstof-14 (14C). De mate van radioactiviteit wordt uitgedrukt in becquerel (Bq): hoe lager het aantal Bq, hoe lager de stralingsbelasting.

Op basis van informatie van de technologieleveranciers worden tijdens normaal bedrijf van de kerncentrales de volgende emissies verwacht:

- Tritium (T): 13.000.000.000.000 Bq per jaar;
- Koolstof-14 (14C): 1.800.000.000.000 Bq per jaar.

Hoewel deze waarden hoog lijken, is de daadwerkelijke stralingsdosis zeer gering. Kerncentrales hanteren het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable), waardoor emissies en blootstelling zoveel mogelijk worden beperkt. De resulterende jaarlijkse blootstelling door deze emissies blijft ruim onder 1 millisievert (mSv). Ter vergelijking: de gemiddelde achtergrondstraling waaraan een persoon jaarlijks wordt blootgesteld bedraagt circa 2,5 mSv. De emissies naar de lucht zijn daarmee verwaarloosbaar.

Emissies naar het water

Het koelwatersysteem bestaat uit drie gesloten watercircuits waardoor geen radioactieve stoffen vanuit de reactorkoeling in het koelwater terechtkomen. Door bijmenging met afvalwater kunnen wel zeer kleine concentraties radioactieve stoffen in het oppervlaktewater terecht komen.

Bij normaal bedrijf van de kerncentrales wordt circa 1.370 m³ afvalwater per uur geloosd. Een beperkt deel hiervan kan radioactieve deeltjes bevatten, voornamelijk tritium. Tritium is een moeilijk uit water te filteren waterstofisotoop die zwakke bèta-straling uitzendt. Verdunning in het oppervlaktewater vermindert de mogelijke impact op mens en milieu. Deze straling dringt niet diep in het lichaam door en vormt alleen bij hoge inname een risico. Op basis van de informatie van de technologieleveranciers wordt bij normaal bedrijf de volgende jaarlijkse emissie verwacht:

- Tritium (T): 100.000.000.000.000 Bq per jaar.

Ook voor waterlozingen geldt het ALARA-principe. Ondanks de ogenschijnlijk hoge Bq-waarde is de effectieve dosis zeer laag. Zelfs bij een jaar blootstelling nabij het lozingspunt is de blootstelling lager dan 0,4 mSv. De jaarlijkse emissies naar het water zijn daarom eveneens als verwaarloosbaar beoordeeld.

5.9.4 Beoordeling

Er vinden radiologische emissies naar lucht en water plaats tijdens de bedrijfsduur van kerncentrales. Het gaat vooral om tritium (T) en carbon-14 (14C). De hoeveelheden zijn nihil en leiden niet tot een verhoging van de gemiddelde achtergrondstraling. Daarnaast ziet de ANVS toe op emissies zodra de kerncentrales gerealiseerd zijn en in bedrijf zijn. Uit nadere analyse blijkt dat er geen relevante risico's zijn op de locatie.

Tabel 5-19 Beoordeling radiologische emissies

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling			
		Eemshaven	Maasvlakte II	Slogebied	Terneuzen
Radiologische emissies	Emissies naar lucht en water				

5.10 Crisisbeheersing

5.10.1 Introductie

Een uitsluitend (hard) criterium voor de locatiekeuze van nieuw te realiseren kerncentrales, is dat in deze fase de haalbaarheid van het implementeren en uitvoeren van adequate crisisbeheersing beschouwd moet worden. Het gaat in deze fase erom dat onoverkomelijke belemmeringen, die de haalbaarheid van beschermingsmaatregelen negatief beïnvloeden, worden geïdentificeerd. Het feitelijke veiligheidsplan en het crisisbeheersingsplan worden

in een later stadium opgesteld, onder meer in overeenstemming tussen de operator van de kerncentrales en de relevante Veiligheidsregio's. Dat proces wordt pas opgestart nadat er een locatiekeuze voor de twee nieuwe kerncentrales is genomen.

Wanneer hulpdiensten in het geval van een kernongeval onvoldoende toegang kunnen krijgen tot een locatie, of werknemers en omwonenden niet tijdig kunnen schuilen en in veiligheid kunnen worden gebracht, kan er sprake zijn van een ongeschikt alternatief. Bij de beoordeling van de gebieden is ook van belang in hoeverre knelpunten met maatregelen te verhelpen zijn. Als dit onvoldoende het geval is, is het gebied volgens de internationale richtlijnen SSR-1 en SSG-35 niet geschikt.

5.10.2 Beoordelingskader

De tabel hieronder laat zien waarop de potentie van crisisbeheersing per regio is beoordeeld. Het gaat om het inzicht in belemmeringen die bij een grootschalige evacuatie tot problemen zouden kunnen leiden in de huidige situatie.

Tabel 5-20 Beoordelingskader crisisbeheersing

Veiligheidsaspect	Criterium	Methodiek
Crisisbeheersing	Haalbaarheid crisisbeheersing	In geval van een ongeval in de omgeving van de kerncentrales zijn er vluchtroutes en schuilplaatsen nodig.
	Implementatie van crisisbeheersing	<i>Methodie analyse:</i> In kaart brengen uitvoerbaarheid van crisisbeheersingsmaatregelen in radius van 20 km, op basis van infrastructuur, inwoners en aanwezige bedrijven.

Om de uitvoerbaarheid van crisisbeheersingsmaatregelen te beoordelen, is er in samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat met de relevante veiligheidsregio's over bovenstaande onderdelen uit de SSG-35 gesproken. Het gaat om de Veiligheidsregio Zeeland, Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond, en Veiligheidsregio Groningen. Dit zijn de drie veiligheidsregio's die toezien op de vier regio's waarin het onderzoek voor de twee kerncentrales plaatsvindt (zie bijlage 3).

Het betreffende document vanuit het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat bevat – naast het onderzoekskader van 20 km – ook een zogenoemde 'scanlijst' met vragen en aandachtspunten die een beter begrip van onoverkomelijke belemmeringen in die 20 km-zone moet genereren (zie hoofdstuk 3 voor meer informatie over het onderzoekskader en de zones). Deze 'scanlijst' overlapt met de te beschouwen onderdelen voor crisisbeheersing die in de SSG-35 zijn opgenomen. In de SSG-35 is opgenomen met welke verdiepende criteria kan worden beoordeeld of een crisisbeheersingsplan uitvoerbaar is. Het gaat dan om de volgende onderdelen (zie ook SSG-35, p. 22-23):

- Inzicht in de geografische karakteristieken van een locatie die crisisbeheersing en bereikbaarheid van de locatie kunnen verhinderen, zoals rivieren, bergen of eilanden;
- Inzicht in de infrastructurele kenmerken, zowel voor transport en bereikbaarheid over land of via water, alsook de telecommunicatie-infrastructuur;
- Inzicht en bedachtzaamheid rondom de bevolkingsdichtheid in de omgeving, met kennis en inzicht in de zelfredzaamheid en mogelijkheden tot evacuatie van die bevolking;
- Inzicht in specifieke veiligheidszones opgelegd vanuit nationale wetgeving, of vanuit al bestaande crisisbeheersing in de regio;
- Inzicht in de omliggende industriële activiteiten met omgevingsveiligheidscontouren, zoals Seveso-bedrijven, die een eigen ontruimings- of veiligheidsplan hebben;
- Inzicht in mogelijke domino-effecten van meerdere ongevallen op de vitale infrastructuur.

De potentiële knelpunten die per gebied geïdentificeerd zijn, zijn te verdelen in twee categorieën:

1. Enerzijds gaat het om knelpunten die mogelijk de stralingsbescherming op mens en omgeving in de weg staan, denk aan evacuatie- en schuilmogelijkheden van inwoners in de omgeving.
2. Anderzijds gaat het om maatschappelijke en economische belemmeringen, zoals de ontoegankelijkheid van vitale infrastructuur in een besmet gebied, of wanneer bedrijven hun bedrijfsvoering stil moeten leggen omdat zij zich in de nabijheid of in de straal van een potentieel ongeval bevinden.

Maatregelen

Met de veiligheidsregio's is gekeken welke belemmeringen er zijn in het geval van een evacuatie binnen 20 km rondom de alternatieven voor kerncentrales (zie bijlage 3). De kans op volledige evacuatie binnen deze 20 km wordt – gezien het verloop van een ongeval bij een kerncentrale – niet realistisch geacht: enerzijds is er altijd een aanloop naar de radiologische noodsituatie wat de veiligheidsregio's tijd geeft om beschermingsmaatregelen uit te voeren. Anderzijds zal bij evacuatie bovenwinds de vluchtrichting van de bron af zijn, en benedenwinds haaks op de wind.

Vanaf het moment dat nucleaire brandstof aanwezig is in de kerncentrale moet er een maatregel- en uitvoeringspakket liggen bij de veiligheidsregio's. Een afgestemd evacuatieplan is hierbij in alle gevallen noodzakelijk. Daarnaast zijn aanvullende maatregelen mogelijk in de gebieden. Deze zijn per gebied in de volgende paragrafen beschouwd. De haalbaarheid ervan is in veel gevallen vooral een financieel vraagstuk.

Tenslotte wordt het verstrekken van jodiumprofylaxe in een groter gebied rondom de kerncentrale aanbevolen. Dit gebeurt nu al in een straal van 100 km rondom de bestaande kerncentrale Borssele. Het is logisch om dit ook te implementeren in eenzelfde straal rondom de locatie voor de nieuwe kerncentrales.

5.10.3 Evacuatie

Vanuit de SSG-35 veiligheidsaspecten dient in kaart te worden gebracht of het mogelijk is om een evacuatieplan te realiseren voor de nieuwe kerncentrales. Hierbij is gekeken naar een de infrastructuur in tot een radius van 10 kilometer van de regio's. Tussen 10 en 20 kilometer vanaf de kerncentrales schrijft het Landelijk Crisisplan Straling voor dat schuilen de meest gewenste oplossing. Om die reden is in dit hoofdstuk tot 10 kilometer in kaart gebracht. Voor de 20 kilometer zone wordt verwezen naar hoofdstuk 7.

Potentiële aandachtspunten die een risico kunnen vormen voor de succesvolheid van een evacuatieplan zijn:

- Landschapselementen die tot hinder kunnen leiden bij evacuatie;
- Aanwezigheid van robuuste evacuatieroutes (voldoende infrastructuur zonder hindering);
- Aanwezigheid van aandacht bevolkingsgroepen in een straal tot 10 kilometer (evacuatiebereik);
- Eisen vanuit Nederlandse of Europese wetgeving met betrekking op evacuatie;
- De impact op vitale infrastructuur.
-

5.10.3.1 Evacuatieroute en crisisbeheersing

In deze paragraaf zijn per gebied de aanwezige evacuatieroutes en de aanwezigheid van vitale infrastructuur beschreven. Evacuatieroutes zijn de vooraf vastgestelde paden waarlangs de stroom van evacuees geleid wordt. Het doel van evacuatieroutes is om de te evacueren personen op een gecontroleerde wijze zo snel en veilig mogelijk uit een gebied te krijgen. Door routes aan te geven waarlangs de evacuatie moet plaatsvinden, kan voorkomen worden dat opstoppingen ontstaan. Om eventuele evacuaties succesvol te laten verlopen en om hulpdiensten naar behoren toegang te verlenen tot getroffen gebieden, is het van belang dat deze gebieden passend zijn ontsloten. De uitwerking van evacuatieroutes dient in vervolgonderzoek nader te worden opgesteld.

Een ongeval met kerncentrales kan ertoe leiden dat de nabije omgeving voor lange termijn niet (zonder maatregelen) bruikbaar is. Naast gevolgen voor lokale functies kan dit ook gevolgen hebben voor nabije vitale infrastructuur. Dit zijn bedrijven en voorzieningen die van belang zijn voor het functioneren van Nederland, zoals de energievoorzieningen. Ook na een ongeval kan het nodig zijn dat er personeel op deze locaties aanwezig blijft en hiervoor maatregelen nodig zijn. Binnen deze context valt onder vitale infrastructuur:

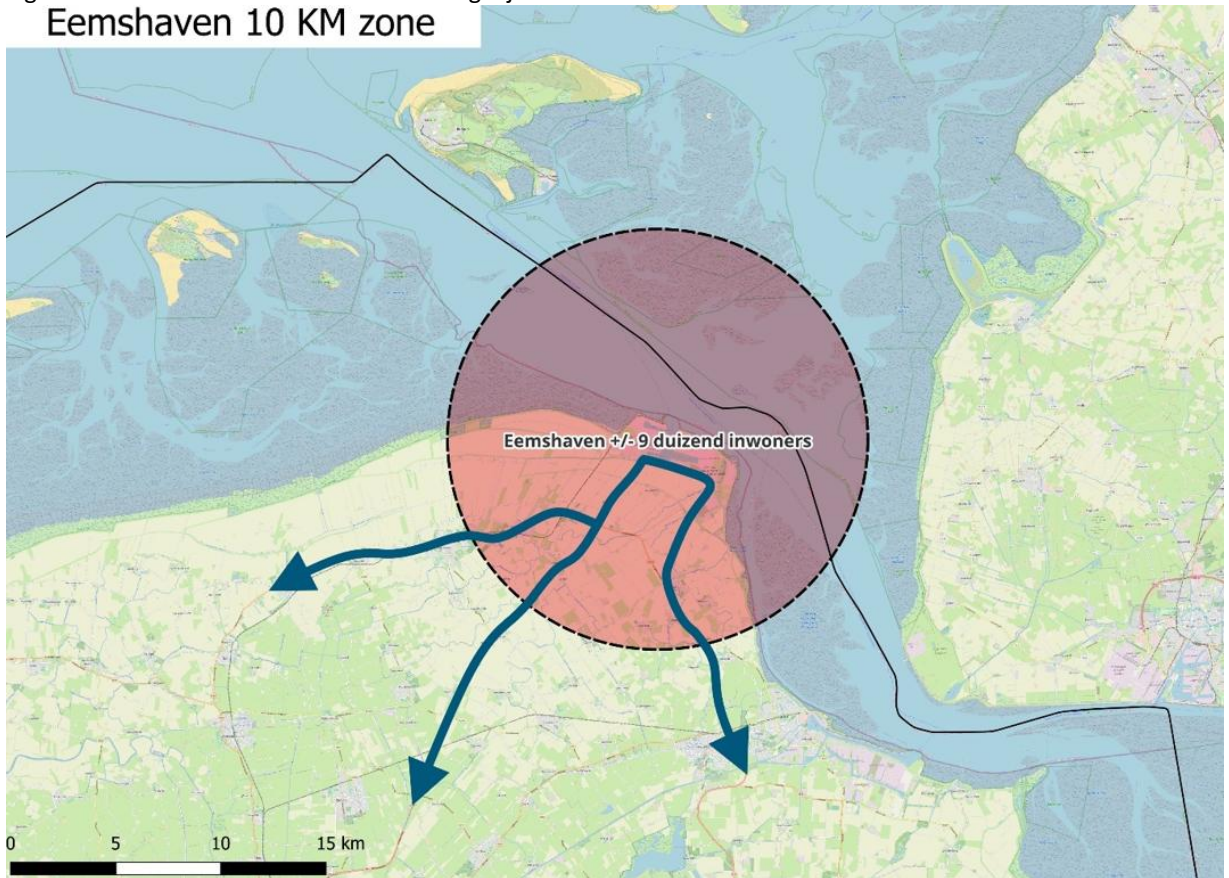
- Grootschalige energievoorziening en opslag;
- Hoogspanningsstations;
- Algemeen (internationaal) belang;
- Mechanische waterkeringen van nationaal belang.

Eemshaven

Evacuatie routes

Figuur 5-20 toont de 10 km-zone en de mogelijke evacuatie routes van Eemshaven.

Eemshaven 10 KM zone



Figuur 5-20 Mogelijke evacuatie routes via het hoofdwegennet voor de Eemshaven

Eemshaven is ontsloten aan de oostkant via de N33 (autoweg) richting het zuiden en aan de westkant via de N46 (autoweg) richting het zuiden. De N46 sluit aan op de A7 en verbindt zo de locatie met zowel Groningen als de rest van Nederland. Er zijn gebieden die worden ontsloten langs de kerncentrales locaties, bij een incident is het mogelijk dat deze ontsluiting niet kan worden gebruikt. Dit geldt bijvoorbeeld voor de veerbootterminal. Voor deze gebieden dienen andere evacuatiemethoden te worden onderzocht.

Vitale infrastructuur

Bij een mogelijk incident is de onderstaande vitale infrastructuur een aandachtspunt. In vervolgonderzoek dient te worden onderzocht of het nemen van maatregelen noodzakelijk is.

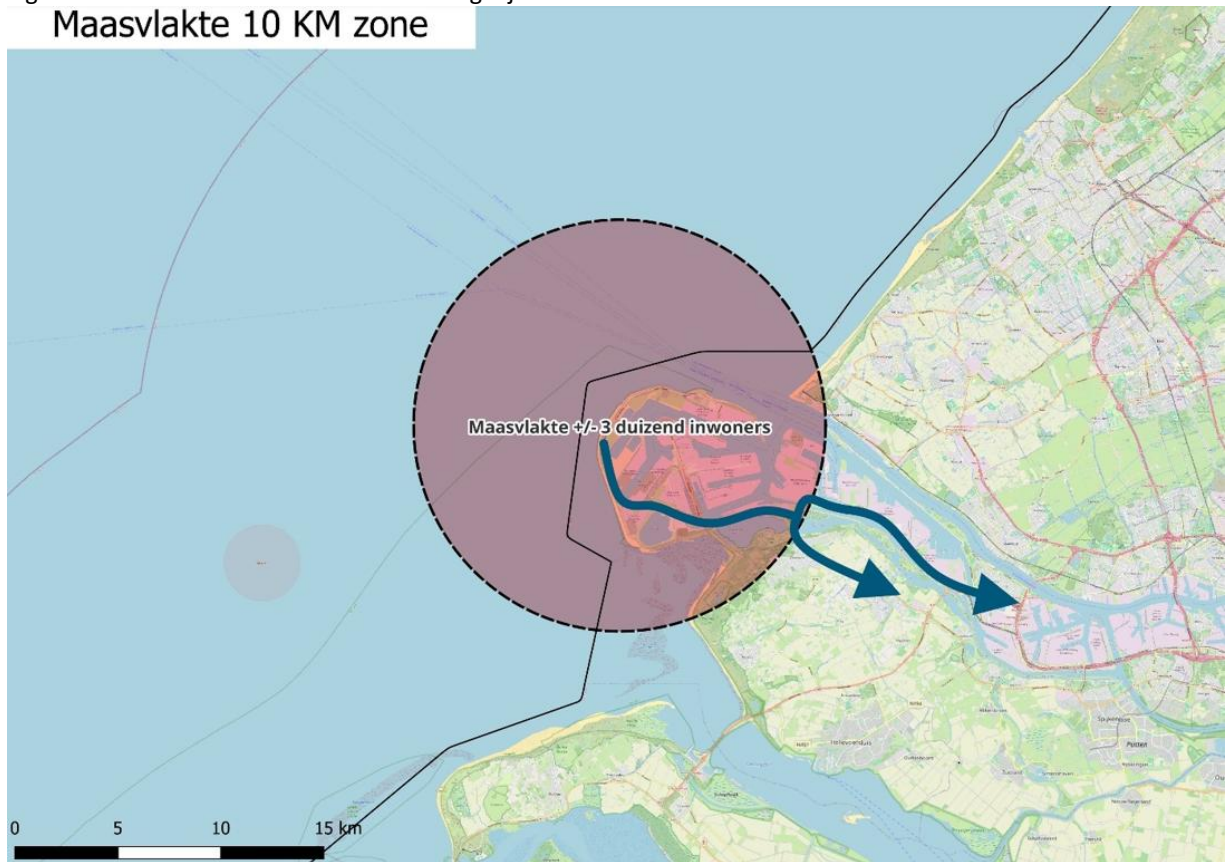
Aanwezige vitale infrastructuur:

- Gas- en kolencentrale (afhankelijk van alternatief);
- Elektriciteitskabels vanaf Noordzee en de Waddenzee;
- Hoogspanningsstation.

Maasvlakte II

Figuur 5-21 toont de 10 km-zone en de mogelijke evacuatie routes van Maasvlakte II.

Maasvlakte 10 KM zone



Figuur 5-21 Mogelijke evacuatieteroutes via het hoofdwegennet voor de Maasvlakte II

Het terrein van Maasvlakte II is ontsloten via de Maasvlakteweg (grotendeels autoweg). Deze weg leidt naar de N15 (autoweg) die na 4 km overgaat in de A15, een autosnelweg die een directe verbinding vormt met het nationale snelwegennet. Er zijn gebieden die worden ontsloten langs de kerncentrales locaties, bij een incident is het mogelijk dat deze ontsluiting niet kan worden gebruikt. Dit geldt bijvoorbeeld voor de containerterminal ten noordwesten op het 'schiereiland' van de Maasvlakte. Voor deze gebieden dienen andere evacuatiemethoden te worden onderzocht.

Vitale infrastructuur

Bij een mogelijk incident is de onderstaande vitale infrastructuur een aandachtspunt. In vervolgonderzoek dient te worden onderzocht of het nemen van maatregelen noodzakelijk is.

Aanwezige vitale infrastructuur:

- Hoogspanningsstation & aanlanding Wind op Zee;
- MOT (Oliereserve);
- Algemeen: Belangen en entree Rotterdamse haven.

