

# **INTEGRALE EFFECTENANALYSE**

## **Programma Energiehoofdstructuur 2023**

Ontwikkeling energiehoofdinfrastructuur 2030-2050

Ministerie van Economische Zaken & Klimaat

### **AANVULLING**

Definitief  
18-01-2024



## Pondera

Amsterdamseweg 13  
6814 CM Arnhem  
088 766 33 72  
[info@ponderaconsult.com](mailto:info@ponderaconsult.com)

## CE Delft

Oude Delft 180  
2611 HH Delft  
015 215 01 50  
[ce@ce.nl](mailto:ce@ce.nl)

In samenwerking met:



Rhijnspoorplein 38  
1018 TX Amsterdam  
020 506 19 99  
[info@bro.nl](mailto:info@bro.nl)

## Colofon

**Soort document**  
Aanvulling Integrale Effectenanalyse/PlanMER

**Projectnaam**  
Programma Energiehoofdstructuur 2023

**Versienummer**  
Definitief

**Opdrachtgever**  
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

**Auteurs**  
Paul Janssen, Mariëlle de Sain

**Vrijgave**  
Paul Janssen, Frans Rooijers

## Disclaimer

In het onderzoek is gebruikgemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Het consortium (Pondera, CE Delft en BRO Adviseurs) is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van het consortium afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera, namens het consortium. Het consortium is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing. Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Aanleiding en opzet van deze aanvulling</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Abstractieniveau en positionering PEH en IEA</b>	<b>3</b>
2.1	Besluitvorming op verschillende abstractieniveaus _____	3
2.2	Scenario's, alternatieven en varianten _____	4
2.3	Overzicht van verschillende besluiten in de energie-hoofdinfrastructuur _____	4
2.4	Beoordelingskader Milieu & Ruimte _____	6
2.5	Relatie beleidsuitspraken PEH en milieu-informatie IEA _____	10
<b>3</b>	<b>Natuur</b>	<b>16</b>
3.1	Inleiding _____	16
3.2	Beoordelingskader IEA/planMER _____	17
3.3	Nadere toelichting beoordeling in de IEA _____	21
3.4	Beschrijving mitigerende maatregelen en effect hiervan _____	24
3.5	Overzichtstabel risico's, mitigerende maatregelen Natuur en beleidsuitspraken PEH _____	25
3.6	Passende Beoordeling _____	25
3.7	Aanbeveling vervolg uitwerking in projecten / onderzoeksagenda _____	26
<b>4</b>	<b>Landschap</b>	<b>27</b>
4.1	Inleiding _____	27
4.2	Beoordelingskader IEA/planMER _____	27
4.3	Uitwerking beoordeling 'expert judgement' _____	30
4.4	Mitigerende maatregelen _____	33
4.5	Overzichtstabel risico's, mitigerende maatregelen Landschap en beleidsuitspraken PEH _____	34
4.6	Vervolg uitwerking in projecten _____	34
<b>5</b>	<b>Warmte en ondergrond</b>	<b>35</b>
5.1	Inleiding _____	35
5.2	De rol van warmte in de IEA voor PEH _____	35
5.3	Waterstofopslag in de zoutcavernes: hoe ziet een opslagsysteem eruit? _____	35
5.4	Effecten waterstofopslag in zoutcavernes _____	36
5.5	Onderzoeksagenda _____	39
	<b>Bijlage 1 - Tabel risico's en mitigerende maatregelen Natuur en beleidsuitspraken PEH</b>	<b>41</b>
	<b>Bijlage 2 - Tabel risico's en mitigerende maatregelen landschap en beleidsuitspraken PEH</b>	<b>44</b>

## 1 Aanleiding en opzet van deze aanvulling

De Commissie voor de milieueffectrapportage (hierna: 'Cie m.e.r.' of 'de Commissie') heeft op 28 november 2023 een toetsingsadvies uitgebracht over de IEA/planMER die is opgesteld voor het Programma Energiehoofdstructuur<sup>1</sup>. Hierbij heeft de commissie zich vooral op de energetische en milieu-ruimtelijke onderwerpen gericht. Het advies gaat op hoofdlijnen in op drie onderdelen:

1. Een verdiepingsslag op de milieuaspecten landschap en natuur, ondergrond en water.
2. De vraag hoe het milieuonderzoek heeft meegewogen in de besluitvorming van het (ontwerp) PEH.
3. Hoe wordt geanticipeerd op milieurisico's en knelpunten die uit de IEA naar voren komen.

Naar aanleiding hiervan heeft de commissie geadviseerd een aanvulling op te stellen waarin op deze onderdelen nader wordt ingegaan. Dit document betreft die aanvulling.

### Kader 1.1 Leeswijzer aanvulling IEA

In deze aanvulling wordt in vijf hoofdstukken ingegaan op de vragen van de commissie. In **hoofdstuk 1** wordt ingegaan op de opzet van deze aanvulling, gebruik van scenario's en alternatieven en de referentiesituatie. In **hoofdstuk 2** wordt ingegaan op het abstractieniveau en positionering van PEH en de IEA. Er wordt een nader overzicht van de besluitvormingsketen gepresenteerd, waarin ook de samenhang met andere programma's, plannen en projecten wordt toegelicht. Ook gaan we nader in op de vragen van de Commissie rond de beoordelings-systematiek in de IEA. En er wordt een link gelegd tussen de beleidsuitspraken in PEH (wat de commissie als VKA aanduidt) en de (milieu en ruimtelijke) informatie uit de IEA. In **hoofdstuk 3** wordt vervolgens een verdiepingsslag op het aspect natuur gemaakt. **Hoofdstuk 4** geeft deze verdiepingsslag voor het aspect landschap. Voor beide aspecten wordt deze verdiepingsslag gemaakt voor de beleidsuitspraken uit het PEH, die te beschouwen zijn als het VKA. **Hoofdstuk 5** gaat in op de vragen rond het aspect bodem en ondergrond, inclusief een nadere beschouwen van de gevolgen van de keuzes in de warmtetransitie voor de scenario's in het PEH en een uitbreiding van de effectbeschouwing van ondergrondse waterstofopslag. In **bijlage 1 en 2** staan respectievelijk voor het aspect natuur en voor het aspect landschap een tabel met de relevante beleidsuitspraken uit het PEH en de (mogelijke) risico's en mitigerende maatregelen.

De door de commissie gevraagde samenvatting van het thema Milieu & Ruimte (planMER) is in een apart document opgenomen, zodat het zelfstandig leesbaar is.

Het ministerie van EZK heeft besloten om een aanvulling op te stellen op de IEA naar aanleiding van het advies van de commissie. De opgestelde aanvulling dient een inhoudelijke bijdrage te leveren aan de belangrijkste onderdelen in de besluitvorming van concept naar definitief PEH, in de inhoud van PEH en/of vervolgprojecten. De aanvulling is t.b.v. de vaststelling van het definitieve PEH, waarvan de besluitvorming begin maart 2024 is voorzien.

De in deze aanvulling opgenomen informatie is in dit licht tot stand gekomen. Nieuwe onderzoeken – met name die zich op het detailniveau van RCR-projecten en project-m.e.r. afspelen – geen onderdeel van deze aanvulling (zie paragraaf 2.1). Ook is ervoor gekozen geen nieuwe referentiesituatie te beschouwen (zie Kader 2.1). Voor de overige onderdelen uit het advies van de commissie is in dit document een aanvulling opgenomen.

<sup>1</sup> [https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p35/p3528/3528\\_ts\\_toetsingsadvies.pdf](https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p35/p3528/3528_ts_toetsingsadvies.pdf)

## 2 Abstractieniveau en positionering PEH en IEA

### 2.1 Besluitvorming op verschillende abstractieniveaus

#### Mate van concreetheid

Het PEH is een programma in de zin van de Omgevingswet. Een programma is een beleidsinstrument dat een visie geeft op de een bepaald beleidsthema op een hoog abstractieniveau, in dit geval op ruimtelijk beleid voor de energiehoofdstructuur op land en de grote wateren tussen 2030-2050 voor het gehele Nederlandse grondoppervlak, uitgezonderd de Noordzee. Dit brengt met zich mee dat nog niet alle onderdelen van het programma even concreet zijn, of een specifieke ruimtelijke invulling kennen. In veel gevallen is de ruimtelijke invulling op het niveau van een gebied of regio gedefinieerd, maar nog niet specifiek gekoppeld aan een locatie of ligging van punt- of lijninfrastructuur.

Op basis van het programma volgt een nadere uitwerking in andere programma's, plannen of RCR-projecten. Voorbeelden hiervan zijn programma VAWOZ 2031-2040 (m.b.t. de aanlandingen van windenergie op zee tussen 2031 en 2040), het Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond (betreft o.a. energie-activiteiten in de ondergrond) of Projectprocedures (onder RCR (rijkscoördinatie-regeling)-procedure) voor nationale energie projecten

#### Inzicht in effecten

Hoe gedetailleerder de ruimtelijke uitwerking, hoe gedetailleerder de effectbepaling en beoordeling gedaan wordt. Op ieder niveau wordt een milieueffectrapportage doorlopen (plan- of project-m.e.r.). Daarbij wordt in de nationale-projectprocedures op inrichtingsniveau bepaald welke milieueffecten het project heeft ten behoeve van het opstellen van een inpassingsplan en vergunningen. Dit is ook passend bij het besluit en detailniveau, omdat bekend is welke inrichtingsalternatieven er zijn op een specifieke locatie, of welke tracés er concreet worden onderzocht. Omgekeerd geldt dat voor een programma dit vaak nog niet zo specifiek is.

Een voorbeeld hiervan is het bepalen van effecten op beschermde dier- of plantensoorten (Wnb). Omdat het voorkomen van soorten veelal gekoppeld is aan specifieke habitats, hangt het voorkomen en de omvang van het effect sterk samen met de precieze inrichting van een project. Voor een programma is nog niet voldoende concrete informatie over specifieke locaties of ligging van tracés beschikbaar, waardoor alleen een meer abstracte en geen locatie-specifieke effectbepaling mogelijk is. Op dit schaalniveau kunnen echter wel effecten op hoofdlijnen worden bepaald en risico's, aandachtspunten, inrichtingsuitgangspunten of vervolgonderzoeksvragen worden gesignaleerd, die in andere trajecten en de projecten nader kunnen worden uitgewerkt. Deze abstracte beoordeling is wat ook heeft plaatsgevonden in de IEA voor PEH in het algemeen en specifiek voor het thema milieu- en ruimte. In deze aanvulling wordt verder nader ingegaan op de beoordelingsmethodiek en de totstandkoming van de effectbeoordeling aan de hand van de milieu informatie uit de IEA.

## 2.2 Scenario's, alternatieven en varianten

De Commissie gaat in haar advies regelmatig in op de verschillen (in milieugevolgen) tussen de scenario's<sup>2</sup> in de IEA/planMER. Voor de IEA/planMER voor PEH zijn de gebruikte scenario's echter niet bedoeld als MER-alternatieven waar tussen gekozen wordt, maar als hoeken van het speelveld waarbinnen het toekomstige energiesysteem zich ontwikkelt. Dit is gedaan omdat het PEH een landsdekkend programma is dat zich in de verdere toekomst (tussen 2030-2050) afspeelt en daarmee heel veel mogelijkheden en onzekerheden kent van de toekomstige invulling van het energiesysteem en de gevolgen daarvan voor de benodigde infrastructuur. Tussen de scenario's zit dan ook overlap. De zeven scenario's zijn daarom gebruikt om af te leiden welke (nieuwe) infrastructuur er sowieso nodig is en welke infrastructuur er bij bepaalde (structuur)keuzes nodig is. De effecten van die infrastructuur zijn vervolgens beschouwd. Bijkomend is dat gezien de aard van het programma op basis van de scenario's de benodigde infrastructuur de fysieke locaties hiervan alleen op hoofdlijnen bepaald kunnen worden. Bovendien wordt er uiteindelijk ook geen keuze gemaakt uit een van de scenario's. De IEA / planMER en deze aanvulling bevatten daarom geen effectbeoordeling die gericht is op vergelijking van de scenario's.

### Kader 2.1 Referentiesituatie: keuze voor 2030

De Commissie vraagt in haar advies (en ook in haar eerdere advies op de NRD) om als referentiesituatie de huidige situatie (anno 2023) te beschouwen, zonder de ontwikkelingen die tot 2030 nog in investeringsplannen (IP's) van de netbeheerders staan, maar waarover nog geen formele besluitvorming heeft plaatsgevonden. In figuur 5 van het ontwerp PEH zijn deze ontwikkelingen opgenomen. Er is voor de IEA van het PEH bewust gekozen om 2030 als uitgangspunt te hanteren voor de beschouwing en beoordeling van de effecten van de nieuwe aanvullende infrastructuur tussen 2030 – 2050. Reden hiervoor is tweeledig: enerzijds lopen er momenteel verschillende verkennende onderzoeken en procedures voor de uitbreiding van energie-infrastructuur, zoals de verzwaring van verschillende hoogspanningsverbindingen en hoogspanningsstations, met een toegesneden (gebieds)proces waarin middels een projectMER wordt onderzocht welke milieueffecten verschillende concrete tracés en locaties hebben. Het detailniveau van die onderzoeken is vele malen hoger dan dat van de IEA bij PEH. Daarom is het niet logisch om parallel in de IEA/planMER voor PEH deze effecten ook te beschouwen en bovendien op een hoger abstractieniveau. Anderzijds richt het PEH zich op de ontwikkelingen na 2030. Daarmee is het vooral relevant om te beschouwen welke aanvullende gevolgen er te verwachten zijn na 2030, dan deze te beschouwen ten opzichte van de huidige situatie. Dit in de wetenschap dat er tot het ijkmoment (2030) nog diverse ontwikkelingen zullen zijn. De beschreven referentiesituatie is ten tijde van de uitvoering van vervolgprojecten uit het PEH gewijzigd. De vervolgprojecten zullen op verschillende locaties en op verschillende momenten in de tijd gerealiseerd worden. En daarom is projectspecifiek onderzoek (met de voor dat project specifieke referentiesituatie) nodig voor de vervolgprojecten, in aanvulling op het PEH.

## 2.3 Overzicht van verschillende besluiten in de energie-hoofdinfrastructuur

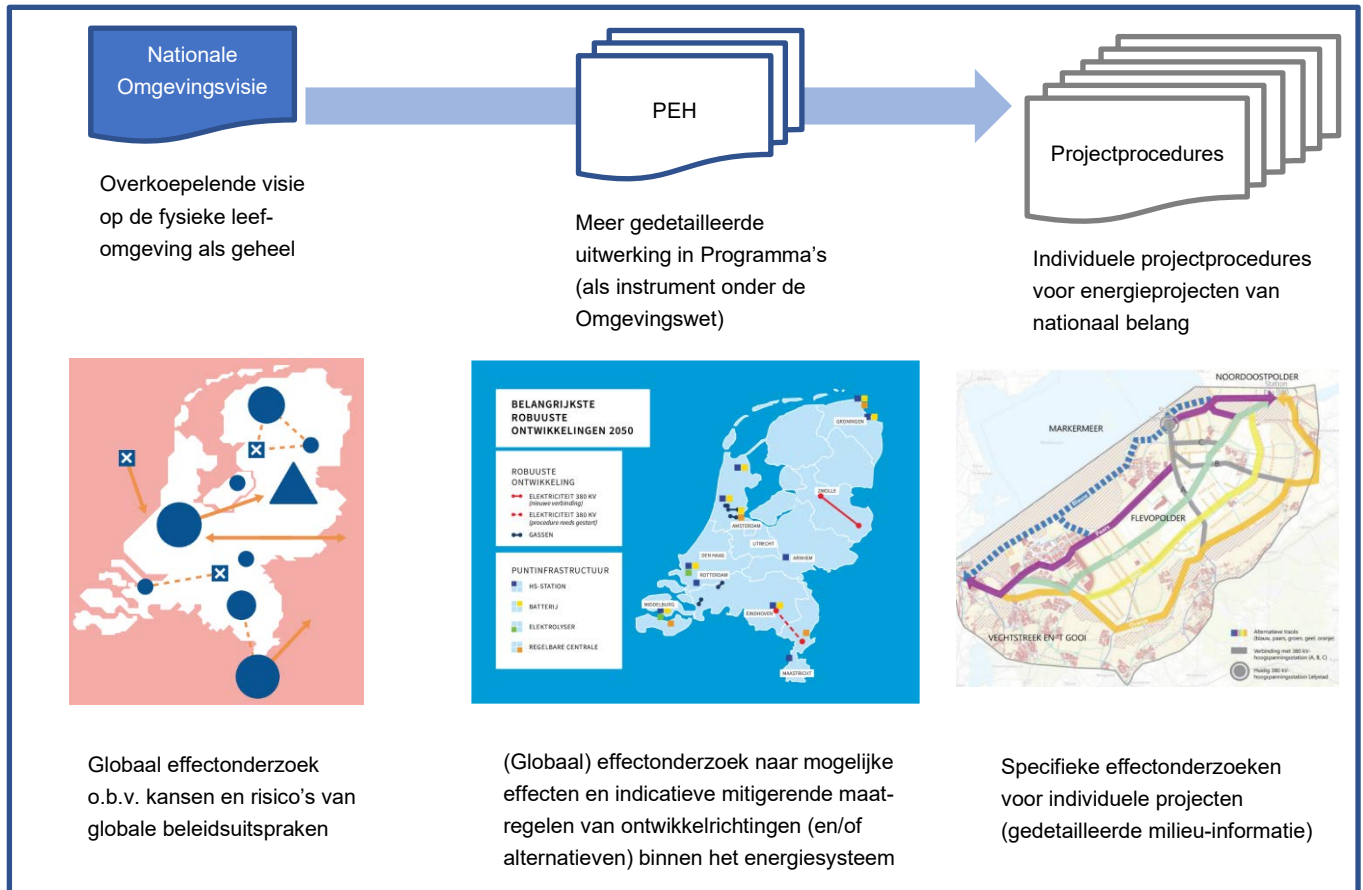
De Nationale Omgevingsvisie (NOVI) is de overkoepelende visie op de ontwikkeling van de fysieke leefomgeving van het Rijk. Onder de NOVI is ruimte voor klimaatadaptatie en energietransitie een van de prioriteiten. In de NOVI zijn overkoepelende nationale belangen benoemd waar het Rijk verantwoordelijkheid voor wil nemen in het kader van de fysieke leefomgeving. Ook bevat de NOVI algemene principes en beleidsuitspraken over verschillende prioritaire opgaven in de fysieke leefomgeving, waaronder voor energietransitie.

Programma's (in termen van de Omgevingswet) zijn te zien als een meer gedetailleerde uitwerking van het overkoepelende beleid uit de NOVI. In de NOVI is aangekondigd dat het Rijk onder meer het PEH opstelt t.b.v. de ruimtelijke uitwerking van de nationale onderdelen van het energiesysteem op land. In het PEH

<sup>2</sup> Er zijn zeven scenario's opgesteld die de hoeken van het toekomstige energiesysteem beschrijven. Deze zijn gebaseerd op de I13050 scenario's (versie 2020) en daarnaast zijn drie scenario's toegevoegd.

zijn, voor zover relevant, uitspraken uit de NOVI verder uitgewerkt. En op eenzelfde wijze vormt het PEH weer een beleidskader voor individuele projectprocedures voor nationale energieprojecten. Het detailniveau wordt steeds hoger, en daarmee ook het detail van de (milieu)onderzoeken.

Figuur 2.1 S Schematische weergave van PEH en detailniveau i.r.t. NOVI en projectprocedures



Naast het Programma Energiehoofdstructuur zijn er ook andere relevante nationale programma's waarin beleid wordt uitgewerkt t.a.v. energie en de fysieke leefomgeving. In het Programma Noordzee worden keuzes vastgelegd over de ontwikkeling en ruimte voor energie op de Noordzee. In het Programma Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2031-2040 wordt onderzocht via welke routes en infrastructuur de energieproductie op zee kan worden aangesloten op het land. En in het Programma Duurzaam Gebruik van de Ondergrond wordt beleid ontwikkeld over energie-activiteiten in de ondergrond in samenhang met andere belangen en activiteiten in de ondergrond. In elk van deze Programma's worden in onderliggende onderzoeken mogelijke effecten op de fysieke leefomgeving en milieu in kaart gebracht, passend bij het detailniveau van de keuzes die in dat programma worden gemaakt. Het Uitvoeringsprogramma bij het Programma Energiehoofdstructuur gaat nader in op de relatie met de NOVI en de (planning van) relevante beleidskaders en van individuele projecten. In de onderstaande tabel zijn ter illustratie van het olopende detailniveau van onderzoek voor geluid en natuur de aard van de effectbeoordeling uitgewerkt voor de infrastructurele elementen 380kV-hoogspanningsverbinding of 380kV-station.

Tabel 2.1 Voorbeelden oplopend detailniveau onderzoek

NOVI	PEH	Projectprocedure voor 380kV-station of -verbinding
<b>Niveau uitwerking element</b>		
Visie met beleidsuitgangspunten. Geen informatie over locaties en routes 380kV-stations – en verbindingen.	Programma en planMER-onderzoek met informatie op hoofdlijnen over locaties en routes (bijv. (zoek)gebieden en bandbreedte).	Ruimtelijk plan en vergunningen met projectMER-onderzoek met informatie over exacte ligging specifieke locaties en routes en milieugevolgen daarvan.
<b>Geluid niveau van onderzoek</b>		
Bij inpassing energie-infrastructuur aandacht voor realiseren van goede leefomgevingskwaliteit waarbij geluidhinder zo veel mogelijk moet worden beperkt.	Risicobeoordeling: kans op effecten bepaald voor leefomgeving (waar geluid onderdeel van is) door kwalitatieve expert judgement op basis van aanwezigheid woonkernen in de buurt van een gebied voor een station of route voor een verbinding.	Effecten bepaald door geluid-berekeningen en analyse voor de exacte route en locatie. Zowel kwalitatief als kwantitatief onderzoek.
<b>Natuur niveau van onderzoek</b>		
Bij energietransitie rekening houden met natuur, door onder andere natuurinclusief te ontwikkelen.	Risicobeoordeling: kans op effecten bepaald door expert judgement (kwalitatief) voor N2000, NNN en soorten voor gebieden of routes op hoofdlijnen.	Kwalitatieve en kwantitatieve analyse en beoordeling van alle beschermde gebieden en soorten op de relevante effectindicatoren (verstoring, habitataantasting etc.). Indien noodzakelijk ook passende beoordeling waarmee significantie effecten.

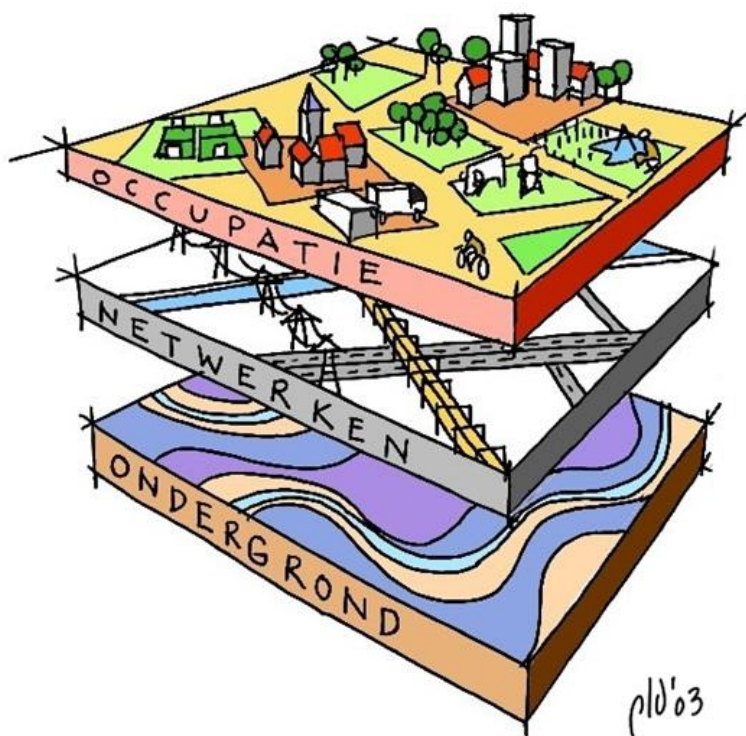
## 2.4 Beoordelingskader Milieu & Ruimte

### 2.4.1 Lagenbenadering

In de IEA is voor de beoordeling van het thema milieu & ruimte (planMER) gebruik gemaakt van de lagenbenadering. Deze lagenbenadering is een instrument binnen de ruimtelijke ordening en kent een indeling in drie lagen: 'occupatie', 'netwerk' en 'ondergrond'. De verschillende aspecten die in een planMER aan de orde komen, zijn ondergebracht in de verschillende lagen. Die onderverdeling is gemaakt uit oogpunt van ordenen van de inhoudelijke informatie (overzicht door bundeling per laag). Het heeft geen invloed op de inhoud van de effectbeoordeling van de verschillende milieuaspecten. Enkele aspecten, zoals landschap of verschillende types beschermde natuurgebieden, passen qua aard in meerdere lagen. Er is voor de uitvoerbaarheid van de beoordeling de keuze gemaakt voor het plaatsen binnen één van de lagen.



Figuur 2.2 De drie lagen in de lagenbenadering (Ruimte met Toekomst, 2022)



Kader 2.2 Concreetheid van ontwikkelingen i.r.t. beoordelingssystematiek

Een uitdaging in de IEA voor PEH was dat in de effectbeoordeling onderscheid wordt gemaakt tussen de beoordeling van elementen van de energie-infrastructuur waarvoor geografische ligging van tracés (lijninfrastructuur) en puntinfrastructuur vrij concreet zijn geformuleerd en elementen waarvoor dat niet het geval is. Beiden worden beoordeeld aan de hand van dezelfde (deel)aspecten en criteria, echter de eerste worden meer concreet beoordeeld op locatie- en tracéniveau en de tweede veel abstracter en veelal op landelijk niveau. Dit is – voor de consistentie van de beoordeling – wel binnen dezelfde beoordelingsmethodiek gebeurt.

In onderstaande tabel is het overzicht opgenomen van alle milieuaspecten die beoordeeld zijn en de indeling in de lagen.

Tabel 2.2 (Deel)aspecten en criteria binnen de drie lagen

Aspect	Deelaspect	Criterium
<b>Occupatielaag</b>		
Leefomgeving, ruimtegebruik, gebruiksfuncties en veiligheid	Bebouwing	Mate van aanwezigheid woonkernen, bedrijventerreinen en glastuinbouw
	Landbouw	Mate van gevoeligheid landbouwgebied
	Externe veiligheid	Mate van invloed op aanwezige risicobronnen
	Recreatie	Mate van aanwezigheid recreatief gebied
<b>Netwerklaag</b>		
Infrastructuur	Rijks-, spoor-, waterwegen	Mate van aanwezigheid rijks-, spoor- en waterwegen, inclusief transport gevaarlijke stoffen
	Waterkeringen	Mate van aanwezigheid (complexe) waterkeringen
	Bestaande hoogspannings- en buisleidingen	Mate van aanwezigheid hoogspanning en buisleidingen

Aspect	Deelaspect	Criterium
	Direct ruimtebeslag elementen nieuwe energie-infrastructuur	Mate van beschikbaarheid benodigde ruimte
Natuur <sup>3</sup>	NNN	Mate van aanwezigheid NNN
<b>Ondergrondlaag</b>		
Bodem & Water	Bodem	Mate van aanwezigheid gevoelige bodems
	Grondwater	Mate van aanwezigheid grondwaterbeschermingsgebied
	Overstromingsgevoeligheid	Mate van aanwezigheid overstromingsgevoelig gebied
Natuur	Natura 2000-gebieden, beschermde provinciale gebieden (niet zijnde NNN)	Mate van aanwezigheid beschermde gebieden
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Landschap	Mate van samenhang met bestaand landschap
	Cultuurhistorie	Mate van aanwezigheid waardevolle gebieden
	Archeologie	Mate van aanwezigheid archeologische waarden

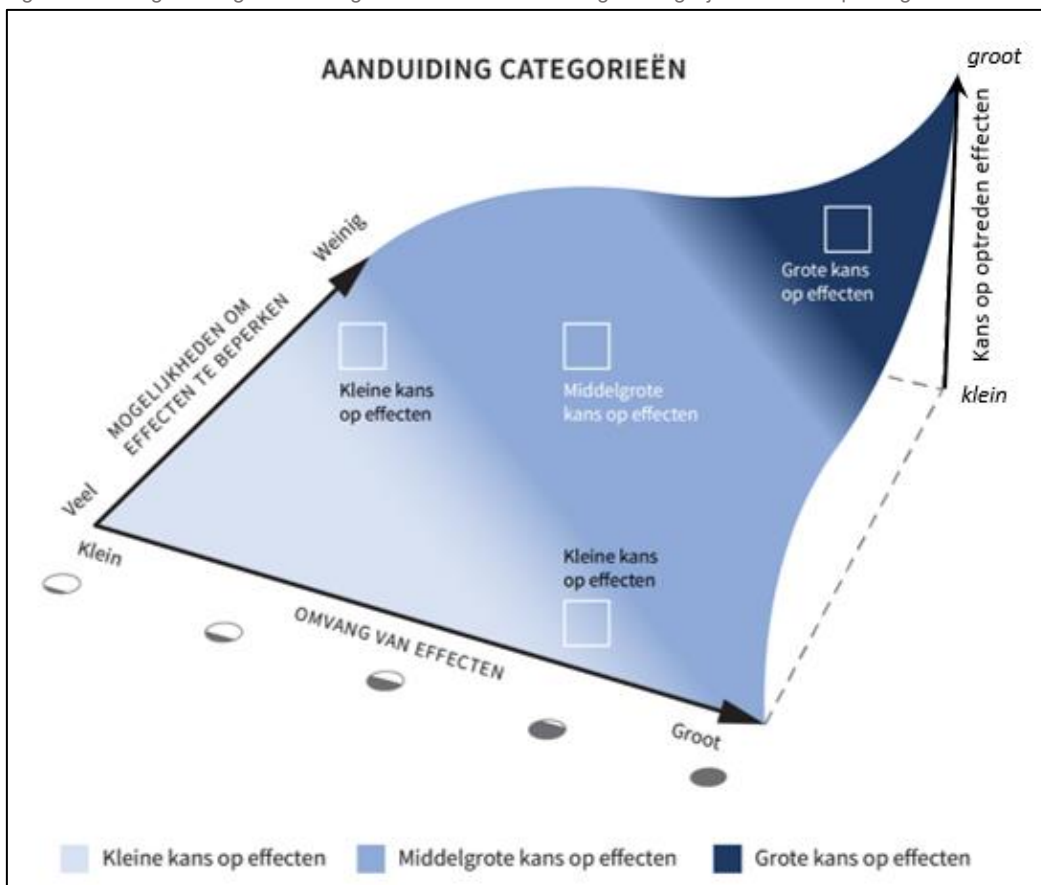
## 2.4.2 Risicobeoordeling

De effectbeoordeling milieu en ruimte voor de verschillende robuuste ontwikkelingen en structuurkeuzes in de IEA heeft plaatsgevonden aan de hand van een risicobenadering. Hierbij is de kans op effecten bepaald en is tegelijkertijd de mogelijkheid om deze effecten te beperken meegenomen, op basis van een expertbeoordeling (zie ook paragraaf 3.2.3 en 4.3.3 voor een voorbeeld van hoe deze beoordeling heeft plaatsgevonden voor het thema natuur en het thema landschap). Ook is de kans op voorkomen van een bepaald effect of risico meegenomen in de beoordeling. In bijlage 1 en 2 is voor de aspecten natuur en landschap een tabel opgenomen met de link tussen de relevante beleidsuitspraken in PEH en de risico's voor natuur en landschap.

Dit leidt tot een effectanalyse die is uitgedrukt in 'kans op effecten' waarmee de omvang van de verwachte effecten en de mogelijkheid om de omvang van de effecten te beperken is samengevoegd in een beoordeling (klein, middelgroot, groot). Dit is visueel weergegeven in Figuur 2.3.

<sup>3</sup> Het aspect natuur zit zowel in de netwerklaag als in de ondergrondlaag. In de netwerklaag gaat het om NNN-gebieden die een (landelijk) netwerk van natuurgebieden vormen. Bij de ondergrondlaag gaat het om Natura 2000-gebieden en beschermde provinciale gebieden (niet zijnde NNN) die niet deze eigenschap per definitie hebben. Daarnaast zijn er verschillen in beschermingsregimes van de gebieden.

Figuur 2.3 Categorisering beoordeling aan de hand van omvang en mogelijkheden tot beperking van effecten



**Beoordeling in drie categorieën**

Bij de beoordeling van Milieu & Ruimte is de volgende aanpak gevolgd:

1. De beoordeling start met een kwalitatieve beschrijving van de effecten op ieder milieuaspect binnen een laag. Deze beschrijving is gebaseerd op expert judgement en geografische analyses (zie voor een uitgebreidere totstandkoming van deze expertbeoordelingen de voorbeelden in paragrafen 3.3 en 4.3).
2. Op basis van deze beschrijvingen is een analyse gemaakt van de effecten per laag. Er is hierbij ook ingegaan op tijdelijke en permanente effecten, mogelijkheid tot beperken en onomkeerbaarheid van effecten en de kans op voorkomen ervan.
3. De beoordeling per laag is uitgedrukt in kans op effecten en weergegeven met drie kleuren blauw en een cijfer (zie Tabel 2.3).

Tabel 2.3 Definitie aanduiding categorieën, bijbehorende kleuren en een toelichting

Kleuraanduiding	Definitie beoordeling	Toelichting
1	Kleine kans op effecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omvang van effecten of de kans op voorkomen is klein</li> <li>• Omvang van effecten is (middel)groot en veel mogelijkheden om omvang effecten te beperken</li> </ul>
2	Middelgrote kans op effecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omvang van effecten en/of de kans op voorkomen is middelgroot</li> <li>• Omvang van effecten is groot en er zijn mogelijkheden om omvang effecten te beperken</li> </ul>
3	Grote kans op effecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omvang en/of kans op voorkomen van effecten is groot en er zijn weinig tot geen mogelijkheden om omvang effecten te beperken</li> </ul>

Op basis van deze (manier van) effectbeoordeling kan worden vastgesteld voor welke robuuste ontwikkelingen en structuurkeuzes er risico's optreden. Indien er op meerdere lagen een donkerblauwe beoordeling (grote kans op effecten) wordt gegeven heeft vanuit milieu- en ruimteperspectief deze ontwikkeling belangrijke aandachtspunten/risico's en is het mogelijk dat uit vervolgonderzoek blijkt dat ingrijpende (beleids)keuzes moeten worden gemaakt of aanpassingen moeten worden gedaan. Dit betekent echter niet dat de ontwikkeling onmogelijk is (showstopper). Vanwege de lange termijn waarop de ontwikkelingen plaatsvinden is het goed mogelijk dat, bijvoorbeeld door de herstructurering van een industriecluster, meer ruimte ontstaat voor nieuwe puntinfrastructuur. In dat geval hoeft er bijvoorbeeld geen of minder ruimte buiten het cluster gebruikt te worden, waardoor effecten beperkter zijn. Vanwege de aard van de beoordeling, is het in deze fase niet mogelijk te concluderen dat een bepaalde ontwikkeling geheel onmogelijk is.

## 2.5 Relatie beleidsuitspraken PEH en milieu-informatie IEA

### 2.5.1 Link beleidsuitspraken PEH en milieu-informatie IEA

In het (ontwerp) PEH zijn verschillende richtinggevende beleidsuitspraken en concrete ontwikkelingen (bijvoorbeeld benodigde uitbreidingen van het 380kV-netwerk) opgenomen. Hierbij heeft zowel de milieu-informatie uit de IEA een rol gespeeld, maar ook energetische en/of technische uitgangspunten. In onderstaande tabel is de link gelegd tussen de milieu-informatie uit de IEA en de relevante beleidsuitspraken uit het PEH.

#### Kader 2.3 Uitgangspunten IEA: leveringszekerheid en technisch uitvoerbaar

Bij het opstellen van de IEA voor PEH zijn bepaalde uitgangspunten als gegeven beschouwd, ook al hebben die uitgangspunten op zichzelf ook ruimtelijke en milieugevolgen. De meeste van deze punten hebben een technisch-energetische achtergrond. Zo is het wettelijk vastgelegde basisprincipe 'leveringszekerheid blijft op hetzelfde niveau gehandhaafd' een belangrijk gegeven en worden vanuit technisch perspectief 220 kV of hoger verbindingen in principe bovengronds en als wisselstroomverbinding aangelegd. Voor 110/150 kV geldt juist dat die altijd ondergronds worden aangelegd, tenzij dit niet anders kan. Ook is de bundeling van infrastructuur een belangrijk uitgangspunt, waarbij nieuwe buisleidingen en hoogspanningsverbindingen zoveel mogelijk aan bestaande tracés of binnen bestaande gereserveerde leidingstroken worden aangelegd. Dit is namelijk al eerder vastgelegd en daarom als gegeven uitgangspunt beschouwd

Tabel 2.4 Link tussen (milieu)informatie IEA en beleidsuitspraken PEH

(Milieu)-informatie uit IEA	Link beleidsuitspraak PEH
Bovengrondse hoogspanningsverbindingen geven een grote kans op effecten op het landschap bij nieuwe doorkruisingen. Door parallel aan te leggen met bestaande verbindingen, kunnen effecten worden beperkt. Bovengrondse verbindingen geven ook een grote kans op effecten door aanvaringsslachtoffers uit Natura 2000-gebieden en doorkruisingen van Natura 2000-gebieden (resultierend in vernietiging, verstoring en vermijding). Ook hier is van toepassing: door parallel aan te leggen met bestaande verbindingen, kunnen effecten worden beperkt.	Verzwaren van bestaande verbindingen heeft de voorkeur boven realisering van een nieuw tracé.
	Op basis van een integrale afweging op projectniveau kan – voor zover dit uit oogpunt van leveringszekerheid verantwoord is – in bijzondere gevallen, met name voor kortere gedeelten van nieuwe hoogspanningsverbindingen met een spanning van 220 kV en hoger, ondergrondse aanleg worden overwogen.
	Nieuwe hoogspanningsverbindingen van 220 kV en hoger die geen onderdeel uitmaken van de landelijke ring of de aansluiting met de omliggende landen (interconnectie) worden waar mogelijk en zinvol met bestaande hoogspanningsverbindingen op één mast gecombineerd,

(Milieu)-informatie uit IEA	Link beleidsuitspraak PEH
<p>De noodzaak voor uitbreiding van de twee 380kV-verbindingen zijn noodzakelijk voor de leveringszekerheid en volgen uit technisch-energetische analyses. De milieueffecten van de uitbreiding van hoogspanningsverbindingen zijn beschreven in bijlage XIa en bijlage XVI. Voor drie verbindingen opgenomen in PEH staan hieronder de belangrijkste milieueffecten (geen showstoppers, maar wel belangrijke aandachtspunten):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ens - Zwolle: De tracéopties lopen veelal door open agrarisch gebied, met uitzondering van de woonkern Zwartsluis. Er zijn geen grote aandachtspunten voor de occupatielaag en de netwerklaag. De tracéopties kruisen het Nationaal Landschap IJsseldelta aan de rand nabij Zwartsluis. Dit betekent voor landschap een grote kans op effecten. Vanwege het kruisen van Natura 2000-gebied en Nationaal Landschap bij Zwartsluis is de kans op effecten groot voor de ondergrondlaag.</li> <li>• Tilburg - Eindhoven: Met name in de netwerklaag en ondergrondlaag zijn effecten te verwachten op natuur en landschap. De tracéopties kruisen verschillende Natura 2000-gebieden en NNN-gebieden met waarde voor weidevogels. Hier is een grote kans op effecten op natuur. De noordelijke tracéoptie ligt dicht langs het Nationale Park Vincent van Gogh en de Mortelen en loopt bij Son via het beekdal van de Dommel naar het zuiden. Dit geeft een grote kans op effecten voor landschap. Meerdere tracéopties liggen dicht langs grote stedelijke gebieden en door landbouwgebied met enkele kleine woonkernen. Dit geeft een kans op effecten in de occupatielaag.</li> <li>• Diepe aanlanding Maasbracht: De voornaamste kans op effecten is aan de orde in de netwerklaag en ondergrondlaag. Er zijn meerdere primaire waterkeringen die worden gekruist: de Haringvlietdam, bij Geertruidenberg en bij Maasbracht. Met name de Haringvlietdam is een complexe waterkering, onderdeel van de Deltawerken. Hiervoor zijn maatregelen nodig om de waterveiligheid te waarborgen. Hierdoor is de kans op effecten middelgroot. In de ondergrondlaag worden diverse grondwaterbeschermingsgebieden gekruist die niet vermeden kunnen worden. Dit geeft een grote kans op effecten. Er wordt over het gehele tracé verschillende NNN-gebieden gekruist, met name rond Eindhoven zijn er grotere stukken NNN-gebied die worden doorkruist. Natura 2000-gebieden (op land) kunnen met optimalisatie van het tracé vermeden worden, dit geldt niet voor de Natura 2000-gebieden in water. De kans op effecten is als middelgroot beoordeeld, met name vanwege ondergrondse aanleg van de verbinding. Daarnaast speelt de volgende overweging een rol: diepe aanlanding beperkt de noodzaak voor bovengrondse uitbreiding van infra en dit beperkt effecten op de verschillende Milieu &amp; Ruimte aspecten, uitgaande van de verwachting dat er grote volumes windenergie op zee in de toekomst geproduceerd worden.</li> </ul> <p>*De verbindingen Eindhoven-Maasbracht en Zwolle Hengelo zijn niet opgenomen in PEH, maar komen wel als robuust naar boven uit de netdoorrekening en zijn ook voorzien van een effectbeoordeling in de IEA. Voor versterking Eindhoven-Maasbracht geldt dat er intussen een project is gestart, en dit daarmee als vertrekpunt wordt gezien i.h.k.v. PEH. Zwolle-Hengelo is in Ontwerp-PEH niet opgenomen, omdat het beeld is dat hier het capaciteitsknelpunt waarschijnlijk wordt veroorzaakt door beperkte modellering van interconnectiepunten, en dat dit knelpunt waarschijnlijk in de praktijk niet optreedt.</p>	<p>of gebundeld met bestaande hoogspanningsverbindingen of bovenregionale infrastructuur.</p> <p>Er is naar verwachting in ieder geval uitbreiding nodig van de volgende hoogspanningsverbindingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitbreiding van het 380kV-net tussen Ens-Zwolle.</li> <li>• Uitbreiding van het 380kV net tussen Tilburg-Eindhoven.</li> <li>• Een diepe aanlanding naar Maasbracht (Limburg).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uitbreidingen van deze hoogspanningsstations zijn noodzakelijk voor de leveringszekerheid en volgen uit technisch-energetische analyses. De milieueffecten van de nieuwe hoogspanningsstations zijn beschreven in bijlage XIa. Voor negen verbindingen opgenomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Er is naar verwachting in ieder geval extra ruimte noodzakelijk voor nieuwe of uitbreidingen van 220/380kV</li> </ul>

(Milieu)-informatie uit IEA	Link beleidsuitspraak PEH
<p>in PEH staan hieronder de belangrijkste milieueffecten (geen showstoppers, maar wel belangrijke aandachtspunten):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dodewaard: kent relatief beperkte kans op effecten. Alleen in de ondergrondlaag is een aandachtspunt voor aardkundige waarden en overstromingsgevoeligheid.</li> <li>• Eindhoven: Er liggen relatief veel woningen in de omgeving waardoor er beperkte ruimte is. Dit geeft een grote kans op effecten in de occupatielaag. Er is een aantal bestaande hoogspanningsverbindingen die vanuit het noorden, oosten en westen bovengronds aanlanden op de bestaande hoogspanningsstations. Dit beperkt de beschikbare ruimte voor de realisatie van een nieuw 380kV-station en geeft een gemiddeld kans op effecten. Aandachtspunten zijn de beschikbare ruimte om de onderdelen te realiseren en de landschappelijke impact die dit op de omgeving heeft.</li> <li>• Graetheide: In de occupatielaag is sprake van een middelgrote kans op effecten, met name vanwege overlap met landbouw en externe veiligheidscontouren van industriële activiteiten. In de netwerk- en ondergrondlaag is de kans op effecten klein. Er liggen geen Natura 2000-gebieden, NNN kan worden ontzien in de omgeving en er is reeds sprake van een industriële omgeving (landschap). Daarnaast speelt de volgende overweging een rol: diepe aanlanding beperkt de noodzaak voor bovengrondse uitbreiding van infra en dit beperkt effecten op de verschillende Milieu &amp; Ruimte aspecten, uitgaande van de verwachting dat er grote volumes windenergie op zee in de toekomst geproduceerd worden.</li> <li>• Maasvlakte: In de occupatielaag speelt met name externe veiligheid (risicocontouren) van bestaande activiteiten een rol. Gezien het grote ruimtebeslag dat verwacht wordt (max 50ha voor hoogspanningsstations) is dit beoordeeld als een grote kans op effecten. In de omgeving liggen meerdere Natura 2000-gebieden Voordelta, Voornes Duin en een klein deel van de Oude Maas, al zijn de effecten van een hoogspanningsstation op deze gebieden beperkt.</li> <li>• Eemshaven: Kent relatief beperkte kans op effecten in alle lagen. Er is voldoende ruimte beschikbaar voor de uitbreiding van het hoogspanningsstation.</li> <li>• Borssele/Sloegebied: Gezien de potentiële effecten voor externe veiligheid is de kans op effecten voor de occupatielaag beoordeeld als middelgroot. Ruimte binnen Barro-locatie (reservering) is mogelijk niet voldoende, waardoor buiten locatie gezocht moet worden. Hier liggen meerdere NNN en Natura 2000-gebieden en mogelijk archeologische waarden. Kans op effecten hierop is groot.</li> <li>• Maasbracht: Binnen een straal van 1 km rondom de locatie liggen circa 1.250 woningen en een risicocontour van een gasinstallatie. De kans op effecten op de occupatielaag is als groot beoordeeld. Vanuit de Barro-locatie lopen in alle windrichtingen bovengrondse hoogspanningsverbindingen, waardoor er beperkt ruimte is voor uitbreiding. De effecten op de ondergrondlaag zijn middelgroot als gevolg van de aanwezigheid van aardkundige waarden en rijksmonumenten in de omgeving.</li> <li>• Noordzeekanaalgebied: Er is beperkt ruimte beschikbaar. Aandachtspunten bij deze locatie zijn de beschikbare ruimte en de landschappelijke en cultuurhistorische waarden van de Stelling van Amsterdam. Met name grote kans op effecten in de netwerk- en ondergrondlaag.</li> <li>• Weiwerd: Kent relatief beperkte kans op effecten. Alleen in de ondergrondlaag is zettingsgevoeligheid een aandachtspunt. Gezien de industriële locatie is er beperkt kans op effecten op landschap.</li> </ul>	<p>hoogspanningsstations in de omgeving van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dodewaard</li> <li>• Eindhoven</li> <li>• Graetheide</li> <li>• Maasvlakte</li> <li>• Eemshaven</li> <li>• Borssele/Sloegebied</li> <li>• Maasbracht</li> <li>• Noordzeekanaalgebied</li> <li>• Weiwerd</li> </ul>
<p>Er is vanuit technisch-energetisch perspectief voldoende regelbaar vermogen van grootschalige elektriciteitscentrales nodig voor de leveringszekerheid van elektriciteit. Voor grootschalige elektriciteits-</p>	<p>Bestaande vestigingsplaatsen voor grootschalige elektriciteitsproductie worden behouden voor het benodigde regelbare</p>