Sloegergebied

Figuur 5-22 toont de 10 km-zone en de mogelijke evacuatie routes van Sloegergebied.



Figuur 5-22 Mogelijke evacuatie routes via het hoofdwegennet voor de Sloegergebied

Het sloegergebied is ontsloten via de Europaweg en is via de N62 (autoweg) aangesloten op het nationale wegennet. Via de N62 zijn de A58 richting Middelburg en Goes en de Westerscheldetunnel richting Zeeuws-Vlaanderen en België snel te bereiken. Er zijn gebieden die worden ontsloten langs de kerncentrales locaties, bij een incident is het mogelijk dat deze ontsluiting niet kan worden gebruikt. Dit geldt bijvoorbeeld voor het 'schiereiland' deel van de haven aan de Europaweg Zuid. Voor deze gebieden dienen andere evacuatiemethoden te worden onderzocht.

Vitale infrastructuur

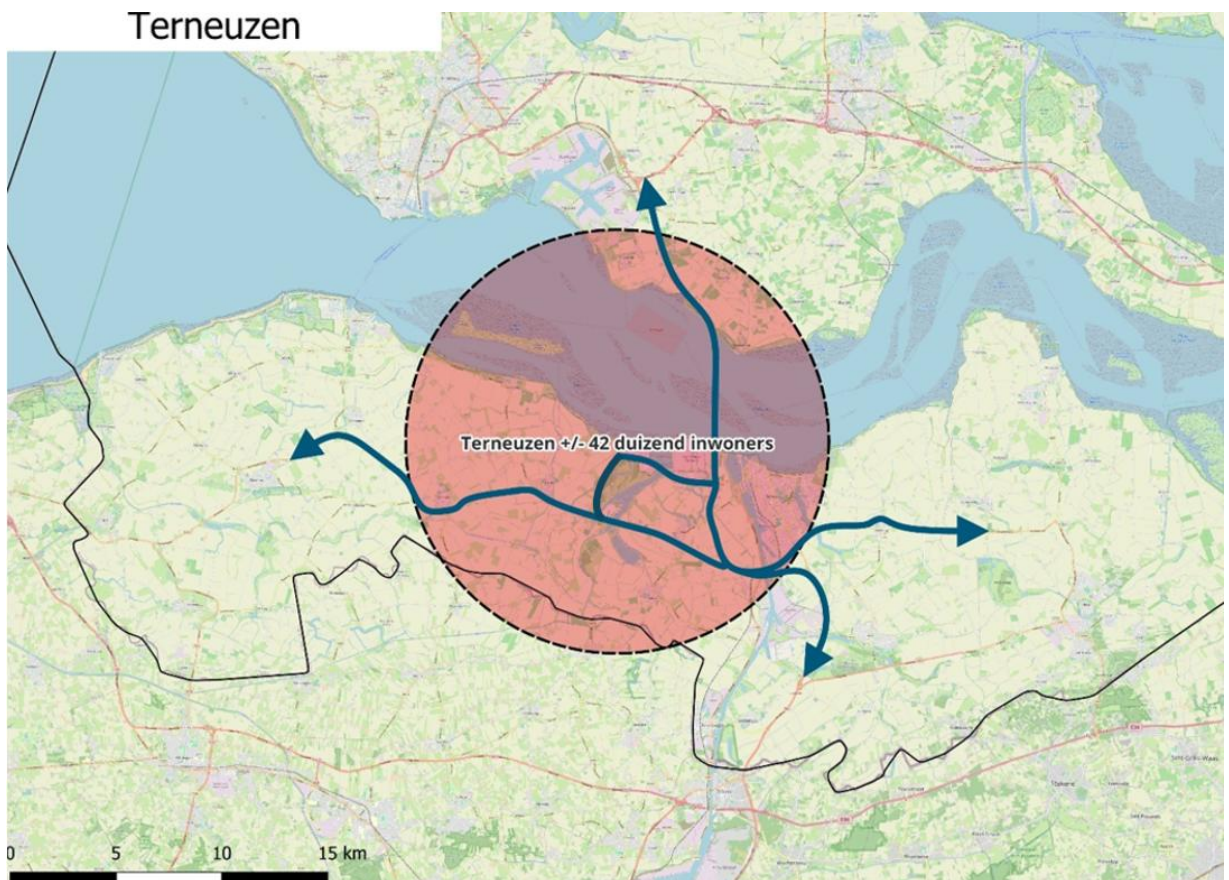
Bij een mogelijk incident is de onderstaande vitale infrastructuur een aandachtspunt. In vervolgonderzoek dient te worden onderzocht of het nemen van maatregelen noodzakelijk is.

Aanwezige vitale infrastructuur:

- Hoogspanningsstation & aanlanding Wind op Zee;
- Gascentrale;
- Huidige kerncentrale;
- Algemeen: belangen en entree haven Antwerpen.

Terneuzen

Figuur 5-23 toont de 10 km-zone en de mogelijke evacuatie routes van Terneuzen.



Figuur 5-23 Mogelijke evacuatie routes via het hoofdwegennet voor de Terneuzen

Het gebied is alleen ontsloten via smalle (deels onverharde) 60 km/uur-wegen. Op korte afstand (ca. 2 kilometer) van het terrein loopt de N61 (autoweg). Om het terrein te ontsluiten, wordt uitgegaan van een nieuwe verbindingsweg van de alternatieven naar de N61. De N61 sluit aan op de N62 (autoweg). De N62 sluit in noordelijke richting via de Westerscheldetunnel, aan op de A58. In zuidelijke richting voert de N62 via de Sluiskiltunnel richting de E34 (België).

Vitale infrastructuur

Bij een mogelijk incident is de onderstaande vitale infrastructuur een aandachtspunt. In vervolgonderzoek dient te worden onderzocht of het nemen van maatregelen noodzakelijk is.

Aanwezige vitale infrastructuur:

- Aankomend hoogspanningsstation (380 kV-net in Zeeuws-Vlaanderen) en aanlanding Wind op Zee;
- Algemeen: Belangen en entree haven Antwerpen.

5.10.3.2 Schuilmogelijkheden

Tot een radius van 10 kilometer van de gebieden worden inwoners geëvacueerd in geval van een ongeval. Inwoners in het gebied hierbuiten wordt geadviseerd om te schuilen in eigen woning en hierbij ramen en deuren te sluiten. In de fase van de procedure wordt daarom de aanname gemaakt dat alle inwoners buiten een radius van 10 kilometer over een woning beschikken waarbij dit mogelijk is.

Tot een radius van 20 kilometer van de gebieden worden jodipillen gedistribueerd onder inwoners van 40 jaar en ouder en zwangeren. Ook moeten inwoners binnen dit gebied schuilen in eigen woning en hierbij ramen en deuren sluiten.

5.10.4 *Haalbaarheid crisisbeheersing*

Om de haalbaarheid van de crisisbeheersing in beeld te brengen hebben er overleggen plaatsgevonden met de veiligheidsregio's. Deze overleggen hebben geresulteerd in een overzicht van de mogelijke aandachtspunten, dit overzicht is weergegeven in bijlage 3. Vervolgens zijn deze aandachtspunten verder beschouwd en aangevuld.

In het algemeen zijn er voor geen van de gebieden harde knelpunten voor evacuatie geconstateerd, er zijn welk ondergeschikte verschillen per locatie.

De evacuatieopgave van bevolking (tot tien kilometer) is het kleinst in Eemshaven en Maasvlakte en het grootst bij het Sloegebied. Op een afstand tot twintig kilometer is de opgave het minst bij Eemshaven en is de Maasvlakte vergelijkbaar met Sloegebied en Terneuzen. In alle gebieden zijn vitale infra en (internationale) belangen die bij en na een ongeval relevant zijn. Evacuatie van bedrijven is vooral een aandacht op de schiereilanden achter kerncentrales. Evacuatie over water is dan een oplossingsrichting. Dit kan meegenomen worden in evacuatieplannen die er bovendien bij de meeste bedrijven (vanwege de ligging in industriegebied met risicobronnen) al zijn. Alle gebieden zijn met één of meerdere rijkswegen en provinciale wegen ontsloten voor de evacuatie. De opgave lijkt op basis van het aantal te evacueren personen het grootst voor het Sloegebied. Hiervoor kan aangesloten worden bij de maatregelen voor de bestaande kerncentrale in dit gebied.

5.10.5 *Implementatie van crisisbeheersing*

De implementatie van crisisbeheersingsmaatregelen en/of -plannen vindt in een volgend stadium plaats. Op dit moment is geen reden aan te nemen dat de implementatie problematisch zal zijn: de veiligheidsregio's zullen moeten opschalen in personeel, maar dit zal in samenspraak gaan met de exploitant van de kerncentrales. Zij stemmen in gezamenlijkheid af hoe het veiligheidsplan en veiligheidsprotocol van de kerncentrales plaatsvindt in de crisisbeheersing van de betreffende veiligheidsregio. Op dit moment is de implementatie opgave van de crisisbeheersing mogelijk het grootst voor Sloegebied 1 en 2, daarvoor is echter reeds een plan opgesteld.

5.10.6 *Beoordeling*

Er liggen uitdagingen bij de Maasvlakte op de haalbaarheid van crisisbeheersing en op adequate wijze evacueren van een groot, dichtbevolkt gebied. Voor de andere regio's geldt dat minder aangezien ze minder dichtbevolkt zijn. Daarnaast moet gezegd worden dat een kernongeval een lange aanlooptijd heeft, waardoor er tijdig begonnen kan worden met evacueren. De implementatie van een crisisbeheersingsplan volgt in de fase na de locatiekeuze.

Tabel 5-21 Beoordeling crisisbeheersing

Veiligheids-aspect	Criterium	Beoordeling			
		Eemshaven	Maasvlakte II	Sloegebied	Terneuzen
Ongevallen en crisisbeheersing	Haalbaarheid crisisbeheersing				
	Implementatie van crisisbeheersing				

5.11 **Conclusies screening SSG**

5.11.1 *Beoordeling van de veiligheidsgerelateerde risico's*

Beoordeling veiligheidsaspecten

In tabel 5-22 staan de beoordelingen van de veiligheidsaspecten. De conclusie is dat een veilige bedrijfsvoering bij alle alternatieven mogelijk is. Op bepaalde locaties is wel sprake van (grote) risico's. Deze zijn met maatregelen te beperken.

Tabel 5-22 Beoordeling veiligheidsaspecten

Veiligheidsaspect	Criterium	Beoordeling					
		Eemshaven		Maasvlakte II	Slogebied		Terneuzen
Aardbevings- risico's	Oppervlaktebreuken	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Bevingen						
Geologische risico's	Grote landverschuiving	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Beperkte landverschuiving	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Draagkracht	1A, 1B, 3	2		1	2	
	Bodemdaling						
	Sterke bodemvervloeiing	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Beperkte bodemvervloeiing						
	Karst	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
Vulkanisme	Lavastroom	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Pyroclastische stroom	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Bodemdeformatie	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Vallend vulkanisch as	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Vulkanische gassen	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Grote modderstromen	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
Overstromings- risico's	Open wateren	1A, 1B	2, 3			1A	1B
	Damdoorbraak	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Golfslag						
	Tsunami	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
Extreme weers- omstandigheden	Natuurbrand						
	Stormen						
	Tornado's	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Tropische stormen	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Zand- en stofstormen	<i>Niet relevant voor de locaties</i>					
	Hevige regenval						
Risico's door menselijk handelen	Militaire objecten						
	Installaties (Seveso)					1A	1B
	Transport weg, spoor en water					1A	1B
	Luchthavens en vliegroutes						
	Elektromagnetisme						
	Andere nucleaire installaties						
Nucleaire beveiliging	Beveiliging van het nucleaire terrein				1	2	
Emissies	Emissies naar lucht en water						
Ongevallen en crisisbeheersing	Haalbaarheid crisisbeheersing						
	Implementatie crisisbeheersing						

Tabel 5-23 Beoordelingsschaal voor risico-inschatting van de SSG-criteria

Score	Toelichting
	Voor dit criterium is op voorhand bekend dat hier geen risico's te verwachten zijn.
	Uit nadere analyse blijkt dat er geen relevante risico's zijn op de locatie
	Er is een klein risico op de locatie, maar voor een kerncentrale leidt dit niet tot relevante risico's
	Er is een klein risico op de locatie, maar dit risico is relatief eenvoudig te mitigeren
	Er is een (groot) risico op de locatie, het risico is met maatregelen te mitigeren
	Er is een groot risico op de locatie, er is geen zicht op haalbare mitigerende maatregelen

Aardbevingen

De kracht van mogelijke aardbevingen bij Eemshaven is geen risico voor de veilige bedrijfsvoering van de kerncentrales.

Overstromingen

Het risico op hoge staande golven is het hoogst bij Maasvlakte II. Golfslag vormt hier een groter risico voor het drooghouden van het terrein dan bij de andere alternatieven. Hier zou de zeewering dus sterker en hoger moeten worden. De reeds aanwezige zeewering van Maasvlakte II is echter al wel hoger dan bij de andere alternatieven.

Luchtvaart

Bij Eemshaven en Sloegebied moet er gelet worden op luchtvaart. In deze gebieden is er een risico op ongelukken met kleine vliegtuigen en helikopters. Echter, de kerncentrales worden ontworpen om bestendig te zijn op incidenten met kleine luchtvaart, waardoor de veiligheid niet in geding komt.

Gevaarlijke stoffen

Bedrijven of transportleidingen met chemicaliën, waterstof of ammoniak in de buurt van de kerncentrales verhogen het risico op onveilige situaties door menselijk handelen. Hiervoor moeten specifieke mitigerende maatregelen genomen worden die verschillen per alternatief. Denk aan een fysiek of ruimtelijke barrière om het terrein te beschermen. Voor deze maatregelen is extra ruimte nodig. Dit is een uitdaging bij Maasvlakte II door de naastgelegen spoorweg waarover gevaarlijke stoffen vervoerd worden en het Sloegebied omdat hier beperkte ruimte is. Bij Terneuzen 1A vormen de aanwezige chemische clusters een mogelijke beperking en kunnen maatregelen noodzakelijk zijn.

Ongevallen en evacuatie

Naast een locatie waar het risico op onveilige situaties klein is, moeten de kerncentrales en de omliggende omgeving ook uit voorzorg goed te evacueren zijn. Bij Eemshaven 1A en 1B, Maasvlakte en Sloegebied 1 zijn in de basis geen belemmeringen. Er is wel aandacht vereist voor gebieden waarvan de evacuateroutes langs de kerncentrales lopen. Ook is gekeken naar hoeveel mensen in een zone van 10 kilometer rond de alternatieven wonen, deze zone wordt in het huidige beleid gehanteerd als evacuatiezone. De meeste mensen wonen in de buurt van het Sloegebied (102.000), daarna bij Terneuzen (42.000). Bij de Maasvlakte en Eemshaven wonen er minder dan 10.000 mensen in de evacuatiezone.

Maatregelen als onderdeel van het voornemen

Het is belangrijk dat de kerncentrales veilig elektriciteit kunnen opwekken. Dit is een uitgangspunt in de onderzoeken voor de locatiekeuze. Daarom is bij de locatiekeuze onderzocht welke aspecten (zoals effecten) relevant zijn voor de veiligheid. De eventuele maatregelen dienen nog nader te worden onderzocht. De bouwactiviteiten die noodzakelijk zijn voor het maken van een veilige locatie zijn onderdeel van de onderzochte activiteiten in de bouwfase.

Bij iedere locatie moet het hoofdterrein opgehoogd worden. Bij Maasvlakte is deze ophoging beperkt. Bij Eemshaven 1B en Terneuzen 1B is sprake van een metershoge ophoging van het hele terrein. Soms zijn aanvullende waterkerende maatregelen nodig. Gas- en waterstof transportleidingen moeten omgelegd worden als deze door het hoofdterrein lopen, zoals bij Sloegebied 1. Ook zal op alle locaties de bodem gestabiliseerd moeten worden.

5.11.2 Mitigerende maatregelen ten aanzien van de SSG

Om significante effecten van de omgeving of incidenten te reduceren zijn kunnen er mitigerende maatregelen nodig zijn. In deze paragraaf zijn deze maatregelen per SSG veiligheidsaspect beschouwd.

5.11.2.1 Aardbevingsrisico's

Een kerncentrale is bestand tegen aardbevingen, omdat deze zo wordt ontworpen en gebouwd dat de constructie en veiligheidssystemen sterke grondbewegingen kunnen weerstaan zonder schade aan te richten of radioactieve stoffen vrij te laten. In de vervolgfase wordt voor de voorkeurslocatie nog een Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) uitgevoerd.

5.11.2.2 *Geologische risico's*

Om voldoende draagkracht te creëren voor de alternatieve in Eemshaven is grondbehandeling of het gebruik van paalfundering noodzakelijk. Dergelijke maatregelen verminderen ook potentiële bodemdaling. Voor Maasvlakte II varieert de aanwezigheid van bodemlagen en is er onzekerheid over de draagkracht. Mocht dit niet voldoende zijn dan kan door grondbehandeling of het gebruiken van paalfundering meer draagvermogen gecreëerd worden. Dergelijke behandelingen verminderen ook potentiële bodemdaling.

5.11.2.3 *Vulkanisme*

Van dit aspect is geen relevante impact in Nederland. Dit onderdeel speelt niet op de locaties.

5.11.2.4 *Overstromingsrisico's*

Het risico op overstromingen kan worden beperkt door het treffen van mitigerende maatregelen, zoals het bouwen van de kerncentrales op een verhoogd platform. Bij Maasvlakte is het risico op hoge golfslag een stuk groter dan bij de andere alternatieven en zou de zeewering dus sterker en hoger beschermd moeten worden dan bij de andere gebieden. In alle gevallen is ophoging van het terrein noodzakelijk om het terrein droog te houden, zowel door potentiële overstromingen vanaf het open water, als door weersomstandigheden die een hoge golfslag als gevolg hebben.

5.11.2.5 *Extreme weersomstandigheden*

Stormen en hevige regenval kunnen effect hebben op de kerncentrales, maar een kerncentrale (net zoals andere grote installaties) zijn gebouwd om tegen dit soort weersextremen te kunnen. Bovendien is een drainagesysteem op het terrein van de kerncentrale wenselijk om het water bij hevige regenval af te voeren. Hierop wordt geanticipeerd.

5.11.2.6 *Risico's door menselijk handelen*

Redundantie in netaansluitingen en warmteafvoeropstellingen wordt doorgaans opgenomen in het ontwerp van de kerncentrale, zodat het onwaarschijnlijk is dat één enkel incident een nucleair ongeval veroorzaakt. Fysieke beschermingsmaatregelen, zoals brand- of explosiewanden, kunnen waar relevant worden toegepast om te voorkomen dat een brand of explosie buiten de terreingrens een bedreiging vormt voor de hulpsystemen van de centrale.

Het vermogen om de kerncentrale te bedienen kan worden aangetast als het operationele personeel wordt blootgesteld aan brand (inclusief rook), explosies of giftige gassen. Preventieve maatregelen kunnen worden getroffen door bedieningsruimten zodanig te ontwerpen dat ze bestand zijn tegen brand en explosies, en kunnen dienen als veilige toevluchtsoorden bij blootstelling aan giftige stoffen. Daarnaast kunnen externe, op afstand gelegen incidentmanagementfaciliteiten worden ingericht.

Om de effecten van incidenten te reduceren zullen er mitigerende maatregelen nodig zijn. Deze verschillen per alternatief.

Eemshaven 1A

Voor dit alternatief dient de VOPAK-terminal Eemshaven te worden geamoveerd. Daarnaast moeten de militaire faciliteit PMO Eemshaven en minimaal vijf windturbines te worden geamoveerd. De geplande waterstofleiding langs de westgrens zal mogelijk moeten worden omgeleid vanwege het hoge risico.

Eemshaven 1B

Er dienen minimaal drie windturbines te worden geamoveerd. De geplande waterstofleiding langs de westgrens kan een zeer hoog risico vormen en zal mogelijk moeten worden omgeleid.

Eemshaven 2

De tijdelijke LNG-terminal en bijbehorende pijpleidingen moeten worden verwijderd vanwege het zeer hoge risico. Ook bestaande buisleidingen binnen het terrein dienen te worden verwijderd of omgeleid. De hogedruk aardgastransportleiding A-659 binnen het terrein (richting de Magnumcentrale) en de buisleiding A-812 dienen voor dit alternatief te worden omgeleid binnen het haventerrein.

Eemshaven 3

De Engie Eemscentrale en bijbehorende buisleidingen moeten worden verwijderd. De hogedruk aardgastransportleiding A-542-01 zal moeten worden omgeleid of worden verwijderd. Het brandaandachtsgebied verplaatst dan naar de nieuwe locatie. Acht windturbines moeten worden verwijderd uit het hoofdterrein, en mogelijk nog eens 13 die interfereren met het momenteel voorgestelde werkterrein.

Maasvlakte II

Binnen het hoofdterrein moeten vier windturbines en mogelijk nog drie in het werkterrein worden verwijderd. Toekomstige pijpleidingen (zoals voor waterstof) kunnen omleiding vereisen.

Sloegebied 1

De buisleidingen ZEBRA_12701, ZEBRA_268, PZEM_12704, Z-567-17 en Z-567-19 zullen voor dit alternatief verplaatst moeten worden. Het brandaandachtsgebied verplaatst dan naar de nieuwe locatie.