<b>(Milieu)-informatie uit IEA</b>	<b>Link beleidsuitspraak PEH</b>
<p>centrales zijn voldoende transportcapaciteit, forse hoeveelheden koelwater en ruimte noodzakelijk. De bestaande Barro-locaties voldoen hieraan, maar verder zijn er geen geschikte locaties. Daarom is het noodzakelijk dat voldoende ruimte behouden wordt op de bestaande locaties. Ook vanuit landschappelijk perspectief en vanuit leefomgeving en natuur blijkt uit de effectbeoordeling dat voor de industriële locaties een geringer effect wordt verwacht dan voor nieuwe locaties buiten de industrieclusters. Echter bij uitbreiding van de bestaande locaties ontstaat strijdigheid met andere functies. Daarbij komt dat op meerdere reserveringslocaties andere functies de vestigingsplaatsen naderen (bijvoorbeeld als gevolg van uitbreiding van woningbouw). Dit leidt tot een grotere kans op effecten bij uitbreiding.</p>	<p>vermogen in de toekomst. Deze bestaande aangewezen vestigingsplaatsen hebben unieke locatie eigenschappen en bieden naar verwachting voldoende de ruimte. Uitzondering is de vestigingsplaats Harculo bij Zwolle; deze komt te vervallen.</p>
<p>Grootschalige batterijen zijn vanuit technisch-energetisch perspectief nodig voor de leveringszekerheid. Hoogspanningsstations zijn vanuit energetisch perspectief, maar ook vanuit milieu en ruimte gunstige locaties, aangezien in dat geval naar verwachting minder elektriciteitsinfrastructuur nodig is en de impact op landschap en leefomgeving beperkter is. Uit de milieubeoordeling blijkt dat de effecten van batterijen relatief beperkt zijn, wanneer ze geplaatst worden in de nabijheid van grootschalige elektrische infrastructuur. Lokaal zijn daarbij uiteraard wel aandachtspunten.</p> <p>Er is nader onderzoek nodig om tot aanvullend ruimtelijk beleid en concrete gewenste locatiekeuzes te komen. De netbeheerders starten hiertoe een netwerkanalyse. Rijk en provincies maken in samenspraak met netbeheerders verdere afspraken over de uitrol van batterijen en zijn voornemens begin 2024 aangescherpte beleidskaders op te leveren.</p>	<p>Grootschalige baterijen zijn in de toekomst nodig voor de balans van het elektriciteitssysteem, ook al in 2030. Deze worden bij voorkeur geplaatst nabij hoogspanningsstations en op plekken waar veel vraag en aanbod is van hernieuwbare elektriciteit.</p>
<p>In de effectbeoordeling Milieu &amp; Ruimte (bijlage XIa) is onderzoek gedaan naar de effecten van nieuwe waterstofinfrastructuur (extra buisleidingen). Het geringe ruimtebeslag (circa 5 meter brede strook) en de op nationale schaal geringe lengte van de benodigde ontwikkelingen voor waterstofverbindingen, maakt dat dit wordt beoordeeld als een kleine kans op effecten, wanneer deze binnen of nabij het huidige tracé kan worden aangelegd.</p>	<p>Nieuwe buisleidingen dienen zoveel mogelijk gebundeld te worden met bestaande leidingen (bundelingsprincipe) binnen de reserveringsgebieden voor buisleidingen. Ook worden nieuwe leidingen in beginsel parallel in aangegeven reserveringsgebieden gelegd, en niet daarbuiten. Daarnaast dient de risicozonering van nieuwe leidingen zoveel mogelijk binnen de contouren van de leidingstrook gehouden te worden.</p>
<p>Het plaatsen van grootschalige elektrolyzers bij aanlandlocaties van offshore windenergie en de waterstof backbone heeft vanuit technisch-energetisch perspectief de voorkeur. Hiermee kunnen uitbreidingen aan bovengrondse hoogspanningsinfrastructuur voorkomen worden. Dit leidt tot een beperking van de ruimtelijke en landschappelijke impact. Aan de hand van keuzes over toekomstige aanlandingen van wind van zee, wordt dit voor keursbeleid aangevuld en geactualiseerd. Bij een investeringsbesluit voor diepe aanlanding naar Maasbracht, wordt Chemelot een voorkeursgebied voor elektrolyse. Ook vanuit milieu en ruimte hebben de locaties binnen de grote energieclusters de voorkeur omdat hier de effecten voor onder andere leefomgeving en landschap beperkter zijn. Nader onderzoek is nodig over een toekomstbestendig waterverbruik voor elektrolyse-projecten binnen gebieden met een kwetsbare watervoorziening.</p>	<p>Op land wordt grootschalige elektrolyse (&gt;100MWe) bij voorkeur geplaatst in de omgeving van (elektrische) aanlandlocaties van offshore windenergie en nabij de waterstof backbone. Het Rijk wijst voorkeursgebieden aan voor de ontwikkeling van deze grootschalige elektrolyse-projecten. Dit gaat initieel om de gemeenten waarbinnen de industriegebieden zijn gelegen in de omgeving van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noordzeekanaalgebied</li> <li>• Delfzijl en Eemshaven</li> <li>• Rotterdam en Moerdijk</li> <li>• Borssele en Terneuzen</li> </ul>
<p>Er is nader onderzoek nodig naar de effecten en (milieu)risico's van ondergrondse waterstofopslag. Een deel van dit onderzoek is momenteel in uitvoering. In hoofdstuk 5 van deze aanvulling worden enkele van deze effecten nader beschreven.</p>	<p>Het verantwoord omgaan met de veiligheids- en milieurisico's wordt als voorwaarde meegenomen in de ontwikkeling van nieuwe locaties voor ondergrondse waterstofopslag. In het Nationaal Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond worden – in een maatschappelijke dialoog – nadere locatiekeuzes gemaakt over o.a. opslag in de ondergrond.</p>
<p>Uit de effectbeoordeling blijkt dat er bij de verschillende (robuuste) ontwikkelingen effecten op de ondergrondlaag optreden.</p>	<p>Om conflicten met andere belangrijke functies in de ondergrond te voorkomen, worden Natura 2000-gebieden, huidige waterwinningen,</p>

(Milieu)-informatie uit IEA	Link beleidsuitspraak PEH
(grondwaterbeschermingsgebieden en Natura 2000-gebieden). Die effecten zijn moeilijk mitigeerbaar.	Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) en Nationale Grondwaterreserves waar mogelijk vermeden.
Er zal in de toekomst opslagcapaciteit noodzakelijk zijn voor waterstof. Er zijn beperkte mogelijkheden hiervoor. Zoutcavernes zijn een van de meest kansrijke opties voor grootschalige waterstofopslag. Voor opslag van elektriciteit (wat gebeurt bij persluchtopslag) zijn meer alternatieven. Daarom gaat waterstofopslag in zoutcavernes voor persluchtopslag. Voor de zoutwinning in de toekomst hanteert het kabinet als uitgangspunt dat nieuwe locaties voor zoutwinning zoveel mogelijk samenvallen met het mogelijk realiseren van ondergrondse energieopslag. De technische geschiktheid, veiligheid en economische haalbaarheid per locatie zal in de toekomst nog moeten worden vastgesteld, waarbij een aantal locaties mogelijk niet aan de gestelde eisen zal voldoen. In hoofdstuk 5 van deze aanvulling wordt ingegaan op de mogelijke effecten van waterstofopslag in zoutcavernes.	Waterstofopslag in zoutcavernes gaat voor persluchtopslag.

Deze uitspraken zijn in het PEH, voor zover ze een ruimtelijke weerslag kennen, ook op kaart opgenomen, zie hiervoor het Ontwerp PEH<sup>4</sup> en het kaartmateriaal in de hoofdstukken 7 t/m 11.

Tot slot kent het PEH ook nog enkele belangrijke ruimtelijke uitgangspunten en inrichtingsprincipes voor de energie-hoofdinfrastructuur. Die uitgangspunten zijn mede gebaseerd op de milieufafwegingen en de in steek om milieugevolgen zoveel mogelijk te beperken. In Kader 2.4 wordt hier nader op ingegaan.

#### Kader 2.4 Ruimtelijke inrichtingsprincipes PEH

In de IEA is een aantal ruimtelijke principes als randvoorwaarde of uitgangspunt gehanteerd bij het bepalen van de inrichting van concrete oplossingen (robuuste ontwikkelingen en structuurkeuzes). Die randvoorwaarden zijn mede gekozen vanuit het principe om aan de voorkant effecten te beperken (in plaats van achteraf te mitigeren) en zijn afgeleid uit de traceringsprincipes die in bestaande projecten gebruikelijk worden gehanteerd. In dat opzicht kunnen deze randvoorwaarden ook als mitigerende maatregelen worden beschouwd. Het gaat om de volgende uitgangspunten:

1. Bij een nieuw tracé wordt dit zodanig ontworpen dat de nieuwe verbinding zo kort mogelijk is. Hierbij is de gedachte dat een geringere lengte leidt tot een kleiner ruimtebeslag en daarmee een kleinere kans op effecten.
2. Zoveel mogelijk bundeling en concentratie van energie-infrastructuur. In de buisleidingentracés worden buisleidingen in één strook gebundeld. Nieuwe hoogspanningsinfrastructuur wordt bij voorkeur parallel met bestaande verbindingen of bovenregionale infrastructuur aangelegd, en waar mogelijk gecombineerd op één mast. Installaties zoals hoogspanningsstations, elektrolyzers, centrales en dergelijke worden zoveel mogelijk aansluitend aan bestaande elementen van energie-infrastructuur geplaatst (zoals bestaande onderstations of elektriciteitscentrales) en/of in en rondom industrieclusters.
3. Natura 2000-gebieden worden zoveel mogelijk vermeden vanwege hun intrinsieke waarde en internationale afspraken bij het aanleggen van nieuwe energie-infrastructuur, teneinde effecten te voorkomen.
4. Bij aanleg van energie-infrastructuur wordt rekening gehouden met de laatste richtlijnen omtrent gezondheid en veiligheid en worden woonkernen waar mogelijk vermeden. Hoogspanningsverbindingen kennen magneetvelden en voor buisleidingentracés zijn bepaalde risicocontouren opgenomen. Bij nieuwe verbindingen dient rekening gehouden te worden met de laatste richtlijnen omtrent gezondheid en veiligheid rondom (ondergrondse) hoogspanningslijnen.

Door op voorhand rekening te houden met deze principes worden effecten waar mogelijk vermeden. Daarom worden deze opties niet afzonderlijk als mitigerende maatregel beschouwd en is er in het planMER geen voor- en na mitigerende maatregelen beoordeling gemaakt per robuuste ontwikkeling of structuurkeuze. Deze uitgangspunten zijn vervolgens ook opgenomen in paragraaf 6.3.1 van het Ontwerp PEH.

<sup>4</sup> Link: [Ontwerp-Programma Energiehoofdstuctuur - Ruimte voor een klimaatneutraal energiesysteem van nationaal belang | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)



## 2.5.2 Risicotabel puntinfrastructuur – milieu

In de onderstaande tabel is per type puntinfrastructuur een samenvatting van de belangrijkste milieueffecten en risico's opgenomen. Deze tabel is opgesteld op basis van de effectanalyse in bijlage XIa en XIb van de Integrale effectanalyse. Voor deze puntinfrastructuur geldt dat milieueffecten veelal lokaal zijn, maar dat de schaal en reikwijdte van een effect wel sterk kan verschillen. Zo kan een regelbare centrale als gevolg van het gebruik van koelwater en het effect van stikstof een effect hebben op natuur(gebieden) in de ruimere omgeving, terwijl batterijen vooral lokaal een ruimtebeslag en effecten op landschap kennen, maar geen relevante milieueffecten op grotere afstand hebben. Eventuele mitigerende maatregelen om effecten te voorkomen of beperken zijn per specifieke locatie verschillend en worden in een vervolgproucedure (projectprocedure) nader uitgewerkt per locatie.

Tabel 2.5 Type element en de belangrijkste milieurisico's

Type element	Belangrijkste milieurisico's
Hoogspanningsstations	Ruimtebeslag (10 hectare per station) en de gevolgen daarvan voor andere gebruiksfuncties (met name voor NNN en landschap) vormt het belangrijkste aandachtspunt voor dit type puntinfrastructuur. Daarnaast kent een hoogspanningsstation als gevolg van de aanwezigheid van transformatoren een geluidemissie die gevolgen kan hebben voor de omliggende (woon)bebouwing. Dit speelt met name op enkele locaties voor nieuwe 380 kV stations nabij woonkernen (Amsterdam Hemweg, Eindhoven en Rotterdams Havengebied), waar woningen op kortere afstand van de locaties liggen.
Regelbare centrales	Ruimtebeslag en de gevolgen daarvan voor andere gebruiksfuncties (met name natuur, bebouwing, landbouw en landschap) vormt het belangrijkste aandachtspunt voor dit type puntinfrastructuur. Op meerdere locaties zal herontwikkeling en inrichting van de omgeving nodig zijn om voldoende benodigde ruimte (in het geval van het maximaal benodigde ruimtebeslag) te vinden. Regelbare centrales hebben verder een koelwaterbehoefte. Het lozen van het gebruikte koelwater kan een negatieve invloed hebben op het ontvangende oppervlaktewater, doordat de temperatuur van dit oppervlaktewater plaatselijk stijgt. In warme perioden kan de lozing van koelwater daardoor leiden tot een te hoge temperatuur van het oppervlaktewater, waardoor de zuurstofconcentratie in het water lager wordt. Dit heeft negatieve effecten voor de aquatische ecologie. Zo kan opwarming leiden tot vissterfte, excessieve algengroei en het optreden van botulisme. Tot slot zal een regelbare centrale die gestookt wordt op waterstof ook een NO <sub>x</sub> uitstoot hebben (uitgaande van een verbranding van H <sub>2</sub> met atmosferische lucht <sup>5</sup> ). Het neerslaan van deze NO <sub>x</sub> in omliggende stikstofgevoelige habitats binnen Natura 2000 gebieden kan gevolgen hebben voor de instandhoudingsdoelstellingen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat de nieuwe regelbare centrales bestaande conventionele kolen- en aardgas centrales vervangen en daarmee dus per saldo een forse emissiereductie wordt bewerkstelligd.
Elektrolyzers	Ruimtebeslag (10 hectare per elektrolyser van 1 GW) en de gevolgen daarvan voor andere gebruiksfuncties (met name voor NNN en landschap) vormt het belangrijkste aandachtspunt voor dit type puntinfrastructuur. Voor de productie van waterstof vormt water (H <sub>2</sub> O) de basis. Het water voor elektrolyse moet van hoge kwaliteit zijn (gedemineraliseerd), daarom wordt ervan uitgegaan dat er gebruik wordt gemaakt van leidingwater (drinkwater en industriewater) dat al dan niet ter plekke nog bewerkt wordt tot demi-water. Er wordt geen oppervlaktewater of grondwater gebruikt. Tot slot heeft een elektrolyser koelwater nodig en/of is een koeltoren nodig. Indien het koelwater ter plaatse geloosd wordt op het oppervlaktewater kan dit vergelijkbare effecten hebben met koelwater van regelbare centrales. Ook kan in het geval van koeltorens een extra effect op landschap optreden, vanwege de toevoeging van verticale bouwwerken die over grote afstand zichtbaar zijn.
Batterijen	In de verschillende scenario's zijn batterijen geplaatst nabij hoogspanningsstations om extra infrastructuur (verbindingen en HS-stations) te vermijden. Deze batterijen vergen per locatie een ruimtebeslag van tussen 5 en 15 hectare. Uit de milieubeoordeling (bijlage XIa) blijkt dat ruimtebeslag en de gevolgen daarvan voor andere gebruiksfuncties (natuur, bebouwing, landbouw en landschap) het belangrijkste aandachtspunt vormt voor dit type puntinfrastructuur. Niet op alle locaties is voldoende ruimte beschikbaar. Op enkele specifieke locaties (waaronder Vijfhuizen en Westdorpe) vormt de aanwezigheid van andere boven- en ondergrondse infrastructuur een belangrijk knelpunt in de mogelijkheden voor realisatie op deze locaties.

<sup>5</sup> Indien pure zuurstof (O<sub>2</sub>) wordt gebruikt bij de verbranding van waterstofgas (H<sub>2</sub>) dan ontstaat alleen puur water (H<sub>2</sub>O) en energie als eindproduct. Bij verbranding waarbij omgevingslucht, die voor 78% bestaat uit stikstof (N<sub>2</sub>), wordt gebruikt zal een reactie plaatsvinden tussen de N<sub>2</sub> en de O<sub>2</sub> in de lucht en ontstaat ook NO<sub>x</sub>.

## 3 Natuur

### 3.1 Inleiding

De Commissie vraagt in haar advies om nader in te gaan op de effectbeoordeling voor Natura 2000-gebieden, NNN en beschermde soorten. Hieronder wordt de methodiek voor de effectbeoordeling voor Natura 2000, NNN en overige gebieden beschreven, deze wordt nader uitgewerkt aan de hand van twee (robuuste) ontwikkelingen en er is een tabel met de relevante beleidsuitspraken uit PEH en potentiële risico's voor natuur opgenomen. Daarnaast wordt ingegaan op de mogelijkheden voor mitigerende maatregelen, de aard van een Passende Beoordeling en aanbevelingen voor vervolprojecten of -onderzoek.

Te bespreken effecten volgen uit de effectenindicator.<sup>6</sup> Er worden in zijn algemeenheid 19 verschillende (negatieve) effecten (storende factoren in de terminologie van de effectenindicator) onderscheiden, verdeeld over zes groepen. Deze zes groepen met hun storende factoren staan in onderstaande tabel.

Tabel 3.1 Groepen en storende factoren effectenindicator Natuur2000

Nr.	Groep (omschrijving)	Storende factor(en)
1	Achteruitgang kwantiteit leefgebied	Verlies oppervlak
2	Achteruitgang kwaliteit leefgebied: chemische factoren	Verzuring Vermesting Verzoeting Verziltting Verontreiniging
3	Achteruitgang kwaliteit leefgebied: fysische factoren	Verdroging Vernatting Verandering stroomsnelheid Verandering overstromingsfrequentie Verandering dynamiek substraat
4	Achteruitgang kwaliteit leefgebied: verstorende factoren	Verstoring door geluid Verstoring door licht Verstoring door trilling Verstoring door mensen Verstoring door mechanische effecten
5	Achteruitgang kwaliteit leefgebied: ruimtelijke factoren	Barrièrewerking Versnippering leefgebied
6	Introductie of uitbreiding van gebiedsvreemde of genetische gemodificeerde soorten	Verbreiding van soorten

Op hooguit lokale schaal is alleen sprake van effecten uit de groepen 3, 4 en 6. Deze effecten zijn dan ook op die schaal beschouwd (via puntinfrastructuur). Op een hogere schaal (lijninfrastructuur) zijn effecten uit groepen 1 en 5 beschouwd. Van groep 2 zijn alleen de effecten via verontreiniging en verzuring beschouwd. Hierbij geldt dat verontreiniging een effect op lokale schaal is, en verzuring op grotere schaal. Zie voor verzuring Kader 3.1 Stikstof in paragraaf 3.2.1.

<sup>6</sup> Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Alterra-rapport 1375, ISSN 1566-7197, 2005.

### 3.2 Beoordelingskader IEA/planMER

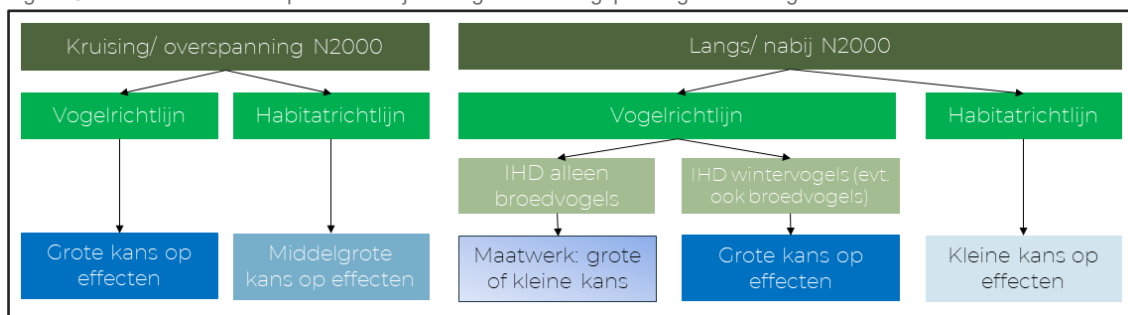
#### 3.2.1 Natura 2000-gebieden (habitat- en vogelrichtlijn)<sup>7</sup>

Negatieve effecten op Natura 2000-gebieden moeten zo veel als mogelijk worden voorkomen, dan wel worden beperkt. De elementen van de energie-infrastructuur kunnen effect hebben op de beschermde habitats en soorten van deze gebieden. Effecten kunnen ontstaan door overlap met Natura 2000-gebieden, vanwege de directe fysieke ingreep, maar ook door externe werking op deze gebieden en soorten<sup>8</sup>.

Bij bovengrondse hoogspanningsverbindingen zijn aanvarings-slachtoffers een mogelijk belangrijk effect. Er is een beslisboom opgesteld voor de toe te kennen beoordeling van deze aanvarings-slachtoffers en de overige effecten op de Natura 2000-gebieden. Voor de tracéoptie die parallel loopt aan bestaande bovengrondse verbinding is er een kleine kans op effecten. Tracéopties in of nabij Natura 2000-gebieden die niet parallel liggen met bestaande verbindingen, is de methodiek toegepast uit Figuur 3.1.

In zijn algemeenheid is de beoordeling van effecten gedaan volgens de beslisboom van Figuur 3.1. De zwaarte van de uitslag van de beoordeling is af te leiden uit de onderste vakken van de figuur waarbij de donkere vakken drie minnen opleveren en de lichtblauwe vakken een min. Wanneer sprake is van maatwerk is dat vanwege het externe effect via vogelvliegbewegingen (vooral watervogels) vanuit Natura 2000-gebieden naar foerageergebieden eromheen gelegen. Niet in alle Natura 2000-gebieden met vogeldoelstellingen komen daadwerkelijk vogelsoorten voor die dergelijke vliegbevingen dagelijks vertonen.

Figuur 3.1 Beslisboom kans op effecten bij bovengrondse hoogspanningsverbindingen



<sup>7</sup> Voor Natura 2000 komt de tekst grotendeels overeen met de eerdere gepubliceerde IEA bijlage X. Voor NNN en 3.2.3 Provinciaal beschermde weidevogelgebieden en ganzengebieden, is de tekst in deze aanvulling aangevuld.

<sup>8</sup> Externe werking zijn effecten van een ingreep die optreden buiten (het invloedsgebied) van een Natura 2000-gebied tot binnen het Natura 2000-gebied reiken. Voor NNN-gebieden geldt dat externe werking geen onderdeel is van de bescherming van deze gebieden.

In Tabel 3.2 staat de uitwerking aan de hand waarvan de effectbeoordeling heeft plaatsgevonden.