Sloegebied 2

De hogedruk aardgastransportleiding Z-567-08 loopt door het terrein van het alternatief en dient te worden geamoveerd of te worden verplaatst. Windturbines op en nabij het terrein dienen te verdwijnen.

Terneuzen 1A

Vanwege de hoge risico's van de Alto- en Evos-faciliteiten en de beperkte ruimte om maatregelen te treffen, moeten de faciliteiten mogelijk worden verwijderd om een veilige bedrijfsvoering te garanderen. Fysieke barrières kunnen een alternatief zijn, maar verwijdering heeft de voorkeur om het risico volledig weg te nemen.

Terneuzen 1B

Kleine risicovolle activiteiten (zoals propaantanks) binnen het terrein moeten worden verwijderd.

Mitigatieopgave

Voor alle alternatieven is de mitigatieopgave in relatie tot het huidige risiconiveau beschouwd. Dit is weergegeven in tabel 5-24.

Tabel 5-24 Overzicht van het huidige risiconiveau en de mitigatieopgave (External Safety Report, Mott Macdonald, 2025)

Alternatief	Aannames voor het terrein	Huidig risico	Prioritaire overwegingen voor risicobeperking	Mitigatieopgave	Restrisico (na afwegingen in prioriteit) en andere vergunningsrisico's voor latere beoordeling
Eemshaven 1A	<ul style="list-style-type: none"> - Verwijdering van VOPAK, inclusief pijpleidingen en kade-infrastructuur. - Verwijdering van windturbines. - Verwijdering van PMO Eemshaven. 	<i>Gematigd</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verplaatsing van heliport. - Onderzoek naar risico spoorlijn en of omleiding nodig is. - Terreininrichting. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Gematigd</i> - Stakeholderoverleg. - Commerciële onderhandelingen. - Ontmanteling en reconstructie. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Gematigd</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten, inclusief tijdelijke LNG-faciliteit. - Gevaarlijk transport.

Alternatief	Aannames voor het terrein	Huidig risico	Prioritaire overwegingen voor risicobeperking	Mitigatieopgave	Restrisico (na afwegingen in prioriteit) en andere vergunningsrisico's voor latere beoordeling
Eemshaven 1B	- Verwijdering van windturbines.	<i>Gematigd</i>	- Betrokkenheid van de toezichthouder en acceptatie nabij Seveso-locatie (VOPAK). - Terreininrichting. - Verplaatsing heliport.	<i>Gematigd</i> Indien VOPAK te dichtbij ligt, dan <i>Uitdagend</i> .	<i>Laag</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten, inclusief LNG en PMO. - Gevaarlijk transport.
Eemshaven 2	- Verwijdering van windturbines.	<i>Zeer hoog</i>	- Bevestiging levensduur LNG-terminal. - Omleiding gaspijpleidingen. - Terreininrichting. - Helikopter haven status. - Bescherming werkterrein.	<i>Uitdagend</i> - Stakeholderoverleg. - Ontmanteling en reconstructie.	<i>Gematigd</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten. - Gevaarlijk transport.
Eemshaven 3	- Verwijdering van windturbines. - Verwijdering ENGIE Eemscentrale.	<i>Gematigd</i>	- Mitigatie pijpleidingen. - Ontwerpmaatregelen tegen toxische wolken. - Terreininrichting. - Helikopter haven status.	<i>Gematigd</i> - Ontwerp. - Stakeholderoverleg. - Ontmanteling en reconstructie.	<i>Laag</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten. - Gevaarlijk transport.
Maasvlakte	- Verwijdering van windturbines.	<i>Hoog</i>	- Fysieke barrières tegen explosierisico transport. - Ontwerpmaatregelen tegen toxische wolken.	<i>Uitdagend</i> - Ontwerp. - Stakeholderoverleg. - Bouw.	<i>Gematigd</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten. - Gevaarlijk transport.
Sloegebied 1	- Verwijdering van windturbines.	<i>Zeer hoog</i>	- Omleiding pijpleidingen, spoor en wegen. - Fysieke barrières tegen Zeeland Refinery. - Terreininrichting. - Advies van de toezichthouder.	<i>Zeer uitdagend</i> - Stakeholderoverleg. - Ontmanteling en reconstructie.	<i>Gematigd</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten. - Gevaarlijk transport.
Sloegebied 2	- Verwijdering van windturbines.	<i>Zeer hoog</i>	- Bescherming tegen explosierisico VOPAK. - Omleiding pijpleidingen. - Terreininrichting. - Advies van de toezichthouder.	<i>Zeer uitdagend</i> - Stakeholderoverleg. - Ontmanteling en reconstructie.	<i>Gematigd</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten, inclusief munitieopslag. - Gevaarlijk transport.
Terneuzen 1A	- Geen expliciete aannames vermeld.	<i>Zeer hoog</i>	- Fysieke barrières tegen Alto/Evos. - Bescherming tegen explosie- en toxische wolkrisico DOW Chemical. - Terreininrichting.	<i>Gematigd</i> - Stakeholderoverleg. - Ontmanteling en reconstructie.	<i>Gematigd</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten. - Gevaarlijk transport.
Terneuzen 1B	- Geen expliciete aannames vermeld.	<i>Gematigd</i>	- Terreininrichting buiten explosiegebied. - Ontwerpmaatregelen tegen toxische wolken.	<i>Gemakkelijk</i> - Ontwerp.	<i>Laag</i> - Alle gevaarlijke faciliteiten. - Gevaarlijk transport.

5.11.2.7 *Nucleaire beveiliging*

Alle locaties hebben voldoende mogelijkheden om de beveiliging van het nucleaire terrein in te passen. Er worden geen aanvullende mitigerende maatregelen voorgesteld.

5.11.2.8 *Emissies*

Er vinden radiologische emissies naar lucht en water plaats tijdens de bedrijfsduur van kerncentrales. Het gaat vooral om tritium (T) en carbon-14 (14C). De hoeveelheden zijn nihil en leiden niet tot een verhoging van de gemiddelde achtergrondstraling. Daarnaast ziet de ANVS toe op emissies zodra de kerncentrales gerealiseerd zijn en in bedrijf zijn. Er worden geen aanvullende mitigerende maatregelen voorgesteld.

5.11.2.9 *Ongevallen en crisisbeheersing*

De implementatie van een crisisbeheersingsplan volgt in de fase na de locatiekeuze. Er worden geen aanvullende mitigerende maatregelen voorgesteld.

5.11.3 *Leemten in kennis*

Per locatie zijn er verschillende vervolgonderzoeken benodigd met betrekking tot risico's door menselijk handelen.

Eemshaven 1A

De mogelijke impact van projectielen bij een explosie op de Kwelderweg dient te worden onderzocht. Andere weg- en spoorinfrastructuur, waaronder de N46, moet in een later stadium verder worden onderzocht (bijvoorbeeld voor het transport van grondstoffen naar Ecofuels), inclusief eventuele nieuwe wegen die worden aangelegd om het terrein te ontsluiten.

De spoorlijn loopt langs de westelijke grens van het terrein. Hoewel deze spoorlijn niet is aangemerkt als Basisnet route (de lijn loopt naar de veerterminal en er zijn geen risicocontouren of aandachtsgebieden aangegeven), moeten ongevallen worden beoordeeld als het terrein verder wordt ontwikkeld (de spoorlijn moet mogelijk toch worden verplaatst als onderdeel van de ontwikkeling). De zijlijn naar de Julianahaven en Emmahaven zal waarschijnlijk moeten worden omgeleid, om het terrein heen.

Eemshaven 1B

Het explosie- en gifwolkaandachtsgebied van de Kwelderweg overlapt wel een met een klein deel van het werkterrein, dit dient verder te worden onderzocht, evenals de mogelijke impact van projectielen (dit laatste kan worden gemitigeerd door geschikte barrières). Andere weg- (en spoor-) infrastructuur, waaronder de N46, moet in een later stadium verder worden bekeken (bijvoorbeeld voor het transport van grondstoffen naar Ecofuels), inclusief eventuele nieuwe wegen die worden aangelegd om het terrein te ontsluiten. De spoorlijn loopt langs de oostelijke grens van het terrein en hoewel niet wordt aangenomen dat deze lijn gevaarlijke stoffen vervoert (de lijn loopt naar de veerterminal), moeten treinongevallen zoals ontsporing worden beoordeeld als het terrein verder wordt ontwikkeld. Het verplaatsen van de terreininrichting naar het westen zou waarschijnlijk het risico dat verband houdt met de spoorlijn verminderen.

Eemshaven 2

Het risico van een explosie van een gasturbine in de Magnumcentrale wordt als laag beschouwd, maar moet in een later stadium van de ontwikkeling worden beoordeeld en indien nodig moeten passende mitigerende maatregelen, zoals fysieke barrières of ruimtelijke scheiding, worden toegepast. Het verplaatsen van de bijbehorende buisleidingen en de daarbij horende impact dient nader te worden onderzocht.

Eemshaven 3

De gasgestookte centrale ligt op circa 1,25 km van het terrein. De buisleidingen hebben een brandaandachtsgebied dat een groot deel van het terrein beslaat (hoewel deze gebieden als perifeer kunnen worden beschouwd en dus geen hoog risico vormen). Het risico van een explosie van een gasturbine moet worden beoordeeld, maar wordt waarschijnlijk niet als hoog risico beschouwd.

Zowel de VOPAK-terminal als Ecofuels liggen waarschijnlijk ver genoeg weg om geen hoog risico te vormen, hoewel dit in een later stadium van de ontwikkeling moet worden beoordeeld, met name VOPAK.

Maasvlakte II

Het is mogelijk dat de vliegroute van Heliport Maasvlakte het terrein kruist. Dit moet verder worden onderzocht tijdens de inrichting van het terrein, met mogelijk vereiste beperkingen op vliegroutes. Daarnaast dient de mogelijke impact van projectielen van de spoorlijn parallel aan het terrein te worden onderzocht.

Slogebied 1

Vliegveld Midden-Zeeland Airport vormt waarschijnlijk een beperkt risico, maar moet verder worden beoordeeld tijdens de fase van inrichting van het terrein. Het verplaatsen van de buisleidingen dient nader te worden onderzocht.

Slogebied 2

Vliegveld Midden-Zeeland Airport vormt waarschijnlijk een beperkt risico, maar moet verder worden beoordeeld tijdens de fase van inrichting van het terrein. Transport binnen de haven omvat scheepvaart van en naar de Zeeland Refinery, die dicht langs de noordoostelijke grens van het terrein passeert. Dit kan een risico vormen voor dat gebied en moet volledig worden beoordeeld in een later stadium.

Terneuzen 1A

Er zijn geen specifieke vervolgonderzoeken met betrekking tot de risicobronnen geagendeerd.

Terneuzen 1B

Er zijn geen specifieke vervolgonderzoeken met betrekking tot de risicobronnen geagendeerd.

6. Plaatsgebonden risico

In dit hoofdstuk zijn de effecten beschouwd van de bouw en in bedrijfsstelling van de kerncentrales op het plaatsgebonden risico. Risicobronnen in de omgeving kunnen verdwijnen of verplaatsen als gevolg de ruimtelijke inpassing van de kerncentrale. Er kunnen mogelijk bestaande plaatsgebonden risicocontouren aanwezig zijn van bestaande risicobronnen, zoals bedrijven die werken met gevaarlijke stoffen of windturbines. Enerzijds kan het fysieke ruimtebeslag van de kerncentrales ervoor zorgen dat bepaalde risicobronnen verdwijnen. Anderzijds kan het ook zijn dat bepaalde risicobronnen (zoals windturbines) moeten verdwijnen, niet zozeer door het fysieke ruimtebeslag, maar door hun eigen plaatsgebonden risicocontour die overlap heeft met het terrein van de kerncentrales. De verandering van de risico's is inzichtelijk gemaakt.

6.1 Referentiesituatie plaatsgebonden risico

De referentiesituatie en de autonome ontwikkelingen zijn beschreven vanuit de SSG in hoofdstuk 5.7 (risico's door menselijk handelen).

6.2 Effectbeschrijving plaatsgebonden risico

6.2.1 Eemshaven

Eemshaven 1A

Voor Eemshaven 1A dient de VOPAK terminal Eemshaven te worden geamoveerd/verplaatst. Daarnaast moeten de militaire faciliteit PMO Eemshaven en minimaal vijf windturbines worden geamoveerd. De ruimte binnen Eemshaven voor een nieuwe terminal, militaire faciliteit en windturbines is beperkt. Als er wordt gekozen om deze functies ergens anders mogelijk te maken verplaatsen de risicocontouren naar deze nieuwe locatie. De geplande waterstofleiding langs de westgrens zal mogelijk moeten worden omgeleid vanwege het hoge risico van deze leiding. Er zijn geen effecten op andere risicobronnen.

Eemshaven 1B

Er dienen bij Eemshaven 1B minimaal drie windturbines te worden geamoveerd/verplaatst. De ruimte binnen Eemshaven voor nieuwe windturbines is beperkt. Als er wordt gekozen om deze functies ergens anders mogelijk te maken verplaatsen de risicocontouren naar deze nieuwe locatie. De geplande waterstofleiding langs de westgrens zal mogelijk moeten worden omgeleid vanwege het hoge risico van deze leiding. Er zijn geen effecten op andere risicobronnen.

Eemshaven 2

De tijdelijke LNG-terminal en bijbehorende pijpleidingen bij Eemshaven 2 moeten worden verwijderd/verplaatst vanwege het zeer hoge risico. Ook bestaande buisleidingen binnen het terrein dienen te worden verwijderd of omgeleid. De hogedruk aardgastransportleiding A-659 binnen het terrein (richting de Magnumcentrale) en de buisleiding A-812 dienen voor dit alternatief te worden omgeleid binnen het haventerrein. Het brandaandachtsgebied verplaatst dan naar de nieuwe locatie. Binnen dit brandaandachtsgebied kunnen domino-effecten optreden bij reeds aanwezige of geplande risicobronnen.

Eemshaven 3

De Engie Eemscentrale en bijbehorende buisleidingen ter plaatse van Eemshaven 3 moeten worden verwijderd. De hogedruk aardgastransportleiding A-542-01 zal moeten worden omgeleid of worden verwijderd. Het brandaandachtsgebied verplaatst dan naar de nieuwe locatie. Binnen dit brandaandachtsgebied kunnen domino-effecten optreden bij reeds aanwezige of geplande risicobronnen. Acht windturbines moeten worden verwijderd uit het hoofdterrein, en mogelijk nog eens 13 die interfereren met het momenteel voorgestelde werkterrein.

6.2.2 Maasvlakte II

Binnen het hoofdterrein moeten vier windturbines en mogelijk nog drie in het werkterrein worden verwijderd. Het spoor langs de westelijke grens vormt een zeer hoog risico; fysieke of ruimtelijke barrières zijn noodzakelijk, maar verplaatsing van het spoor is niet uitgesloten. Toekomstige pijpleidingen (zoals voor waterstof) kunnen omleiding vereisen.

6.2.3 *Sloegebied*

Sloegebied 1

Een groot aantal buisleidingen doorkruist het terrein van Sloegebied 1. De buisleidingen ZEBRA_12701, ZEBRA_268, PZEM_12704, Z-567-17 en Z-567-19 zullen voor dit alternatief verplaatst moeten worden. Het brandaandachtsgebied verplaatst dan naar de nieuwe locatie. Binnen dit brandaandachtsgebied kunnen domino-effecten optreden bij aanwezige of geplande risicobronnen. Gezien de grote hoeveelheid aan risicovolle activiteiten in de Sloehaven is het inpassen van deze te verplaatsen buisleidingen complex.

Sloegebied 2

De hogedruk aardgastransportleiding Z-567-08 ligt op het terrein van Sloegebied 2 en dient te worden geamoveerd/verplaatst. Het brandaandachtsgebied verplaatst dan naar de nieuwe locatie. Binnen dit brandaandachtsgebied kunnen domino-effecten optreden bij reeds aanwezige of geplande risicobronnen. Gezien de grote hoeveelheid aan risicovolle activiteiten in de Sloehaven is het inpassen van deze te verplaatsen buisleidingen complex. Het verplaatsen van deze buisleidingen dient verder onderzocht te worden. Windturbines op en nabij het terrein dienen te verdwijnen. Fysieke barrières tegen risico's van Arkema B.V. en de VOPAK-terminal zijn noodzakelijk, maar verwijdering van deze bedrijven zelf is niet voorzien.

6.2.4 *Terneuzen*

Terneuzen 1A

Binnen Terneuzen 1A dienen de Alto- en Evos-faciliteiten te worden verwijderd vanwege hun zeer hoge risicocontouren en aandachtsgebieden. Fysieke barrières kunnen een alternatief zijn, maar verwijdering heeft de voorkeur om het risico volledig weg te nemen.

Terneuzen 1B

Kleine risicovolle activiteiten (zoals propaantanks) binnen Terneuzen 1B moeten worden verwijderd. Voor de overige risicobronnen (zoals DOW Chemical) zijn ruimtelijke maatregelen en beheersmaatregelen aanbevolen, maar verwijdering is niet direct noodzakelijk.

7. Ioniserende straling

7.1 Normale bedrijfsvoering

Gedurende een normale bedrijfsvoering van een kerncentrale is er een minimale en gecontroleerde uitstoot van radioactieve stoffen. In een kerncentrale wordt gewerkt met radioactieve stoffen die in de lucht of in het koelwater kunnen komen. Via het luchtbehandelings- en koelwatersysteem van de kerncentrale worden deze radioactieve stoffen gecontroleerd uitgestoten. De uitstoot van radioactieve stoffen is zo gering dat dit geen effect heeft op de heersende achtergrondconcentratie van radioactieve stoffen in de lucht en in het water (zie ook bijlage 5).

Gedurende een normale bedrijfsfase heeft een kerncentrale dus geen effect op de bodem- en waterkwaliteit, en daarmee ook niet op de agrarische productie rondom de centrale. Biologische landbouw draait om het vermijden van synthetische bestrijdingsmiddelen en kunstmest, en legt nadruk op een schone bodem, lucht en water. Ook voor biologische teelten geldt dat er gedurende de bedrijfsfase van een kerncentrale geen effect is.

7.2 Ongevallen

Als er bij een ongeval radioactieve stoffen vrijkomen, dan kan dit ingrijpende gevolgen hebben voor de omgeving. Het risico op een ongeval is zeer klein (de veiligheidseisen voor een kerncentrale zijn zeer hoog), maar de gevolgen ervan kunnen enorm zijn. Er zijn dan allerlei voorzorgsmaatregelen om de effecten daarvan te beperken, bijvoorbeeld maatregelen die zijn opgenomen in een crisisbeheersingsplan.

7.2.1 Bevolkingsdichtheid

In het geval van een stralingsongeval met radiologische lozing naar de omgeving moet er iets met de inwoners die nabij de kerncentrale wonen gebeuren. In het onderdeel over de SSG-35-criteria (zie paragraaf 5.10) is per zoekgebied aangegeven waar de belemmeringen in een grootschalige evacuatie zitten: ongunstige eilandstructuren, bruggen, tunnels, grote hoeveelheden inwoners, ongeschikte wegen voor grote verkeersstromen, enzovoorts. Er zitten per zoekgebied dus specifieke (beperkte) risico's die crisisbeheersing complex of minder complex maken. De hoeveelheid inwoners in een bepaalde straal van de zoekgebieden is daarmee een relevant gegeven om iets te kunnen zeggen over de haalbaarheid van tijdige evacuatie. Op basis van de werkwijze die is opgesteld in het Landelijk Crisisplan Straling (zie paragraaf 3.2) is in verschillende zones het aantal inwoners in kaart gebracht.