Tabel 3.2 Uitwerking deelaspect Natura 2000-gebieden per element

Element	Uitwerking deelaspect Natura 2000-gebieden
<b>Verbinding</b>	Potentielle doorsnijding van gebieden, nabijheid van gebieden (m.n. vogelrichtlijn).
<b>Station</b>	Nabijheid van gebieden
<b>Regelbare centrales</b>	Nabijheid van gebieden en potentiële invloed gebruik koelwater
<b>Elektrolyzers</b>	Wordt niet beoordeeld omdat mogelijke effecten altijd te mitigeren <sup>9</sup>
<b>Batterijen</b>	Nabijheid van gebieden
<b>Opslag waterstof</b>	Wordt niet beoordeeld omdat uitgangspunt is dat de kleine bovengrondse ruimtevrage niet in Natura 2000-gebied wordt geplaatst
<b>Zon op land</b>	Potentiële impact op Natura 2000 van totale opgave
<b>Wind op land</b>	Potentiële impact op Natura 2000 van totale opgave
<b>Kernenergie</b>	Nabijheid van gebieden en potentiële invloed gebruik koelwater

#### Kader 3.12 Omgang met stikstof

Het PEH betreft de ruimtelijke planning van een klimaatneutraal energiesysteem in 2050. Er zal op verschillende locaties in Nederland nieuwe infrastructuur gerealiseerd moeten worden om dit toekomstige energiesysteem te realiseren. Dit klimaatneutrale energiesysteem stoot nauwelijks stikstof uit bij gebruik, waarbij in vergelijking met het huidige energiesysteem er sprake is van een grote afname in stikstofuitstoot.

De realisatie van deze energie-infrastructureur onderdelen vanuit het PEH vindt plaats in de periode 2030 tot 2050. Het is aannemelijk dat eventuele tijdelijke stikstofemissie tijdens de bouwfase, gezien technologische ontwikkelingen in transport- en werktuigen, significant kan worden beperkt of voorkomen. Anderzijds is er zeer beperkt sprake van stikstofuitstoot tijdens de gebruiksfase (alleen als gevolg van verbranding van waterstof in elektriciteitscentrales). In de scenario's zijn de verschillen in benodigde hoeveelheid van deze centrales zeer gering en op het totale energiesysteem verwaarloosbaar.

Dit betekent dat stikstof geen onderscheidende rol speelt in de effectbeoordeling van verschillende elementen (en alternatieven), noch in de te maken keuzes. Stikstof is daarom als milieuaspect niet onderzocht in de beoordeling voor het thema Milieu & Ruimte.

### 3.2.2 Natuurnetwerk Nederland

Zoals in de beoordelingsmethodiek is beschreven, variëren de effecten van elementen van energie-infrastructureur op het Natuurnetwerk Nederland (NNN) per element. Met name lijn-elementen kunnen een grote kans op effecten hebben, afhankelijk van de locatie van de verbinding ten opzichte van NNN. Elementen op puntlocaties (bijv. batterijen) kennen juist een kleine kans op effecten. De kans op effecten is echter niet alleen afhankelijk van de aard van het element (type ingreep), maar ook van het beheertype van het NNN-gebied. Effecten op beheertypen met een lange ontwikkelingsduur zijn zwaarder beoordeeld dan die met een korte ontwikkelingsduur (bij gelijke aantasting in oppervlak). De mate waarin deze twee zich tot elkaar verhouden, bepaalt de uiteindelijke effectbeoordeling. Hieronder wordt dit nader toegelicht (t.o.v. de beoordelingsmethodiek).

<sup>9</sup> Elektrolyzers worden in de scenario's geplaatst in industriegebieden waar geen Natura 2000 aanwezig is. Effecten door het lozen van koelwater (extern effect) kan altijd beperkt worden; uitgangspunt is zoveel mogelijk gebruik van restwarmte, daarnaast is elektrisch koelen ook mogelijk indien Natura 2000 in de omgeving aanwezig is. In het laatste geval wordt er geen gebruikgemaakt van koelwater.

Als een tracé parallel met een bestaande verbinding door NNN wordt gesitueerd (met een tussenafstand van ca. 500 meter of minder) volgt de lichtste beoordeling (een min) behalve bij NNN-gebieden met een natuurtype voor vogels (N13). Daar krijgt een dergelijke parallelle verbinding door NNN de zwaarste beoordeling (drie minnen) vanwege aanvaringslachtoffers en/of verstoring/vermijding.

In tegenstelling tot Natura 2000-gebieden is er bij NNN geen sprake van externe werking. Desalniettemin is voor NNN-gebieden die een natuurtype voor vogels toegekend hebben gekregen, rekening gehouden met een effectafstand van 150 meter (zie hieronder voor een meer gedetailleerde toelichting). Het betreffende natuurtype is N13 (vogelgraslanden) met als beheertypen N13.01 (vochtige weidevogelgraslanden) en N13.02 (wintergastenweiden). Voor NNN-gebieden zonder vogeldoelstelling is geen effectafstand aangehouden en is NNN alleen beoordeeld als de energie-infrastructuur NNN kruist of overspant.

In het laatste geval is bij de beoordeling rekening gehouden met de ontwikkelingsduur van het beheertype dat wordt gekruist of overspannen. Gezien de huidige praktijk van toetsing van projecten aan NNN is met typische soorten die met de beheertypen zijn geassocieerd geen rekening gehouden.

Wanneer energie-infrastructuur binnen 150 meter langs of nabij NNN-gebieden met natuurtype N13 is geprojecteerd heeft deze de zwaarste beoordeling gekregen (drie minnen) vanwege het effect van verstoring / vermijding op de betreffende vogelsoorten waarvoor het NNN moet fungeren.

Bij kruising of overspanning van NNN is beoordeeld volgens de (maximale) ontwikkelingsduur van het betreffende beheertype. De ontwikkelingsduur geeft aan hoelang het duurt voor vervangend vergelijkbaar habitat dezelfde ecologische functies kan vervullen als het verlorene gegane gebied. Met name binnen het natuurtype grootschalige, dynamische natuur zijn er beheertypen met lange ontwikkelingsduren (tot 1000 jaar). Ook voor meerdere typen bos en een enkel ander beheertype gelden lange ontwikkelingsduren tot 500 jaar (bijvoorbeeld rivier- en beekbegeleidend bos, hoog- en laagveenbos, duinbos en park- en stinzenbos). Andere beheertypen hebben echter korte ontwikkelingsduren van 5 tot 10 jaar (bijvoorbeeld kranwierwater, zoete plas, brak water en zilt- en overstromingsgrasland). Voor dit project zijn op basis van deze ontwikkelingsduren drie categorieën beheertype aangehouden:

- 0-10 jaar: lichtste beoordeling (kleine kans op effecten, lichtblauwe kleur)
- 10-25 jaar: middelzware beoordeling (middelgrote kans op effecten, middelblauwe kleur)
- > 25 jaar: zware beoordeling (grote kans op effecten, donkerblauwe kleur)

Indien er schuifruimte is bij het voorgestelde tracé zodat NNN kon worden ontzien, werd de beoordeling een categorie minder zwaar: van grote kans op effecten naar middelgrote kans op effecten, en van middelgrote kans op effecten naar kleine kans op effecten. Uiteindelijke beoordeling van het tracé door NNN is gebaseerd op de zwaarste beoordeling op het tracé.

In Tabel 3.3 staat de uitwerking aan de hand waarvan de effectbeoordeling heeft plaatsgevonden.

Tabel 3.3 Uitwerking deelaspect NNN per element

Element	Uitwerking deelaspect NNN
<b>Verbinding</b>	Lengte van doorkruising NNN en relatie tot beheertype(n)
<b>Station</b>	Overlap NNN en relatie tot beheertype(n)
<b>Regelbare centrales</b>	Overlap NNN en relatie tot beheertype(n)
<b>Elektrolyzers</b>	Overlap NNN en relatie tot beheertype(n)
<b>Batterijen</b>	Overlap NNN en relatie tot beheertype(n)
<b>Zon op land</b>	Wordt niet beoordeeld omdat uitgangspunt is dat er geen ruimtebeslag op NNN-gebied is voor zon op land en er is geen externe werking <sup>10</sup>
<b>Wind op land</b>	Wordt niet beoordeeld omdat uitgangspunt is dat er geen ruimtebeslag op NNN-gebied is voor wind op land en er is geen externe werking
<b>Kernenergie</b>	Wordt niet beoordeeld vanwege ligging in al eerder aangewezen gebied voor kernenergie en er is geen externe werking

### 3.2.3 Provinciaal beschermde weidevogelgebieden en ganzengebieden

Niet alle provincies wijzen dergelijke gebieden aan. De trend van de laatste jaren is dat met name ganzengebieden niet door alle provincies meer worden aangewezen, ook al omdat de trend van de populaties van ganzensoorten over het algemeen positief is. Vliegbewegingen van ganzen worden binnen dit planMER echter wel meegenomen omdat deze vooral binnen Natura 2000-gebieden slapen / rusten maar vaak daarbuiten foerageren.

Uit onderzoek<sup>11</sup> volgt dat weidevogels tot op 100 meter verstoring ondervinden van een hoogspanningsverbinding terwijl voor ganzen een afstand van 150 meter geldt. Voor de beoordeling is een afstand van 150 meter voor zowel weidevogelgebieden als ganzengebieden als maximale effectafstand aangehouden.

Bij de beoordeling van effecten op dit type gebieden is rekening gehouden met het feit of een parallelle bundeling met een tussenafstand van ca. 500 meter met een bestaande verbinding plaatsvond. Indien dat het geval was, werd de beoordeling middelgrote kans op effecten (middelblauwe kleur) vanwege de kans op aanvaringslachtoffers maar ook op vermijding van de verbinding.

Indien geen bundeling plaatsvond werd een kruising of overspanning door het gebied als grote kans op effecten (donkerblauwe kleur). Indien de verbinding binnen 150 meter langs of nabij een dergelijk gebied is geprojecteerd, kreeg deze een beoordeling middelgrote kans op effecten (middelblauwe kleur).

Omdat alleen een lijnverbinding effect heeft op provinciaal beschermde weidevogel/ganzengebieden, is er geen tabel met uitwerking per element opgenomen, zoals bij Natura 2000 en NNN.

<sup>10</sup> Melman, Th.C.P., R. Buij, M. Hammers, R.C.M. Verdonshot & M.C. van Riel, 2014. Nieuw stelsel agrarisch natuurbeheer. Criteria voor leefgebieden en beheertypen. Alterra-rapport 2585. Alterra & Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen.

### 3.3 Nadere toelichting beoordeling in de IEA

#### 3.3.1 Algemeen overzicht van te beoordelen natuurwaarden

De scope van het voornemen heeft geresulteerd in een methodiek waarin alleen effecten op gebieden nader zijn beschouwd. Dit betreft dan Natura 2000-gebieden en gebieden die in het kader van het Natuurnetwerk Nederland zijn aangewezen. De beoordeling van de zwaarte van het effect op deze gebieden is gebaseerd op een combinatie van de hoeveelheid oppervlak die zou verdwijnen, de lengte van doorsnijding van het gebied en de tijdsduur die staat voor de teruggroei van de verdwenen vegetatie (ontwikkelingsduur). Bij de beoordeling is de huidige begrenzing van de beschermde gebieden als uitgangspunt genomen.

Omdat geen lijnvormige energie-infrastructuur is gepland op locaties rondom de Waddenzee zijn de beschermde gebieden aldaar en beschermde soorten specifiek voor die regio niet nader beschouwd.

Om de redenen hieronder benoemd is het voorkomen van de afzonderlijke beschermde soorten niet beschouwd in de effectbeoordeling. Wel moeten beschermde soorten worden meegenomen op project-niveau bij de specifieke bepaling van tracés. Beschermde soorten zijn binnen dit project wel beschouwd via de provinciaal beschermde weidevogelgebieden en ganzengebieden (ook wel ganzenopvanggebieden of ganzenfoerageergebieden genoemd). Deze gebieden vallen qua beleid buiten bovengenoemde stelsels van natuurgebieden (Natura 2000 en NNN) maar herbergen hoge waarden aan beschermde soorten (vooral broedende weidevogels respectievelijk overwinterende ganzen). Met name plaatsing van het element 'verbinding' in of nabij dergelijke gebieden creëert een impact op de aldaar voorkomende broedende weidevogels of overwinterende ganzen.

Losse waarnemingen van beschermde soorten buiten deze beschermde gebieden zijn niet meegenomen. Vanuit de Wet natuurbescherming gelden in provincies op dit moment vrijstellingen in het kader van ruimtelijke ontwikkelingen (zoals energie-infrastructuur) zodat geen ontheffing nodig is. Dit geldt bijvoorbeeld voor diverse soorten amfibieën en grondgebonden zoogdieren. Het betreft de (lokaal, regionaal en landelijk) algemene beschermde soorten van de Wet natuurbescherming.

Een dergelijke vrijstelling geldt niet voor broedende vogels. Bijna 200 vogelsoorten broeden min of meer regelmatig in Nederland. In alle habitats broeden vogelsoorten zodat het elke ingreep een effect kan hebben op een broedende vogel. Mitigerende maatregelen op project-niveau zijn vereist om een effect op broedende vogels te voorkomen zodat het voorkomen van broedende vogels niet onderscheidend is binnen alternatieven.

Overige beschermde soorten, anders dan de algemenere soorten en de vogels als hierboven benoemd, komen op een uitzondering na niet veel voor buiten beschermde gebieden.

#### 3.3.2 Voorbeeld uitwerking beoordeling 'expert judgement' milieuaspect natuur (puntinfrastructuur)

Als voorbeeld is hier het 220kV-station Weiwerd uitgewerkt. Een hoogspanningsstation wordt in principe als een puntlocatie opgevat. De locatie betreft de geïndustrialiseerde omgeving van Delfzijl. Voor de beoordeling van effecten op natuur is gezocht naar de meest nabijgelegen beschermde gebieden. Deze locatie is een van de weinige locaties die binnen de IEA/planMER die aan de randen van de Waddenzee

ligt. Omdat het een puntlocatie betreft zijn er geen externe effecten via vogelvliegbewegingen op natuurgebieden.

In dit geval bevindt zich weinig NNN in de nabijheid van de locatie. Ten noorden van de begrenzing van de locatie ligt de waddendijk en ook het Zeehavenkanaal. Ten noorden van het Zeehavenkanaal ligt een dam met windturbines waar ten noorden gebied dat is aangewezen als NNN ligt (beheertype N01.01 Zee en wad). Elders is het meest nabij gelegen NNN 't Roegwold net buiten de begrenzing van het te onderzoeken gebied. Dit gebied kent beheertype N16.04 (Vochtig bos met productie) waarvoor geen externe effecten worden verwacht.

Natura 2000-gebied Waddenzee is het meest nabijgelegen. De begrenzing is precies dezelfde als die voor het NNN ten noorden van de stationslocatie. Dat betekent dat de beoordeling voor Natura 2000 en NNN elkaar volgen (behalve externe werking die wel van toepassing is op Natura 2000 maar niet op NNN).

Tussen locatie en Waddenzee ligt een afstand van tenminste 200 meter (de breedte van het Zeehavenkanaal ter plekke). Alleen al deze afstand leidt tot de conclusie dat externe effecten via verstoring / vermijding door het 220kV-station op dit gebied kunnen worden uitgesloten. Bovendien staat er ook een rij windturbines tussen hoogspanningsstationslocatie en dit natuurgebied. Effecten op vliegbewegingen van vogels vanuit de Waddenzee richting binnenland zijn voor deze puntlocatie niet aan de orde. Op overige NNN-gebieden met natuurwaarden in de omgeving worden, gezien de afwezigheid van externe werking, geen effecten verwacht. Voor de beoordeling van deze locatie op natuurwaarden geldt dat er geen effecten zijn.

### 3.3.3 Voorbeeld uitwerking beoordeling 'expert judgement' milieuaspect natuur (verbinding)

Als voorbeeld wordt hier de verbinding Eindhoven – Maasbracht uitgewerkt. Van deze verbinding zijn er drie tracéopties uitgewerkt die respectievelijk parallel, westzijde en oostzijde zijn genoemd.

Tracé parallel kruist met name gemixt gras- en akkerland met enkele kleine stukken NNN-gebied. Ten westen van de Maas wordt NNN-gebied gekruist voordat de rivier de Maas wordt overgestoken richting Maasbracht. De bestaande verbinding ligt nabij twee Natura 2000-gebieden: één hiervan is de Grote Peel en dat is zowel habitat- als vogelrichtlijngebied. Het andere gebied betreft de Sarsven & de Banen en dat is habitatrichtlijngebied.

De tracéoptie westzijde kruist NNN-gebied tussen de woonkernen van Mierlo en Geldrop. De tracéoptie ligt net oostelijk van Natura 2000-gebied Strabrechtse Heide & Beuven. Bij Weert en Nederweert ligt deze tracéoptie nabij het Natura 2000-gebied Weerter- en Budelerbergen & Ringselven dat is aangewezen als Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebied. Verder gaat deze tracéoptie door het Natura 2000-gebied Sarsven & de Banen, dat is aangewezen als Habitatrichtlijngebied.

De tracéoptie oostzijde loopt parallel aan de rijksweg A67 richting het oosten waarbij enkele delen van NNN-gebied worden gekruist nabij de rijksweg. Deze tracéoptie gaat tussen de Natura 2000-gebieden Deurnsche Peel & Mariapeel, en de Grote Peel door. Beide gebieden zijn zowel Vogelrichtlijngebied als Habitatrichtlijngebied. Vanaf het punt dat de 380kV-verbinding Maasbracht-Dodewaard de rijksweg A67 kruist, ligt de tracéoptie parallel aan deze bestaande verbinding richting 380kV-station Maasbracht. Hierbij worden enkele delen NNN-gebied en een deel Natura 2000-gebied Leudal gekruist. Leudal is Habitatrichtlijngebied.



De beoordeling per tracéoptie is als volgt voor het aspect natuur<sup>12</sup>.

**Tracé parallel** kruist voor 5% NNN-gebieden. Echter, vanwege de parallelle ligging met een huidige verbinding levert dit weinig extra effecten op omdat dit geen NNN is met als doelstelling vogels. Dit resulteert in een de beoordeling kleine kans op effecten (lichtblauwe kleur). De verbinding gaat niet door Natura 2000-gebieden maar wel nabij twee Natura 2000-gebieden. Het ene gebied is Sarsven & de Banen (habitatrictlijngebied): beoordeling van deze situatie is daarom de lichtste categorie (kleine kans op effecten, lichtblauw). De Grootte Peel is zowel habitat- als vogelrichtlijngebied. Vanwege de parallelle ligging is het effect voor dit gebied beoordeeld als kleine kans op effecten (een lichtblauwe kleur).

**De tracéoptie westzijde** kruist NNN-gebied tussen de woonkernen van Mierlo en Geldrop. Hiervan worden verspreid over de tracéoptie (circa 10%) NNN-gebieden gekruist waaronder gebieden met beheertypen met een lange ontwikkelingsduur (dit betekent een lange hersteltijd bij verstoring). Een groot deel van deze NNN-gebieden is echter relatief klein en kan bij nadere detaillering wellicht worden vermeden zodat potentiële effecten verminderen. Voor de beoordeling geldt dat doorsnijding door NNN met een lange ontwikkelingsduur zou leiden tot een zware beoordeling maar vanwege de kansen van schuiven om het NNN-gebied heen is de uiteindelijke beoordeling middelzwaar (middelblauwe kleur). De tracéoptie ligt net oostelijk van Natura 2000-gebied Strabrechtse Heide & Beuven. Bij Weert en Nederweert ligt deze tracéoptie nabij het Natura 2000-gebied Weerter- en Budelerbergen & Ringselven dat is aangewezen als vogelrichtlijn- en habitatrictlijngebied. De aanwijzing als vogelrichtlijngebied heeft voor beide gebieden betrekking op broedvogels. Daarnaast kent de Strabrechtse Heide & Beuven een aanwijzing voor niet-broedvogelsoorten (ganzen en kraanvogel). Vanwege deze aanwijzing zou de beoordeling de zwaarste zijn (donkerblauwe kleur), maar de mogelijkheid tot ondergrondse aanleg, leidt tot een de lichtste beoordeling (lichtblauwe kleur). Verder gaat deze tracéoptie door het Natura 2000-gebied Sarsven & de Banen, dat is aangewezen als habitatrictlijngebied. Kruising van habitatrictlijngebied leidt tot beoordeling middelgrote kans op effecten (middelblauwe kleur).

Verspreid over **tracéoptie oostzijde** worden diverse (circa 15%) NNN-gebieden gekruist, waaronder bosgebieden met beheertypen met een lange ontwikkelingsduur. Een groot deel van deze NNN-gebieden is relatief klein en kan in nadere detaillering wellicht worden vermeden zodat potentiële effecten verminderen. Voor de beoordeling geldt dat doorsnijding door NNN met een lange ontwikkelingsduur zou leiden tot een zware beoordeling maar vanwege de kansen van schuiven om het NNN-gebied heen is de uiteindelijke beoordeling middelzwaar (middelblauwe kleur). Tussen Horn en Heel ligt een groter aaneengesloten NNN-bosgebied met een lange ontwikkelingsduur waar de tracéoptie parallel ligt aan een bestaande verbinding. Vanwege de mogelijkheid de tracéoptie deels tot geheel buiten NNN-gebied verschuiven, gaat de beoordeling voor NNN van een grote kans op effecten naar uiteindelijk een middelgrote tot kleine kans op effecten (middelblauwe tot lichtblauwe kleur). Tracéoptie oostzijde kruist Natura 2000-gebied Deurnsche Peel & Mariapeel. Het gebied is zowel vogelrichtlijngebied als habitatrictlijngebied, maar de aanwijzing als vogelrichtlijngebied heeft alleen betrekking op broedvogels. Kruising van vogelrichtlijngebied leidt tot een beoordeling grote kans op effecten (donkerblauwe kleur), maar de reële mogelijkheid tot ondergrondse aanleg leidt tot een lichtste beoordeling (lichtblauwe kleur). Ook worden enkele delen NNN-gebied en een deel van het Natura 2000-gebied Leudal gekruist. Leudal is

<sup>12</sup> In de uiteindelijke effectbeoordeling voor milieu en ruimte is een overall beoordeling gemaakt per laag (occupatie, netwerk en ondergrond). Omdat meerdere milieuaspecten per laag worden samengevat is het mogelijk dat op een milieuaspect een grote kans op effecten optreedt, maar op laagniveau toch een gemiddelde kans op effecten als overall beoordeling is gegeven.

habitatrichtlijngebied. Kruising van habitatrichtlijngebied leidt tot beoordeling middelgrote kans op effecten (middelblauwe kleur).

### 3.4 Beschrijving mitigerende maatregelen en effect hiervan

Er is een verband tussen het element van de energie-infrastructuur en het type mitigerende maatregel dat kan worden genomen voor natuurwaarden. Gezien de scope van het voornemen worden specifieke locaties voor batterijen, elektrolyzers etc. hier opgevat als puntinfrastructuur. Deze locaties liggen over het algemeen ver buiten Natura 2000-gebieden: ze oefenen alleen een effect uit op lokale natuurwaarden. Vanwege deze ligging, veelal nabij bebouwing of in agrarisch gebied waar weinig beschermde soorten voorkomen, betreft dit vooral mitigerende maatregelen ten aanzien van nestelende vogels. Een belangrijke mitigerende maatregel is hierbij het uitvoeren van werkzaamheden buiten de broedperiode.

Het verschilt per provincie in hoeverre soorten zijn beschermd. Het is op voorhand niet bekend of op deze puntlocaties beschermde soorten voorkomen. In concrete projecten (voor een ruimtelijke procedure en vergunningen) moet dat bij de keuze voor het te realiseren alternatief, per specifieke locatie, worden uitgezocht. Voor de meeste beschermde soorten geldt een algehele vrijstelling bij ruimtelijke projecten. Hoewel in zijn algemeenheid vrijstellingen in alle provincies bestaan, zijn er ook verschillen tussen provincies voor welke soorten deze gelden. Om deze reden, en omdat de lijst van soorten per provincie verandert tussen jaren, is er hiervan af gezien om mitigerende maatregelen specifiek voor soorten te benoemen. Het is over het algemeen wel mogelijk om specifiek maatwerk te leveren bij een geconstateerd voorkomen van beschermde soorten. Mitigerende maatregelen voor deze soorten zijn bijvoorbeeld het wegvangen of verplaatsen van individuen van beschermde soorten (planten, vissen, amfibieën, reptielen), het plaatsen van een werend scherm zodat het werkterrein niet kan worden gekoloniseerd (amfibieën) of het aanbieden van alternatieve verblijfplaatsen (bepaalde vogelsoorten, vleermuizen).