Evacuatie (0-10 km)

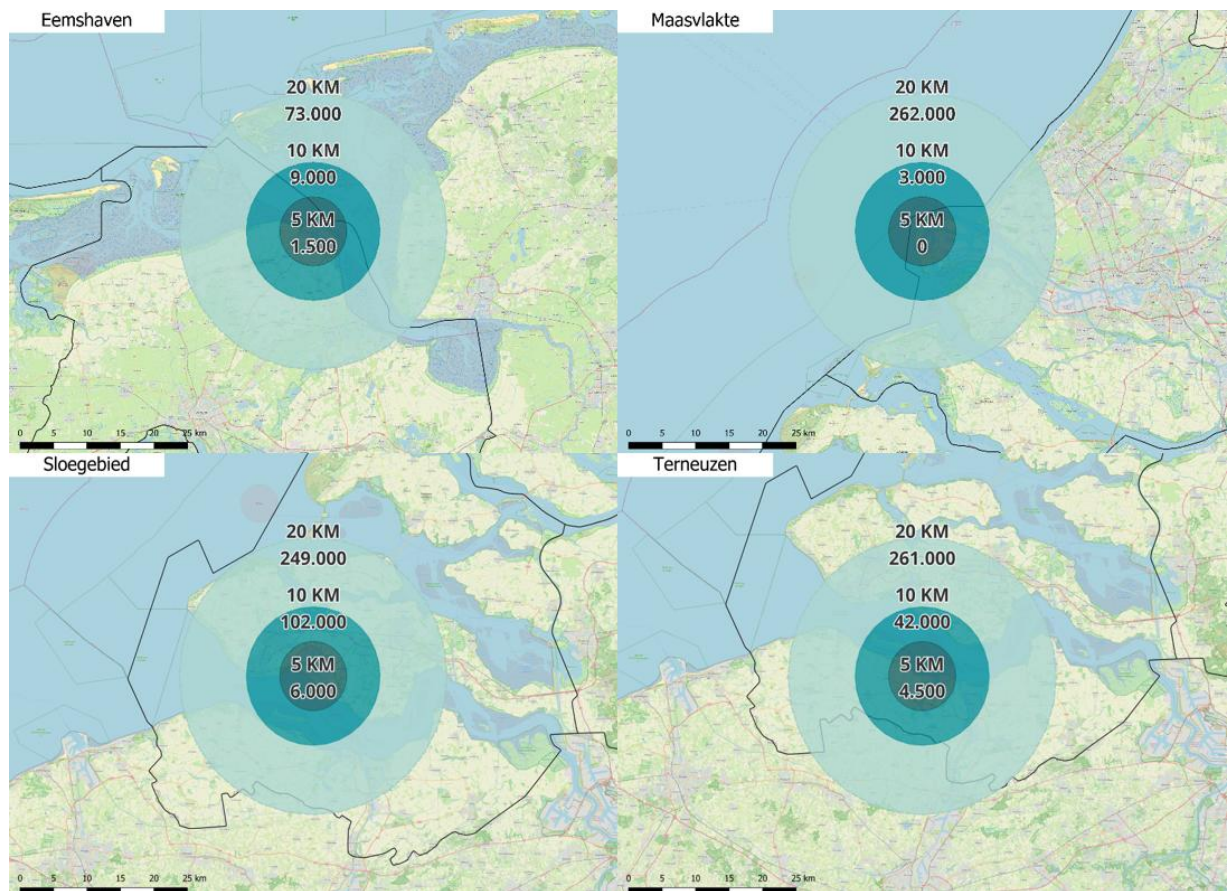
Bij een ongeval waarbij radioactieve stoffen vrijkomen wordt het gehele gebied in een straal van 10 kilometer rond de kerncentrales geëvacueerd. Inwoners binnen een straal van de eerste 5 kilometer hebben hier voorrang. Dit betekent dat inwoners, werknemers van omliggende bedrijven, toeristen, et cetera zo snel als mogelijk verplaatst dienen te worden. Het hele gebied moet worden ontruimd.

In figuur 7-1 is te zien dat het aantal inwoners binnen 10 kilometer van Maasvlakte II erg beperkt is: het zoekgebied ligt immers op een industrieterrein ver van grootschalige bewoning. Dit geldt ook voor het aantal kwetsbare objecten in Nederland (zie tabel 7-1). Sloegebied daarentegen heeft tot 5 kilometer betrekkelijk weinig inwoners, maar tussen de 5 en 10 kilometer relatief veel inwoners door de aanwezigheid van grotere steden als Vlissingen, Terneuzen en Middelburg. Dit is ook terug te zien in het aantal kwetsbare objecten. Eemshaven en Terneuzen liggen qua inwonertal en kwetsbare objecten tot de 10 kilometer tussen de twee eerdergenoemde gebieden in.

Schuilen en maatregelen op basis van windrichting (10-20 km)

Tussen 10 en 20 kilometer vanaf de kerncentrales schrijft het Landelijk Crisisplan Straling voor dat schuilen de meest gewenste oplossing. Dat betekent voor inwoners vooral naar binnen, ramen en deur sluiten, mechanische ventilatie zo mogelijk afschakelen, en naar noodcommunicatie op radio/tv luisteren. Mogelijk dat er, afhankelijk van de windrichting, in een strook die de wind volgt tot 20 kilometer ook geëvacueerd moet worden.

In Eemshaven wonen tot 20 kilometer veruit de minste mensen: rond de 73.000 mensen. In alle andere gebieden wonen er in een straal van 20 kilometer circa 250.000 - 260.000 mensen. Dit betekent dat er bij een radiologisch ongeval in Eemshaven minder mensen hoeven te schuilen of te evacueren dan in de andere gebieden.



Figuur 7-1 Het aantal inwoners binnen de 5, 10 en 20 km-zones van de vier gebieden (bron: Census population grid 2021, 16 juni 2024)

Tabel 7-1 Aantal kwetsbare objecten binnen de 5, 10 en 20 km zones rondom de alternatieven in Nederland, afgerond op 10-tallen (bron: BAG, 29-08-2025)

Alternatieven	Zones		
	0-5 km	0-10 km	0-20 km
Eemshaven 1A	930	7.410	32.110
Eemshaven 1B	1.490	7.640	32.020
Eemshaven 2	240	4.250	30.940
Eemshaven 3	980	5.700	30.930
Maasvlakte II	0	1.050	112.080
Sloegebied 1	2.280	44.270	130.450
Sloegebied 2	3.990	60.340	128.840
Terneuzen 1A	2.190	21.680	110.770
Terneuzen 1B	2.310	20.620	107.340

Verstrekken van jodiumprofylaxe (tot 100 km)

Om potentiële schade van straling op het menselijk lichaam tegen te gaan, worden er jodiumtabletten verstrekt. Dit is om de schildklier te beschermen, één van de meest stralingsgevoelige onderdelen van het menselijk lichaam. De schildklier neemt radioactief jodium op. Op dit moment geldt dat er tot een straal van 20 kilometer van een kerncentrale jodiumtabletten worden verstrekt voor volwassenen van 18 tot 40 jaar. Echter, in een straal van 100 kilometer worden deze jodiumtabletten verstrekt voor kinderen tot 18 jaar en zwangere vrouwen. Dit is dus een methode om in het geval van een radioactieve lozing op grotere afstand potentiële radiologische effecten op het menselijk lichaam tegen te gaan.

In figuur 7-2 is het aantal inwoners binnen 100 kilometer van de gebieden te zien. Ook hier is het aantal inwoners rondom Eemshaven relatief beperkt ten opzichte van de andere gebieden: circa 3 miljoen inwoners ten opzichte van 11 tot 13 miljoen inwoners. Bij Maasvlakte II, Sloegebied en Terneuzen dienen dus aanmerkelijk meer inwoners jodiumprofylaxe te ontvangen en in te nemen bij een eventueel stralingsongeval.



Figuur 7-2 Het aantal inwoners binnen de 100 km-zones van de vier gebieden

7.2.2 Gezondheidseffecten

Een stralingsongeval kan impact op de gezondheid hebben. Dit effecten wordt idealiter zoveel als mogelijk tegengegaan door onder andere te evacueren (mensen niet meer in de buurt van de stralingsbron te hebben), of door het tegengaan van schadelijke effecten op de schildklier (door het verstrekken van jodiumprofylaxe). Dit is de paragraaf hiervoor benoemd.

Deterministische gezondheidseffecten

Radioactieve straling is voor het menselijk oog onzichtbaar en wel degelijk een impact hebben op mensen die langdurig zijn blootgesteld. Enerzijds zijn er de deterministische effecten van straling: als je langdurig boven een bepaalde dosiswaarde straling op het lichaam ontvangt en dit direct een effect heeft – toeval speelt geen rol, door enkel de toenemende dosis wordt het effect sterker. Bij deterministische effecten neemt het de ernst van het effect toe naargelang de blootstelling eraan. Het aantal cellen dat dat sterft en niet meer kan delen in het lichaam, leidt tot functieverlies van weefsels en organen. Stralingsziekte kan bijvoorbeeld optreden wanneer men te lang blootgesteld wordt aan dosiswaarden boven wat het lichaam aan kan. Dit kan direct levensbedreigend zijn of resulteren in blijvende schade.

Een stralingsdosis die zo hoog is dat deterministische effecten optreden komt in de praktijk enkel voor wanneer dit bewust wordt toegepast. De behandeling van kanker is daarvan een voorbeeld. Het lichaam wordt dan plaatselijk met een hoge dosis bestraald. Op die manier worden tumorcellen gedood, maar men zorgt er tegelijkertijd voor dat andere weefsels tijdens de behandeling met straling zo goed mogelijk gespaard blijven (bron: RIVM).

Deterministische effecten zijn sterk afhankelijk van de hoogte van de dosis en het type weefsel dat is bestraald. De dosis voor deterministische effecten wordt uitgedrukt in gray (Gy). Tot een dosis van 1 Gy worden geen blijvende negatieve gezondheidseffecten waargenomen. Tot 1 Gy ontstaat wel schade in sommige orgaan- of weefselcellen, maar die schade is zo klein dat er geen sprake is van functieverlies. Als een lichaam een dosis hoger dan 1 Gy ontvangt, sterven in korte tijd veel cellen en weefsel. Dit leidt tot ernstige effecten ('stralingsziekte') en kan fataal zijn. Het eerste zichtbaar effect van stralingsziekte is diarree en braken. Bij een nog hogere dosis (tussen de 4-10 Gy) treden zeer ernstige aandoeningen op zoals beenmergsyndroom en darmsyndroom. Een slachtoffer kan herstellen van het darmsyndroom, maar later alsnog overlijden door het beenmergsyndroom, waarvan de effecten later optreden.

Stochastische gezondheidseffecten

Bij de stochastische gezondheidseffecten gaat het om die gezondheidseffecten waarvan de kans van optreden toeneemt als de dosis ook toeneemt. De ernst van de effecten – als het effect al optreedt – is hiermee onafhankelijk van de dosis. Een duidelijk voorbeeld hiervan is dat mensen die langdurig blootgesteld zijn aan een hoge mate van straling (bijvoorbeeld in hun werk door het behandelen van bepaalde stoffen, of werken in een ziekenhuis met röntgenapparaat) een grotere kans hebben om op latere leeftijd kanker te ontwikkelen.

Het is echter goed te vermelden dat het werken in een kerncentrale, of het wonen nabij een kerncentrale, hier geen relevante rol speelt voor stochastische gezondheidseffecten. Het stralingsniveau in de kerncentrale en bij de terreingrens zijn vaak zelfs lager dan de standaard achtergrondstraling die van nature voorkomt (vanuit de bodem, vanuit de ruimte, vanuit andere industrieën in de omgeving).

Stochastische gezondheidseffecten in een ongevalsituatie worden vooral tegengegaan door mensen zo ver als mogelijk van de stralingsbron te plaatsen. Maar ook het binnenkrijgen van straling van besmet voedsel of besmet drinkwater dient tegengegaan te worden. Dit beperkt dat er op de langere termijn een oorzakelijk verband tussen een stralingsongeval en het ontwikkelen van gezondheidsklachten optreedt. Ook het toedienen van de eerdergenoemde jodiumprofylaxe draagt bij aan het voorkomen van stochastische effecten op de langere termijn.

7.2.3 Voedselvoorziening

Zoals uit de vorige paragraaf blijkt, is het treffen van maatregelen voor de voedselvoorziening binnen een bepaalde zone noodzakelijk om op langere termijn eventuele gezondheidseffecten te beperken. Het Landelijk Crisisplan Straling benoemt hiervoor een zone: de Ingestion and Commodities Planning Distance (IPCD). Binnen deze zone – vast te stellen na het afkondigen van een radiologische noodsituatie – worden voorbereiden getroffen op gebied van de voedsel- en drinkwatervoorziening. De voorbereidingen betreffen:

- Maatregelen treffen voor buiten grazende dieren;
- Bescherming van mensen tegen besmet drinkwater;
- Beperkingen van de voedselconsumptie in geval van besmet voedsel;
- Het stoppen van de distributie en verkoop van mogelijk besmette producten.

Voedselproductie in Nederland is zowel economisch als maatschappelijk van groot belang. Nederland is een van de grootste landbouwexporteurs ter wereld, een aanzienlijk deel van voedselproductie is gericht op de export. De voedselproductie in Nederland is de afgelopen 50 jaar veranderd door schaalvergroting en intensivering op landbouwbedrijven. Tegelijkertijd groeit het bewustzijn rond duurzaamheid, biodiversiteit en de effecten van het gebruik van chemische middelen. Daardoor is er ook steeds meer aandacht voor kringlooplandbouw, waarin het sluiten van mineralen- en organische stofkringlopen centraal staat. Veranderende dieetpatronen beïnvloeden ook de voedselproductie. Consumenten kiezen steeds vaker voor plantaardige alternatieven, minder vlees en meer lokaal geproduceerd voedsel. Door deze factoren is er steeds meer vraag naar biologisch en/of maatschappelijk verantwoord geteelde producten.

Voedselproductie omgeving (100 km zone)

In Tabel 7-1 is voor alle gebieden binnen de 100-km zone onderzocht hoeveel landoppervlak voor landbouw gebruikt wordt. Hierbij is óók het landgebruik in Duitsland en België meegenomen. Er is onderscheid gemaakt tussen verschillende type landbouwgronden:

- Akkerland: land met wisselteelt, veldgewassen, grondvruchten en braakliggend land;
- Permanente gewassen: blijvende teelt en niet-wisselteelt zoals boom- en wijngaarden;
- Weiden/graslanden: permanente graslanden die gebruikt worden voor begrazing;
- Heterogene landbouwgebieden: kleinschalige en gemengde percelen met akkerbouw, gras en kleine landschapselementen.

Tabel 7-2 Type landbouw binnen 100 km van de gebieden (CORINE Land Cover, 2018)

Type gebruik in km ² , afgerond op 100-tallen	Eemshaven	Maasvlakte II	Sloegebied	Terneuzen
Akkerland (wisselteelt)	6.000	3.500	6.000	7.000
Permanente gewassen (meerjarige teelt)	0	0	0	0
Weiden/graslanden	7.000	3.000	2.000	2.000
Heterogene landbouwgebieden	1.000	2.000	4.500	4.500
Totaal	14.000 km²	8.500 km²	12.500 km²	12.500 km²

Het oppervlak aan landbouwgrond binnen de 100 kilometerzone is vergelijkbaar voor Sloegebied, Terneuzen en Eemshaven. Het oppervlak bedraagt tussen de 12.500 en 14.000 km². Het oppervlak voor landbouw rondom Maasvlakte ligt een stuk lager: 8.500 km². Dit betekent dat in het geval van een ongeval de effecten op voedselproductie naar verwachting lager zijn bij alternatief Maasvlakte II dan bij de andere gebieden.

In het geval van een ongeval waarbij radioactieve stoffen vrijkomen, kan het effect op de voedselproductie aanzienlijk zijn. Radioactieve neerslag kan landbouwgrond, akkerbouwgewassen en weilanden besmetten, waardoor de opbrengst tijdelijk of zelfs langdurig ongeschikt kan raken voor menselijke consumptie. Dit geldt zowel voor conventionele als biologische landbouw. Gewassen kunnen radioactieve stoffen opnemen uit de lucht of via neerslag en besmet water. Ook vee dat graast op besmet grasland of drinkt uit besmette waterbronnen kan radioactieve stoffen binnenkrijgen, wat leidt tot problemen in de voedselketen. Afhankelijk van de ernst en omvang van het ongeval kunnen maatregelen nodig zijn, zoals het vernietigen van oogsten en het tijdelijk staken van landbouwactiviteiten in het getroffen gebied.

7.2.4 Drinkwatervoorziening

Volgens de Beleidsnota Drinkwater 2021-2026 wordt drinkwater in Nederland voornamelijk uit grond- en oppervlaktewater gewonnen. Circa 40% van het drinkwater in Nederland komt van het oppervlaktewater. De belangrijkste oppervlaktewater bronnen zijn de Rijn, het IJsselmeer en de Maas. Circa 60% van het drinkwater in Nederland wordt onttrokken uit grondwater. Door economische groei, bevolkingsgroei, en toegenomen gebruik per persoon is de afgelopen jaren de vraag naar drinkwater gestegen. Naar verwachting zal deze trend zich in de toekomst verder voortzetten.

In Figuur 7-3 is de ligging van grondwaterbeschermingsgebieden en innamepunten voor drinkwaterwinning uit oppervlaktewater in Nederland weergegeven. Op deze figuur is een lijn van honderd kilometer vanaf de alternatieven zichtbaar. Alle grondwaterbeschermingsgebieden en innamepunten voor drinkwaterwinning liggen stroomopwaarts ten opzichte van de kerncentrales.



Figuur 7-3 Innamepunten voor drinkwaterwinning uit oppervlaktewater binnen 100 km van de gebieden (bron: Nationaal Water Programma 2022-2027)

Een ongeval kan ingrijpende gevolgen hebben voor de zoetwatervoorziening, doordat bij het vrijkomen van radioactieve of chemische stoffen zowel de kwaliteit als de beschikbaarheid van zoet water ernstig onder druk kunnen komen te staan. Besmetting van oppervlaktewater kan bijvoorbeeld optreden via menging met vervuild (koel)water, afspooling van landbouwgrond of neerslag op open water. Wanneer besmet water doordringt tot diepere bodemlagen kan de vervuiling ook grondwaterbronnen bereiken die gebruikt worden voor drinkwaterwinning. Dit kan niet alleen leiden tot tijdelijke of langdurige ongeschiktheid van waterbronnen voor drinkwaterproductie, maar ook tot verhoogde zuiveringsinspanning. De gevolgen kunnen variëren van tijdelijke sluiting van innamepunten tot langdurige ongeschiktheid van waterbronnen, afhankelijk van de aard en omvang van het ongeval.

In een straal van 100 kilometer rondom de gebieden liggen verschillende waterwingebieden. De gebieden Eemshaven, Sloegebied en Terneuzen hebben het minste oppervlak aan grondwaterbeschermingsgebied binnen een straal van 100 kilometer. Een groot deel van de grondwaterbeschermingsgebieden van Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland vallen binnen de 100 kilometer zone van Maasvlakte. In deze zone is daarom het grootste oppervlak aan grondwaterbeschermingsgebied gelegen.

Er zijn geen drinkwaterinnamepunten binnen 100 kilometer van Eemshaven. De overige gebieden zijn vergelijkbaar: bijna alle oppervlaktewater innamepunten vallen binnen de 100 kilometer zones van Maasvlakte II, Sloegebied, en Terneuzen. De gevolgen van een ongeval voor de drinkwaterwinning uit oppervlaktewater kunnen daarom het grootst zijn bij de alternatieven in deze gebieden. In tabel 7-3 is het oppervlak aan grondwaterbeschermingsgebied binnen 100 kilometer van de gebieden opgenomen. Binnen deze zone kan een ongeval effecten hebben op de grondwaterbeschermingsgebieden.

Tabel 7-3 Oppervlak aan grondwaterbeschermingsgebied binnen 100 km van de gebieden

	Eemshaven	Maasvlakte	Sloegebied	Terneuzen
Grondwaterbeschermingsgebied	130 km ²	278 km ²	134 km ²	128 km ²

Er zijn geen drinkwaterinnamepunten binnen 100 kilometer van Eemshaven. De overige gebieden zijn vergelijkbaar: bijna alle oppervlaktewater innamepunten vallen binnen de 100 kilometer zones van Maasvlakte II, Sloegebied, en Terneuzen. De gevolgen van een ongeval voor de drinkwaterwinning uit oppervlaktewater kunnen daarom het grootst zijn bij de alternatieven in deze gebieden.

7.2.5 Ecologie

Radiologische lozingen hebben uiteraard niet enkel effect op de mens. Ook de natuur – zowel planten als dieren – zullen effecten ondervinden van een (langdurige) blootstelling aan ioniserende straling. Over wat de impact precies is, en in welke mate sommige dier- en plantensoorten beter bestand zijn tegen radioactieve straling, is weinig bekend. Op het moment van schrijven is er wetenschappelijk vooral een poging gedaan te onderzoeken wat de ecologische impact van nucleaire rampen bij Tsjernobyl en Fukushima zijn. Er is vooral op voorhand te melden dat er geen volwaardig concluderend onderzoek is gedaan naar de ecologische effecten na beide ongevalsscenario's. Er wordt in onderzoek continu gesteld dat de ecologische structuren veranderen.

Nabij Tsjernobyl is het beeld dat bij het vrijkomen van grote hoeveelheden straling vrijwel direct veel dieren en planten (alook mensen) zijn omgekomen. De langetermijneffecten zijn lastiger te duiden omdat dieren en planten doorgaans niet zo oud worden als mensen; bij mensen treedt na jarenlang een potentieel stochastisch effect op in de vorm van bijvoorbeeld kanker. Dieren hebben dit minder snel: daar zal gebrek aan voeding een grotere rol spelen.

Onderzoek naar de langetermijneffecten van de ramp bij Tsjernobyl¹ heeft, zowel binnen als buiten de exclusion zone, wel een beeld opgeleverd van veel mutaties bij diersoorten in de omgeving: vervormde veren bij vogels, mutaties in geslachtscellen, een verkorte levensduur, een verminderde levensvatbaarheid van eieren, albinisme, meer of minder poten, enzovoorts. Diezelfde onderzoekers vonden ook dat het aandeel insecten afnam naarmate de afstand tot de kerncentrale afnam. Dit leidt tot het vermoeden dat een ecosysteem verstoort raakt en leidt tot een lagere vruchtbaarheid van planten, aangezien er minder planten door insecten bestuift wordt. Dit blijkt ook voor jonge fruitbomen en andere soorten die baat hebben bij bestuiving door insecten.

De ongevallen – en dus ook de directe en indirecte effecten – van Tsjernobyl en Fukushima zijn echter moeilijk met elkaar te vergelijken: bij Tsjernobyl was een dusdanig ongeval dat grote hoeveelheden radioactiviteit in één keer buiten de kerncentrale terecht kwam, terwijl bij Fukushima er een constante beperkte hoeveelheid radioactief materiaal weglekt de omgeving in. Hier blijkt juist een ophoping van radioactief materiaal langs de kust te zijn, maar wat de langetermijneffecten zijn op de aanwezige soorten is nog niet bekend en wordt continu gemonitord door monsters af te nemen bij de aanwezige dier- en plantenpopulatie.

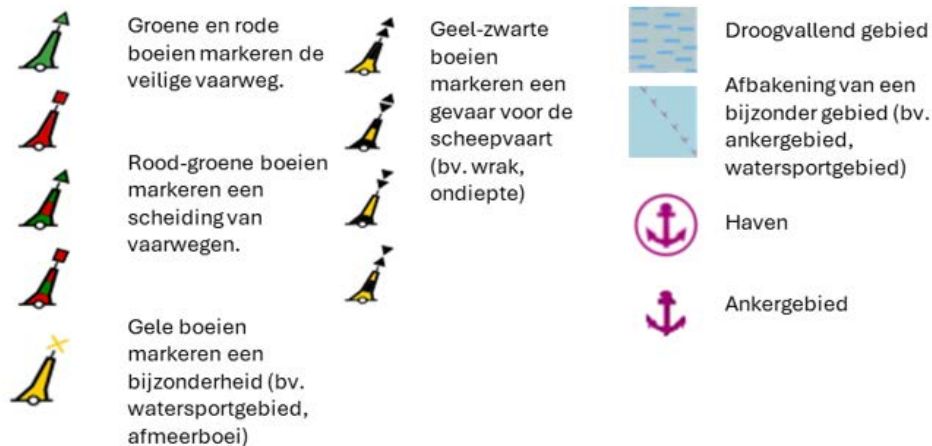
Concluderend: er zal met zekerheid een ecologisch effect zijn in het geval een radiologische lozing in een gebied, ook in Nederland. Het aanwijzen van een gebied tot exclusion zone betekent dat de mens er zo min mogelijk mag komen, juist om beschermd te worden tegen de aanwezige straling. Het ecosysteem heeft vervolgens vrij spel, maar de onderzoeken nabij Tsjernobyl laten zien dat er wel degelijk mutaties en andere vervormingen plaatsvinden. Wel stelt het eerdergenoemde onderzoek van de Curie Universiteit dat de natuur rondom Tsjernobyl de ramp te boven gekomen is. Maar de vraag is dan of dit komt door de straling in het gebied, of juist door het ontbreken van mensen en menselijk handelen in dit gebied.

¹ Effects of ionizing radiation on wildlife: What knowledge have we gained between the Chernobyl and Fukushima accidents?

8. Nautische veiligheid

8.1 Huidige situatie en referentiesituatie

Deze paragraaf beschrijft de huidige situatie voor nautische veiligheid. De ligging van vaarwegen, ankerplaatsen en andere relevante aspecten zijn per locatie in beeld gebracht. Hiervoor worden nautische kaarten gebruikt. Hier volgt een beknopte legenda behorend bij deze kaarten.

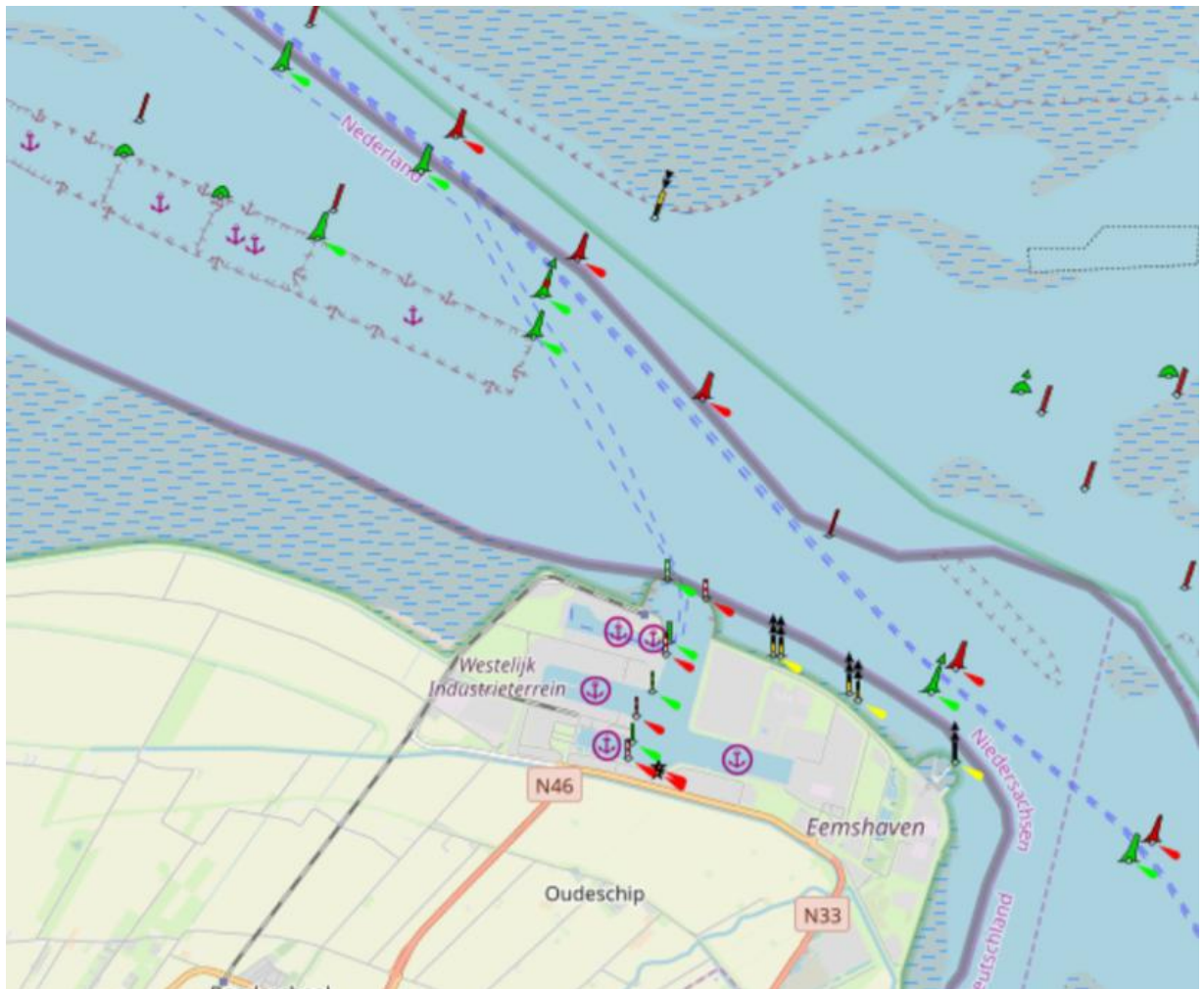


Figuur 8-1 Legenda nautische kaarten (bron: Open Seemap)

8.2 Eemshaven

Nautische ligging

Figuur 8-2 toont de nautische omgeving van Eemshaven.



Figuur 8-2 Nautische omgeving Eemshaven (bron: Open Seemap)

De alternatieven van Eemshaven liggen aan de oostkant (alternatieven 1A en 1B) en westkant (alternatieven 2 en 3) van de haven. De Eemshaven is een kleine zeehaven die bestaat uit enkele doodlopende havenarmen. Er is geen doorgaande scheepvaart. De Eemshaven is toegankelijk voor schepen tot 14 meter diepgang. Er is sleepbootassistentie aanwezig.

Het aanloopgebied van Eemshaven voor schepen wordt gekenmerkt door zandbanken en getijstromingen. Slecht zicht of harde wind kan de aanloop van de haven bemoeilijken. De gemarkeerde vaarweg van en naar Eemshaven, Delfzijl en Emden ligt enkele honderden meters uit de kust. De vaarweg ligt in een vaargeul die op diepte wordt gehouden door uitbaggeren. Aan de oostkant ligt de vaarweg dicht bij de kustlijn, op circa 900 meter. Aan de westkant loopt de afstand tot de vaarweg op tot ruim 2 km. Circa 2 km ten noordwesten van de Borkumkade liggen vier ankergebieden. Op de Westereems en in de Eemshaven wordt verkeersbegeleiding aan de scheepvaart gegeven en er geldt een loodsplicht voor zeeschepen.

Ten oosten van Eemshaven ligt de toegang tot de ondiepe, ongemarkeerde geul 'Bocht van Watum' die parallel aan de kustlijn richting Delfzijl loopt. De toegang tot het vaarwater wordt op de nautische kaart als onbetrouwbaar aangeduid omdat deze voortdurend aan verandering onderhevig is.

Het gebruik van het vaarwater rondom en in Eemshaven door de scheepvaart in 2024 is in Figuur 8-3 zichtbaar gemaakt met behulp van de gele (lage dichtheid) tot oranje (hoge dichtheid) kleuren.



Figuur 8-3 Scheepsbewegingen rondom en in Eemshaven in 2024 (bron: AIS, Rijkswaterstaat)

Nautisch bevoegd gezag Eemshaven

Het bevoegd gezag voor Eemshaven is opgenomen in de volgende tabel.

Tabel 8-1 Bevoegd gezag Eemshaven

	Bevoegd gezag haven	Nederlands bevoegd gezag Eems-Dollard gebied (EDV)*	Duits bevoegd gezag Eems-Dollard gebied (EDV)*
Eemshaven	Groningen Seaports	RWS, HID Noord-Nederland	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

*Het Eems-Dollard verdrag (EDV)

In het Eems-Dollard verdrag is vastgelegd hoe Nederland en Duitsland praktisch samenwerken in het betwiste gebied. Het betwiste gebied is in Figuur 8-4 weergegeven tussen de gele stippellijnen, maar over de exacte ligging bestaat geen overeenstemming tussen Nederland en Duitsland. Het gebied ligt direct voor de Eemshaven.

De Eems-Dollardcommissie, onderdeel van de Permanente Nederlands-Duitse Grenswaterencommissie, waaronder ook een Expertgroep nautiek, houdt zich bezig met de infrastructuur en vaarwegen in het gebied. Hierin hebben RWS NN (NL) en de WSV (Du) zitting. In het betwiste gebied kunnen geen wijzigingen worden doorgevoerd zonder overeenstemming tussen beide landen. Dit is dan ook een belangrijk aandachtspunt voor Eemshaven.



Figuur 8-4 Ligging van het verdragsgebied Eemsmond (bron: Rijkswaterstaat)

8.2.1 Maasvlakte II

Nautische ligging

Figuur 8-5 toont de nautische omgeving van Maasvlakte II.



Figuur 8-5 Nautische omgeving Maasvlakte II, Prinses Alexiahaven (bron: Open Seemap)

Alternatief Maasvlakte II ligt aan de westkant van het havengebied van Rotterdam. Het terrein grenst aan de oostkant aan de Prinses Alexiahaven en aan de westkant aan de Noordzee. Maasvlakte II is onderdeel van een wereldzeehaven. Het havengebied van de Maasvlakte II is nog in ontwikkeling.

Maasvlakte II bestaat uit enkele doodlopende havenarmen. Er is geen doorgaande scheepvaart. De Prinses Alexiahaven is ontworpen voor diepzee-schepen en heeft een diepte van ca. 20 meter. In de Prinses Alexiahaven liggen meerdere afmeerboeien waaraan grote schepen en offshore installaties afgemeerd worden. Er is sleepbootassistentie aanwezig.

De vaarweg ten westen van het alternatief ligt meer dan 1 km uit de Noordzeekustlijn. Ten noorden van Het terrein ligt de monding van de Nieuwe Waterweg. Hier ligt de vaarweg van zeescheepvaart van en naar de Maasvlakte en de Rotterdamse haven. Ankergebieden zijn niet aanwezig in de nabijheid van Maasvlakte II. In het aanloopgebied van de haven en in de haven wordt verkeersbegeleiding aan de scheepvaart gegeven en er geldt een loodsplicht voor zeeschepen.

Nautisch bevoegd gezag Maasvlakte II

Het bevoegd gezag is weergegeven in Tabel 8-2.

Tabel 8-2 Bevoegd gezag Maasvlakte II

	Bevoegd gezag haven	Bevoegd gezag haven aanloopgebied
Maasvlakte II	Havenmeester Rotterdam	Havenmeester Rotterdam

8.2.2 Sloegebied

Nautische ligging

De Sloehaven is een kleine zeehaven aan de Westerschelde die bestaat uit enkele doodlopende havenarmen. Er is geen doorgaande scheepvaart. De haven is toegankelijk voor schepen tot 14 meter diepgang. Er is sleepbootassistentie aanwezig.

Het aanloopgebied van de Sloehaven voor schepen wordt gekenmerkt door zandbanken en getijdestromingen en drukke en grote zeescheepvaart zowel als binnenvaart, vissersschepen en recreatievaart. De toegang tot de Sloehaven ligt in een bocht (de Honte) van de doorgaande vaarweg van/naar Antwerpen. De vaarweg is rond de 900m breed. Ter hoogte van Sloegebied ligt de vaarweg ca. 700 m uit de kustlijn. De vaarweg ligt in een vaargeul die op diepte wordt gehouden door uitbaggeren. Door de dynamische bathymetrie zijn de vaarwegen op de Westerschelde aan verandering onderhevig.

Ankerplaatsen zijn niet aanwezig in de directe omgeving. Op de Westerschelde en in de Sloehaven wordt verkeersbegeleiding aan de scheepvaart gegeven en er geldt een loodsplicht voor zeeschepen. Er bevindt zich een aangewezen watersportgebied (Kaloot) aan de zuidzijde van het Sloegebied.



Figuur 8-6 Nautische omgeving Sloegebied (bron: Open Seemap)

Nautisch bevoegd gezag Sloegebied

Het bevoegd gezag is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 8-3 Bevoegd gezag Sloegebied

	Bevoegd gezag haven	Bevoegd gezag Westerschelde (Scheldeverdrag)
Sloegebied	North Sea Port	Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA)

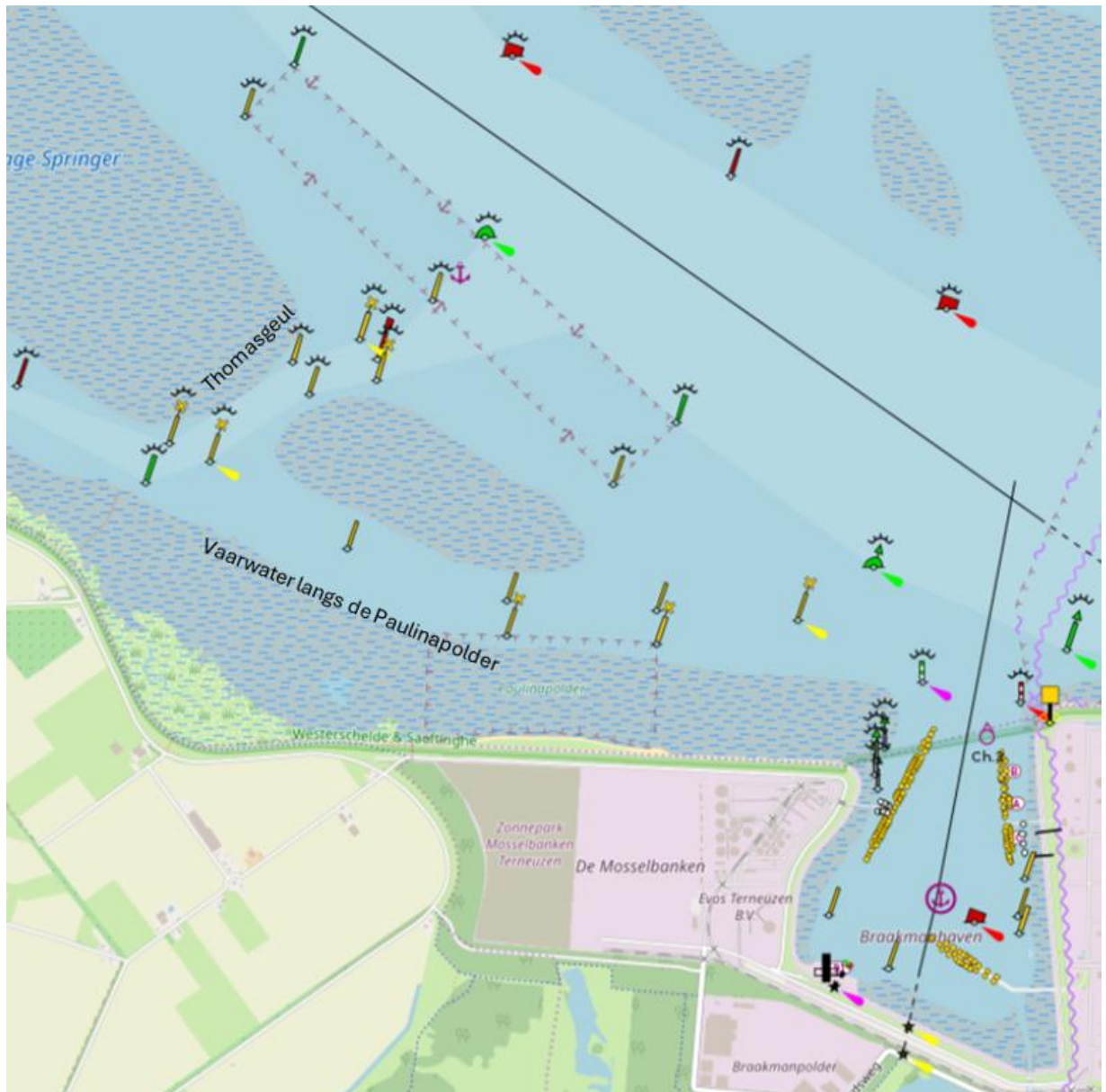
*Scheldeverdrag

Nederland en Vlaanderen voeren gezamenlijk het nautisch beheer op de Westerschelde uit. Dit gebeurt op basis van het *Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Vlaams Gewest inzake het gemeenschappelijk nautisch beheer in het Scheldegebied* (het Scheldeverdrag). De Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart is verantwoordelijk voor de veilige en vlotte afwikkeling van het scheepvaartverkeer in het Scheldegebied. De Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA) voert besluiten uit. De GNA bestaat uit de Rijkshavenmeester van de Westerschelde (de HID van Rijkswaterstaat Zee en Delta) en de Nautisch Dienstchef bij het Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK). In het Scheldegebied kunnen geen wijzigingen worden doorgevoerd zonder overeenstemming tussen Nederland en Vlaanderen. Dit is dan ook een belangrijk aandachtspunt voor Sloegebied en Terneuzen.

8.2.3 Terneuzen

Nautische ligging

Figuur 8-7 toont de nautische omgeving van Terneuzen.



Figuur 8-7 Nautische omgeving Terneuzen (bron: Open Seamap)

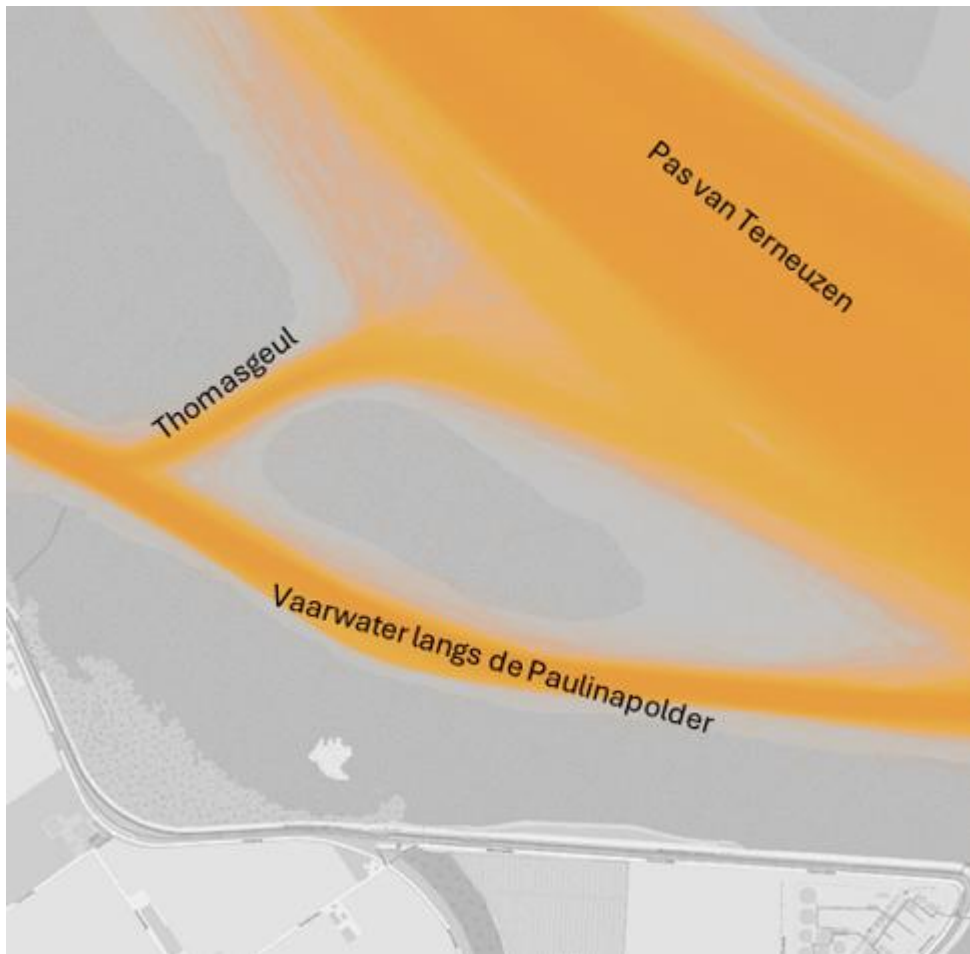
De alternatieven van Terneuzen liggen ten westen van de Braakmanhaven, een havenkom aan de Westerschelde. Er is geen doorgaande scheepvaart in de Braakmanhaven. De haven is toegankelijk voor schepen tot 12 meter diepgang. Er is sleepbootassistentie aanwezig.