#### Maatregelen hoogspanningsverbindingen

Regionale effecten betreffen aanvaringen van vogels met de bliksemraden van hoogspanningsverbindingen, de zogeheten draadslachtoffers, en de vernietiging van oppervlak aan natuurgebied.

Vogels vallen als draadslachtoffer omdat bliksemraden te weinig opvallen zodat vogels soms te laat zijn met uitwijken ervan tijdens een vlucht over de verbinding. Mitigerende maatregelen ter voorkoming van zoveel mogelijk draadslachtoffers kunnen regionaal worden getroffen via het zorgen voor een betere zichtbaarheid van de verbinding.

De zichtbaarheid kan op twee manieren worden bevorderd. Ten eerste kan via dit gebeuren via de routing. Bij plaatsing van twee verbindingen naast elkaar zien vogels deze als één. Ze kunnen sneller anticiperen op de draden en vallen daarom minder als draadslachtoffer. Een tweede mitigerende maatregel om het aantal slachtoffers onder vogels te verminderen is het aanbrengen van vogelwerende maatregelen in de bliksemraden zodat deze zichtbaarder worden. Voorbeelden van dergelijke voorzieningen zijn varkenskrullen of vogelflappen. Op dit moment wordt onderzoek gedaan naar de effectiviteit van deze maatregelen op met name vogelsoorten die vooral 's nachts vliegen. Hierbij lijken vogelflappen een groter positief effect te hebben dan varkenskrullen. De huidige praktijk is dat bij nieuwe verbindingen varkenskrullen standaard als vogelwerende maatregelen worden geplaatst in de bliksemraden. Bij de beoordeling van effecten is dit dus als de standaard beschouwd. Daarom kan het aanbrengen van varkenskrullen als een regio-overstijgende maatregel worden beschouwd.

Vernietiging van oppervlakte natuurgebied is in het spel vanwege de aanwezigheid van de verbinding en de bijbehorende right-of-way zone. Met name als de route loopt door een gebied met habitat dat op korte termijn onvervangbaar is, zoals oud bos, is sprake van grote effecten (effect van vernietiging en effect van doorsnijding). Niet alleen het habitat maar ook de natuurlijke bewoners ondervinden dan immers een effect. Vanwege de right-of-way zone kunnen met name de bewoners van oude bossen een blijvend effect ondervinden. Bij de beoordeling van effecten is met de vervangingstermijn van habitats rekening gehouden. Zo is productiebos (als categorie binnen NNN) opgevat als relatief gemakkelijk vervangbaar. Een doorsnijding van dergelijk bos is daarom als minder negatief beoordeeld dan een vergelijkbare doorsnijding in lengte door oud bos.

Ter mitigatie van doorsnijding zijn er twee typen maatregelen te nemen die beide ingrijpen op de route, namelijk via ondergrondse aanleg of via een rerouting zodat de verbinding een natuurgebied ontziet. Beide zijn ingrijpende maatregelen die naar verwachting slechts sporadisch kunnen worden toegepast. Uitgangspunt is daarom geweest om een lange doorsnijding door een natuurgebied als zeer negatief te beoordelen. Routes resulterend in een korte doorsnijding zouden wellicht kunnen worden omgelegd zodat deze als minder negatief zijn beoordeeld.

#### Risicomatrix

Onderstaande risicomatrix maakt bovenstaande inzichtelijk door voor elk element te bepalen welke type natuurwaarde vooral in het geding kan zijn en op welke schaal mitigerende maatregelen kunnen worden getroffen. Hierbij wordt onderscheid in lokale en regionale mitigerende maatregelen.

Tabel 3.4 Reikwijdte van effecten op natuur per element met bijbehorende type mitigerende maatregel. Hoe meer minnen hoe meer kans op een wezenlijk negatief effect vanwege het element.

Element	Natura 2000	NNN	Soorten	Mitigatie
Hoogspanningsverbinding (bovengronds)	---	---	---	Regionaal
Hoogspanningsstation	-	-	-	Lokaal
Regelbare centrales	0	0	-	Lokaal
Elektrolyzers	0	0	-	Lokaal
Batterijen	0	0	-	Lokaal
Opslag waterstof	0	0	-	Lokaal
Zon op land	-	--	-	Lokaal
Wind op land	---	--	---	Lokaal
Kernenergie	-	-	0	Geen

### 3.5 Overzichtstabel risico's, mitigerende maatregelen Natuur en beleidsuitspraken PEH

In bijlage 1 staat een tabel met daarin de relatie tussen de relevante beleidsuitspraken uit PEH, de risico's voor Natura 2000, NNN en soorten en de mogelijke indicatieve maatregelen.

### 3.6 Passende Beoordeling

Omdat de realisatie van onderdelen uit het PEH potentieel een effect kan hebben op instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden is de vraag of een Passende Beoordeling (PB) moet worden opgesteld. Uiteindelijke doel is om de gevolgen voor Natura 2000-gebieden op een passende wijze te

betrekken in de besluitvorming ('passend te beoordelen'). In Bijlage X bij de IEA is ingegaan op deze vraag. Door het uitvoeren van een risicobeoordeling is per ruimtelijke ontwikkeling en structuurkeuze beoordeeld of er een risico bestaat op effecten op Natura 2000-gebieden en of er mogelijk mitigerende maatregelen genomen kunnen worden.

Gezien het abstractieniveau van de structuurkeuzes en robuuste ontwikkelingen en de uiteindelijke beleidsuitspraken in het PEH is het nu (nog) niet mogelijk om de gevolgen van die ontwikkelingen één op één te toetsen aan de instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden. Daarvoor is een hoger detailniveau nodig dan nu in het PEH opgenomen. Het is op dit moment dan ook niet strikt mogelijk om middels de Passende Beoordeling significant negatieve effecten met zekerheid op voorhand te kunnen uitsluiten.

### 3.7 Aanbeveling vervolg uitwerking in projecten / onderzoeksagenda

Een van de aanbevelingen vanuit de IEA is om een nadere verkenning per regio op te stellen naar de gevolgen van energie-infrastructuur keuzes. Dit kan op dat moment ook op een meer passend detailniveau voor tracés en puntinfrastructuur, omdat op dat moment ook meer bekend is over aard en omvang. Op dat moment ligt het ook voor de hand om project en/of gebiedsmatig een Passende Beoordeling op te stellen, die integraal de effecten van de energie-infrastructuur keuzes in die regio of op projectniveau beoordeeld.

Puntlocaties zijn lokaal wat ertoe leidt tot onderzoek op deze locaties altijd lokale onderwerpen en lokale oplossingen betreffen. Echter, de lijnverbindingen verbinden regio's waarbij vooral natuurwaarden als dagelijks vliegende vogels een rol spelen in de beoordeling. Omdat vliegende vogels de draden niet gemakkelijk zien, en daardoor slachtoffer kunnen worden van een aanvaring, is het zichtbaar maken van de verbinding een belangrijk onderzoeksonderwerp, met name waar het type van markering in de bliksemdraad betreft. Het verdient aanbeveling om bij de tracering zoveel als mogelijk verbindingen te bundelen (parallele tracering) om de zichtbaarheid te vergroten.

Onderzoek naar mitigerende maatregelen om het aantal slachtoffers onder vogels te verminderen is op dit moment in volle gang. Zo worden nu als standaard varkenskrullen als mitigerende maatregel in de bliksemdraad opgehangen, maar zijn er inmiddels andere typen op de markt zoals vogelflappen en fireflies. Onderzoek naar het effect van deze nieuwe typen vindt reeds plaats maar resultaten kunnen nog niet statistisch worden onderbouwd.

#### Kader 3.3 Wet natuurbescherming in de nieuwe Omgevingswet

Per 1 januari 2024 is de Omgevingswet (Ow) in werking getreden waarmee de Wet natuurbescherming (Wnb) formeel is komen te vervallen. De Wnb is middels een aanvullingswet natuur en aanvullingsbesluit opgegaan in de Ow. Deze overgang heeft beleidsneutraal plaatsgevonden, waarbij de systematiek en het karakter van de Ow leidend zijn. De inhoud van de Wnb is grotendeels in stand gebleven, maar op een aantal punten hebben wijzigingen plaatsgevonden.

De Wnb had als doel het behoud van de biodiversiteit en duurzaam gebruik van de bestanddelen daarvan. Sommige handelingen en ontwikkelingen kunnen de natuur, en daarmee de biodiversiteit, schaden en zijn daarom verboden. Is dat het geval dan was er krachtens de Wnb in geval van beschermde gebieden een vergunning nodig of in geval van beschermde soorten ontheffing nodig voor het overtreden van een verbodsbepaling. In specifieke gevallen gold een vrijstellingsregeling.

## 4 Landschap

### 4.1 Inleiding

De commissie heeft aangegeven dat zij de beoordeling van de effecten op landschap in de IEA niet voldoende navolgbaar vindt. Daarom wordt in dit hoofdstuk uitgebreider ingegaan op de totstandkoming van de effectbeoordeling en het 'expert judgement' deel van deze beoordeling. Hierbij wordt nader ingegaan op de beoordelingsmethodiek en wordt aangegeven hoe daarbij is omgegaan met de identiteit en kernkwaliteiten van de verschillende landschappen. De methodiek wordt aan de hand van twee (robuuste) ontwikkelingen uitgewerkt en er is een tabel met de relevante beleidsuitspraken uit PEH en potentiële risico's voor landschap opgenomen. Daarnaast wordt ingegaan op de mogelijkheden voor mitigerende maatregelen en op aanbevelingen voor vervolgprojecten of -onderzoek.

### 4.2 Beoordelingskader IEA/planMER

#### 4.2.1 Categorieën (van indeling)

Bij de landschappelijke effectbeoordeling is rekening gehouden met de aard en status van gebieden, waarbinnen ingrepen die onderdeel uitmaken van de toekomstige energiehoofdstructuur een plek krijgen. Daarvoor zijn de volgende landschapsonderdelen onderscheiden (in volgorde van belangrijkheid en beschermde status):

- Nationale Landschappen (IPO, 2022) en Nationale Parken (EZK, 2017).
- Waardevolle landschappen<sup>13</sup> en waardevolle landschappelijke elementen<sup>14</sup>.
- Overige gebieden.

Hieronder volgt een nadere toelichting op deze categorieën:

#### Categorie A: Nationale Landschappen en Nationale Parken

De reden dat naast Nationale Landschappen ook Nationale Parken zijn meegenomen bij de landschappelijke effectbeoordeling is dat veel Nationale Parken hun status niet enkel ontleen aan hun natuurwaarden, maar ook aan hun landschappelijke kwaliteiten.

Deze categorie is in die zin volledig onderzocht, dat de harde grenzen van deze parken zijn aangehouden en dat bij de effectbeoordeling is onderzocht in hoeverre de ingreep effect heeft op de (landschappelijke) kernkwaliteiten, op basis waarvan de status van deze gebieden is bepaald. Dit laatste is gebeurd op basis van expert judgement. Daarbij is de aanname gedaan dat de benoeming van de gebieden in deze categorie tot Nationaal Landschap en – Park tot stand is gekomen op basis een gedegen inventarisatie, analyse en waardering van de huidige landschappelijke situatie binnen deze gebieden. In het kader van deze effectbeoordeling is geen aanvullende inventarisatie, analyse of waardering van deze gebieden verricht.

<sup>13</sup> Hiervoor is met name gebruikgemaakt provinciale omgevingsvisies en beleidsstukken met betrekking tot landschap, waarin bepaalde gebieden als waardevolle landschappen zijn bestempeld. De naamgeving, redenen van aanwijzing als waardevol landschap en status van de benoemde gebieden variëren per provincie.

<sup>14</sup> Het gaat hierbij om grote en samenhangende landschapselementen. Hiervoor is onder meer gebruikgemaakt van provinciale beleidsstukken met betrekking tot landschap, topografische kaarten, gebiedskennis en expert judgement.

#### Categorie B: waardevolle landschappen en waardevolle landschappelijke elementen

De categorie waardevolle landschappen en waardevolle landschappelijke elementen is in principe minder belangrijk dan de Nationale Landschappen en – Parken. Bij waardevolle landschappen en waardevolle landschappelijke elementen geldt dat per provincie verschillende argumenten worden gehanteerd om de betreffende landschappen en landschappelijke elementen als dusdanig te bestempelen. Ook hun (beschermde) status is meer variabel van die van Nationale Landschappen en verschilt per provincie.

Bij waardevolle landschappen gaat het om grote aaneengesloten gebieden (die buiten Nationale Landschappen en – Parken liggen) met een min of meer harde begrenzing, die als samenhangend geheel zijn gewaardeerd als waardevol.

Bij waardevolle landschappelijke elementen gaat het meestal om wat kleinere samenhangende gebieden, die vaak niet als 'landschap', maar wel als 'landschapsonderdeel' worden (h-)jerkend. Te denken valt aan landgoederen (de samenhang tussen het hoofdgebouw, de omliggende bossen, parken en tuinen en bijbehorende agrarische gronden), beekdalen of stroomgebieden, aaneengesloten bosgebieden of historische agrarische gebieden, kenmerkende open gebieden of samenhangende gezichten op de overgang van bebouwd naar landelijk gebied.

De categorie waardevolle landschappen en waardevolle landschappelijke elementen is op hoofdlijnen onderzocht. Dit is in belangrijke mate gedaan op basis van de overzichtskaarten uit het onderzoeksrapport Nederland van de kaart<sup>15</sup>, van de Vereniging Nederlands Cultuurlandschap. Ook hier geldt de aanname dat dit rapport tot stand is gekomen op basis een gedegen inventarisatie, analyse en waardering van de huidige landschappelijke situatie binnen de twaalf provincies. In het kader van deze effectbeoordeling is dan ook voor deze categorie geen aanvullende inventarisatie, analyse of waardering verricht. De kanttekening die hierbij dient te worden gemaakt is dat het rapport Nederland van de kaart inmiddels 13 jaar oud is. Dit kan betekenen dat de destijds gemaakte landschappelijke inventarisaties, analyses en waarderingen kunnen zijn verouderd en wellicht toe zijn aan een herijking. Dit laatste is niet gedaan in het kader van deze effectbeoordeling, de in het genoemde rapport gehanteerde uitgangssituatie is als huidige situatie overgenomen. Wel zijn, op basis van gebiedskennis en steekproefsgewijze controles van provinciale beleidsstukken, historische en actuele topografische kaarten, op verschillende plekken aanvullende opmerkingen gemaakt over de actuele landschappelijke situatie. Tot slot is gebruik gemaakt van actuele informatie van Landschappen.nl<sup>16</sup>.

#### Categorie C: Overige gebieden

Alle gebieden die niet binnen Categorie A en B vallen, worden in de effectbeoordeling voor landschap geschaard onder de categorie: overige gebieden. Het feit dat deze gebieden niet door Rijk of Provincie als waardevol zijn benoemd, noch waardevolle landschappelijke elementen zoals hier bedoeld herbergen, betekent echter niet dat er helemaal geen landschappelijke elementen of - waarden binnen deze gebieden

<sup>15</sup> Nederland van de kaart, het is mooi geweest, Vereniging Nederlands Cultuurlandschap, juni 2010.

<sup>16</sup> Geraadpleegd in mei 2022.

aanwezig zijn. De binnen de categorie C aanwezige elementen en/of waarden zijn alleen over het algemeen kleiner van omvang en/of minder van belang.

#### 4.2.2 Categorieën (van beoordeling)

Bij de effectbeoordeling voor landschap is de bovenstaande indeling van gebieden in drie categorieën ook aangehouden om de mate van (negatief) effect op landschap te beoordelen en in categorieën in te delen. De mate van effect wordt in feite bepaald door twee factoren:

1. De mate van de ingreep (omvang en aard) enerzijds en;
2. De kwaliteit van het landschap ter plekke (gebaseerd op de indeling in categorie A, B en C) anderzijds.

Wat betreft de mate van de ingreep zijn de oplossingsrichtingen bij de robuuste knelpunten (en de structuurkeuzes) gebaseerd op traceringsprincipes<sup>17</sup>, die mede bedoeld zijn om het (negatieve) effect op landschap zoveel mogelijk te beperken. De omvang en aard van de ingreep vormen wel een maat voor het effect op landschap: gesteld is dat hoe groter de ingreep is, hoe negatiever het effect op landschap in principe is. Ook is gesteld dat hoe meer waarneembaar die ingreep is, hoe negatiever het effect op landschap is. De aanname hierbij is namelijk dat hoe groter in de ingreep is, hoe meer waarneembare conflictsituaties zich kunnen voordoen.

Wat betreft de kwaliteit van het landschap ter plekke is bij de beoordeling gesteld dat ingrepen die plaatsvinden binnen categorie A een grote kans op effect hebben en daarmee in principe als grote kans op effecten (donkerblauw) worden beoordeeld. Deze aanname is mede ingegeven door het feit dat Nationale Landschappen en – Parken een grotere landschappelijke waarde vertegenwoordigen dan andere gebieden in Nederland. Bovendien is het zo dat er deze categorie een meer behoudende houding wordt aangenomen ten opzichte van nieuwe ruimtelijke ingrepen, juist omdat die al gauw een grotere impact hebben op de aanwezige landschappelijke kwaliteiten. Bij ingrepen binnen categorie B is die kans middelgroot en daarmee worden zij in principe als middelgroot (middelblauw) beoordeeld. Ingrenen binnen categorie C zijn in principe als klein effect (lichtblauw) beoordeeld. Hierbij is aangenomen dat de beheersbaarheid en mitigeerbaarheid van de ingreep groter wordt binnen categorie C – gebieden dan categorie B – gebieden dan categorie A – gebieden. Immers, de impact van ruimtelijke ingrepen is groter in gebieden met grote landschappelijke kwaliteiten dan in gebieden met geringere landschappelijke kwaliteiten en daarmee ook het (negatieve) effect op die kwaliteiten. De mogelijkheden voor het herstellen of versterken van landschappelijke kwaliteiten door middel van nieuwe ingrepen is juist groter in die gebieden waar in het verleden die kwaliteiten al zijn afgenomen of geschaad.

#### Begrenzing gebieden

In de effectbeoordeling voor landschap zijn verder, met betrekking tot de bovenstaande categorieën, zo goed als mogelijk harde grenzen gehanteerd. Parallel aan de methodiek van de beschermde stads- en dorpsgezichten betekent dit dat er pas sprake is van aantasting als deze grens wordt overschreden en een

<sup>17</sup> Te weten: zo kort mogelijk, zoveel mogelijk gebundeld met bestaande infrastructuur en het zoveel mogelijk vermijden van woonkernen en beschermde natuurgebieden.

ingreep zich (deels) afspeelt binnen die grenzen. Deze methode dicteert in feite dat wat zich buiten zo'n grens afspeelt, in principe geen effect binnen die grens sorteert. Om toch recht te doen aan het feit dat ingrepen in het kader van de toekomstige energiehoofdstructuur vanuit deze begrensde gebieden waarneembaar zullen zijn, wordt per ingreep aangegeven of deze door deze gebieden heengaat of zich in de nabijheid een of meerdere van deze gebieden bevindt.

Tot slot is in de effectbeoordeling voor landschap meegenomen in hoeverre een ingreep de (samenhang met) bestaande landschapsstructuren kan versterken. Hierbij is vooral gekeken naar structuren van bovenlokaal schaalniveau. Naast (energie-)infrastructuur gaat het dan om grotere landschapsstructuren zoals overgangen van dichte naar meer open gebieden, rivieren en grote waterlopen of grote overgangen in reliëf.

In de volgende paragraaf is ter illustratie een expertbeoordeling voor een hoogspanningsverbinding en een puntinfrastructuur verbinding zoals die in de IEA zijn uitgevoerd opgenomen.

### 4.3 Uitwerking beoordeling 'expert judgement'

#### 4.3.1 Voorbeeld uitwerking beoordeling 'expert judgement' milieuaspect landschap (puntinfrastructuur)

In bijlage X1a zijn de robuuste ontwikkelingen beoordeeld. Voor de uitbreiding van 380 kV Station Eindhoven (hoofdstuk 11 bijlage X1a) is daarin het volgende opgenomen ten aanzien van de effectbeoordeling op het thema landschap (als onderdeel van de ondergrondlaag):

Het beoogde ruimtebeslag van de ingreep in de nabijheid van industriegebied Herzenbroeken beslaat zo'n 30 ha en zal op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Binnen de driehoek Collseweg, Molendijk – Loostraat en bestaande hoogspanningstracé (van noord naar zuid) lijkt er voor deze ingreep maar beperkt ruimte over te zijn. Het uitplaatsen van de opgave naar het oosten betekent een directe aantasting van het samenhangende stroomgebied van de Kleine Dommel. De kans op negatieve effecten op landschap is naar verwachting maar beperkt beheersbaar c.q. mitigeerbaar en is beoordeeld als middelzwaar (middelblauw).

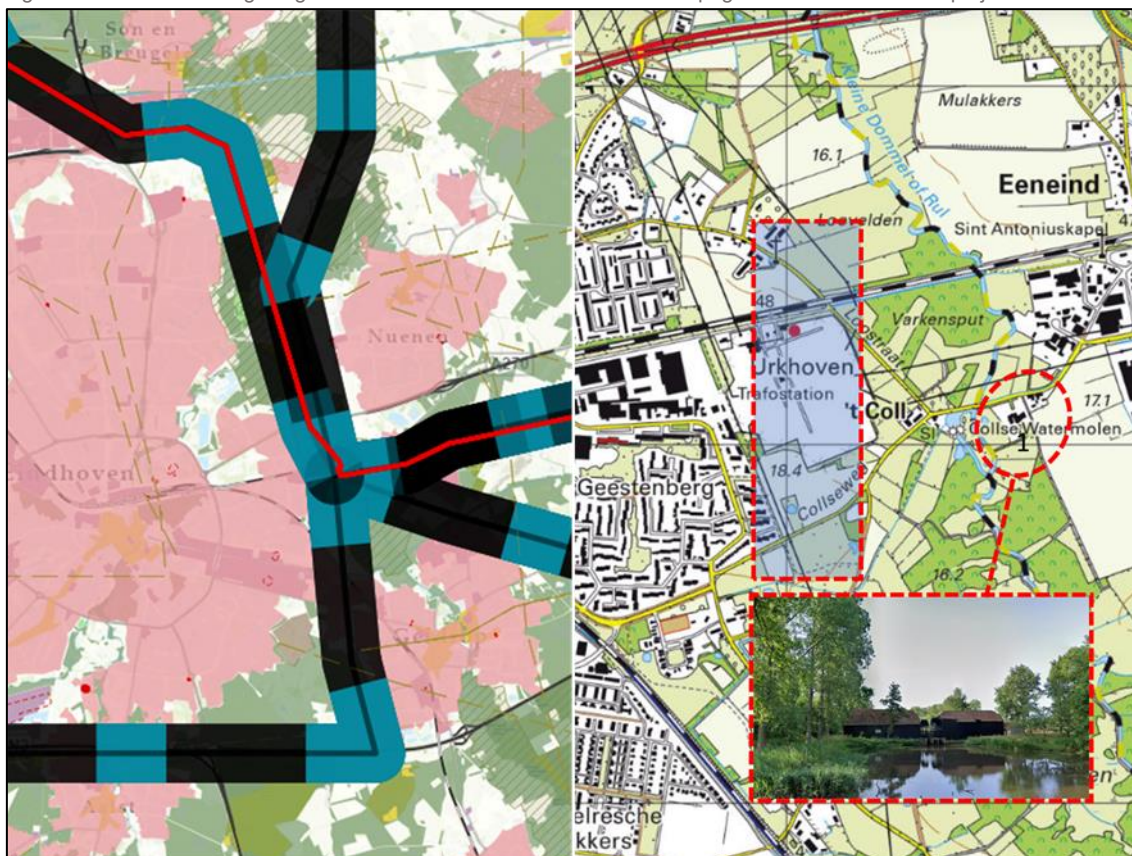
De uiteindelijke beoordeling is een korte samenvatting van een veel uitgebreider onderzoek naar de landschappelijke effecten van deze ingreep. Per locatie voor zogenoemde puntinfrastructuur is de landschappelijke situatie ter plekke op hoofdlijnen onderzocht. In dit geval is onderzocht wat de impact is van 30 hectare ruimtebeslag voor energieopslag zal zijn nabij een bestaand hoogspanningsstation ten oosten van Eindhoven.

Aan de hand van luchtfoto's en topografische kaarten (zowel actueel als historisch), is de landschappelijke situatie rondom het bestaande hoogspanningsstation bekeken, om te onderzoeken waar er sprake zou kunnen zijn van (negatieve) effecten op aanwezige landschappelijke waarden. Dit is gedaan met behulp van de basiskaart in QGIS, via welke alle relevante lagen voor landschap zijn ontsloten, PDOK-luchtfotokaarten van de afgelopen jaren en informatie van [www.topotijdreis.nl](http://www.topotijdreis.nl). Steekproefsgewijs zijn met behulp van Google StreetView plekken in de omgeving van het bestaande station bekeken.



Vervolgens is inzichtelijk gemaakt wat een ingreep van 30 hectare betekent op de schaal van dit gebied (zie het blauwe vlak in onderstaande figuur).

Figuur 4.1 Detailkaart omgeving 380 kV Station Eindhoven en uitsnede topografische kaart met een projectie van 30 ha



Verder is gezocht naar informatie over de landschappelijke kwaliteiten van het nabijgelegen beekdal van de Kleine Dommel en de daar gelegen Collse Watermolen, een historisch en landschappelijk waardevolle plek in het Brabantse landschap, onder andere vereeuwigd door Vincent van Gogh. Ondanks dat de beleidsmatige bescherming van het beekdallandschap beperkt is en de exacte invulling van de 30 hectare nog niet vastligt, mag duidelijk zijn dat de schaal van de ingreep laat zien dat de hier nog beschikbare ruimte bijzonder krap is en er direct landschappelijke waarden in het geding komen als de ingreep hier toch een plek dient te krijgen. Hierop is de uiteindelijke beoordeling gebaseerd.

#### 4.3.2 Voorbeeld uitwerking beoordeling ‘expert judgement’ milieuaspect landschap (verbinding)

In bijlage XIa zijn de robuuste ontwikkelingen beoordeeld. Voor de uitbreiding van hoogspanningsverbinding **Zwolle - Hengelo** (hoofdstuk 4 bijlage XIa) is daarin het volgende opgenomen ten aanzien van de effectbeoordeling op het thema landschap (als onderdeel van de ondergrondlaag):

##### **Variante 1: parallel aan bestaand tracé**

Het (negatieve) effect van de parallelle oplossingsrichting op landschap is beperkt. Deze parallelle oplossingsrichting loopt op enige afstand tussen de Lemelerberg (1) en de Hellendoornse Berg (2) door

(beide waardevolle landschappen) door. De verwachting is dat bij deze variant (negatieve) effecten op landschap wel enigszins beheersbaar c.q. mitigeerbaar zijn. Deze oplossingsrichting is beoordeeld als licht (lichtblauw).

### **Variant 2: zuidelijke variant**

De zuidelijke **oplossingsrichting** in plaats van **variant** heeft een negatiever effect op landschap. Deze oplossingsrichting is gedeeltelijk gebundeld met andere infrastructuur, maar steekt tussen Raalte en Holten min of meer rechtdoor het landschap en snijdt daardoor langs Landgoed Schoonheten (3). Dit effect is naar verwachting minder goed beheersbaar c.q. mitigeerbaar dan bij de parallelle oplossingsrichting en is voor landschap beoordeeld als middelzwaar (middelblauw).

### **Variant 3: noordelijke variant**

De noordelijke oplossingsrichting heeft een nog iets negatiever effect op landschap. Niet alleen is dit de langste, hij scheert langs nationaal landschap Noordoost-Twente (4) en hij doorsnijdt het beekdal van de Bornse Beek (5). Naar verwachting is dit effect slecht beheersbaar c.q. mitigeerbaar. Dit effect beoordeeld als middelzwaar (middelblauw).

De beoordeling is de tekst een korte weergave van het onderzoek naar de landschappelijke effecten van deze ingreep. De drie varianten zijn allereerst beoordeeld op hun hoofdkenmerken. In dit geval betreft dat hun lengte, hun (globale) tracé en hun samenhang met al bestaande infrastructurele lijnen, zoals bestaande hoogspanningslijnen, snelwegen en kanalen en hun ligging in de nabijheid van dichtbevolkte gebieden). Daaruit blijken al verschillen tussen de drie varianten. Vervolgens is per variant het volledige tracé 'afgelopen' (aan de hand van luchtfoto's en topografische kaarten (zowel actueel als historisch), om te onderzoeken waar er sprake zou kunnen zijn van negatieve effecten op aanwezige landschappelijke waarden. Dit is gedaan met behulp van de basiskaart in QGIS, via welke alle relevante lagen voor landschap zijn ontsloten, PDOK-luchtfotokaarten van de afgelopen jaren, informatie van [www.topotijdreis.nl](http://www.topotijdreis.nl) en steekproefsgewijs met behulp van Google StreetView. Verder is onder meer gebruik gemaakt van Nederland van de kaart<sup>18</sup>. steekproefsgewijs met behulp van Google StreetView plekken langs de betreffende tracés nader bekeken.

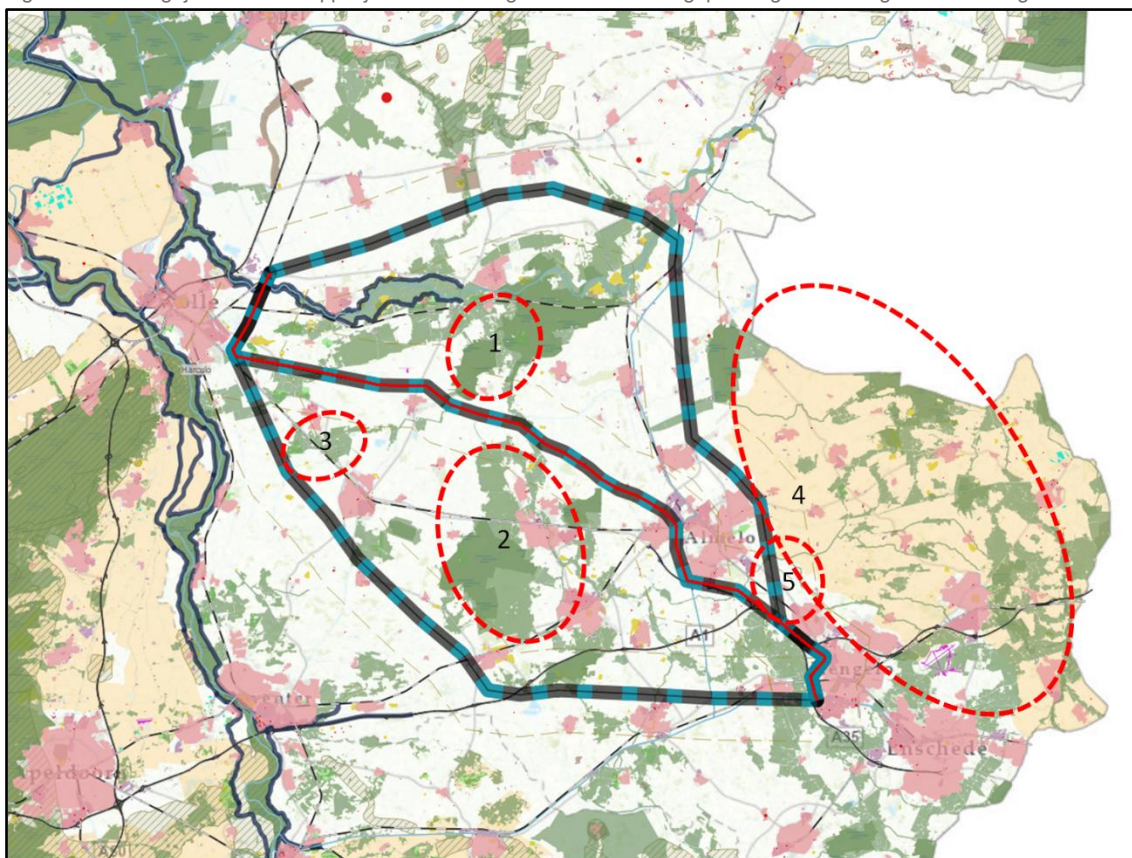
De belangrijkste landschappelijk waardevolle gebieden (al dan niet met een beschermde status) zijn vervolgens globaal in kaart gebracht (zie gebied 1 tot en met 5 in figuur 4.2).

Van deze gebieden zijn de beschrijvingen van hun (kern-)kwaliteiten geraadpleegd om een inschatting te kunnen maken van het effect van de ingreep op die kwaliteiten. Voor de gebieden met een beschermde status is onderzocht welke kwaliteiten hebben geleid tot de aanwijzing als beschermd gebied. Voor overige gebieden, zoals bijvoorbeeld Landgoed Schoonheten (3) en het beekdal van de Bornse Beek is gebruik gemaakt van beschikbare internetbronnen zoals Nederland van de kaart<sup>19</sup>, of van ervaringen uit eigen (veld-)onderzoek (gedurende de afgelopen 10 jaar). Tot slot is geprobeerd te komen tot een uiteindelijke beoordeling, die én de globale verschillen in effect op landschap tussen de varianten beschrijft én recht doet aan de grote schaal en het abstracte karakter van deze beoordeling.

<sup>18</sup> <https://www.nederlandscultuurlandschap.nl/wp-content/uploads/2018/01/Cahier-Nederland-van-de-kaart.pdf>

<sup>19</sup> <https://www.nederlandscultuurlandschap.nl/wp-content/uploads/2018/01/Cahier-Nederland-van-de-kaart.pdf>

Figuur 4.2 Belangrijkste landschappelijk waardevolle gebieden rond hoogspanningsverbinding Zwolle - Hengelo



#### 4.4 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn op het abstractieniveau van PEH niet per robuuste ontwikkeling uitgewerkt. Effecten van ruimtelijke ingrepen op het planaspect landschap hebben altijd te maken met de waarneembaarheid van die ingrepen zelf en van de samenhang met hun landschappelijke onderlegger (locatie afhankelijk). Het Programma Energiehoofdstructuur omvat een breed en omvangrijk scala aan ruimtelijke ingrepen, waarvan de locaties nog niet in detail bekend zijn. Met betrekking tot mitigerende maatregelen voor landschap kunnen wel in meer algemene zin enkele mogelijkheden worden beschreven.

Om de impact daarvan op landschap te beperken c.q. te mitigeren is het allereerst zaak om per ingreep de ruimtelijke dimensies zoveel mogelijk te beperken en te streven naar het zoveel mogelijk bundelen van nieuwe ingrepen met elkaar en met al bestaande onderdelen van de energiehoofdstructuur. Concreet betekent dit voor verbindingen (lijnvormige elementen) het streven naar korte en indien mogelijk rechte verbindingen boven lange verbindingen zoals ook in de traceringsprincipes is opgenomen. Voor puntinfrastructuur betekent dit het streven naar een compacte oplossing boven een meer verspreide. Het aan het zicht onttrekken van bepaalde ruimtelijke ingrepen, zoals het toepassen van ondergrondse leidingen in plaats van bovengrondse, heeft vanuit het planaspect landschap beschouwd de voorkeur, maar is lang niet altijd haalbaar of functioneel, zeker niet met het oog op leveringszekerheid en veiligheid. Bovendien komen dan andere planaspecten in het geding.

#### 4.5 Overzichtstabel risico's, mitigerende maatregelen Landschap en beleidsuitspraken PEH

In bijlage 2 staat een tabel met daarin de relatie tussen de relevante beleidsuitspraken uit PEH, de risico's voor landschap en de mogelijke indicatieve maatregelen.

#### 4.6 Vervolg uitwerking in projecten

Vanuit het brede scala aan ruimtelijke ingrepen is het lastig om aan te geven welke ingrepen beter of juist minder goed samenhangen met bepaalde landschapstypen of -kenmerken. De ingrepen en de positionering daarvan worden namelijk in eerste instantie ingegeven vanuit een goed functionerende energiehoofdstructuur (nu en in de toekomst), niet vanuit de landschappelijke onderlegger. Pas daarna kan worden onderzocht hoe de samenhang met die onderlegger zoveel mogelijk kan worden versterkt. Juist dit punt dient centraal te staan bij de verdere uitwerking van de energiehoofdstructuur naar meer concrete ingrepen en projecten. Afhankelijk van het aantal ingrepen of projecten en de tijdsspanne waarbinnen deze uitgevoerd dienen te worden is het raadzaam de effectbeoordeling voor landschap gebiedsgewijs in te steken. Per gebied kan dan worden gestreefd naar een zo goed mogelijke samenhang van alle ingrepen daarbinnen met het landschap ter plekke. En op dat moment in de tijd kan opnieuw beoordeeld worden wat dan de effecten zijn op het planaspect landschap.

## 5 Warmte en ondergrond

### 5.1 Inleiding

De Commissie vraagt in haar advies om nader in te gaan op de effecten van waterstofopslag in zoutcavernes en om meer duidelijkheid te geven over de rol van aardwarmte(winning) in het PEH en de daaraan verbonden milieugevolgen. Dit hoofdstuk gaat nader in op deze twee onderdelen.

### 5.2 De rol van warmte in de IEA voor PEH

In de Integrale Effectenanalyse (IEA) van het PEH is de levering van warmte op verschillende manieren meegenomen. Hieronder een overzicht:

- In elk van de scenario's zitten aannames over de invulling van de toekomstige energievraag en het deel hiervan dat ingevuld wordt door levering van warmte in 2050. Daarbij zijn ook aannames gemaakt over de mix van (duurzame) warmtebronnen die gebruikt worden voor deze warmtelevering (geothermie, restwarmte of biomassa/groengas). In de verschillende scenario's wordt tussen de 15% en 45% van de warmtevraag van de gebouwde omgeving ingevuld met warmtelevering. Deze aannames zijn direct overgenomen uit de integrale infrastructuurverkenning II3050 (versie 1), die de basis vormen voor de scenario's van de IEA.
- Er is specifiek gekeken naar de effecten van grootschalige warmtebronnen en bovenregionale warmtetransportleidingen. In de IEA is een inschatting gemaakt van potentiële bovenregionale warmtetransportleidingen in verschillende scenario's, op basis van analyses van II3050 over locaties van grootschalige warmtebronnen en clusters van grote (directe) warmtevraag. Dit is te vinden in bijlage VIII (structuurkeuze 10). Er is hierbij onderscheid gemaakt naar bovenregionale warmtetransportleidingen voor grootschalige geothermiebronnen en transportleidingen voor restwarmte.
- Er is voor de grootschalige warmtebronnen en bovenregionale warmtetransportleidingen een inschatting gemaakt van de effecten op Systeemefficiëntie, Welvaart en Milieu & Ruimte. Hierbij is een vergelijking gemaakt tussen de effecten van (grootschalige) geothermie en restwarmte, om het verschil in effecten tussen deze bronnen inzichtelijk te maken (structuurkeuze 10, effecten uitgewerkt in bijlages IX beoordeling systeemefficiëntie, XIb beoordeling structuurkeuzes Milieu & Ruimte en XII Welvaartsanalyse).
- Er is niet specifiek gekeken naar de effecten van lokale warmtebronnen en lokale warmtenetten, aangezien dit buiten de scope van het PEH en daarmee onderzoeksopgave van de IEA valt. Zoals in het PEH zelf is opgenomen, is het dekkingsgebied van een warmtenet vooral lokaal of regionaal, waarmee (sturing op) de ruimtelijke inpassing het beste door decentrale overheden ingevuld kan worden. Er zitten dus geen concrete te beoordelen ruimtelijke ontwikkelbeelden voor warmtenetten in het PEH. Aangezien in de scenario's wel aannames gemaakt zijn over de levering van warmte, ook met lokale warmtebronnen en -netten, zijn de effecten van inzet van lokale warmtenetten wel meegenomen in (vermindering van) de elektriciteitsvraag en vraag naar duurzame gassen (waterstof en groengas). Daarmee is de impact hiervan op de benodigde uitbreidingen van het hoogspanningsnet en gastransportleidingen wel meegenomen.

### 5.3 Waterstofopslag in de zoutcavernes: hoe ziet een opslagsysteem eruit?

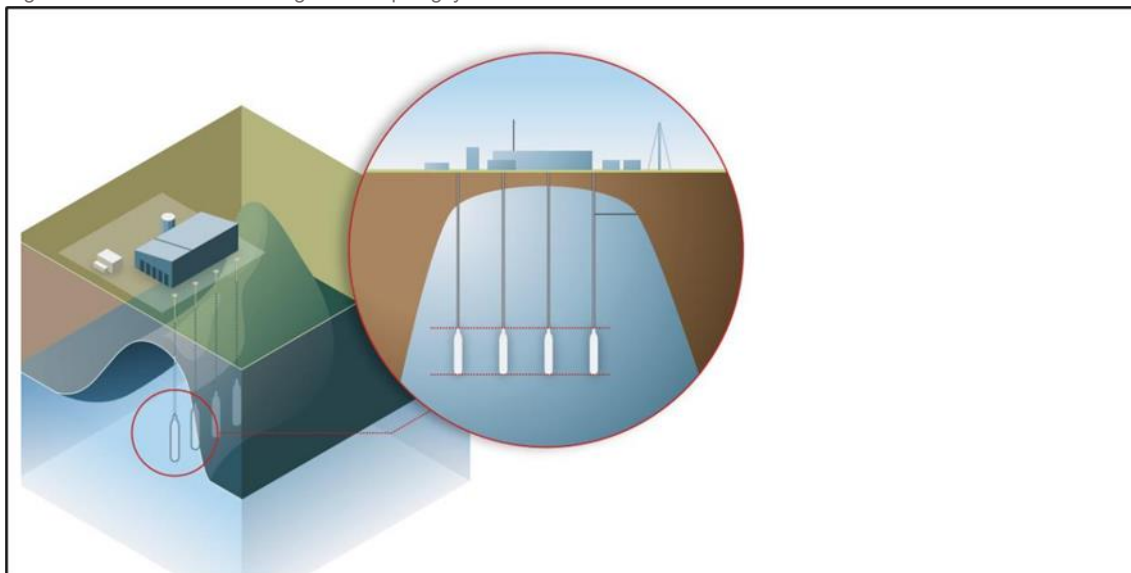
De nieuw aan te leggen zoutcavernes voor opslag van waterstof zijn gebonden aan specifieke locaties/gebieden aangezien dit alleen mogelijk is daar waar de geschikte zoutstructuren zich op de juiste diepte in

de bodem bevinden. Vanuit de cavernes komen de gecombineerde injectie en productieputten aan de oppervlakte. Een systeem met afsluitbare kleppen zorgt ervoor dat het gas gecontroleerd in en uit kan stromen. De putten zijn via (ondergrondse) pijpleidingen verbonden met de installatie. Deze installatie zorgt ervoor dat het gas in de cavernes kan worden geïnjecteerd en eruit kan worden gehaald. De installatie is op zijn beurt aangesloten op het Nederlandse gastransportnet. De bovengrondse inrichting kan qua ruimtebeslag verschillen per locatie.

Concreet bestaat het systeem uit de volgende onderdelen:

- Een (de-)compressiestation nabij de boorput welke aangesloten is op het waterstofnetwerk alwaar de druk wordt opgevoerd om in de opslag-caverne dan wel gasveld te worden geïnjecteerd.
- De tubing die door de gecementeerde casing naar de juiste diepte wordt geleid voor het injecteren van waterstof ten tijde van waterstofoverschot.
- Ten behoeve van de veiligheid zijn de putten uitgerust met een blowout preventer (BOP) aan de oppervlakte en een subsurface safety valve (SSV) ter hoogte van de onderkant casing (casing shoe).

Figuur 5.1 Schematische weergave H2 opslagsysteem in zoutcavernes



Een zoutcaverne wordt aangelegd door het aanboren van een zoutstructuur gevolgd door het oplossen van het steenzout over het traject van diepst geboorde punt tot gewenst hoogte over meerdere jaren. Gedurende de zoutwinning wordt zoet water in de caverne gepompt en zoutwater (pekkel) gelijktijdig geproduceerd voor de zoutindustrie, tot dat het gewenste volume is gerealiseerd. Hierna is deze caverne te gebruiken voor opslag van andere vloeistoffen dan pekkel zoals waterstof. De dikte van de wanden en het plafond van de caverne moet voldoende zijn, zodat de zoutcaverne stabiel blijft bij wisselende druk van het gas dat opgeslagen wordt. Tijdens de zoutwinningsfase van de cavernes kan hier rekening mee worden gehouden. De benodigde dikte van de wanden en het plafond zijn locatie specifiek te bepalen met de eigenschappen van het zout.

#### 5.4 Effecten waterstofopslag in zoutcavernes

In de IEA is beknopt ingegaan op waterstofopslag in de ondergrond. Enerzijds via de inzet van lege gasvelden en anderzijds via opslag in zoutcavernes. Er is nog veel onbekend over waterstofopslag in de

ondergrond in het algemeen. Met name de lange termijn effecten van de mechanische, chemische en biologische reacties van het waterstof met de aanwezige stoffen en boorputmateriaal in combinatie met de temperatuur en druk wisselingen als gevolg van cyclisch opslag zijn nog niet voldoende bekend. Wel is er al veel ervaring met lange termijn en seizoensopslag van gasen en vloeistoffen in zoutcavernes. Een van de aanbevelingen uit de IEA is dan ook dat meer onderzoek nodig is om meer concrete uitspraken over de milieugevolgen van waterstofopslag in zoutcavernes te kunnen doen. Inmiddels is door EZK opdracht gegeven voor studie naar de effecten van waterstofopslag in de ondergrond, waarvan de resultaten medio 2024 gepubliceerd worden (KEM-28). In deze paragraaf gaan we in op de belangrijkste effecten die momenteel (december 2023) bekend zijn.

#### 5.4.1 Mogelijke milieueffecten van ondergrondse waterstofopslag

##### Aanlegfase

Een zoutcaverne wordt aangelegd door het aanboren van een zoutstructuur, gevolgd door het oplossen van het steenzout over het traject van diepst geboorde punt tot gewenst hoogte. Dit proces kan vele jaren in beslag nemen. Gedurende de zoutwinning wordt zoetwater in de caverne gepompt. Dit lost het zout op en zoutwater (pekkel) wordt opgepompt om te worden gebruikt in de zoutindustrie. Het gewonnen zout wordt in de vorm van pekkel via transportleidingen naar een centrale zoutverwerkingsfabriek vervoerd en daar ingedampt tot vast zout. Dit doet men net zo lang totdat het gewenste volume van de caverne is gerealiseerd<sup>20</sup>.

Zoutboringen worden overwegend met relatief lichte boortorens uitgevoerd. De werkterreinen zijn circa 1 ha groot en de toren heeft een hoogte van ongeveer 30 meter. Een zoutboring neemt, afhankelijk van de totale diepte, maximaal enkele weken in beslag. Tijdens deze periode is er sprake van enige licht- en geluidhinder en extra vrachtverkeer als gevolg van de bouw.

De effecten gedurende de winning van het zout bestaan uit twee onderdelen:

1. (Het risico op) bodemdaling. Bij zoutwinning worden holtes aangelegd in de ondergrond. Deze cavernes zullen in bepaalde mate convergeren (deels dichtdrukken als gevolg van de massa en zwaartekracht) waardoor er daling optreedt aan het maaiveld. Ondiepere cavernes convergeren in mindere mate en zullen daardoor minder daling veroorzaken. De bodemdaling is in het algemeen acceptabel en beheersbaar en wordt ook gemonitord. Het cumulatieve effect van meerdere cavernes kan echter leiden tot een significante daling over de duur van de gehele winning (enkele tientallen centimeters), afhankelijk van de omvang van de caverne, de diepte van de zoutlaag en de karakteristieken van de zoutlaag.
2. (Het risico op) bodemtrilling. Wegens het plastische gedrag van zout is het optreden van bevingen door zoutwinning zeer onwaarschijnlijk. Mogelijk kunnen in het geval van grote cavernes wel spanningen ontstaan in het bovenliggende gesteente die leiden tot kleine, geen schadeveroorzakende bevingen. In Nederland zijn echter tot op heden echter geen significante bevingen bekend die veroorzaakt zijn door zoutwinning.

<sup>20</sup> [https://www.nlog.nl/sites/default/files/e15bdf32-b4b8-4fa6-8526-324cd9241dd7\\_infodoc\\_zoutwinning.pdf](https://www.nlog.nl/sites/default/files/e15bdf32-b4b8-4fa6-8526-324cd9241dd7_infodoc_zoutwinning.pdf)

## Kader 5.1 Maatschappelijke acceptatie van waterstofopslag in de ondergrond

De maatschappelijke acceptatie van waterstofopslag in de ondergrond is een belangrijk onderdeel van het succes of falen van waterstofopslag. Waterstofopslag in een conglomeraat van zoutcavernes in Nederland lijkt technisch haalbaar, hoewel er veel preventieve en corrigerende maatregelen moeten worden geïmplementeerd en aanvullend onderzoek moet worden uitgevoerd om de risico's te minimaliseren. Uit ervaringen nabij andere opslagen (o.a. Barendrecht) en het recente maatschappelijke debat over zoutwinning in Twente blijkt echter ook dat de technische haalbaarheid geen garantie is voor de realiseerbaarheid. Een belangrijke rol is daarmee dus ook weggelegd voor het maatschappelijke debat over de acceptatie deze ontwikkelingen.

## Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase wordt waterstofgas geïnjecteerd en weer onttrokken in de gerealiseerde zoutcaverne. De voornaamste risico's die kunnen optreden tijdens de exploitatiefase hebben betrekking op bodembeweging, (micro-) seismiciteit het verlies van waterstofgas en/of het optreden van explosies. Ook bodemdaling kan zich nog voordoen. De kans dat een dergelijk risico zich voordoet is zeer klein, maar zal nooit helemaal nul kunnen worden. Dit geldt echter ook voor iedere andere chemische (proces)installatie in Nederland. De voornaamste risico's en effecten zijn:

- Het optreden van een blowout en/ of verlies van controle over de put. Veroorzaakt door catastrofaal falen van de zogenaamde X-mas tree (bovengrondse stelsel van kleppen en buizen om het systeem te controleren) en ondergrondse veiligheidsklep (SSV) waardoor grote hoeveelheden waterstofgas ineens ontsnappen en er een explosie kan optreden. Deze kan leiden tot een zeer moeilijk te blussen brand met een reikwijdte van enkele honderden meters rond de put.
- Het ontstaan van putlekken/ verlies van integriteit van de put. Dit wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door:
  - Lekkage bij de X-mas tree.
  - Lekkage in verticale buizen/behuizing (casing). Veroorzaakt door koppelingbreuk, corrosie, breuk, overstrekking, breuk aan de casing shoe.
  - Verlies van integriteit van de pijpleiding (breuk/lekkage).
  - Overbelasting van de casing.
- Het verlies van de integriteit van de caverne met als gevolg het optreden van aardbevingen, veroorzaakt door:
  - Heterogene zoutstructuur;
  - Kruipsluiting en verzakking;
  - Trekbreek in steenzout/cavernewand, veroorzaakt door thermische en mechanische spanningen als gevolg van wisseldruk;
  - Trekbreek en onthechting van cement, thermische en mechanische spanningen als gevolg van wisselende druk binnen en buiten de behuizing (casing);
  - Trekbreek andere materialen zoals staallegeringen, elastomeren, enz., veroorzaakt door thermische en mechanische spanningen als gevolg van wisseldruk;
  - Verzwakking van steenzout door interactie met waterstof;
  - Verzwakking van materiaal (cementbinding en materialen zoals staallegeringen, elastomeren, enz. veroorzaakt door interactie met waterstof;
  - Kratervorming veroorzaakt door falen van de deklaag (overburden);
  - Het invallen van delen caverne plafond of wand.
- Vorming van H<sub>2</sub>S en vrijkomen ervan boven aanvaardbare grenzen (vereiste zuiverheid voor industrieel gebruik en veiligheidslimiet voor medewerkers en omgeving) veroorzaakt door anhydriet en mogelijk gestimuleerd door koolwaterstoffen vanuit het dekenmateriaal of voormalige methaanopslag. H<sub>2</sub>S is giftig en zelfs bij lage concentraties gevaarlijk voor mens en dier.



- Het optreden van trillingen in de ondergrond (geregistreerde geïnduceerde seismiciteit), veroorzaakt door de bediening (vullen en legen) van de cavernes.

Een nadere duiding van deze risico's is echter op projectniveau nodig. Het is dus zeker niet zo dat in alle projecten deze risico's zich zullen voordoen of een niet aanvaardbaar niveau kennen. Dit valt echter niet binnen de scope van het IEA voor PEH verder te duiden.

#### 5.4.2 Mitigerende maatregelen

Bij het opslaan van waterstof in zoutcavernes is met name de selectie van de juiste locatie van belang. Gedegen geologisch onderzoek om tot de juiste locatiekeuze te komen vormt daarmee direct ook de belangrijkste mitigerende maatregel. Daarnaast zijn er in de exploitatiefase een aantal technische maatregelen te nemen om risico te beperken:

- Gebruik van H<sub>2</sub>- en H<sub>2</sub>S-gecertificeerd materiaal (inclusief afdichtingen en kleppen).
- Minimale randvoorwaarden voor H<sub>2</sub>-opslagcaverne in acht nemen, onder andere door het opstellen van puttest/acceptatiecriteria.
- Regelmatige cavernes- en puttesten, inclusief sonarmetingen, hoogwaardige mechanische integriteits-tests (MIT), cementbindingslogboeken (frequentie nader te bepalen) en veiligheidskleptests (SSV).

Belangrijk is echter ook om nader onderzoek en (veld)testen te doen, om de kennis te vergroten. Daarom is een onderzoeksagenda (paragraaf 5.5) opgenomen.

#### 5.4.3 Effectbeoordeling IEA

In de IEA is in de beoordeling van een van de structuurkeuzes (bijlage XIb) ingegaan op de effecten van ondergrondse waterstofopslag. Er is in paragraaf 7.3.2. van bijlage XIb ingegaan op de effecten aan de hand van de lagenbenadering. In onderstaande tabel is de beoordeling samengevat:

Tabel 5.1 Beoordeling effecten waterstofopslag (samenvatting)

Waterstofopslag	Ruimteslag (bovengronds) (ha)	Occupatie	Netwerk	Ondergrond
Optie 1: zoutcavernes	125	2	1	3

De effectbeoordeling wijzigt niet aan de hand van de aanvullende informatie uit dit hoofdstuk. De voornaamste risico's en effecten worden nog steeds voorzien in de ondergrondlaag en in mindere mate in de occupatielaag.

#### 5.5 Onderzoeksagenda

Er is nog zeer veel onduidelijk rond de mogelijke effecten van ondergrondse opslag van waterstof. De keuze om waterstof op de slaan in zoutcavernes behoeft daarom nader onderzoek naar de technische haalbaarheid. Door het generieke karakter kan een relevant deel van de risico's door gebrek aan informatie niet eenvoudig worden gekwantificeerd. Dit resulteert in de behoefte aan locatie specifieke risicobeoordelingen voor elke locatie en/of veld op:

- Locatie specifieke geologische informatie.
- De omgeving van de locatie/veld wat betreft activiteiten, infrastructuur, bewoners etc.
- De relevante stakeholders.

De ontwikkeling van een caveerne (veld) begint met het selecteren van de juiste locatie en moet eerst gebaseerd zijn op de geologie en vervolgens op het minimum aantal belanghebbenden. Bouw bij voorkeur nieuwe cavernes en vermijd oude putten en cavernes en begin met een relatief klein ontwerp met laagfrequente werking, terwijl het onderzoek wordt voortzet. Een onderdeel van de onderzoeksstrategie omvat het evalueren van de risicomaatregelen en het rapporteren aan alle relevante stakeholders en het actualiseren van de risicoanalyses. Het aanvullende onderzoek kan voortbouwen op deze bevindingen.

De belangrijkste onderwerpen voor aanvullend onderzoek, gebaseerd op het onderzoek in KEM-28<sup>21</sup> en de uitgevoerde risicoanalyses, zijn:

- Een verbeterde karakterisering van de interne structuur van de desbetreffende zoutkoepel, inclusief afwijkende zones, met behulp van boorgatmetingen (logging) en -testen, het nemen van kernen en locatie specifieke geïntegreerde multi-schaalmodellering (micro- koepel schaal). Dit omvat het verbeteren van specifieke instrumenten voor het onderzoek naar interne zoutstratigrafie en de heterogeniteit.
- Kruiponderzoek (bijvoorbeeld effect van korrelgrootte en onzuiverheden; kalibratie van een kruipwet voor locatie specifieke zout) van het zout, inclusief transporteigenschappen, schade en healing van zout.
- Analyse van de stabiliteit van een cluster van cavernes die asynchroon worden uitgeloozd en gebruikt (wisselende en afwijkende cycli).
- Validatie van het bestaan van een warmte-uitwisselingscoëfficiënt op de cavernewand en mogelijke kalibratie van deze parameter in het geval van waterstof.
- Analyseer de mogelijke ontwikkeling van breuken wanneer er effectieve trek spanningen optreden in de wand van de caveerne.
- Analyse van de oppervlakte-effecten van een blowout (straalbrand, flietsbrand en dampexplosie), evolutie van de waterstofpluim gevormd door een lek voor verschillende atmosferische omstandigheden, berekening van de afstand van effecten voor verschillende scenario's.
- Onderzoek naar de preventie van micro-annuli op de grensvlakken van de casing/cement/gesteente.
- Onderzoek naar materialen die interageren met waterstof en/of H<sub>2</sub>S.
- Ontwikkeling van hoogwaardige mechanische integriteitstesten (MIT) inclusief duidelijke succescriteria.

<sup>21</sup> KEM-28 is onder deel van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw, KEM genaamd ingesteld door de Nederlandse minister van Economische Zaken, en komt tegemoet aan de aanbevelingen van de Onderzoekraad voor de Veiligheid (OVV) en heeft tot doel het inzicht in mogelijke dreigingen en risico's van mijnbouwactiviteiten in Nederland te vergroten. Meer informatie kan men hier vinden: <https://kemprogramma.nl/blog/view/95016fc4-390e-443a-b8a6-ff79db4087a3/kem-28-risk-assessment-for-underground-hydrogen-storage-uhs-in-salt-caverns-and-interaction-with-other-underground-storage-locations-started>

N.B: Pondera heeft bijgedragen aan dit onderzoeksproject, en antwoorden op punt 4-6 zijn op de kennis van KEM-28 gebaseerd.

## Bijlage 1 - Tabel risico's en mitigerende maatregelen Natuur en beleidsuitspraken PEH

NB: bij puntinfrastructuur is uitgegaan van maximum ruimtebeslag

Link beleidsuitspraak PEH	Natura 2000 (risico's)	NNN (risico's)	Soorten (risico's)	Indicatieve mitigerende maatregelen
<b>Verwachte uitbreiding transportverbindingen (220kV/380kV):</b>				
1. Het 380kV-net tussen Ens-Zwolle	<p><b>(1) Zwolle-Ens parallel</b> Natura 2000-gebieden Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht en Zwarte Meer worden beiden middendoor gekruist. Beide gebieden zijn zowel habitat- als vogelrichtlijn. Vanwege de parallellegging met bestaande bovengrondse verbindingen is de kans op (extra) effecten klein.</p> <p><b>(2) Zwolle-Ens noordzijde</b> De tracéoptie gaat langs Natura 2000-gebied Olde Maten en Veerslootlanden (habitatrichtlijn) en kruist de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht, De Wieden en Zwarte Meer aan de randen. De gebieden die gekruist worden, zijn aangewezen vanuit zowel de Habitat- als Vogelrichtlijn. Omdat bij de Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht de bestaande 110kV-verbinding ondergronds is aangelegd, is er een grote kans op effecten op aanvaringsslachtoffers bij een bovengrondse aanleg van de tracéoptie.</p>	<p><b>(1) Zwolle-Ens parallel</b> Er wordt verspreid over de tracéoptie een deel (circa 10%) NNN-gebieden gekruist nabij het Zwarte Water en Ramsdiep. Door de reeds aanwezige bovengrondse 220kV- en 380kV-verbindingen is de kans op (extra) effecten klein.</p> <p><b>(2) Zwolle-Ens noordzijde</b> Er wordt verspreid over de tracéoptie een deel (circa 40%) NNN-gebieden gekruist, met name tussen Hasselt en Vollenhove. Bij detaillering van de tracéoptie kan dit deels vermeden worden. Door de reeds aanwezige bovengrondse 220kV- en 380kV-verbindingen is de kans op (extra) effecten klein.</p>	Vogels via aanvaringen en verstoring, alle soorten via habitatverlies, barrièrewerking en versnippering.	Regionale maatregelen: Bundeling tracé, ondergrondse aanleg, aanbrengen vogelwerende maatregelen in de bliksemraden.
2. Het 380kV-net tussen Tilburg-Eindhoven	<p><b>(1) Tilburg-Eindhoven parallel</b> Er is geen kruising van Natura 2000-gebieden.</p> <p><b>(2) Tilburg-Eindhoven noordzijde</b> De tracéoptie kruist Natura 2000-gebied Kampina &amp; Oisterwijkse Vennen wat tevens van aardkundige waarde is. Hier is een grote kans op effecten op natuur.</p> <p><b>(3) Tilburg-Eindhoven zuidzijde</b> De tracéoptie kruist Natura 2000-gebieden Kempenland-West en Leenderbos, Groote Heide en De Plateaux. Het laatste gebied is een vogelrichtlijngebied, dit betekent een grote kans op effecten.</p>	<p><b>(1) Tilburg-Eindhoven parallel</b> Over het hele tracé worden op verschillende plaatsen NNN-gebieden doorkruist. Dit geeft een middelgrote kans op effecten</p> <p><b>(2) Tilburg-Eindhoven noordzijde</b> Over het hele tracé wordt op verschillende plaatsen NNN-gebieden doorkruist, met deels een middellange ontwikkelingsduur. Dit heeft een middelgrote kans op effecten.</p> <p><b>(3) Tilburg-Eindhoven zuidzijde</b> Over het hele tracé wordt op verschillende plaatsen NNN-gebieden doorkruist, met bij Moergestel ook weidevogelrijk grasland. Dit heeft een grote kans op effecten.</p>	Vogels via aanvaringen en verstoring, alle soorten via habitatverlies, barrièrewerking en versnippering.	Regionale maatregelen: Bundeling tracé, ondergrondse aanleg, aanbrengen vogelwerende maatregelen in de bliksemraden.
3. Diepe ondergrondse aanlanding naar Maasbracht	<p><b>(1) Haringvlieg-Maasbracht noordzijde</b> Er worden meerdere Natura 2000-gebieden gekruist. Het gaat om watergebieden Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch en op land om Loonse en Drunense Duinen &amp; Leemkuilen, Kampina en Oisterwijkse Vennen. De watergebieden kunnen niet vermeden worden en kennen hinder bij de aanleg van de tracéoptie. Na aanleg zal er geen effect zijn. Voor de Natura 2000-gebieden op land geldt dat met tracéoptimalisaties (van de ligging) doorkruising van deze gebieden waarschijnlijk vermeden kan worden. De kans op effecten is klein.</p> <p><b>(2) Haringvliet-Maasbracht zuidzijde</b> Er worden meerdere Natura 2000-gebieden gekruist. Het gaat om watergebieden Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch en op land om Kempenland-West, Leenderbos, Groote Heide en De Plateaux en Weerter- en Budelerbergen en Ringselven. De watergebieden kunnen niet vermeden worden en kennen hinder bij de aanleg van de tracéoptie. Na aanleg zal er geen effect zijn. Voor de Natura 2000-gebieden op land geldt dat met tracéoptimalisaties doorkruising van deze gebieden waarschijnlijk vermeden kan worden. De kans op effecten is klein.</p>	<p><b>(1) Haringvlieg-Maasbracht noordzijde</b> Het gehele deel in water is NNN-gebied. Op land kan boven een ondergrondse verbinding geen diepwortelende beplanting groeien, dit is wel mogelijk indien de aanleg met een gestuurde boring is. Met mogelijke tracéoptimalisaties is de kans op effecten middelgroot.</p> <p><b>(2) Haringvliet-Maasbracht zuidzijde</b> Het gehele deel in water is NNN-gebied. Op land kan boven een ondergrondse verbinding geen diepwortelende beplanting groeien, dit is wel mogelijk indien de aanleg met een gestuurde boring is. Met mogelijke tracéoptimalisaties is de kans op effecten middelgroot.</p>	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
<b>Verwachte uitbreiding stations (220kV/380kV)</b>				
4. Omgeving Dodewaard	Natura2000-gebied Rijntakken ligt op ca. 2 km afstand.	Er zijn geen risico's.	N.v.t.	Geen
5. Omgeving Eindhoven	Er is geen Natura2000-gebied aanwezig in de omgeving.	Ten oosten van het 380kV-station is een noord-zuid strook van NNN-gebied. Ruimte lijkt vooral beschikbaar ten oosten van deze NNN-strook tegen Eeneind aan.	N.v.t. bij zorgvuldige trasering.	Geen
6. Omgeving Graetheide	Er is geen Natura2000-gebied aanwezig in de omgeving.	Er is voldoende ruimte om de NNN-gebieden in de omgeving te ontwijken om potentiële effecten (grotendeels) te voorkomen.	N.v.t.	Geen
7. Omgeving Maasbracht	Er is geen Natura2000-gebied aanwezig in de omgeving.	Direct in het westen grenst de locatie aan een NNN-gebied, die ook oostelijk en noordelijk van de locatie liggen. Er is een middelgroot risico.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.

Link beleidsuitspraak PEH	Natura 2000 (risico's)	NNN (risico's)	Soorten (risico's)	Indicatieve mitigerende maatregelen
8. Omgeving Maasvlakte	De Voordelta, Voornes Duin en een klein deel van de Oude Maas zijn Natura 2000-gebieden die in de omgeving liggen. Er is een kans op effecten op deze gebieden door mogelijke externe werking van aanvullend (bovenop bestaand) vermogen aan regelbare centrales op de habitatgebieden Solleveld en Kapittelduinen.	Zo goed als het volledige gebied is omringd door NNN-gebied; overlap is beperkt tot beheertypen met een korte ontwikkelingsduur. Een uitbreiding van het gebied om het ruimtebeslag te realiseren geeft een middelgrote kans op effecten op NNN.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
9. Omgeving Borssele/Sloegebied	Het Natura 2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe ligt aangrenzend aan en voor een klein deel in het havengebied. Mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden zijn hierdoor niet uit te sluiten, dit geeft een middelgrote kans op effecten. Effecten kunnen onder andere optreden vanwege de lozing van koelwater.	Binnen de Barro-locatie is NNN-gebied aanwezig in het westelijke deel, ook liggen enkele NNN-gebieden net buiten de grenzen van de locatie. Gezien de omvang van het robuuste minimum is er een kleine kans op effecten op deze gebieden. Voor het maximum ruimtebeslag is er een middelgrote kans op effecten.	Aquatische soorten via verstoring (verontreiniging oppervlaktewater). Overige soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
10. Omgeving Noordzee Kanaalgebied	Er is geen Natura2000-gebied aanwezig in de omgeving.	De beschikbare ruimte in de omgeving is zeer beperkt gezien het NNN-gebied aan de oostzijde. Dit ruimtebeslag in de omgeving van het 380kV-station in Beverwijk geeft een grote kans op effecten waarbij mitigatie lastig is.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
11. Omgeving Eemshaven	Het Natura 2000-gebied Waddenzee grenst aan het havengebied. Mogelijke effecten zijn niet uit te sluiten door de lozing van koelwater van regelbare centrale of elektrolyzers.	Binnen de Barro-locatie is geen NNN-gebied aanwezig, de Waddenzee als NNN-gebied grenst wel aan het gebied.	Aquatische soorten via verstoring (verontreiniging oppervlaktewater).	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
12. Omgeving Weiwerd	De Eems is aangewezen als Natura 2000-gebied, dit valt buiten de Barro-locatie.	De Eems vormt het enige NNN-gebied in de nabijheid, maar hier is geen ruimtebeslag door de energie-infrastructuurontwikkelingen.	N.v.t.	Geen
<b>Accommoderen van de verwachte grote ruimtevrage voor energieinfra, waaronder batterijen, elektrolyse en centrales, in de 5 industrieclusters</b>				
13. Noordzeekanaalgebied	Er is geen Natura 2000-gebied aanwezig in de omgeving.	De beschikbare ruimte in de omgeving is zeer beperkt gezien het NNN-gebied aan de oostzijde. Dit ruimtebeslag in de omgeving van het 380kV-station in Beverwijk geeft een grote kans op effecten waarbij mitigatie lastig is.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
14. Eemshaven / Delfzijl	Het Natura 2000-gebied Waddenzee grenst aan het havengebied. Mogelijke effecten zijn niet uit te sluiten door de lozing van koelwater van regelbare centrale of elektrolyzers. Tevens is de Eems aangewezen als Natura 2000-gebied, maar dit valt buiten de Barro-locatie.	De Eems en de Waddenzee vormen de enige NNN-gebieden in de nabijheid, maar hier is geen ruimtebeslag door de energie-infrastructuurontwikkelingen.	Aquatische soorten via verstoring (verontreiniging oppervlaktewater).	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
15. Borssele / Terneuzen	<b>Borssele / Vlissingen:</b> zie 9. <b>Terneuzen / Sas van Gent:</b> de Westerschelde ligt op enige afstand en is aangewezen als Natura 2000-gebied.	Borssele / Vlissingen: zie 9. Terneuzen / Sas van Gent: In de directe omgeving liggen ook enkele NNN-gebieden	Aquatische soorten via verstoring (verontreiniging oppervlaktewater). Overige soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
16. Rotterdam	De Voordelta, Voornes Duin en een klein deel van de Oude Maas zijn Natura 2000-gebieden die in de omgeving liggen. Er is een kans op effecten op deze gebieden door mogelijke externe werking <sup>22</sup> van aanvullend (bovenop bestaand) vermogen aan regelbare centrales op de habitatgebieden Solleveld en Kapittelduinen.	Zo goed als het volledige gebied is omringd door NNN-gebied; overlap is beperkt tot beheertypen met een korte ontwikkelingsduur. Een uitbreiding van het gebied om het ruimtebeslag te realiseren geeft een middelgrote kans op effecten op NNN.	Alle soorten via verstoring. NNN: kans op habitatverlies.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder. Habitatverlies via mitigatie in de directe omgeving.
17. Zuid-Limburg	<b>Buggenum:</b> er is geen Natura 2000-gebied aanwezig in de omgeving. <b>Maasbracht:</b> er is geen Natura 2000-gebied aanwezig in de omgeving. <b>Geleen:</b> er is geen Natura 2000-gebied aanwezig in de omgeving.	Buggenum: enkele landbouwgebieden in de omgeving zijn ook aangewezen als NNN-gebied. Maasbracht: direct in het westen grenst de locatie aan een NNN-gebied, die ook oostelijk en noordelijk van de locatie liggen Geleen: er is voldoende ruimte om de NNN-gebieden in de omgeving te ontwijken	Alle soorten via verstoring (alleen Buggenum en Maasbracht).	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
<b>Vestigingsplaatsen voor grootschalige elektriciteitsproductie handhaven t.b.v. duurzame regelbare centrales in de toekomst</b>				
18. Delfzijl	Zie onder 14	Zie onder 14	Zie onder 14	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
19. Eemshaven	Zie onder 14	Zie onder 14	Zie onder 14	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
20. Burgum	Op enige afstand ligt zuidwestelijk van de locatie Natura 2000-gebied Alde Feanen. Geen kans op effecten vanwege tussenliggende kern Burgum	De locatie wordt omsloten door NNN-gebieden met ten hoogste een middellange ontwikkelingsduur.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
21. Flevo (=Lelystad)	Het deel in het IJsselmeer ligt tegen Natura 2000-gebied aan.	Het deel in het IJsselmeer ligt tegen NNN aan.	Beperkt aantal soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
22. Diemen	Op korte afstand ligt noordoostelijk van de locatie een Natura 2000-gebied met vogelrichtlijnaanwijzing (Markermeer & IJmeer). De kans op effecten is groot.	Direct ten noorden en oosten grenst de locatie aan NNN-gebied en een primaire waterkering. In het noordoosten en zuidwesten bestaat een groot deel van de directe omgeving uit NNN-gebied.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder
23. Hemweg (Amsterdam)	Er is geen Natura2000-gebied aanwezig.	Aan de westzijde van de locatie is NNN-gebied aanwezig. De kans op effecten hierop is klein (geen externe werking <sup>22</sup> ).	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.

<sup>22</sup> Externe werking zijn effecten van een ingreep die optreden buiten (het invloedsgebied) van een Natura 2000-gebied tot binnen het Natura 2000-gebied reiken. Voor NNN-gebieden geldt dat externe werking geen onderdeel is van de bescherming van deze gebieden.

Link beleidsuitspraak PEH	Natura 2000 (risico's)	NNN (risico's)	Soorten (risico's)	Indicatieve mitigerende maatregelen
24. Amsterdams Havengebied / Noordzeekanaal	Zie onder 13	Zie onder 13	Zie onder 13	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
25. Velsen	Zie onder 13	Zie onder 13	Zie onder 13	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
26. Utrecht	Er liggen geen Natura2000-gebieden in de directe omgeving.	Er liggen geen NNN in de directe omgeving	N.v.t.	Geen
27. Maasvlakte I	Zie onder 16	Zie onder 16	Zie onder 16	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
28. Maasvlakte II	Zie onder 16	Zie onder 16	Zie onder 16	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
29. Rijnmond / Rotterdams Havengebied	Zie onder 16	Zie onder 16	Zie onder 16	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder. Habitatverlies via mitigatie in de directe omgeving.
30. Moerdijk	Op korte afstand ligt noordoostelijk van de locatie een Natura 2000-gebied met vogelrichtlijnaanwijzing (Markermeer & IJmeer). Er is een grote kans op effecten.	NNN-gebieden zowel binnen de Barro-locatie als de directe omgeving vormen een ruimtelijke beperking. Echter, vanwege het beperkte ruimtebeslag is de kans op effecten klein.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
31. Amer Geertruidenberg	Direct ten noorden van de locatie ligt het Natura 2000-gebied de Biesbosch met een vogel- en habitatrictlijnaanwijzing. De kans op effecten op het gebied is klein.	In het oosten en het westen zijn er delen aangewezen als NNN-gebied. Hier is een middelgrote kans op effecten.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
32. Borssele/Vlissingen	Zie onder 15	Zie onder 15	Zie onder 15	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
33. Terneuzen/Sas van Gent	Zie onder 15	Zie onder 15	Zie onder 15	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
34. Nijmegen	Direct noordelijk van het station en de Waal ligt Natura 2000-gebied Rijntakken	Geen verdere NNN-gebieden aanwezig.	Alle soorten via verstoring.	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
35. Buggenum	Zie onder 17	Zie onder 17	Zie onder 17	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
36. Maasbracht	Zie onder 17	Zie onder 17	Zie onder 17	Lokale maatregelen: soortspecifieke maatregelen ter voorkoming van hinder.
37. Geleen	Zie onder 17	Zie onder 17	Zie onder 17	Geen
<b>Gereserveerde buisleidingenstroken handhaven (en beter benutten) voor toekomstige aanleg van nationale buisleidingen</b>	Ondergrondse aanleg leidt niet tot effecten op natuurwaarden van Natura 2000-gebieden, mits de wortelzone wordt ontzien. Uitgangspunt is bovendien dat dit binnen de bestaande strook gebeurt.	Ondergrondse aanleg leidt niet tot effecten op natuurwaarden van NNN, mits de wortelzone wordt ontzien. Uitgangspunt is bovendien dat dit binnen de bestaande strook gebeurt.	N.v.t.	Geen
<b>Waterstofopslag in zoutcavernes op land (ondertussen verkennen van alternatieve mogelijkheden)</b>	Ondergrondse aanleg leidt niet tot effecten op natuurwaarden van Natura 2000-gebieden, mits de wortelzone wordt ontzien. Uitgangspunt is bovendien dat dit binnen de bestaande strook gebeurt.	Ondergrondse aanleg leidt niet tot effecten op natuurwaarden van NNN, mits de wortelzone wordt ontzien. Uitgangspunt is bovendien dat dit binnen de bestaande strook gebeurt.	N.v.t.	Geen

## Bijlage 2 - Tabel risico's en mitigerende maatregelen landschap en beleidsuitspraken PEH

NB: Risico's omschreven als klein, middelgroot, groot

Link beleidsuitspraak PEH	Landschapskenmerken en risico's	Indicatieve mitigerende maatregelen
<b>Verwachte uitbreiding transportverbindingen (220kV/380kV)</b>		
1. Het 380kV-net tussen Ens-Zwolle	<p><b>(1) Zwolle-Ens parallel</b> Het deel in de Noordoostpolder is aangewezen als aardkundig waardevol gebied. De tracéoptie kruist het Nationaal Landschap IJsseldelta, vanwege de parallellegging is het landschappelijk effect beperkt (risico landschap: middelgroot).</p> <p><b>(2) Zwolle-Ens noordzijde</b> Het deel in de Noordoostpolder is aangewezen als aardkundig waardevol gebied. De tracéoptie kruist het Nationaal Landschap IJsseldelta aan de rand nabij Zwartsluis, hier ligt de bestaande 110kV-verbinding ondergronds. Dit betekent voor landschap een grote kans op effecten bij bovengrondse aanleg (risico landschap: groot).</p>	Het zoveel mogelijk beperken van de lengte van de verbinding, zowel van het hoofdtracé als van deeltracés daarbinnen. Streven naar rechtstanden die samenhangen met gebiedsstructuren, met name lijnvormige landschapselementen en verkavelingsrichtingen.
2. Het 380kV-net tussen Tilburg-Eindhoven	<p><b>(1) Tilburg-Eindhoven parallel</b> Met name tussen Eindhoven, Nuenen en Son en Breugel liggen gebieden met een landschappelijk aardkundige waarde (risico landschap: middelgroot).</p> <p><b>(2) Tilburg-Eindhoven noordzijde</b> De tracéoptie kruist Natura 2000-gebied Kampina &amp; Oisterwijkse Vennen wat tevens van aardkundige waarde is. De noordelijke tracéoptie scheert langs het Nationale Park Vincent van Gogh en de Mortelen en loopt bij Son via het beekdal van de Dommel naar het zuiden. Dit geeft een grote kans op effecten voor landschap (risico landschap: groot).</p> <p><b>(3) Tilburg-Eindhoven zuidzijde</b> De zuidelijke tracéoptie loopt door het waardevolle landschap van de Oostelbeerse Heide. Dit geeft een middelgrote kans op effecten voor landschap (risico landschap: middelgroot).</p>	Het zoveel mogelijk beperken van de lengte van de verbinding, zowel van het hoofdtracé als van deeltracés daarbinnen. Streven naar rechtstanden die samenhangen met gebiedsstructuren, met name lijnvormige landschapselementen en verkavelingsrichtingen.
3. Diepe ondergrondse aanlanding naar Maasbracht	<p><b>(1) Haringvlieg-Maasbracht noordzijde</b> Vanwege de ondergrondse ligging zijn er (vrijwel) geen effecten (risico landschap: (zeer) klein).</p> <p><b>(2) Haringvliet-Maasbracht zuidzijde</b> Vanwege de ondergrondse ligging zijn er (vrijwel) geen effecten (risico landschap: (zeer) klein).</p>	Het zo minimaal aantasten van bestaande vormen van landgebruik, (volgroeide) beplantingen en groenstructuren en zoveel mogelijk terugbrengen van vergelijkbare elementen.
<b>Verwachte uitbreiding stations (220kV/380kV)</b>		
4. Omgeving Dodewaard	In de omgeving ligt Nationaal Landschap. Er is nog enigszins ruimte beschikbaar bij het 380 kV-station, direct buiten de grens van het Nationaal Landschap Rivierenland (risico landschap: middelgroot).	Vorm van uitbreiding aanpassen op verkavelingsstructuur (blokverkaveling) ter plekke. Bij inpassing toepassen van ter plaatse aanwezige landschapselementen zoals boomgaarden, bomenrijen en houtsingels.
5. Omgeving Eindhoven	Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur in de nabijheid van industriegebied Herzenbroeken beslaat zo'n 15 ha en zal op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Binnen de driehoek Collseweg, Molendijk-Loostraat en bestaande hoogspanningsverbinding (van noord naar zuid) lijkt er voor deze energie-infrastructuur maar beperkt ruimte te zijn. Verplaatsing naar het oosten betekent een directe aantasting van het samenhangende stroomgebied van de Kleine Dommel. De kans op effecten op landschap is middelgroot (risico landschap: middelgroot).	Vorm van uitbreiding aanpassen op verkavelingsstructuur (blokverkaveling) ter plekke. Bij inpassing toepassen van ter plaatse aanwezige landschapselementen zoals bossen, houtsingels, bomenrijen en solitairen.
6. Omgeving Graetheide	Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur bij Graetheide/Chemelot varieert tussen de 10 en 70 ha en zal vooral op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Hierbij is aangenomen dat het huidige industriegebied bij Chemelot benut kan worden voor deze energie-infrastructuur. Op lokaal niveau zal dit leiden tot een vollere en meer industriële uitstraling van het Chemelot-terrein. De kans op negatieve effecten op landschap is klein en is naar verwachting goed te beperken (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied. Als de beoogde uitbreiding (deels) daarbuiten plaats gaat vinden is het risico voor landschap middelgroot. In dat geval aansluiten bij verkavelingsstructuur ter plekke (open, mozaïekverkaveling). Bij inpassing toepassen van ter plaatse aanwezige landschapselementen zoals bosschages, houtsingels en -wallen en bomenrijen.
7. Omgeving Maasbracht	Direct ten noorden van de Maas, en zuidelijk van de spoorweg is het landschap volledig aangemerkt als aardkundig waardevol (risico landschap: middelgroot).	Vorm van uitbreiding aanpassen op verkavelingsstructuur (blokverkaveling) ter plekke. Bij inpassing toepassen van ter plaatse aanwezige landschapselementen zoals bossen, houtsingels, bomenrijen en solitairen.
8. Omgeving Maasvlakte	Het totale ruimtebeslag varieert van alle beoogde energie-infrastructuur in het Rotterdamse havengebied (tussen robuust en maximum). Dit zal op regionaal niveau een effect op landschap hebben. Op lokaal niveau zal het leiden tot een voller en meer industrieel beeld. Het negatieve effect op landschap is naar verwachting goed te beperken waarmee de kans op effecten klein is (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
9. Omgeving Borssele/Sloegebied	Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur ontwikkelingen bij Borssele/Sloegebied zal vooral op lokaal niveau een kans op effecten op landschap hebben, ervan uitgaande dat het huidige industriegebied niet hoeft te worden uitgebreid ten behoeve van deze ontwikkelingen. De energie-infrastructuur zal op lokaal niveau leiden tot een meer industriële uitstraling van het Sloegebied. De (negatieve) invloed op het waardevolle landschapselement tussen Fort Rammekens en Ritthem (Rammekenshoek) is naar verwachting beperkt en daarmee is kans op effecten op landschap klein (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
10. Omgeving Noordzeekanaalgebied	Het mede benutten van het Aagtenpark zal op lokaal niveau tot een grote kans op landschappelijke effecten leiden. Bij het minimum ruimtebeslag is de kans op effecten groot (risico landschap: groot).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied, dan zijn risico's mitigeerbaar (als dit niet mogelijk is, dan blijft het risico voor landschap groot). Bij inpassing binnen Aagtenpark gebruik maken van of toepassen van (grote) grondlichamen en bosschages.
11. Omgeving Eemshaven	Het beoogde ruimtebeslag voor de energie-infrastructuur bij Eemshaven dat varieert tussen de 20 en 250 ha zal vooral op lokaal niveau een (negatief) effect op landschap hebben. Hierbij is ervan uitgegaan dat het huidige industriegebied niet hoeft te worden uitgebreid voor deze energie-infrastructuur. Op lokaal niveau zal de energie-infrastructuur leiden tot een meer industriële uitstraling van het Eemshavengebied. De kans op (negatieve) effecten op de waardevolle kuststrook ten noorden van de Emmapolder is klein (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.

Link beleidsuitspraak PEH	Landschapskenmerken en risico's	Indicatieve mitigerende maatregelen
12. Omgeving Weiwerd	Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur bij industriegebied Oosterhorn varieert tussen de 15 en 100 ha en zal vooral op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Er lijkt binnen het bestaande industriegebied nog voldoende vrije ruimte beschikbaar te zijn, waardoor het huidige industriële gebied kan worden benut voor de realisatie van de energie-infrastructuurontwikkelingen. Op lokaal niveau zal dit leiden tot een meer industriële uitstraling. Het negatieve effect op landschap is naar verwachting goed te mitigeren waarmee de kans op effecten klein is (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
<b>Accommoderen van de verwachte grote ruimtevrage voor energieinfra, waaronder batterijen, elektrolyse en centrales, in de 5 industrieclusters</b>		
13. Noordzeekanaalgebied	Het beoogde ruimtebeslag van alle energie-infrastructuur bij Beverwijk varieert tussen 40 en 130 ha. Gelet op de huidige beschikbare ruimte betekent dit dat er nauwelijks ruimte is voor het minimum en in feite geen ruimte voor het maximum, tenzij er rigoureuze keuzes worden gemaakt, zoals verplaatsing van de energie-infrastructuurontwikkelingen naar elders en bijvoorbeeld gedeeltelijke herbesteding van overige industriële gebieden in de omgeving. Meervoudig ruimtegebruik lijkt, gelet op de aard en omvang van de onderdelen van de energie-infrastructuurontwikkelingen, geen optie. Het vervangen van bestaande bedrijvigheid, zoals de Bazaar met zijn parkeerterreinen, door de elementen die op deze plek deel uitmaken van de energiehoofdstructuur, lost het vraagstuk slechts ten dele op. Het mede benutten van het Aagtenpark zal op lokaal niveau tot een grote kans op landschappelijke effecten leiden. Bij het minimum ruimtebeslag is de kans op effecten groot. Voor het maximum ruimtebeslag lijkt een sprong oostwaarts over de A9 de enige optie (risico landschap: groot).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied, dan zijn risico's mitigeerbaar (als dit niet mogelijk is, dan blijft het risico voor landschap groot). Bij inpassing binnen Aagtenpark gebruik maken van of toepassen van (grote) grondlichamen en bosschages
14. Eemshaven / Delfzijl	Het beoogde ruimtebeslag voor de energie-infrastructuur bij Eemshaven dat varieert tussen de 20 en 250 ha zal vooral op lokaal niveau een (negatief) effect op landschap hebben. Hierbij is ervan uitgegaan dat het huidige industriegebied niet hoeft te worden uitgebreid voor deze energie-infrastructuur. Op lokaal niveau zal de energie-infrastructuur leiden tot een meer industriële uitstraling van het Eemshavengebied. De kans op (negatieve) effecten op de waardevolle kuststrook ten noorden van de Emmapolder is klein. Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur bij industriegebied Oosterhorn varieert tussen de 15 en 100 ha en zal vooral op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Er lijkt binnen het bestaande industriegebied nog voldoende vrije ruimte beschikbaar te zijn, waardoor het huidige industriële gebied kan worden benut voor de realisatie van de energie-infrastructuurontwikkelingen. Op lokaal niveau zal dit leiden tot een meer industriële uitstraling. Het negatieve effect op landschap is naar verwachting goed te mitigeren waarmee de kans op effecten klein is (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
15. Borssele / Terneuzen	Zie ook 9. Naar verwachting geen bijzondere effecten op landschap (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
16. Rotterdam	Het totale ruimtebeslag varieert van alle beoogde energie-infrastructuur in het Rotterdamse havengebied (tussen robuust en maximum). Dit zal op regionaal niveau een effect op landschap hebben. Op lokaal niveau zal het leiden tot een voller en meer industrieel beeld. Het negatieve effect op landschap is naar verwachting goed te beperken waarmee de kans op effecten klein is (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
17. Zuid-Limburg	Zie ook 6. en 7. <b>Buggenum:</b> De locatie en de directe omgeving lijken voldoende ruimte te bieden voor het robuuste ruimtebeslag van de regelbare centrales. Vooral lokaal een negatief landschappelijk effect (risico landschap: klein). <b>Maasbracht:</b> Direct ten noorden van de Maas, en zuidelijk van de spoorweg is het landschap volledig aangemerkt als aardkundig waardenvol (risico landschap: middelgroot). <b>Geleen / Graetheide:</b> Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur bij Graetheide/Chemelot varieert tussen de 10 en 70 ha en zal vooral op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Hierbij is aangenomen dat het huidige industriegebied bij Chemelot benut kan worden voor deze energie-infrastructuur. Op lokaal niveau zal dit leiden tot een vollere en meer industriële uitstraling van het Chemelot-terrein. De kans op negatieve effecten op landschap is klein en is naar verwachting goed te beperken (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied of vorm van uitbreiding aanpassen op verkavelingsstructuur (blokverkaveling) ter plekke. Bij inpassing toepassen van ter plaatse aanwezige landschapselementen zoals bossen, houtsingels, bomenrijen en solitair.
<b>Vestigingsplaatsen voor grootschalige elektriciteitsproductie handhaven t.b.v. duurzame regelbare centrales in de toekomst</b>		
18. Delfzijl	Zie onder 14	Zie onder 14
19. Eemshaven	Zie onder 14	Zie onder 14
20. Burgum	De gehele omgeving is aangewezen als Nationaal Landschap (huidige centrale ligt volledig binnen Nationaal Landschap Noordelijke Wouden (risico landschap: groot).	Toekomstig ruimtebeslag accommoderen binnen de contouren van huidige energie-infrastructuur.
21. Flevo	Vooraf lokaal is er een negatief landschappelijk effect. De effecten zijn naar verwachting goed te beperken (risico landschap: klein).	Toekomstig ruimtebeslag accommoderen binnen de contouren van huidige energie-infrastructuur.
22. Diemen	Het gebied is volledig omringd door de Hollandse Waterlinie. Uitbreiding van het gebied geeft een grote kans op effecten (risico landschap: groot).	Toekomstig ruimtebeslag accommoderen binnen de contouren van huidige energie-infrastructuur.
23. Hemweg	Het beoogde ruimtebeslag van de energie-infrastructuur bij de Amsterdamse Hemwegcentrale varieert tussen de 10 en 60 ha en zal vooral op lokaal niveau een negatief effect op landschap hebben. Er lijkt voldoende ruimte in de (directe) omgeving van de bestaande centrale beschikbaar te zijn. Het huidige industriële havengebied kan benut worden voor deze energie-infrastructuurontwikkeling. Op lokaal niveau zal dit leiden tot een meer industriële uitstraling. Er is een kleine kans op landschappelijke effecten (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
24. Amsterdams Havengebied / Noordzeekanaal	Zie onder 13	Zie onder 13
25. Velsen	Zie onder 13	Zie onder 13
26. Utrecht	Lokaal een (beperkt) negatief landschappelijk effect (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
27. Maasvlakte I	Zie onder 16	Zie onder 16
28. Maasvlakte II	Zie onder 16	Zie onder 16
29. Rijnmond / Rotterdams Havengebied	Zie onder 16	Zie onder 16

Link beleidsuitspraak PEH	Landschapskenmerken en risico's	Indicatieve mitigerende maatregelen
30. Moerdijk	Het Hollandsch Diep en het gebied te noorden daarvan is aangemerkt als Natura 2000-gebied en Nationaal Landschap, waar ook landschappen met aardkundige waarden liggen. Vooral lokaal is er een negatief effect op landschap (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
31. Amer Geertruidenberg	Direct ten noorden van de locatie ligt het natuurgebied de Biesbosch, dat tevens is aangewezen als landschappelijk gebied met aardkundige waarden. Door de ligging aan de overzijde van de rivier is hier een kleine kans op effecten (risico landschap: klein).	Uitbreiding behandelen als inbreiding binnen al bestaand industriegebied.
32. Borssele/Vlissingen	Zie onder 15	Zie onder 15
33. Terneuzen/Sas van Gent	Zie onder 15	Zie onder 15
34. Nijmegen	De directe omgeving van het station kent een industrieel karakter met havengebied en verschillende bedrijventerreinen. De locatie en de directe omgeving lijken zeer beperkt ruimte te bieden voor het robuuste ruimtebeslag van de batterijen (risico landschap: klein).	Toekomstig ruimtebeslag accommoderen binnen de contouren van huidige energie-infrastructuur.
35. Buggenum	Zie onder 17	Zie onder 17
36. Maasbracht	Zie onder 17	Zie onder 17
37. Geleen	Zie onder 17	Zie onder 17
<b>Gereserveerde buisleidingenstroken handhaven (en beter benutten) voor toekomstige aanleg van nationale buisleidingen</b>	De aanleg van ondergrondse energie-hoofdstructuur voorzieningen heeft met name in de aanlegfase een (meestal tijdelijk) effect op landschap, maar daarna een (zeer) beperkt blijvend effect op landschap. Alleen diepwortelende beplantingen kunnen vaak niet gehandhaafd blijven binnen buisleidingenstroken. Buisleidingenstroken kunnen beperkingen met zich meebrengen ten aanzien van mogelijke landgebruiksvormen (risico landschap: (zeer) klein).	Het zo minimaal aantasten van bestaande vormen van landgebruik, (volgroeide) beplantingen en groenstructuren en zoveel mogelijk terugbrengen van vergelijkbare elementen.
<b>Waterstofopslag in zoutcavernes op land (ondertussen verkennen van alternatieve mogelijkheden)</b>	Ervan uitgaande dat er bovengronds geen aanvullende of alleen kleine lokale ruimtelijke ingrepen nodig zijn om waterstof ondergronds op te slaan, is er geen effect op landschap te verwachten (risico landschap: geen).	