Het aanloopgebied van de Braakmanhaven voor schepen wordt gekenmerkt door zandbanken en getijdestromingen en drukke en grote zeescheepvaart zowel als binnenvaart, vissersschepen en recreatievaart. De vaarweg voor beroepsvaart van/naar Antwerpen (Pas van Terneuzen) en naar het Kanaal Gent-Terneuzen ligt op 1 à 2 km ten noorden van de kustlijn. De vaargeul waarin deze vaarweg ligt wordt op diepte gehouden door uitbaggeren. Door de dynamische bathymetrie zijn de vaarwegen op de Westerschelde aan verandering onderhevig.

Er ligt een ondiep, beperkt gemarkeerd vaarwater voor kleine schepen op ca. 800 meter parallel aan de kustlijn (Vaarwater langs de Paulinapolder, 2 meter kaartdiepte). Aangrenzend hieraan bevindt zich tussen de kust en dit

vaarwater het aangewezen watersportgebied Paulinapolder. Op ruim 5 km ten westen van de haveningang ligt een smalle, gemarkeerde Noordoost-Zuidwest lopende vaarweg voor kleine schepen (Thomasgeul, 4 meter kaartdiepte). Op ca. 1600 meter ten noordwesten van de haveningang bevindt zich het ankergebied Springersgeul.

Op de Westerschelde en in de Braakmanhaven wordt verkeersbegeleiding aan de scheepvaart gegeven en er geldt een loodsplicht voor zeeschepen. Het gebruik van het vaarwater west van de Braakmanhaven door de scheepvaart in 2024 is in onderstaande dichtheidskaart 8-8 zichtbaar gemaakt met behulp van de gele (lage dichtheid) tot oranje (hoge dichtheid) kleuren.



Figuur 8-8 Scheepsbewegingen west van de Braakmanhaven (bron: AIS, Rijkswaterstaat)

Nautisch bevoegd gezag Terneuzen

Zie Slogebied, het bevoegd gezag is identiek.

8.3 Effectbeschrijving bouwfase

Uitgangspunten bouwfase nautische veiligheid

- Bouwmateriaal wordt naar de bouwplaats aangevoerd met bulkschepen (met name voor cement en grind) en met zware ladingschepen (bv. voor stoomgeneratoren en omvormers). Vervoer van radioactief afval per schip is niet aan de orde;
- De bulkschepen hebben een tonnage van 5.000 – 8.000 ton en een diepgang tot 8 meter;
- Het lossen van de schepen vindt plaats aan bestaande of nieuw te bouwen kades of pieren in de havens in de buurt van de bouwplaats, mogelijke aanmeerlocaties in de haven zijn nog niet bepaald;
- In de drukste periode van de bouwfase vaart er gemiddeld 1 schip per dag naar/van de loslocatie. De schepen varen van en naar zee.

Effecten op nautische veiligheid tijdens de bouwfase die nader beoordeeld worden, zijn de volgende:

1. Het potentiële aanvaringsrisico van varende, manoeuvrerende en afgemeerde schepen die voor de bouw ingezet worden, voor de omringende scheepvaart en infrastructuur in de haven en het haven aanloopgebied. Hierbij heeft de ligging van een pier die voor de bouw aangelegd worden veel invloed.
2. Effecten van de aanleg van het koelwatersysteem op scheepvaartveiligheid. Het type koelwatersysteem en de ligging is hierin in grote mate bepalend.
 - Open kanaal of cut&cover-tunnel: Korte(re) afstand vanaf de kustlijn, waardoor kanaal of tunnel doorgaans niet in vaarwegen of ankergebieden voor beroepsvaart ligt.
 - Boortunnel: Geen hinder bij aanleg tunnel, maar heeft een tunnelmond op circa 12 meter diepte. De bouw van de tunnelmond vindt mogelijk plaats in of direct langs vaarwegen of ankergebieden voor beroepsvaart.

Werkzaamheden in of nabij vaarwegen en ankergebieden

Voor de aanleg van de koelwatervoorziening vinden werkzaamheden plaats in het water, in de nabijheid van de vaarweg. Waar het koelwatersysteem precies komt te liggen is in deze fase niet bekend. Voor de lengte van het koelwatersysteem is de keuze tussen een open inlaat en een geboorde tunnel van belang. De geboorde tunnel heeft de tunnelmond op de 12 meter diepte. Zoals op de kaarten met zoekgebieden voor koelwater te zien is, ligt dit aan de rand van de vaarweg. Voor de aanleg van de tunnelmond zal sprake zijn van tijdelijke hinder voor scheepvaart. Bij smallere vaarwegen is de hinder naar verwachting groter. De aandachtspunten uit Tabel 8-4 gelden voor deze werkzaamheden.

Een open kanaal of afgezonken tunnel ligt minder diep en daardoor doorgaans op afstand van de vaarweg voor grote scheepvaart. Daar staat tegenover dat de duur van de werkzaamheden voor de aanleg van deze systemen aanzienlijk langer is dan bij een boortunnel.

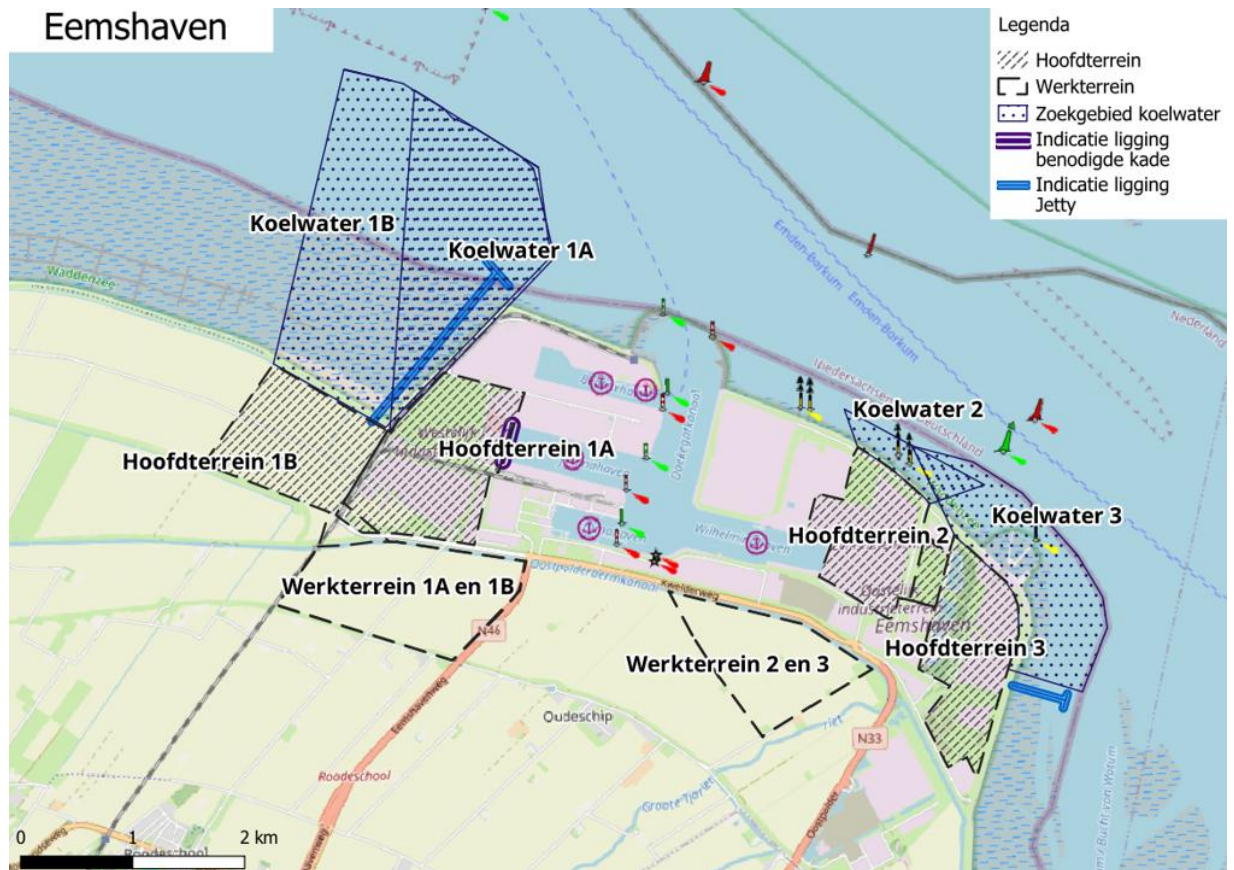
Tabel 8-4. Gegevens voor bepaling van effecten nautische veiligheid bouwfase

Gegevens	Bronnen	Relevant voor
Nautische situatie in de havens en de aanloopgebieden van de havens	Nautische kaarten, stroomatlas HP 33 (Hydrografische Dienst), haveninformatie	Algemene nautische veiligheid in het gebied
Verkeersintensiteit van schepen in de omgeving van de alternatieven	RWS AIS-data van scheepvaart in 2024	Indicatie van aanvaringsrisico's voor omringende scheepvaart van een aan te leggen pier en aanleg van koelwater in- en uitlaten
Potentiële ligging van pier of kade voor de bij de bouw betrokken schepen.	MOTT Report Infrastructure	Ligging t.o.v. vaarwegen en ankergebieden; indicatie van aanvaringsrisico's voor omringende scheepvaart
Koelwaterzoekgebieden en gegevens koelwatersystemen	Rapport Cooling water system, Amentum 2025	Ligging t.o.v. vaarwegen en ankergebieden; mogelijke risico's voor de scheepvaart tijdens aanleggen van systemen

8.3.1 Eemshaven

De algemene inrichting en uitrusting van de Eemshaven levert geen verhoogde kans op aanvaringen tussen varende/manoeuvrerende/afgemeerde schepen ten behoeve van de bouw en de overige scheepvaart of infrastructuur. De Eemshaven en het aanloopgebied kennen weinig geregistreerde scheepsongevallen. De bij de ongevallen betrokken schepen zijn merendeels kleinere schepen (geen grote zeeschepen). Er is in de Eemshaven meer dan voldoende vaar- en manoeuvreerruimte voor de beoogde schepen voor de bouw.

In alternatief Eemshaven 1B is een pier voor de bij de bouw betrokken schepen ingetekend aan de noordkant van de Eemshaven naast de Borkumkade. De afstand van de pier tot de gemarkeerde vaarweg en de ankergebieden is ruim voldoende om veiligheidsrisico's voor de doorgaande scheepvaart of ankerende schepen te voorkomen. In alternatief 3 ligt de pier ten oosten van de Eemshaven op ruim voldoende afstand van de doorgaande vaarweg. Deze pier ligt in de toegang tot de geul Bocht van Watum.



Figuur 8-9Kaart ligging van de alternatieven Eemshaven in de nautische omgeving (bron: Open Seemap)

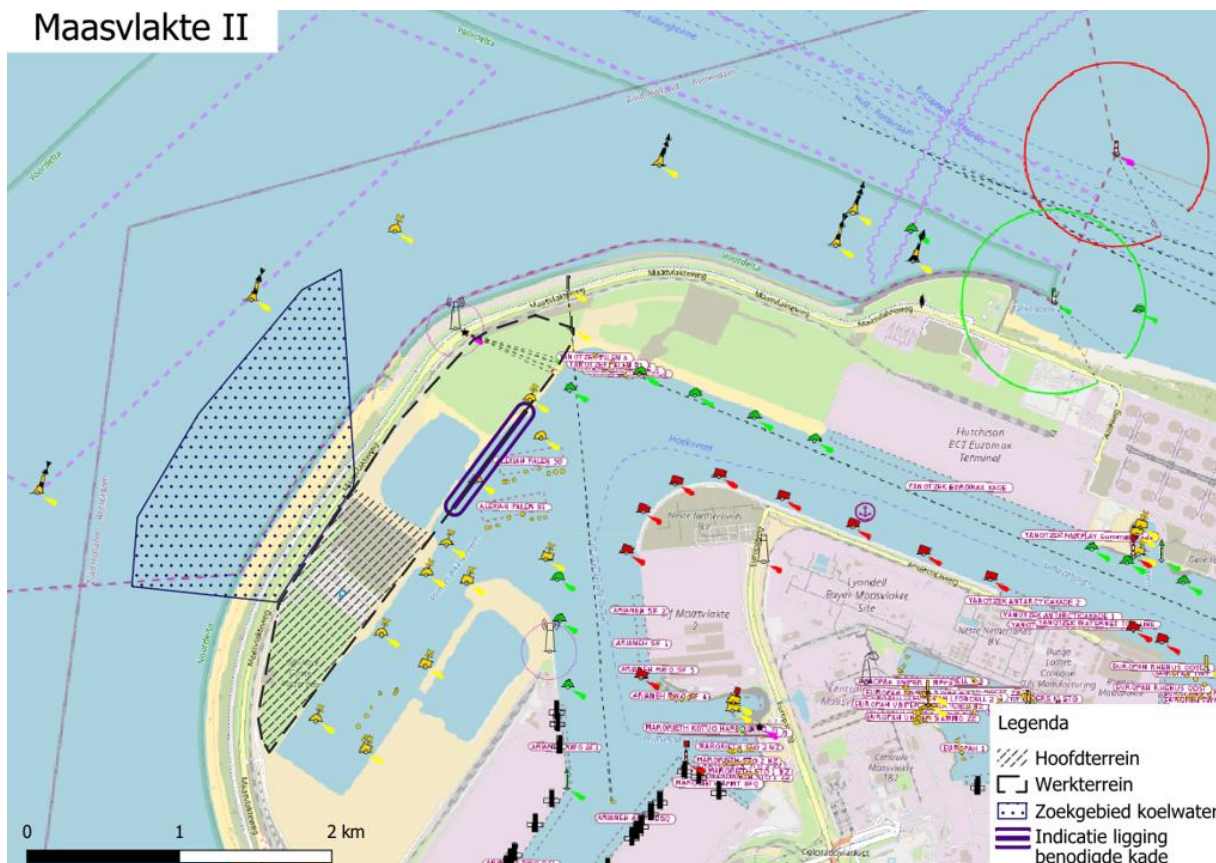
Ligging zoekgebieden voor koelwater

De koelwaterzoekgebieden liggen in de alternatieven Eemshaven 1A en 1B nabij de haveningang. In alternatief 1B ligt het zoekgebied dicht bij het ankergebied Dukegat Reede. De afstand tot de vaarweg is in deze alternatieven voldoende groot. In de alternatieven Eemshaven 2 en 3 is de afstand tussen het koelwaterzoekgebied en de gemarkeerde vaarweg naar/van het Eems-Dollardgebied zeer beperkt.

8.3.2 Maasvlakte II

Er is in de Alexiahaven meer dan voldoende vaar- en manoeuvreerruimte voor de beoogde schepen voor de bouw. De kans op aanvaringen van manoeuvrerende of varende schepen voor de bouw met overige scheepvaart en infrastructuur wordt daardoor beperkt, maar de grootte van de overige zeeschepen en offshore installaties aan de boeien kan het effect van een aanvaring verhogen. De frequentie van geregistreerde scheepsongevallen in de aanloop vanaf zee en de toegang tot Maasvlakte II via de Maasmond en het Yangtzekanaal is hoog (relatief, ten opzichte van de overige 3 havens) en bestaat voornamelijk uit schip-infrastructuur/object interacties gevolgd door schip-schip interacties. Bij de ongevallen zijn merendeels (grote) zeeschepen betrokken. In de havenarmen van Maasvlakte II is de frequentie lager, maar dit gebied is nog in ontwikkeling.

Maasvlakte II



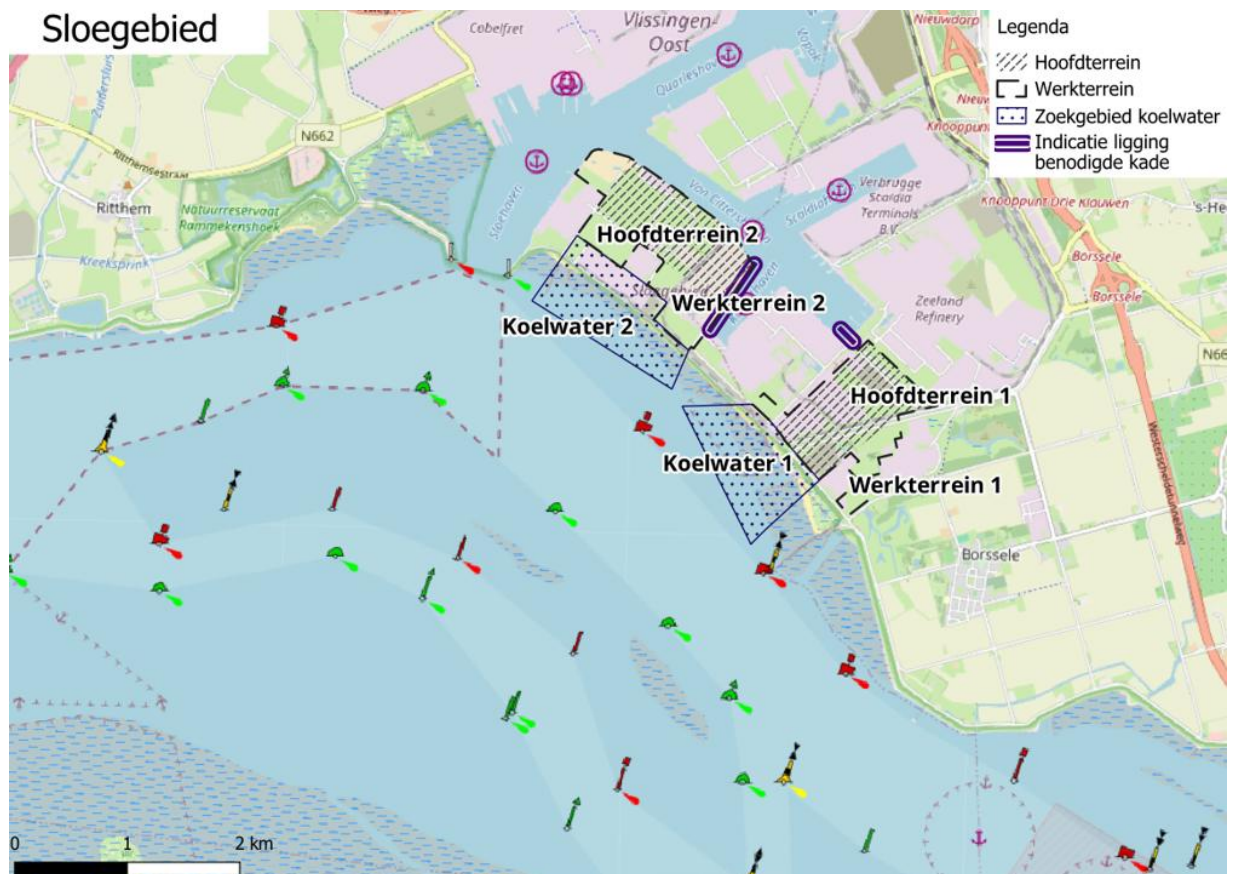
Figuur 8-10 Kaart ligging van het alternatief Maasvlakte II in de nautische omgeving (bron: Open Seemap)

Ligging zoekgebieden voor koelwater

Het koelwaterzoekgebied ligt aan de Noordzee-zijde van het terrein. De dichtstbijzijnde vaarweg voor beroepsvaart loopt te ver uit de kust om invloed te ondervinden van de aanleg. In het zoekgebied vindt recreatie(vaart) plaats.

8.3.3 Sloegebied

Er is in de Sloehaven voldoende vaar- en manoeuvreerruimte voor de beoogde schepen voor de bouw. De algemene inrichting en uitrusting van de Sloehaven levert geen verhoogde kans op aanvaringen tussen varende/manoevrerende/afgemeerde schepen ten behoeve van de bouw en de overige scheepvaart of infrastructuur. De frequentie van geregistreerde scheepsongevallen in aanloop naar de Sloehaven (de Honte) is hoog (relatief, ten opzichte van de overige drie havens), en bestaat voornamelijk uit schip-infrastructuur interacties gevolgd door schip-schip interacties. In de Sloehaven is de frequentie van geregistreerde scheepsongevallen laag en zijn schip-schip interacties en schip-infrastructuur interacties merendeels de oorzaak. Bij de ongevallen zijn merendeels zeeschepen en binnenvaartschepen betrokken.



Figuur 8-11 Kaart ligging van de alternatieven Sloegebied in de nautische omgeving (bron: Open Seemap)

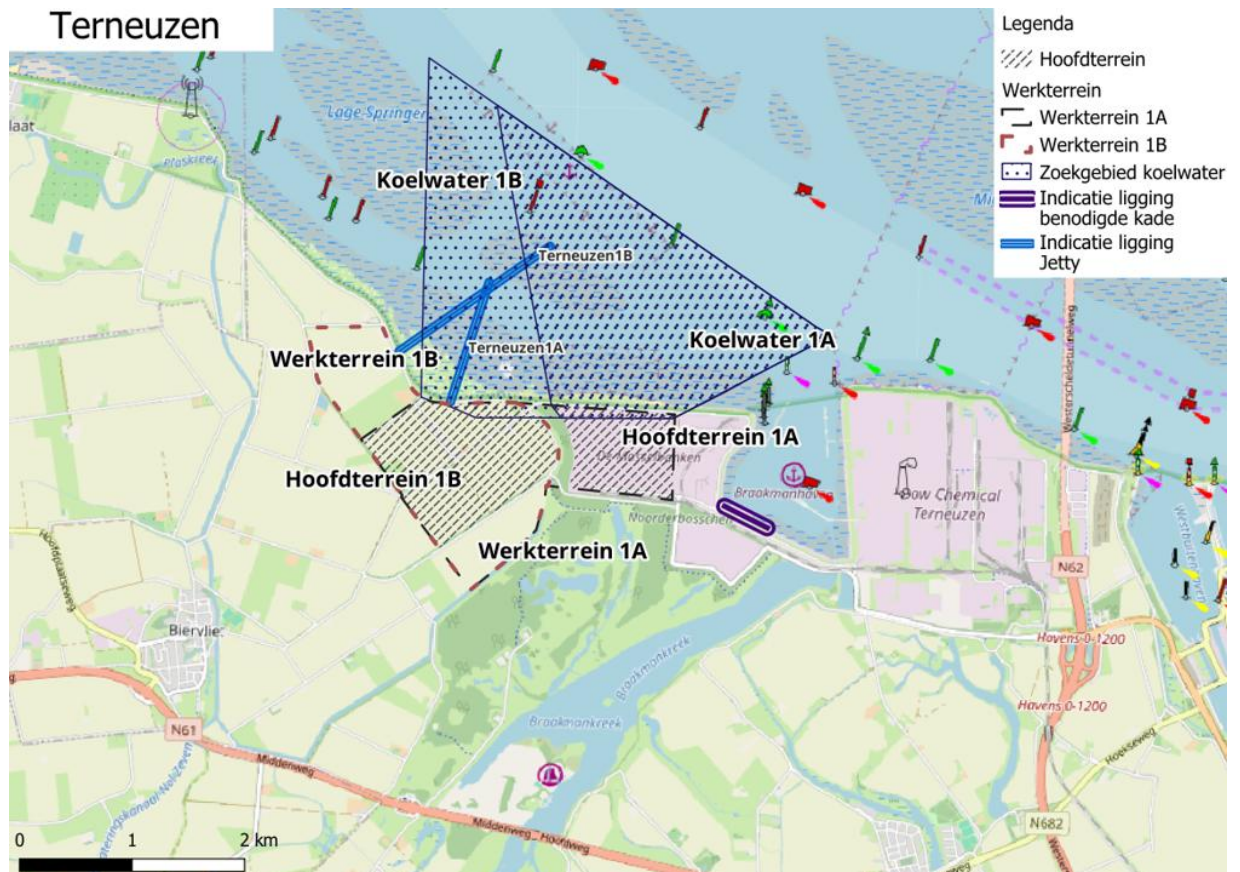
Ligging zoekgebieden voor koelwater

Het koelwaterzoekgebied ligt in alternatief Sloegebied 2 nabij de haveningang van de Sloehaven. De afstand tussen de koelwaterzoekgebieden van Sloegebied 1 en 2 en de gemarkeerde vaarweg is zeer beperkt. Bij Sloegebied 1 ligt het aangewezen watersportgebied Kaloot in het koelwaterzoekgebied (zie Figuur 8-6, niet aangegeven op Figuur 8-11).

8.3.4 Terneuzen

Er is in de Braakmanhaven meer dan voldoende vaar- en manoeuvreerruimte voor de beoogde schepen voor de bouw. De algemene inrichting en uitrusting van de Braakmanhaven levert geen verhoogde kans op aanvaringen tussen varende/manoeuvrerende/afgemeerde schepen ten behoeve van de bouw en de overige scheepvaart of infrastructuur. De frequentie van geregistreerde scheepsongevallen in aanloop naar de Braakmanhaven (de Pas van Terneuzen) is gemiddeld (ten opzichte van de overige drie havens), en bestaat voornamelijk uit schip-infrastructuur interacties gevolgd door schip-schip interacties. In de Braakmanhaven is de frequentie van geregistreerde scheepsongevallen laag en zijn schip-infrastructuur interacties merendeels de oorzaak. Bij de ongevallen zijn merendeels binnenvaartschepen en zeeschepen betrokken.

In beide alternatieven Terneuzen 1A en 1B is voor de schepen ten behoeve van de bouw een pier ingetekend ten westen van de Braakmanhaven. Deze pier blokkeert de vaart van kleine schepen door het Vaarwater langs de Paulinapolder.



Figuur 8-12 Kaart ligging van de alternatieven Terneuzen in de nautische omgeving (bron: Open Seemap)

Ligging zoekgebieden voor koelwater

Het zoekgebied voor koelwater van Terneuzen 1A ligt direct aan de ingang van de Braakmanhaven. Het ligt net in de doorgaande vaarweg van de Pas van Terneuzen. Het overlapt het ondiepe Vaarwater langs de Paulinapolder en ligt aan de westzijde dicht tegen het watersportgebied Paulinapolder. Het overlapt in de noordwestpunt met het ankergebied Springersgeul.

Het zoekgebied voor koelwater van Terneuzen 1B ligt direct aan de ingang van de Braakmanhaven. Het ligt net in de doorgaande vaarweg van de Pas van Terneuzen. Het overlapt het ondiepe Vaarwater langs de Paulinapolder, het watersportgebied Paulinapolder en de smalle gemarkeerde vaarweg (Thomasgeul). Het overlapt in de noordwestpunt met het ankergebied Springersgeul.

8.4 Effectbeschrijving bedrijfsfase

Uitgangspunten en effecten bedrijfsfase nautische veiligheid

- Transport via het water is in de bedrijfsfase niet aan de orde. In de bedrijfsfase zijn daarom geen effecten van extra scheepsbewegingen op de omringende scheepvaart.
- De aanwezigheid en het gebruik van de koelwatervoorziening kan wel tot effecten voor nautische veiligheid leiden. De stromingen die veroorzaakt worden door de koelwater in- en uitlaat kunnen een effect hebben op varende of ankerende schepen in de buurt ervan. Het type koelwatersysteem en de ligging is hierin in grote mate bepalend. De ligging van de koelwaterzoekgebieden ten opzichte van de scheepvaart en waterrecreatie is in paragraaf 8.2 al beschreven. De stroomsnelheden liggen bij een geboorde tunnel hoger dan bij een open kanaal. De geboorde tunnel heeft een tunnelmond op 12 meter diepte. Bij vrijwel alle alternatieven ligt deze aan de rand van de vaarweg. Dit kan een knelpunt zijn.

8.4.1 Eemshaven

In Tabel 8-5 is een inschatting van de effecten van koelwater in- en uitlaat op nautische veiligheid per alternatief weergegeven.

Tabel 8-5 Ligging van koelwaterzoekgebied van de alternatieven van Eemshaven.

	Ligging zoekgebied voor koelwater in- en uitlaat	Ligging t.o.v. scheepvaart
Eemshaven 1A	In open water, direct ten westen van Eemshaven.	Zoekgebied overlapt in de noordwestelijke punt met ankergebied Dukegat-Reede. In het zoekgebied vindt voornamelijk recreatievaart plaats.
Eemshaven 1B	In open water, direct ten westen van Eemshaven.	Zoekgebied overlapt in de noordwestelijke punt met ankergebied Dukegat-Reede. In het zoekgebied vindt voornamelijk recreatievaart plaats.
Eemshaven 2	In open water, ten oosten van de toegang tot van de Eemshaven.	Afstand tussen kust en vaarweg is ca. 900 m, zoekgebied ligt er tussenin waardoor afstand tot de vaarweg zeer beperkt is. In het zoekgebied vindt voornamelijk recreatievaart plaats.
Eemshaven 3	In open water, ten oosten van de toegang tot van de Eemshaven.	Afstand tussen kust en vaarweg is ca. 900 m, zoekgebied ligt er tussenin waardoor afstand tot de vaarweg zeer beperkt is. In het zoekgebied vindt voornamelijk recreatievaart plaats.

8.4.2 Maasvlakte II

In tabel 8-6 een inschatting van de effecten van koelwater in- en uitlaat op nautische veiligheid weergegeven.

Tabel 8-6 Ligging van koelwaterzoekgebied van Maasvlakte II

	Ligging zoekgebied voor koelwater in- en uitlaat	Ligging t.o.v. scheepvaart
Maasvlakte II	Aan de zeezijde van de Maasvlakte.	De dichtstbijzijnde vaarweg voor beroepsvaart loopt te ver uit de kust om hier invloed van te ondervinden. In het zoekgebied vindt voornamelijk recreatie(vaart) plaats.

8.4.3 Sloegebied

In Tabel 8-7 is een inschatting van de effecten van koelwater in- en uitlaat op nautische veiligheid per alternatief weergegeven.

Tabel 8-7 Ligging van koelwaterzoekgebied van de alternatieven van Sloegebied

	Ligging zoekgebied voor koelwater in- en uitlaat	Ligging t.o.v. scheepvaart
Sloegebied 1	In Westerschelde aan de zuidoostkant van de Sloehaven.	De vaarweg ligt ca. 700 m uit de kust, zoekgebied ligt er tussenin waardoor de afstand tot de vaarweg beperkt is. Het zoekgebied ligt in een aangewezen watersportgebied.
Sloegebied 2	In de Westerschelde direct oost van de haveningang van de Sloehaven.	De vaarweg ligt ca. 700 m uit de kust, zoekgebied ligt er tussenin waardoor de afstand tot de vaarweg beperkt is. Het zoekgebied ligt tussen de haveningang en een aangewezen watersportgebied in. In het zoekgebied vindt voornamelijk recreatie(vaart) plaats.

8.4.4 Terneuzen

In Tabel 8-8 is een inschatting van de effecten van koelwater in- en uitlaat op nautische veiligheid per alternatief weergegeven.

Tabel 8-8 Ligging van koelwaterzoekgebied van de alternatieven van Terneuzen

	Ligging zoekgebied voor koelwater in- en uitlaat	Ligging t.o.v. scheepvaart
Terneuzen 1A	In de Westerschelde ten westen van de Braakmanhaven.	Het zoekgebied overlapt aan de noordzijde net met de vaarweg Pas van Terneuzen en aan de oostzijde met de aanloop naar de Braakmanhaven. De noordwestpunt van het zoekgebied overlapt met het ankergebied Springersgeul. Het zoekgebied ligt in het Vaarwater langs de Paulinapolder, dit is vaarwater voor kleine schepen. Het zoekgebied ligt in een aangewezen watersportgebied.
Terneuzen 1B	In de Westerschelde ten westen van de Braakmanhaven.	Het zoekgebied overlapt aan de noordzijde net met de vaarweg Pas van Terneuzen en aan de oostzijde met de aanloop naar de Braakmanhaven. De noordwestpunt van het zoekgebied overlapt met het ankergebied Springersgeul. Het zoekgebied ligt in de Thomasgeul (vaarweg voor kleine schepen) en het Vaarwater langs de Paulinapolder (vaarwater voor kleine schepen).

8.5 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen kunnen worden genomen om de nautische veiligheid te waarborgen:

- Neem in het ontwerp van kades en/of een pier in de havens de veiligheidseffecten op de omringende scheepvaart mee;
- Neem in het ontwerp van de koelwater in- en uitlaat de veiligheidseffecten op nabije scheepvaart en waterrecreatie mee (op vaarwegen, ankergebieden en watersportgebieden);
- Markeer het gebied waarin stromingsrisico's voor scheepvaart en waterrecreatie aanwezig zijn als niet-toegankelijk gebied met behulp van boeien(lijnen) en geef hiervan een aanduiding in waterkaarten;
- Onderzoek samen met het nautisch bevoegd gezag of vaarwegen, ankergebieden en watersportgebieden verlegd of aangepast kunnen worden indien de scheepvaart in deze gebieden veiligheidseffecten van de koelwater in- en uitlaat ondervindt.

8.6 Leemten in kennis en informatie

Er zijn geen belangrijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die de besluitvorming voor de locatiekeuze voor kerncentrales in de weg staan. Wel kunnen er leemten in kennis en informatie optreden in:

- Aanvaringsrisico's: Informatie over de aantallen en type schepen die gebruik maken van de vaarwegen en ankergebieden in (de buurt van) de koelwaterzoekgebieden en een pier draagt bij aan een vollediger beoordeling van effecten op de scheepvaart. Deze informatie is op dit moment niet volledig beschikbaar bij Rijkswaterstaat.
- Aanvaringsrisico's: De risico's van aanvaringen tussen varende/manoeuvrerende/afgemeerde schepen ten behoeve van de bouw en de overige scheepvaart of infrastructuur kan pas volledig beoordeeld worden zodra de ontwerpen van kades in de havens bekend zijn. Dit zal in samenspraak met het nautisch bevoegd gezag nader moeten worden beoordeeld en, indien nodig geacht, onderzocht. Expert opinions (bijvoorbeeld van loodsen), aanvaringskans- en effectberekeningen en simulatorstudies (bijvoorbeeld door het MARIN) kunnen nader inzicht in risico's geven;
- Koelwater: het effect van door de koelwater in- en uitlaat veroorzaakte stromingen op het manoeuvreren van schepen in de buurt ervan moet nader onderzocht worden. Vastgesteld moet worden of, en zo ja welk gebied nabij de in- en uitlaat voor scheepvaart en watersport als niet-toegankelijk moet worden aangemerkt. De Richtlijn Vaarwegen (RWS, 2020) bevat relevante normen.

Bijlage 1 Bronvermelding

- Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming. (2022). *Wegwijzer nationaal beleid nucleaire veiligheid en stralingsbescherming*.
- Deltares & KNMI. (2025). *Nuclear Power Plant Site Evaluation: additional locations - hydrodynamic and meteorological hazards*. Doc id: 11209639-016-GEO-0002
- Deltares. (1 juli 2025). *Maasvlakte 2: Site evaluation - Geological and geotechnical characteristics and hazards*. Doc id: 11209639-004-GEO-0003
- Deltares. (16 januari 2024). *Borssele II: Site evaluation - Geological and geotechnical characteristics and hazards*. Doc id: 11209639-004-GEO-0001
- Deltares. (17 januari 2024). *Borssele II: Site evaluation - hydro and meteo hazards*. Doc id: 11209639-005-GEO-0002
- Deltares. (28 juli 2025). *Eemshaven: Site evaluation - Geological and geotechnical characteristics and hazards*.
- Deltares. (8 augustus 2025). *Terneuzen: Site evaluation - Geological and geotechnical characteristics and hazards*. Doc id: 11209639-013-GEO-0001
- EPZ. (2025). *Is het transport van radioactief afval gevaarlijk?*. Opgehaald van: <https://www.epz.nl/veelgestelde-vragen/>
- KNMI. (15 mei 2025). *Seismologische en klimatologische gegevens voor drie mogelijke locaties van nieuwe kerncentrales*.
- KNMI. (29 januari 2013). Artikel: *Magnitude beving Huizinge wordt 3,6*. Opgehaald van: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/magnitude-beving-huizinge-wordt-3-6>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (30 april 2021). *Landelijk Crisisplan Straling*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ministerie van Landbouw natuur en Voedselkwaliteit en ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (maart 2022). *Nationaal Water Programma 2022-2027*. Opgehaald van: <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-0c5086b3029ab6a4ab28d52838ce44d5e6285d1a/file>
- International Safety Research Nederland B.V. (5 september 2025) *Verkennd onderzoek 'locatiegerelateerde ongevalsvoorbereidingseisen (EPR) bij de nieuwbouw van kernreactoren'*.
- Mott Macdonald. (november 2025). *Report Infrastructure*.
- Mott Macdonald. (november 2025). *Safety Report Final*.
- RIVM. *Gezondheidseffecten van ioniserende straling*. Opgehaald van: <https://www.rivm.nl/straling-en-radioactiviteit/blootstelling-en-gezondheidsrisico/gezondheidseffecten-van-ioniserende-straling>

Bijlage 2 Report External Safety (Mott MacDonald, September 2025)

{Separate bijlage}

Bijlage 3 Advies veiligheidsregio's ten aanzien van crisisbeheersing

In deze bijlage zijn de beelden van de veiligheidsregio's, voorafgaand aan het opstellen van dit deelrapport, opgenomen. Deze beelden kunnen afwijken van bevindingen uit het (vergelijkend) onderzoek in het rapport.

Uitvoerbaarheid crisisbeheersing

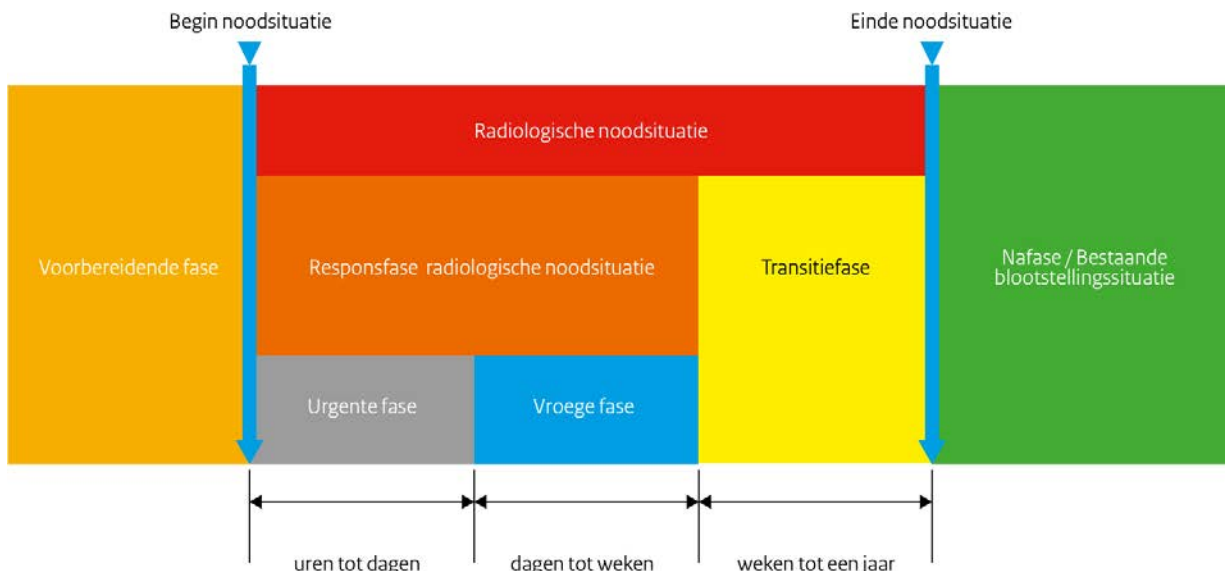
Het doel van crisisbeheersing

De kans op een radiologisch ongeval is klein. Er zijn binnen een nucleaire installatie meerdere veiligheidsmechanismen die ervoor zorgen dat de kans op een radiologische emissie naar buiten wordt beperkt. Op de veiligheid van kerncentrales wordt toegezien door de ANVS. Het beleid rondom nucleaire veiligheid wordt gemaakt door het ministerie van IenW. In het Landelijk Crisisplan Straling is omschreven op welke wijze gehandeld wordt in het geval van een radiologische noodsituatie. Het doel van het Landelijk Crisisplan Straling is juist om beschermingsmaatregelen te bieden in het geval van een kernongeval, om zogeheten deterministische effecten te voorkomen en stochastische effecten zoveel als mogelijk te beperken.

Wat gebeurt er bij een ongeval in een kerncentrale?

Een ongeval in of bij een kerncentrale heeft alleen gevolgen voor de leefomgeving indien er radioactieve stoffen naar buiten treden. Dit is het geval indien er een kernsmelt plaatsvindt met een radioactieve lozing naar de omgeving. Naast het verloop van het ongeval zijn ook de omgeving waar het ongeval plaatsvindt, het weer, de windrichting, en de adequaatheid van responsteams leidend bij het nemen van mogelijke beschermingsmaatregelen.

Een kernongeval met radiologische effecten bestaat echter uit diverse fasen met verschillende fasen. In de meeste gevallen kent een potentieel nucleair ongeval een bepaalde aanlooptijd, veelal van een paar uur tot enkele dagen voordat er een radioactieve lozing naar de omgeving optreedt. Dit betekent dat er tijd is (al dan niet beperkt) om tijdig beschermingsmaatregelen te nemen en, indien nodig, mensen in de omgeving in veiligheid te kunnen brengen. De schematische weergave hieronder laat zien dat een potentieel radiologische noodsituatie een verloop kent met een urgente fase in het begin waarin mogelijk snel beschermingsmaatregelen noodzakelijk zijn, tot later waarin de omgeving met radioactieve blootstelling in een transitiefase terechtkomt.



Figuur: Schematische weergave van de fase-indeling bij een stralingsongeval (bron: Landelijk Crisisplan Straling, IenW, 2021)

In de urgente fase hebben verantwoordelijken de mogelijkheid om bepaalde voorbereide maatregelen snel te nemen, de zogenoemde *sleutelbesluiten*. Bij evacuatie wordt dan binnen een van tevoren bepaalde straal van de nucleaire installatie de omgeving ontruimd, en eventueel een bredere zone waar de windrichting naartoe staat. Daarnaast kan schuilen tot een bepaalde afstand, eventueel in combinatie met jodiumprofyaxe, afgekondigd

worden. Als in het verdere verloop van het ongeval meer informatie beschikbaar is, kunnen meer specifiek maatregelen genomen worden, bijvoorbeeld ten aanzien van de voedselketen.

IAEA standaarden

Wanneer hulpdiensten in het geval van een kernongeval onvoldoende toegang kunnen krijgen tot een locatie, of werknemers en omwonenden niet tijdig kunnen schuilen en in veiligheid kunnen worden gebracht kan er sprake zijn van een ongeschikte locatie. Bij de beoordeling van locaties is ook van belang in hoeverre knelpunten met maatregelen te verhelpen zijn. Als dit onvoldoende het geval is, is de locatie volgens de internationale richtlijnen SSR-1 en SSG-35 niet geschikt.

Een uitsluitend (hard) criterium voor de locatiekeuze van nieuw te realiseren kerncentrales, is dat in deze fase de haalbaarheid van het implementeren en uitvoeren van adequate crisisbeheersing beschouwd moet worden. Het gaat in deze fase erom dat de onoverkomelijke belemmeringen die de haalbaarheid van beschermingsmaatregelen worden geïdentificeerd. Het feitelijke veiligheidsplan en het crisisbeheersingsplan worden in een later stadium opgesteld onder meer in overeenstemming tussen de operator van de kerncentrales en de relevante Veiligheidsregio's. Dat proces wordt pas opgestart nadat er een locatiekeuze voor de twee nieuwe kerncentrales is genomen.

De potentiële knelpunten die per regio geïdentificeerd zijn, zijn te verdelen in twee categorieën. Enerzijds gaat het om knelpunten die mogelijk beschermingsmaatregelen voor mens en omgeving in de weg staan, denk aan evacuatie- en schuilmogelijkheden van inwoners in de omgeving. Anderzijds gaat het om economische belemmeringen, zoals wanneer bedrijven hun bedrijfsvoering stil moeten leggen omdat zij zich mogelijk in het effectgebied van een kernongeval kunnen bevinden.

Methodiek

Om de uitvoerbaarheid van maatregelen voor crisisbeheersing te beoordelen, is er in samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) met de relevante veiligheidsregio's over bovenstaande onderdelen uit de SSG-35 gesproken. Het gaat om de Veiligheidsregio Zeeland, Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond, en Veiligheidsregio Groningen. Dit zijn de drie veiligheidsregio's die toezien op de vier regio's waarin het onderzoek voor de twee kerncentrales heeft plaatsgevonden.

Om redelijkerwijs een vergelijkbaar beeld te krijgen tussen de vier gebieden, is besloten om de dit aspect te bezien in een straal van 20 kilometer rondom de onderzoekslocaties. In een document, opgesteld in opdracht van IenW is gekeken, aan de hand van internationale voorbeelden van nieuwe nucleaire installaties, wat het onderzoekskader kan zijn om de geschiktheid van de locatie-alternatieven te vergelijken in dit MER. Uit dit document blijkt dat voor de meeste kerncentrales in het buitenland tussen de 16-20 km wordt gehanteerd om de uitvoerbaarheid van crisisbeheersing te beoordelen. Op advies van het IenW is aangesloten bij dit onderzoekskader van 20 km.

Het doel is met name om inzichtelijk te hebben waar knelpunten liggen in geval van een evacuatie binnen het onderzoekskader. De kans op een ongeval is klein, en de kans op dat het volledige gebied van 20 km rondom de centrale geëvacueerd moet worden is nóg kleiner. Desondanks is het belangrijk om per regio, ongeacht het type ongeval en windrichting bij een radioactieve lozing naar de omgeving, duidelijk te maken waar mogelijke knelpunten aanwezig zijn. Gekeken is naar belemmeringen zoals die er nu zijn, en welke mitigerende maatregelen mogelijk getroffen kunnen worden, en of deze maatregelen voldoende effectief zouden zijn.

Het betreffende document vanuit IenW bevat – naast het onderzoekskader van 20 km – ook een zogenoemde 'scanlijst' met vragen en aandachtspunten die een beter begrip van onoverkomelijke belemmeringen in die 20 km-zone moet genereren. Deze 'scanlijst' overlapt met de te beschouwen onderdelen voor crisisbeheersing die in de SSG-35 zijn opgenomen. In de SSG-35 is namelijk een paragraaf opgenomen met verdiepende criteria waarmee beoordeeld kan worden of een crisisbeheersingsplan op een locatie uitvoerbaar is. Het gaat dan om de volgende onderdelen (zie ook SSG-35, pp. 22-23):

- Inzicht in de geografische karakteristieken van een locatie die crisisbeheersing en bereikbaarheid van de locatie kunnen verhinderen, zoals rivieren, bergen of eilanden;
- Inzicht in de infrastructurele kenmerken, zowel voor transport en bereikbaarheid over land of via water, alsook de telecommunicatie-infrastructuur;

- Inzicht en bedachtzaamheid rondom de bevolkingsdichtheid in de omgeving, met kennis en inzicht in de zelfredzaamheid en mogelijkheden tot evacuatie van die bevolking;
- Inzicht in specifieke veiligheidszones opgelegd vanuit nationale wetgeving, of vanuit al bestaande crisisbeheersing in de regio;
- Inzicht in de omliggende industriële activiteiten met omgevingsveiligheidscontouren, zoals Seveso-bedrijven, die een eigen ontruimings- of veiligheidsplan hebben;
- Inzicht in mogelijke domino-effecten van meerdere ongevallen op de vitale infrastructuur.

De potentiële knelpunten die per regio geïdentificeerd zijn, zijn te verdelen in twee categorieën. Enerzijds gaat het om knelpunten die mogelijk de stralingsbescherming op mens en omgeving in de weg staan, denk aan evacuatie- en schuilmogelijkheden van inwoners in de omgeving. Anderzijds gaat het om economische belemmeringen, zoals wanneer bedrijven hun bedrijfsvoering stil moeten leggen omdat zij zich in de nabijheid of in de straal van een potentieel ongeval bevinden.

Mogelijke maatregelen

Met de veiligheidsregio's is gekeken naar welke belemmeringen er zijn in het geval van een evacuatie binnen 20 kilometer rondom de zoeklocaties. De kans op volledige evacuatie binnen deze 20 km wordt – gezien het verloop van een ongeval bij een kerncentrale – niet realistisch geacht: enerzijds is er altijd een aanloop naar de radiologische noodsituatie wat de veiligheidsregio's tijd geeft om beschermingsmaatregelen uit te voeren. Anderzijds zal vooral evacuatie tegengesteld op de windrichting noodzakelijk zijn.

Duidelijk is dat er in elk geval vanaf het moment dat nucleaire brandstof aanwezig is in de kerncentrale er een maatregel- en uitvoeringspakket moet liggen bij de veiligheidsregio's. Een afgestemd evacuatieplan is hierbij in alle gevallen noodzakelijk.

Daarnaast zijn er aanvullende maatregelen mogelijk in de drie regio's. Deze zijn per regio in de tabellen hieronder beschouwd. De haalbaarheid ervan is in veel gevallen voor een financieel vraagstuk.

Knelpunten regio Groningen

Samen met de Veiligheidsregio Groningen zijn de potentiële belemmeringen voor de locaties in de Eemshaven beschouwd. De hiernavolgende tabel geeft een overzicht van alle potentiële belemmeringen.

Onderdeel SSG-35	Beoordeling met toelichting	Mogelijke mitigatie
Knelpunten in de stralingsbescherming		
Geografische karakteristieken	Gebied grens in noordelijk richting aan de Waddenzee en in oostelijke richting aan de Eems	-
	Waddeneiland Borkum (DE) ligt binnen 20 km: moeilijker te bereiken	Evacuatiemiddelen (boten) in alle gevallen gereed + duidelijke evacuateroutes en communicatie op het eiland
Bereikbaarheid	Ontsluiting van gebied over 1x2 N-wegen (N46, N33), kunnen weinig verkeer aan	Verbreden van wegen naar 2x2
Risicocommunicatie	Bestaande crisiscommunicatie via bekende kanalen (NL-Alert, groningen-veilig.nl, NCC)	-
	Grensoverstijgend contact met meldkamer in Duitsland aanwezig	-
	Vertrouwen in de overheid is laag, mogelijk negatieve invloed op effect van risicocommunicatie	Investeren in publieke opinie, en versterken rol van Veiligheidsregio in risicocommunicatie

Onderdeel SSG-35	Beoordeling met toelichting	Mogelijke mitigatie
Bevolking, dichtheid en zelfredzaamheid	Weinig mensen in de regio	-
	Hoge mate van vergrijzing, verminderde zelfredzaamheid	Aandacht in het evacuatieplan voor minder-zelfredzame personen om deze tijdig te verplaatsen
	Waddeneiland Borkum (DE) ligt binnen 20 km: 5.000 inwoners, maar in de zomermaanden een veelvoud aan toeristen	Evacuatiemiddelen (boten) in alle gevallen gereed + duidelijke evacuateroutes en communicatie op het eiland
Knelpunten in bedrijfsvoering en economische impact		
Veiligheidszones	Geen specifieke zones	-
Seveso- en risicobronnen	Aanwezigheid risicobronnen als VOPAK, LNG-terminal, Lubrizol (chloor)	Aandacht in het evacuatieplan voor personeel en veiligstellen van processen. Verkennen mogelijkheden redundantie
	Aanwezigheid van permanent militair object voor overslag militaire goederen in Eemshaven	Aandacht in het evacuatieplan voor personeel
	Chemiepark Delfzijl met veel Seveso-bedrijven binnen 20 km	Aandacht in het evacuatieplan voor personeel en veiligstellen van processen.
Vitale infrastructuur	Gas- en kolencentrale (afhankelijk van alternatief)	Aandacht in het evacuatieplan voor personeel en veiligstellen van processen. Verkennen mogelijkheden redundantie.
	Elektriciteitskabels vanaf Noordzee en de Waddenzee	Onderzoek in dienst houden op afstand. Verkennen mogelijkheden redundantie.
	Hoogspanningsstation	Onderzoek in dienst houden op afstand. Verkennen mogelijkheden redundantie
	Datacenter	Aandacht in het evacuatieplan voor personeel en veiligstellen van processen.

Te zien is dat voor de locaties in de Eemshaven de complexiteit van een adequaat crisisbeheersingsplan vooral ligt bij verspreid gelegen locaties. In geval van een ongeval is het eiland Borkum moeilijk snel te evacueren. Ook de vergrijzde bevolking vlot wegstrijken kan knellen. Beide zaken kunnen bemoeilijkt worden wanneer de risicocommunicatie door een gebrek aan vertrouwen in de overheid stopt. Voor een uitvoerbaar crisisbeheersingsplan zijn voor deze zaken dus mitigerende maatregelen nodig in overleg met de Veiligheidsregio.

De algemene conclusie is dat deze locatie uitdagingen kent, maar de uitvoerbaarheid van een crisisbeheersplan wordt na het nemen van maatregelen technisch uitvoerbaar geacht. Deze beoordeling zegt echter nog niks over de maatschappelijke of financiële bereidheid tot het nemen van deze maatregelen.

Knelpunten regio Maasvlakte

Samen met de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond zijn de potentiële belemmeringen voor locatie Maasvlakte II beschouwd. De hiernavolgende tabel geeft een overzicht van alle potentiële belemmeringen.

Onderdeel SSG-35	Beoordeling met toelichting	Mogelijke mitigatie
Knelpunten in de stralingsbescherming		
Geografische karakteristieken	Maasvlakte II ligt in noord, west en zuidelijke richting aan de Noordzee. Zoeklocatie is dus slechts in één richting verbonden met de rest van het land	-
	Veel obstakels door havenbekkens en slechts één toegangsroute tot het gebied	-
Infrastructuur	Eén aanrijdroute over de N15 het gebied in; het gebied uit ligt de A15 maar deze is heel druk en kent meerdere tunnels en bruggen	Verbreden A15/N15 naar 2x3: aandacht voor bottlenecks
	De N15 eindigt niet bij de te onderzoeken locatie, dus bij evacuatie moet men van verder op de N15 langs de kerncentrale	Vluchtroutes creëren bij bedrijven ten noorden/noordoosten van zoeklocatie. Mogelijkheid voor vluchten over water
	Het Westland kent veel drukke eenbaanswegen	Verbreden van wegen naar 2x2: aandacht voor bottlenecks
	Richting Voorne aan Zee en richting Zeeland is een hoge mate van afhankelijkheid van tunnels, smalle 1x2-wegen	Verbreden van wegen naar 2x2: aandacht voor bottlenecks
Risicocommunicatie	Bestaande crisiscommunicatie via bekende kanalen (NL-Alert, rijnmond-veilig.nl, NCC)	-
	Omgeving is bekend met manier van risicocommunicatie vanuit Veiligheidsregio's	
Bevolking, dichtheid en zelfredzaamheid	Ruim 1,3 miljoen inwoners in groter gebied rondom Maasvlakte II (Westland, Den Haag, Rotterdam, etc.)	Aanwezigheid van veel inwoners niet te mitigeren. Evacuatieplan noodzakelijk inclusief goede vluchtroutes (zie hierboven)
	Veel werknemers in de buurt, zowel in de Rotterdamse Haven als in het Westland, die genoodzaakt worden met de auto te reizen	Aanwezigheid van veel inwoners niet te mitigeren. Evacuatieplan noodzakelijk inclusief goede vluchtroutes (zie hierboven)
	In de zomermaanden veel toeristen rondom de stranden	Aanwezigheid van veel inwoners niet te mitigeren. Evacuatieplan noodzakelijk inclusief goede vluchtroutes (zie hierboven)
Knelpunten in bedrijfsvoering en economische impact		
Veiligheidszones	Veiligheidsrisicocontour rondom heel de haven van Rotterdam	Zie paragraaf 5.12.2
	De PR10-6-contouren van bedrijven mogen elkaar overlappen maar niet buiten de overkoepelde veiligheidscontour komen	Zie paragraaf 5.12.2
Seveso- en risicobronnen	Veel Seveso-bedrijven in de omgeving	Zie paragraaf 5.12.2
	Andere risicobronnen: <ul style="list-style-type: none"> - Strategische olieopslagen - Olieraffinaderijen van NL, BE en DU - Containerterminals - Logistieke bedrijven - In de toekomst opslag CCS 	Zie paragraaf 5.12.2
	Aanwezigheid van host nation support van Defensie, aan- en afvoer van militaire goederen	-

Onderdeel SSG-35	Beoordeling met toelichting	Mogelijke mitigatie
Vitale infrastructuur	R'damse havenbelang voor vitale infrastructuur: energiecentrales, aanlandingen wind op zee, etc.	-
	Kassen in het Westland essentieel voor voedselvoorziening Nederland	Maatregelen voor de voedselvoorziening zijn opgenomen in het Landelijk Crisisplan Straling
	Maeslandtkering binnen 20 km, essentieel om NL droog te houden	Functioneert autonoom, bereikbaarheid wel van belang bij falen

Te zien is dat vooral de grote bevolkingsdichtheid gecombineerd met industrie met veel werknemers, risicovolle inrichtingen en de nu al erg drukke wegen leiden tot complexiteit bij de uitvoerbaarheid van mogelijke crisisbeheersingsmaatregelen binnen de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond. De aanwezigheid van een hoog aantal inwoners is een gegeven. Inzet op verbreden van wegen en vluchtroutes kost tijd en geld, maar is in principe niet onmogelijk. Ook moet er een helder plan zijn naar de bedrijven en functies die 'voorbij' de zoeklocaties liggen, zodat ook zij kunnen vluchten zonder eerst dichterbij de kerncentrales te komen.

De algemene conclusie is dus dat het erg complex is om adequate crisisbeheersingsmaatregelen voor Maasvlakte II te realiseren. Het betreft een proces dat gepaard gaat met grootscheepse infrastructurele aanpassingen en de noodzaak voor duidelijke risico- en crisiscommunicatie gezien het grotere gebied (dus verder dan 5 km van de zoeklocatie) veel inwoners huisvest. Daarnaast is er een groot aantal aan Seveso-installaties aanwezig met veiligheidsrisico's, waarvan de veiligheidsplannen afgestemd moeten worden op elkaar.

Knelpunten regio Zeeland

Samen met de Veiligheidsregio Zeeland zijn de potentiële belemmeringen voor locaties in het Sloegebied en in Terneuzen beschouwd. De hiernavolgende tabel geeft een overzicht van alle potentiële belemmeringen.

Onderdeel SSG-35	Beoordeling met toelichting	Mogelijke mitigatie
Knelpunten in de stralingsbescherming		
Geografische karakteristieken	Sloegebied en Terneuzen liggen in een gebied met veel water, afhankelijkheid van bruggen en tunnels	-
	Sloegebied en Terneuzen liggen aan de Westerschelde	-
	Sloegebied heeft twee toegangswegen met op- en afrit op de N62 in het oosten, en op de A58 in het westen	-
	Terneuzen ligt ten dele in een moeilijk bereikbare polder en heeft geen toegangsweg	Aanleggen van nieuwe toegangswegen
Infrastructuur	Vanuit Sloegebied kan je grofweg in noordelijke richting naar de A58 richting het oosten (2x2 snelweg), en de N57 of N256 richting het noorden (1x2 autoweg). Westerscheldetunnel N62 in zuidelijke richting	Verbreden van wegen naar 2x2
	Vanuit Terneuzen kan je over N62 richting de Belgische grens in zuidelijke richting. In noordelijke richting ook de N62 Westerscheldetunnel.	Verbreden van wegen
	Terneuzen heeft een gebrekkige infrastructuur	Aanleggen van toegangswegen
	Sloegebied (Thermphos) ligt op een schiereiland; men moet <i>langs</i> bestaande kerncentrale Borssele en langs de onderzoekslocatie EPZ om gebied te verlaten	Evacuatieplan voor bedrijven ten noorden van EPZ-terreinen (nieuwbouw en KCB): vluchten via water te allen tijde mogelijk maken

Onderdeel SSG-35	Beoordeling met toelichting	Mogelijke mitigatie
Risico-communicatie	Bestaande crisiscommunicatie via bekende kanalen (NL-Alert, zeeland-veilig.nl, NCC)	-
	Omgeving is bekend met risicocommunicatie vanuit Veiligheidsregio's	-
Bevolking, dichtheid en zelfredzaamheid	Circa 200.000 inwoners binnen 20-km-grens, maar in breder gebied beperkt	Evacuatieplan opstellen om personen tijdig te verplaatsen
	In de zomermaanden veel toeristen in het gebied aan de kust aanwezig	Evacuatieplan specifiek communiceren met toeristen
	Sterkte mate van vergrijzing	Aandacht in het evacuatieplan voor minder-zelfredzame personen om deze tijdig te verplaatsen
Knelpunten in bedrijfsvoering en economische impact		
Veiligheidszones	Munitiedepot van Defensie in het gebied	Zie paragraaf 5.12.2
	Host nation support van Defensie in het gebied	Zie paragraaf 5.12.2
Seveso- en risicobronnen	Sloegebied heeft in de nabijheid 15 Seveso-inrichting	Zie paragraaf 5.12.2
	Terneuzen heeft alle 21 Zeeuwse Seveso-inrichtingen in de omgeving	Zie paragraaf 5.12.2
Vitale infrastructuur	Bij blokkade Westerschelde toegankelijkheid van havens Antwerpen en Gent in het geding	Zie paragraaf 8.5
	Aanlanding wind op zee, energiecentrales	Zie paragraaf 5.12.2
	Uitbreiding van 380 kV-net in Zeeuws-Vlaanderen	-

De algemene conclusie voor Zeeland is dat deze locatie uitdagingen kent zoals beperkte infrastructuur. Daarnaast is de bevolking in dit gebied aanmerkelijk kleiner dan rondom Maasvlakte, en vergelijkbaar met Eemshaven. Ook de veiligheidsrisico's van enkele Seveso-installaties zijn reëel, maar goed te mitigeren. De uitvoerbaarheid van een crisisbeheersplan wordt na het nemen van enkele mitigerende maatregelen dan ook technisch uitvoerbaar geacht. Deze beoordeling zegt echter nog niks over de maatschappelijke of financiële bereidheid tot het nemen van deze maatregelen.

Conclusie als uitsluitend criterium

Geen van de zoeklocaties kent in deze fase onoverkomelijke belemmeringen, maar een nadere onderzoeksuitwerking met de Veiligheidsregio van de uiteindelijk gekozen locatie is noodzakelijk in de volgende projectfase. Geen van de zoeklocaties voldoet zondermeer: in alle gevallen is er een specifiek evacuatieplan noodzakelijk, en in een aantal gevallen zijn er in meer of mindere mate aanpassingen aan de bestaande infrastructuur (vooral wegen) noodzakelijk. Ook dient met Seveso- en andere risicovolle installaties afgestemd te worden hoe met crisisbeheersingsmaatregelen bij een ongeval omgegaan moet worden. Tevens is in een volgende fase meer inzicht nodig welke vitale functies (elektriciteit, waterkeringen, internet, etc.) draaiend moeten blijven in het geval van een kernongeval. Deze afspraken dienen gemaakt te worden tussen de operator van de kerncentrales en de Veiligheidsregio, en dienen ten tijde van de aanwezigheid van nieuwe nucleaire installaties vastgelegd en gecommuniceerd te worden.

Bijlage 4 Seismische dreiging Eemshaven (TNO)

{Separate bijlage}

Bijlage 5 Radiologische aspecten van het wettelijk kader en de locatiewersillen (NRG PALLAS)

{Separate bijlage}

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Landdrostdreef 100
1314 SK Almere
Postbus 10044
1301 AA Almere

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontfemen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl