

Beoordeling Elementen Programma Energiesysteem

Omgevingsvisie Gelderland



Sweco Nederland B.V.
Onderwerp
Projectnummer
Klant

Handelsregister 30129769
OER Omgevingsvisie Gelderland
51023536
Provincie Gelderland

Datum
Documentreferentie

05-03-2026
20260403 Bijlage 8 Energiesysteem OER Gelderland

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
2 Aanpak effectbeoordeling	5
2.1 Beoordelingskader	5
2.2 Foto van de Leefomgeving	6
2.3 Beoordelen effecten van elementen uitwerking programma Energiesysteem	7
3 Foto van de Leefomgeving	8
3.1 Algemeen beeld (Foto van de Leefomgeving)	8
3.2 Aandachtspunten voor verdere uitwerking programma Energiesysteem	10
4 Te onderzoeken elementen programma energiesysteem	14
4.1 Aftakkingen van Waterstofbackbone	14
4.2 Energieperspectieven en energieconcentratiegebieden	15
4.3 Laadknooppunten	16
5 Effectbeoordeling	17
5.1 Inleiding	17
5.2 Aftakkingen van de waterstofbackbone	17
5.2.1 Scenario Energiesysteem sturend	17
5.2.2 Scenario Energiesysteem volgend	19
5.2.3 Scenario Water & Bodem sturend	21
5.2.4 Scenario Water & Bodem maakbaar	21
5.2.5 Scenario Gezond en Veilig	21
5.3 Energieperspectieven en energieconcentratiegebieden	22
5.3.1 Scenario Energiesysteem sturend	22
5.3.2 Scenario Energiesysteem volgend	26
5.3.3 Scenario Water & Bodem sturend	26
5.3.4 Scenario Water & Bodem maakbaar	26
5.3.5 Scenario Gezond en Veilig	26
5.4 Laadknooppunten	26
5.4.1 Scenario Energiesysteem sturend	26
5.4.2 Scenario Energiesysteem volgend	27
5.4.3 Scenario Water & Bodem sturend	29
5.4.4 Scenario Water & Bodem maakbaar	29
5.4.5 Scenario Gezond en Veilig	29
5.5 Slotbeschouwing	29

1 Inleiding

In deze bijlage bij het Omgevingseffectrapport (OER) voor de omgevingsvisie voor Gelderland is een effectbeoordeling opgenomen voor enkele specifieke elementen uit de uitwerking van het Programma Energiesysteem. In het programma Energiesysteem zijn de strategische doelen en inrichtingsprincipes die Provinciale Staten hebben vastgesteld uitgewerkt. In het programma staat wat de provincie wil bereiken en welke stappen de komende vijf jaar gezet moeten worden om te zorgen dat het energiesysteem goed is voorbereid voor 2050. De elementen die in deze bijlage nader onderzocht worden zijn de:

- **Aftakkingen van de Waterstofbackbone:** de waterstofbackbone heeft als doel een landelijk netwerk van pijpleidingen voor het transport van waterstof te creëren. Deze pijpleidingen verbinden industriële clusters, havens, opslaglocaties en gebieden met waterstoftoepassingen. Het kan de beschikbaarheid en distributie van waterstof vergroten als schoon alternatief voor fossiele brandstoffen.
- **Energieperspectieven en energieconcentratiegebieden:** gebieden waar een concentratie van bedrijven en industriële activiteiten plaatsvindt die een hoge energieconsumptie hebben. Vraag en aanbod kan hier samengebracht en op elkaar afgestemd worden.
- **Laadknooppunten:** laadknooppunten zijn centrale locaties die bedoeld zijn voor het opladen van elektrisch aangedreven voertuigen, zoals auto's, bussen en vrachtwagens. Ze spelen een belangrijke rol in de infrastructuur voor elektrische mobiliteit.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is toegelicht waarom deze bijlage is opgesteld. Hoofdstuk 2 beschrijft de aanpak voor de effectbeoordeling van de specifieke elementen van het energiesysteem. Hoofdstuk 3 beschrijft het algemene beeld van de referentiesituatie aan de hand van de Foto van de Leefomgeving. In hoofdstuk 4 worden de specifieke elementen van het energiesysteem toegelicht. In hoofdstuk 5 worden de effecten van die elementen beschreven.

2 Aanpak effectbeoordeling

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de werkwijze van de effectbeoordeling van enkele specifieke elementen uit de uitwerking van het programma energiesysteem. Bij de effectbeoordeling is hetzelfde beoordelingskader gehanteerd als voor de beoordeling van de scenario's van het OER. De criteria zijn opgesomd in de volgende paragraaf.

2.1 Beoordelingskader

Voor het beoordelen van de effecten van enkele specifieke elementen uit de uitwerking van het programma energiesysteem wordt gebruik gemaakt van een beoordelingskader. Dit beoordelingskader is opgebouwd uit 10 thema's, zoals ook weergegeven in tabel 2.1. Dit zijn: biodiversiteit en natuur, water en klimaatadaptatie, landbouw, erfgoed, werklocaties, bereikbaarheid, wonen, energie en klimaat, gezonde en veilige leefomgeving en leefbaarheid. De effecten worden per thema beoordeeld aan de hand van beoordelingscriteria.

Tabel 2.1 | Beoordelingscriteria

Thema	Beoordelingscriteria
Biodiversiteit en natuur	Natura 2000
	Areaal Gelders Natuurnetwerk
	Areaal Groene Ontwikkelingszone
	Biodiversiteit
Water en klimaatadaptatie	Waterkwaliteit
	Grondwaterbescherming
	Wateroverlast
	Overstromingsrisico
	Droogte/waterbeschikbaarheid
	Hittestress
	Bodemkwaliteit
	Areaal landbouwgrond
Landbouw	Landschappelijke waarden
Erfgoed	Cultuurhistorische waarden
	Archeologische en aardkundige waarden
Werklocaties	Ruimte voor bedrijven
	Werkgelegenheid
Bereikbaarheid	Bereikbaarheid
	Verkeersveiligheid
Wonen	Woningvoorraad
Energie en klimaat	CO ₂ emissie
	Hergebruik van grondstoffen
	Opwek van duurzame energie
Gezonde en veilige leefomgeving	Geluid
	Luchtkwaliteit
	Geur
	Gezondheid
	Omgevingsveiligheid
	Recreatiemogelijkheden
	Beweegvriendelijke omgeving
	Vitaliteit centrumgebieden
Leefbaarheid	Sociale cohesie
	Kwaliteit leefomgeving

2.2 Foto van de Leefomgeving

In het kader van het OER is de referentiesituatie beschreven, ook wel de 'Foto van de Leefomgeving' genoemd. Voor elk beoordelingscriterium is gekeken naar het kwaliteitsniveau (toestand) van zowel de huidige situatie als de referentiesituatie. De huidige situatie wordt eerst beschreven en aan de hand van trends en ontwikkelingen wordt een beeld geschetst van de verwachte toekomstige situatie als er geen nieuwe omgevingsvisie zou komen; dit wordt de referentiesituatie genoemd. Hierin worden dus ook plannen en ontwikkelingen opgenomen die doorgaan zonder de omgevingsvisie. Dit worden autonome ontwikkelingen genoemd.

De effecten van zowel de scenario's voor de omgevingsvisie in het OER als de specifieke elementen die moeten landen in de uitwerking van het programma Energiesysteem worden beoordeeld ten opzichte van deze referentiesituatie. Zie hoofdstuk 3 voor een beschrijving van de kwaliteit van de leefomgeving van provincie Gelderland in de huidige situatie en referentiesituatie.

2.3 Beoordelen effecten van elementen uitwerking programma Energiesysteem

De effectbeoordeling wordt kwalitatief uitgevoerd op basis van expert-judgement. Net als bij de scenario's uit het OER wordt er vooralsnog vooral gekeken naar de situatie in 2100, de meest extreme situatie.

1. Invloed van het programma op kwaliteitsniveau per indicator

Met de effectbepaling worden allereerst de effecten van de specifieke elementen uit de uitwerking van het programma energiesysteem voor de fysieke leefomgeving in relatie tot de referentiesituatie onderzocht.

Per toetsingscriterium wordt gekeken of de elementen uit de uitwerking van het programma energiesysteem een positieve, geen/beperkte of negatieve invloed heeft op het kwaliteitsniveau uit de referentiesituatie. Het kwaliteitsniveau in de referentiesituatie is de basis. Het grondgebied van de provincie is groot en kent verschillende regio's met elk een eigen dynamiek, sterktes en zwaktes. Omwille hiervan wordt er per criterium tekstueel ingegaan op de regionale verschillen en of dat ook iets betekend voor de effectbeoordeling.

Er wordt voor elk criterium en waar mogelijk per regio aangegeven of sprake is van een positieve trend, een verwaarloosbaar effect of een negatieve trend.

2. Synergie en strijdigheden

In de uitwerking van het programma is het van belang dat het voorgenomen beleid en de ambities consistent zijn en niet conflicteren met elkaar. Het ene element van de uitwerking van het programma moet geen afbreuk doen aan een ander element. Ze moeten elkaar juist versterken. Alleen dan is er sprake van integraal beleid dat gezamenlijk bijdraagt aan een veerkrachtig en sterk energiesysteem.

Bij de beoordeling van de drie specifieke elementen uit de uitwerking van het Programma Energiesysteem wordt daarom ook gekeken naar of sprake is van een versterking van effecten. Is er sprake van synergie of juist strijdigheden. Dit wordt in een slotbeschouwing aangegeven.

3 Foto van de Leefomgeving

De Foto van de Leefomgeving dient als vertrekpunt voor het OER van de Omgevingsvisie van Gelderland. De Foto van de Leefomgeving geeft het beeld van de huidige leefomgeving en beschrijft de autonome ontwikkelingen. De huidige leefomgeving is de feitelijke situatie, zoals het nu is. De referentiesituatie is de kwaliteit van de leefomgeving zoals die in de toekomst wordt verwacht wanneer de omgevingsvisie er niet zou zijn. De referentiesituatie gaat dus uit van een situatie waarbij vigerend beleid ongewijzigd blijft terwijl er wel verschillende autonome trends en ontwikkelingen plaatsvinden, zoals klimaatveranderingen en veranderingen in de woningmarkt. De Foto van de Leefomgeving is opgenomen in bijlagen 2 van het OER. In voorliggend hoofdstuk zijn de belangrijkste aspecten uit de Foto van de Leefomgeving beschreven die in gaan op de drie thema's van het Programma Energiesysteem, namelijk de (aftakkingen van de) waterstofbackbone, energieperspectieven en laadknooppunten.

3.1 Algemeen beeld (Foto van de Leefomgeving)

De Foto is opgebouwd uit tien thema's die beoordeeld zijn: Biodiversiteit en natuur, Water en klimaatadaptatie, Landbouw, Erfgoed, Werklocaties, Bereikbaarheid, Wonen, Energie en klimaat, Gezonde en veilige leefomgeving en Leefbaarheid. Vanuit deze beoordeling is er gekeken welk van de tien thema's effect hebben op de thema's van de uitwerking van het Programma Energiesysteem. Die thema's en hun invloed staan beschreven in dit hoofdstuk.

Bij de beoordeling van de huidige en referentiesituatie in de Foto van de Leefomgeving wordt gebruik gemaakt van een driepuntschaal die drie klassen aangeeft: oranje, geel en groen. 'Oranje' betekent dat het kwaliteitsniveau onvoldoende is, er is nog veel verbetering mogelijk. 'Geel' betekent dat het kwaliteitsniveau net voldoende is, maar er zeker nog verbetering mogelijk is. Met 'groen' wordt aangegeven dat het kwaliteitsniveau goed is, maar er blijvend aandacht moet blijven voor behoud van dit niveau.

Hieronder volgt een korte samenvatting van de Foto van de Leefomgeving voor de provincie Gelderland van zowel de huidige situatie als de referentiesituatie die invloed hebben op de uitwerking van het Programma Energiesysteem. Alleen de thema's die ingaan op het Programma Energiesysteem worden beschreven. De thema's en de bijbehorende trends die niet raken aan het Programma Energiesysteem worden niet beschreven. Dit betekent dat deze thema's wel een trend laten zien in de Foto van de Leefomgeving, maar deze niet van waarde is voor het Programma Energiesysteem.

Huidige situatie

Kwaliteitsniveau 'Groen'

Het thema **werklocaties** (ruimte voor bedrijven en werkgelegenheid) scoort relatief hoog, dit thema scoort kwaliteitsniveau 'groen'. Voor de werklocaties is de beschikbaarheid en kwaliteit van de bedrijventerreinen goed, de werkgelegenheid groot en is er weinig werkloosheid. Voornamelijk de beschikbaarheid en kwaliteit van de bedrijventerreinen kan kansen bieden voor de energieperspectieven.

Kwaliteitsniveau 'Geel'

De volgende aspecten hebben kwaliteitsniveau 'geel':

- **Grondwaterbescherming:** De kwaliteit van het grondwater wordt door menselijk handelen bedreigd, bijvoorbeeld door industrieel en huishoudelijk afvalwater komen verontreinigingen in het grondwater terecht. Dit is een aandachtspunt voor de energieperspectieven;
- **Geur:** Er zijn provinciale (industriële) bedrijven in Gelderland, waarvan bekend is dat zij geurrelevant zijn en overlast kunnen veroorzaken. Er kan geuroverlast optreden door onder andere industriële activiteiten;
- **Omgevingsveiligheid:** De aandachtsgebieden in de provincie zijn voornamelijk rondom het spoor, wegen en waterwegen aangemerkt, ook zijn diverse opslagtanks en buisleidingen op de kaart aangegeven die leiden tot een aandachtsgebied. Dit zijn onderwerpen die ook van belang zijn voor de drie elementen voor de uitwerking van het Programma Energiesysteem.

Kwaliteitsniveau 'Oranje'

Er zijn geen thema's binnen het kwaliteitsniveau 'oranje' die raken aan de uitwerking van het Programma Energiesysteem.

Referentiesituatie

In de referentiesituatie zijn er thema's die raken aan de uitwerking van het Programma Energiesysteem. Deze thema's staan hieronder beschreven, gecategoriseerd aan de hand van de verwachte trend.

Op het volgende aspect wordt een negatief trend verwacht:

- **Omgevingsveiligheid:** Ten opzichte van de huidige situatie wordt verwacht dat het kwaliteitsniveau van omgevingsveiligheid zal verslechteren. Dit komt onder andere door het rijden op waterstof, het opkomen van de Clean Energy Hubs, toename van verkeer op de goederencorridors en transport van energiedragers, zoals waterstof.

Er is ook een positief effect te verwachten:

- **Luchtkwaliteit:** Fijnstof- en stikstofdioxidenconcentraties dalen over het algemeen, onder andere als gevolg van verbrandingsprocessen in de industrie de komende jaren als gevolg van klimaatbeleid en geeft een positief effect op de luchtkwaliteit.

Voor de andere thema's geldt dat ze gelijk blijven of een licht positieve trend laten zien ten opzichte van de huidige situaties. Dit is het geval bij onder andere:

- **Natura 2000-gebieden:** De verbeteropgaven en uitbreidingsdoelen die voor veel Natura 2000-gebieden gelden zijn naar verwachting nog niet gehaald in 2050. Met name als gevolg van de druk op de ruimte en verandering van het klimaat is hier nog veel inzet voor nodig. Het

Programma Energiesysteem kan de druk op de ruimte vergroten, wat een risico is voor de licht positieve trend;

- **Groene Ontwikkelingszones:** Voor ontwikkelingen of bouw binnen GO dient te worden voldaan aan de regels in de omgevingsverordening. Ook binnen dit thema kan het Programma Energiesysteem de druk op de ruimte vergroten. De locatie van sommige GO liggen op logische en efficiënte locaties voor bijvoorbeeld de energie-infrastructuur of de combinatie van lokale opwek, opslag en gebruik;
- **Biodiversiteit:** Voor de energieperspectieven geldt dat in 2030 biodiversiteit bij elke herstructurering van bedrijventerreinen integraal wordt meegenomen bij het opstellen en uitvoeren van de plannen;
- **Waterkwaliteit:** Voor de energietransitie biedt het bodem- en watersysteem onder andere mogelijkheden voor zonnevelden op water, waterkracht, bodemenergie, aardwarmte en aquathermie. Dit kan ingezet worden in de energieperspectieven;
- **Werklocaties:** De beschikbaarheid van energie en efficiënt ruimtegebruik spelen een rol bij het opknappen van bestaande bedrijventerreinen. Voor het kiezen van de locatie voor nieuwe bedrijventerreinen is een integrale afweging nodig. Hierbij moet niet alleen gekeken worden vanuit de bedrijven. Er moet ook rekening worden gehouden met beschikbaarheid van energie, de omgevingskwaliteiten, investeringsbudget en andere ruimteclaims, zoals woningbouw, energietransitie, klimaatadaptatie;
- **CO₂ emissie:** De emissie wordt teruggebracht door onder ander in te zetten op stimuleren van goederenvervoer per spoor of over water, elektrificatie en de inzet van waterstof of biogas in de industrie. Dit staat ook beschreven in het Programma Energiesysteem;
- **Geur:** Voor geurhinder van bedrijven geldt dat het bevoegd gezag bepaalt wat een aanvaardbaar hinderniveau is. Geurbeleid voor bedrijven richt zich met name op het beschermen van gevoelige bestemmingen. Dit kan effect hebben op de energieperspectieven.

3.2 Aandachtspunten voor verdere uitwerking programma Energiesysteem

De provincie werkt parallel met de omgevingsvisie aan de verdere uitwerking van het Programma Energiesysteem, die de provinciale ambities en doelstellingen op vlak van energie vastlegt. Vanuit de Foto van de Leefomgeving zijn er ook bepaalde aspecten aangemerkt als aandachtspunten voor die uitwerking. Hieronder worden deze aspecten en hun specifieke aandachtspunten beschreven.

Natura 2000-gebieden

Vanuit de Versnellingsaanpak Stikstof voert de provincie regie op de stikstofopgave in Gelderland door het sterker maken van de natuur, omlaag brengen van de stikstofuitstoot en verduurzaming van wonen en werken. De uitwerking van het Programma Energiesysteem kan een positief effect hebben op de stikstofuitstoot en het verduurzamen van wonen en werken, wat zorgt voor de instandhouding van de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden.

Er is een voorbereidingsbesluit genomen voor zones van maximaal 500 meter rondom stikstofgevoelige natuur in de Natura 2000-gebieden Veluwe,

landgoederen Brummen en Willinks Weust en Bekendelle bij Winterswijk. Hierdoor zijn alle nieuwe activiteiten die stikstof uitstoten in deze stroken voor de komende 1,5 jaar niet toegestaan. Het gaat hierbij om activiteiten waarvoor een natuurvergunning nodig is. Stikstofuitstoot die plaatsvindt gedurende de aanlegfase van energieinfrastructuur vraagt aandacht en oplossingen om vertragingen te voorkomen. Zoals het aanleggen van de waterstofbackbone. De westelijke tak van de waterstofbackbone loopt door Natura 2000-gebieden waardoor een druk op deze gebieden kan ontstaan. Uiteindelijk kunnen elektrificatie en gebruik van waterstof juist een bijdrage leveren aan het verminderen van de stikstofuitstoot.

Groene Ontwikkelingszones (GO)

Voor (bouw)ontwikkelingen binnen GO dient te worden voldaan aan de regels in de omgevingsverordening. Een project kan alleen maar doorgang vinden als uit onderzoek blijkt dat de kernkwaliteit of ontwikkelingsdoelen worden versterkt en de samenhang niet verloren gaat. Er zijn dan ook voorwaarden verbonden aan ontwikkelingen in de GO. Deze voorwaarden kunnen zorgen dat de aanpassingen en projecten die nodig zijn voor de energietransitie minder snel in deze gebieden gerealiseerd zullen worden. De locatie van sommige GO liggen op logische en efficiënte locaties voor bijvoorbeeld de energie-infrastructuur, het aanleggen van de (aftakkingen van de) waterstofbackbone of de combinatie van lokale opwek, opslag en gebruik. Daar staat tegenover dat ontwikkelingen ook kunnen zorgen voor een sterkere invulling van de GO. Met name relatief grote projecten bieden mogelijkheden voor substantiële natuurontwikkeling die een goede invulling kunnen geven aan de ontwikkelingsdoelen van het gebied.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit staat in een aantal gebieden onder druk en speelt een belangrijke rol bij andere opgaven. Daarom is het Regionaal waterprogramma 2021-2027 opgesteld. Hierin staat waar bijgedragen wordt aan de ambities uit de Omgevingsvisie en het coalitieakkoord. Dit gebeurt ook op het gebied van de energietransitie en circulaire economie:

- **Energietransitie:** Het bodem- en watersysteem biedt onder andere mogelijkheden voor zonnevelden op water, waterkracht, bodemenergie, aardwarmte en aquathermie. Met een zuiniger gebruik van water als grondstof, wordt minder energie verbruikt voor koelen, verwarmen etc.
- **Circulaire Economie:** Water als (herbruikbare) grondstof. Water is een belangrijke grondstof, als water schoon blijft kan water goed hergebruikt worden.

Landbouw

Provincie Gelderland werkt de komende jaren aan een toekomstgerichte land- en tuinbouw, waarbij boeren en tuinders onder andere bijdragen aan de energietransitie. Boeren en tuinders worden ondersteund bij hun ontwikkeling naar meer verduurzaming, zoals natuurinclusieve en/of kringlooplandbouw. Dit gebeurt door subsidies te geven voor duurzame investeringen en kavelruil makkelijker te maken door het kopen van grond.

Landschappelijke en erfgoedwaarden

Verschillende landschappelijke en erfgoedwaarden kunnen onder druk komen te staan als gevolg van schaalvergroting van de energietransitie (realisatie van energie-infrastructuur en energieperspectieven). Als gevolg hiervan neemt de openheid van het landschap af en worden historische waardevolle

lijnstructuren, elementen en aardkundige waarden aangetast. Kernkwaliteiten verdwijnen waardoor het landschap minder goed leesbaar wordt.

Ruimte voor bedrijven

Ruimte voor bedrijventerreinen blijft in de toekomst moeilijk te vinden. Daarnaast spelen onder andere circulariteit (hergebruik van materialen) en de beschikbaarheid van energie een rol bij de ontwikkeling van bedrijventerreinen. Bestaande bedrijventerreinen moeten verder ontwikkelen en toekomstbestendig zijn. Ook zullen er nieuwe ontwikkellocaties aangewezen worden, die kunnen uitgroeien tot energieperspectieven, daarbij is een integrale afweging nodig. Hierbij moet niet alleen gekeken worden vanuit de bedrijven. Er moet ook rekening worden gehouden met beschikbaarheid van energie (zoals de waterstofbackbone), de omgevingskwaliteiten, investeringsbudget en andere ruimteclaims zoals woningbouw, energietransitie, klimaatadaptatie en energie-infrastructuur, zoals laadknooppunten. Zo leveren de bedrijventerreinen een bijdrage aan de Gelderse doelstellingen voor bijvoorbeeld energietransitie, circulariteit en klimaatadaptatie.

Woningvoorraad

In Gelderland moeten er woningen worden gebouwd. Netcongestie brengt de haalbaarheid hiervan in gevaar. Voor de korte termijn werkt de provincie nauw samen met netbeheerders om een aansluitstop te voorkomen. De projecten worden zodanig ontworpen dat ze zo min mogelijk extra druk op het al overbelaste netwerk leggen. Bovendien wordt gestuurd op netbewuste nieuwbouw. Voor de lange termijn is een visie op het energiesysteem noodzakelijk, ook in relatie tot de verdere ontwikkeling van bedrijvigheid en woningbouw.

CO₂ emissie

In het Gelders programma Klimaat zijn de doelen vastgelegd om in 2030 55% van de CO₂ uitstoot gereduceerd te hebben ten opzichte van 1990 en klimaatneutraal te zijn in 2050. Dit is één van de vier strategische doelen van het beleidskader Energiesysteem. Eén van de manieren om hieraan bij te dragen is door elektrificatie waarbij gebruik gemaakt wordt van duurzame energiebronnen. Dat zorgt echter voor extra druk op het elektriciteitsnet. De provincie wil zoveel mogelijk voorkomen dat het behalen van klimaatdoelen wordt belemmerd door netcongestie, onder andere met het Programma Energiesysteem en het Actieplan Netcongestie Gelderland.

Er wordt ingezet op decentrale netwerken en samenwerking met netbeheerders en het Rijk om sneller netwerkversterkingen en uitbreidingen voor zowel levering als teruglevering door te voeren. Dit is essentieel om op korte termijn de groeiende vraag naar (duurzame) elektriciteit voor woningen en bedrijven op te vangen en om ervoor te zorgen dat de realisatie van duurzaamheidsdoelstellingen, zoals de transitie naar aardgasvrije woningen, niet meer dan nodig wordt vertraagd. De energieperspectieven kunnen bijdragen aan het afstemmen van de groeiende vraag naar (duurzame) elektriciteit, omdat vraag en aanbod hier samengebracht en op elkaar afgestemd kan worden.

Daarnaast zijn er in de provincie 6 RES-gebieden aangeduid. RES staat voor Regionale Energiestrategie en bevat de plannen om naar duurzame elektriciteit en warmte over te schakelen. Er wordt onder andere gezocht naar goede plekken voor de opwek van wind- en zonne-energie om de uitstoot van CO₂ beperken. Ditzelfde geldt ook voor het toepassen van warmtenetten. De

provincie werkt actief aan de ontwikkeling van warmtenetten als onderdeel van de regionale energiestrategieën.

Opwek van duurzame energie

Zoals hierboven beschreven is het de bedoeling in de RES-gebieden naar duurzame elektriciteit over te schakelen. Er wordt gezocht naar goede plekken voor de opwek van wind- en zonne-energie om de uitstoot van CO₂ te beperken. Dit kan samengenomen worden met de ontwikkelingen van de energieperspectieven vanuit het Programma Energiesysteem. Er wordt gewerkt aan de uitvoering van de RES-en en de regio's maken een nieuwe voortgangsrapportage. Er wordt toegewerkt naar een RES 2.0.

In het Gelders Programma Klimaat heeft de provincie vastgelegd welke maatregelen er rond duurzame energieopwekking moeten worden uitgevoerd en welke bijdrage de provincie hierin kan leveren. Zo zet de provincie in op zonne-energie (40% van het geschikte dakoppervlak), vooral ook op grotere daken, en op andere locaties (nog circa 650 hectare nieuwe projecten nodig); windenergie (circa 100 extra windturbines); geothermie (op 5 tot 10 locaties); biogrondstoffen als energiebron; energie uit water (minimaal één locatie); kernenergie; en het verminderen van netcongestie.

Omgevingsveiligheid

Om de energietransitie mogelijk te maken, moet er ingezet worden op elektrificatie. Daarbij spelen energieopslagsystemen (EOS) een rol. Deze systemen, die door de hele provincie in nieuwe woonwijken en industrieterreinen geplaatst zullen worden, brengen specifieke risico's met zich mee. Een belangrijk gevaar is opwarming, die kan leiden tot branden die moeilijk te blussen zijn en waarbij giftige stoffen vrijkomen. De provincie moet zorgvuldig plannen en maatregelen nemen om de veiligheid van inwoners te verzekeren terwijl ze streven naar een duurzame energietoekomst.

Ook zullen waterstof en verschillende waterstofdragers een grote rol gaan spelen in de energietransitie, zoals het aanleggen van de (aftakkingen van de) waterstofbackbone in de provincie. Dit brengt ook risico's met zich mee, zoals de keten van productie, transport en gebruik die nauw met elkaar verbonden zijn en niet los van elkaar kunnen worden gezien. De locatiekeuze van productie en gebruikers heeft direct invloed op de transportbehoefte en deze grensoverschrijdende impact maakt externe veiligheid tot een belangrijk onderwerp.

Daarnaast zijn Clean Energy Hubs nodig als overgangperiode om over te gaan op elektrisch rijden en rijden op waterstof. Clean Energy Hubs zijn tankstations die een breed scala van zowel reguliere als duurzame energiedragers aanbieden voor het goederenvervoer. Dit heeft een impact op het provinciale vervoer van gevaarlijke stoffen, wat relevant is voor de externe veiligheid.

4 Te onderzoeken elementen programma energiesysteem

In dit hoofdstuk zijn de specifieke elementen uit het programma energiesysteem beschreven die in deze bijlage nader zijn onderzocht. Zoals in de inleiding benoemd gaat het om de volgende elementen, welke in dit hoofdstuk nader worden toegelicht:

- **Aftakkingen van de Waterstofbackbone:** de waterstofbackbone heeft als doel een landelijk netwerk van pijpleidingen voor het transport van waterstof te creëren. Deze pijpleidingen verbinden industriële clusters, havens, opslaglocaties en gebieden met waterstoftoepassingen. Het kan de beschikbaarheid en distributie van waterstof vergroten als schoon alternatief voor fossiele brandstoffen.
- **Energieperspectieven en energieconcentratiegebieden:** gebieden waar een concentratie van bedrijven en industriële activiteiten plaatsvindt die een hoge energieconsumptie hebben. Vraag en aanbod kan hier samengebracht en op elkaar afgestemd worden.
- **Laadknooppunten:** laadknooppunten zijn centrale locaties die bedoeld zijn voor het opladen van elektrisch aangedreven voertuigen, zoals auto's, bussen en vrachtwagens. Ze spelen een belangrijke rol in de infrastructuur voor elektrische mobiliteit.

4.1 Aftakkingen van Waterstofbackbone

De waterstofbackbone vormt een ondergronds netwerk aan verbindingen die waterstof transporteren. De hoofdtransportader loopt tussen de Eemshaven in het noorden van Nederland en Chemelot in provincie Limburg. De waterstofbackbone komt de provincie vanuit het noorden binnen ter hoogte van Zutphen en telt drie hoofdvertakkingen. Eén van de hoofdaders van de waterstofbackbone loopt via Zutphen naar de Groene Metropoolregio. Binnen de scenario's van het OER komt de waterstofbackbone en de mogelijkheid om hierop aan te takken sterk terug in de scenario's Energiesysteem sturend en Energiesysteem volgend. Er zijn onder meer aftakkingen voorzien ter hoogte van Zutphen, Dieren, Rheden, Arnhem en Nijmegen. Deze aftakkingen zijn zodanig gekozen dat gebieden met een hoge energie- of warmtevraag over kunnen gaan op gebruik van waterstof. Waterstof wordt met name ingezet voor bedrijven met een hoge temperatuurvraag, zoals steen- of papierfabrieken. Investerings in de waterstofbackbone inclusief aftakkingen in combinatie met de ontwikkeling van energieconcentratiegebieden bieden perspectief aan (nieuwe) bedrijven of ontwikkelingen met een hoge warmte- of energievraag.

Rond de rivieren ter hoogte van de Groene Metropoolregio zijn veel bedrijven aanwezig die gebruik kunnen maken van waterstof.

4.2 Energieperspectieven en energieconcentratiegebieden

In 2100 zullen er locaties zijn waar een groot aanbod van energie is en locaties waar minder aanbod van energie is. Dit heeft op zijn beurt gevolgen voor ruimtelijke ontwikkelingen, zoals bedrijventerreinen en woningbouw. Een toename van duurzame opwek van energie, opslag en transport staat bij het scenario Energiesysteem sturend centraal.

De ontwikkeling van het energiesysteem concentreert zich rondom strategische knooppunten. Dit zijn energieconcentratiegebieden, oftewel locaties waar infrastructuur samenkomt en waar de energietransitie het meest efficiënt vormgegeven kan worden. Er wordt vooralsnog gedacht aan de volgende gebieden:

- **Groene Metropoolregio (GMR):** omgeving Oosterhout en Zevenaar
- **Rivierenland:** Dodewaard, ten dienste van GMR
- **Stedendriehoek:** omgeving Apeldoorn en Zutphen

Één of twee van deze energieconcentratiegebieden ontwikkelen zich tot een energie-intensief cluster: een grootschalig bedrijventerrein waar energieopwek en -gebruik samen komen. Binnen een energie-intensief cluster ligt een kans om een plek voor grootschalige opwek van energie in te richten (bijvoorbeeld via een Small Modular Reactor (SMR)), bij voorkeur een locatie nabij de waterstofbackbone. Als deze reactoren ook flexibel kunnen schakelen kan er mogelijk bij een stroomoverschot waterstof worden geproduceerd via elektrolyse.

In het scenario Energiesysteem volgend zijn de energieconcentratiegebieden minder omvangrijk. Binnen dit scenario wordt voorzien in aanbod waar een vraag naar energie is, waardoor er minder sterk ingezet kan worden op de ontwikkeling van een energie-intensief cluster.

4.3 Laadknooppunten

Langs de belangrijkste vervoerscorridors, dicht bij de energieperspectieven binnen de **GMR** en **Stedendriehoek** zijn tegen 2100 laadpleinen voor onder andere vrachtverkeer aangelegd. Deze laadpleinen zijn erg belangrijk voor de transportsector van de toekomst, aangezien e-trucks niet zomaar overal kunnen laden wegens hun omvang en hoge laadvermogens. Ze zijn bovendien vaak aan strakke rij- en rusttijden gebonden. Laadpleinen maken het mogelijk om in korte tijd veel energie af te nemen en onderweg snel door te laden. Dit is essentieel voor langere routes en efficiënte logistiek met elektrische vrachtwagens.

In de **Foodvalley** is rond Barneveld een energiehub aanwezig met duurzame brandstoffen en laadvoorzieningen voor alle vormen van transport. De A28 die in het noorden van de provincie de **Kop van de Veluwe** met de **Foodvalley** verbindt ontwikkelt zich gestaag tot een belangrijke Europese transportroute. Elke 50 kilometer is er een energiehub met laadinfrastructuur voor onder andere zwaar transport, waaronder bij knooppunt Hoevelaken, Hattem en bij 't Harde – deze laatste vooral ten behoeve van defensie.

5 Effectbeoordeling

5.1 Inleiding

In het OER zijn de effecten van vijf scenario's/alternatieven beoordeeld. Er wordt voornamelijk ingegaan op de kansen of risico's die de scenario's met zich meebrengen. Er is gekeken naar de scenario's voor het jaar 2100, omdat daar het grootste effect te verwachten is. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de maximale effecten die kunnen optreden. Dit geeft richting aan de stappen die tegen 2050 moeten worden gezet.

In dit hoofdstuk is specifiek aangegeven wat voor de verschillende elementen van het Programma Energiesysteem in het OER is aangegeven ten aanzien van de mogelijke effecten, kansen en risico's in die verschillende scenario's.

5.2 Aftakkingen van de waterstofbackbone

5.2.1 Scenario Energiesysteem sturend

Biodiversiteit en natuur

In de metropoolregio's vormen de aftakkingen van de waterstofbackbone een risico voor het *Gelders Natuur Netwerk (GNN)*. Waterstof is geschikt voor bedrijven met een hoge temperatuurvraag, zoals steen- en papierfabrieken. Deze fabrieken liggen voornamelijk nabij de rivieren in de GMR en Rivierenland. Het aanleggen van deze aftakkingen kan zorgen voor bijvoorbeeld versnippering van het GNN, omdat GNN ook is aangewezen bij de rivieren in de GMR en Rivierenland. Ook hier geldt dat de ontwikkelingen en potentiële verstoringen van de natuurgebieden die deel uit maken van het GNN niet uit te sluiten zijn, maar dankzij het beschermingsregime als beperkt risico worden beschouwd.

De aftakkingen van de waterstofbackbone vormen eveneens een risico voor de *Groene Ontwikkelingszones (GO)*, voornamelijk in de GMR nabij de rivieren. Het aanleggen van deze aftakkingen kan zorgen voor bijvoorbeeld versnippering van GO, omdat deze ontwikkelzones ook bij de rivieren in de GMR liggen. Ook hier geldt dat de ontwikkelingen en potentiële verstoringen van de natuurgebieden die deel uit maken van GO niet uit te sluiten zijn.

Voor de criteria *Natura 2000* en *biodiversiteit* zijn geen specifieke effecten te verwachten als gevolg van de (aftakkingen van de) waterstofbackbone.

Water en klimaatadaptatie

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *water en klimaatadaptatie* als gevolg van de (aftakkingen van de) waterstofbackbone. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Landbouw

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *landbouw* als gevolg van de (aftakkingen van de) waterstofbackbone. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Erfgoed

In de regio Rivierenland zijn kansen voor behoud van de steenfabrieken. Deze zijn aangeduid als industrieel erfgoed. Door de aansluiting op de waterstofbackbone en door het transport van waterstof over de Waal zijn hier kansen op versterking van het aanwezige industrieel cultureel erfgoed. Daar staat tegenover dat als gevolg van nieuw aan te leggen leidingen verstoring van de bodem kan optreden. Dit vormt een risico voor archeologische en aardkundige waarden.

De Neder-Germaanse Limes ondervindt op enkele plaatsen druk als gevolg van de verstedelijking in de GMR. De Neder-Germaanse Limes is aangemerkt als UNESCO werelderfgoed. De druk leidt tot een risico voor behoud of herkenbaarheid van deze waarden. In de GMR zijn daarnaast ook kansen voor behoud van de steenfabrieken, welke een hoge warmtevraag hebben. Deze steenfabrieken zijn aangeduid als industrieel erfgoed. Door de aansluiting op de waterstofbackbone en door het transport van waterstof over de Waal zijn hier kansen op versterking van het industrieel erfgoed.

In de rest van de provincie zijn geen significante kansen of risico's voor *cultuurhistorische waarden*. Bovendien zijn er voor de criteria *landschappelijke waarden* en *archeologische- en aardkundige waarden* geen significante kansen of risico's met betrekking tot de (aftakkingen van de) waterstofbackbone.

Werklocaties

De GMR en Stedendriehoek zitten dicht op de waterstofbackbone en 380/220/150 kV-stations waardoor ze aantrekkelijk zijn voor bedrijven. In de overige regio's biedt de waterstofbackbone geen significante kansen of risico's met betrekking tot *ruimte voor bedrijven*. Hier spelen vooral autonome ontwikkelingen. Dit geldt ook voor het criterium *werkgelegenheid*.

Bereikbaarheid

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen op het gebied van *bereikbaarheid* in het scenario energiesysteem sturend.

Wonen

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen op het gebied van *wonen* in het scenario energiesysteem sturend.

Energie en klimaat

Er wordt in het scenario energiesysteem sturend sterk ingezet op duurzame vormen van energie: kernenergie, zon en wind, geothermie, warmte en duurzame transportvormen, zoals de (aftakkingen van de) waterstofbackbone. In dit scenario zorgen decentrale systemen voor *opwek* van circa 80% van de *energiebehoefte* in de regio's, de overige schone energie komt vanuit de grootschalige opwek in de energieconcentratiegebieden. De energie is verduurzaamd. Door concentratie van bedrijven en het samenbrengen van vraag en aanbod zijn bedrijven ook sterk verduurzaamd. Warmtenetten zijn in deze gebieden ook zeer belangrijk. Industrie, zoals de steenfabrieken, functioneert op waterstof. De uitstoot voor de gehele provincie is nihil.

Doordat er meer duurzame energie opgewekt wordt, is transport van deze energie belangrijk. Een duurzame vorm van energietransport gebeurt onder andere middels de waterstofbackbone. Het scenario biedt kansen voor het reduceren van *CO₂-emissie* en de opwek van duurzame energie in de gehele provincie.

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *hergebruik van grondstoffen* in het scenario energiesysteem sturend.

Gezonde en veilige leefomgeving

Rond waterstofleidingen gelden risicocontouren, waardoor verstedelijking op die plekken niet mogelijk wordt geacht. In de GMR, Stedendriehoek en Rivierenland is er daarom een risico op een verlaging van het *gevoel van veiligheid* en de *omgevingsveiligheid* door de komst van aftakkingen van de waterstofbackbone en mogelijke toepassingen van kernenergie.

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor de andere gezondheidscriteria in het scenario energiesysteem sturend.

Leefbaarheid

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *leefbaarheid* in het scenario energiesysteem sturend.

5.2.2 Scenario Energiesysteem volgend

Biodiversiteit en natuur

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *biodiversiteit* en natuur in het scenario energiesysteem volgend.

Water en klimaatadaptatie

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *water en klimaatadaptatie* in het scenario energiesysteem volgend.

Landbouw

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *landbouw* in het scenario energiesysteem volgend.

Erfgoed

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *erfgoed* in het scenario energiesysteem volgend.

Werklocaties

De GMR en Stedendriehoek worden de meest grootstedelijke metropolen en liggen dicht bij de waterstofbackbone. Dit biedt extra kansen voor bedrijvigheid. Naast de concentratie van functies, die kansen biedt voor bedrijven, werklandschappen en duurzame ontwikkelingen voor de energiehuishouding, worden hier grote kansen verwacht ten aanzien van bedrijfshuisvesting en uitgeefbare bedrijventerreinen.

In de regio Foodvalley wordt ingezet op technologieën en innovaties op het gebied van lokale waterstofnetwerken. Dit biedt extra kansen op het gebied van bedrijvigheid, voornamelijk in de regio bij Ede-Wageningen en Barneveld. Naast de concentratie van functies, die kansen biedt voor bedrijven, werklandschappen en duurzame ontwikkelingen voor de energiehuishouding, worden hier grote kansen verwacht ten aanzien van bedrijfshuisvesting en uitgeefbare bedrijventerreinen.

Bereikbaarheid

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *bereikbaarheid* in het scenario energiesysteem volgend.

Wonen

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *wonen* in het scenario energiesysteem volgend.

Energie en klimaat

In de hele provincie wordt sterk ingezet op duurzame vormen van energie: kernenergie, toepassingen van waterstof en geothermie, maar ook nieuwe ontwikkelingen, zoals kernfusie. De energie is verduurzaamd, door een concentratie van bedrijven en het samenbrengen van vraag en aanbod. Industrie, zoals de steenfabrieken, functioneert op waterstof. Er is dan ook een goede verbinding aangelegd met de waterstofbackbone. Bij een lage elektriciteitsvraag wordt extra waterstof geproduceerd, waardoor de energie getransporteerd kan worden naar gebieden met op dat moment een hoge warmtevraag. Dit ondersteunt de verduurzaming van de industrie en draagt bij aan een robuust energiesysteem. Daarnaast zijn er vanuit de autonome ontwikkeling ook maatregelen om de *CO₂ emissie* terug te brengen naar nul, door bijvoorbeeld inzet op wind- en zonne-energie. De uitstoot voor de gehele provincie is nihil. Er zijn geen wijzigingen ten opzichte van de referentiesituatie.

Het scenario energiesysteem volgend biedt voor de hele provincie kansen voor de *opwek van duurzame energie*. Er is veel ruimte voor de opwek en distributie van duurzame energie. Dit kan op basis van kernenergie zijn, maar ook andere nieuwe ontwikkelingen zijn mogelijk, zoals bijvoorbeeld kernfusie. Bij een lage elektriciteitsvraag wordt extra waterstof geproduceerd op een duurzame manier, wat weer gebruikt kan worden in industriële processen met hoge warmtevraag. Er wordt een koppeling gemaakt met de waterstofbackbone voor het transport van de energie, zodat energie-installaties flexibel ingezet worden. Bij Doetinchem vindt grootschalige opwek van energie plaats, mogelijk met een SMR. Daarnaast wordt er in de provincie ook ingezet op geothermie, dit zorgt

voor een decentrale winning van duurzame energie. Er zijn grote kansen op het gebied van opwek van duurzame energie.

Gezonde en veilige leefomgeving

Rond waterstofleidingen gelden risicocontouren, waardoor verstedelijking op die plekken niet mogelijk wordt geacht. In de GMR, Stedendriehoek, EHPZ en de Achterhoek is er daarom binnen het scenario energiesysteem volgend een risico op een verlaging van het *gevoel van veiligheid* en *omgevingsveiligheid* door de komst van aftakkingen van de waterstofbackbone

Leefbaarheid

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor *leefbaarheid* in het scenario energiesysteem volgend.

5.2.3 Scenario Water & Bodem sturend

Binnen dit scenario zijn de (aftakkingen van de) waterstofbackbone niet meegenomen en zijn er dus ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's beschreven.

5.2.4 Scenario Water & Bodem maakbaar

Binnen dit scenario zijn de (aftakkingen van de) waterstofbackbone niet meegenomen en zijn er dus ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's beschreven.

5.2.5 Scenario Gezond en Veilig

Biodiversiteit en natuur

Er zijn een aantal gebieden die zijn aangewezen als industriële ontwikkelzones, zoals tussen Zutphen en de GMR, rondom de waterstofbackbone en aan de Waal en de Nederrijn in het Rivierenland. Deze gebieden zijn over het algemeen ook aangeduid als Groene Ontwikkelingszones. Als gevolg van de industriële ontwikkelingen is er binnen het scenario gezond en veilig op plekken hierdoor minder aandacht voor de natuur. De GO vormen een aandachtspunt, er zijn voorwaarden verbonden aan ontwikkelingen binnen deze gebieden maar grootschalige projecten bieden ook kansen voor natuurontwikkeling.

Werklocaties

De GMR en de Stedendriehoek liggen dichtbij de waterstof backbone, waardoor er een goed vestigingsklimaat is voor bedrijven. In de Achterhoek zijn verschillende zones aangegeven als ontwikkelgebied voor industrie. Deze zones liggen op locaties waar de waterstofbackbone gerealiseerd wordt. Ook wordt er binnen het scenario gezond en veilig gezorgd dat in de Achterhoek een goed vestigingsklimaat is voor bedrijven, door in te zetten op een goede bereikbaarheid met bijvoorbeeld zelfrijdende mobiliteit en lokale OV-verbindingen. Dit biedt kansen voor bedrijven om zich op deze locaties te vestigen.

Energie en klimaat

Doordat er meer actieve vervoersbewegingen plaatsvinden, het gebruik van OV toeneemt en op sommige plaatsen vaker kortere afstanden worden afgelegd, zal er minder CO₂ worden uitgestoten. Daarnaast worden duurzame energiebronnen ingezet en wordt waterstof voor wonen, industrie en mobiliteit

gebruikt. In de Foodvalley is sprake van innovatieve duurzame voedselproductie. Dit biedt kansen om de *CO₂ emissie* in de provincie te laten dalen.

In de gehele provincie wordt ingezet op duurzame energiebronnen. Er worden meerdere verbindingen en aftakkingen van de waterstofbackbone gerealiseerd. In het scenario gezond en veilig wordt echter niet fors ingezet op het *opwekken van duurzame energie*. Omwille hiervan is dit thema neutraal beoordeeld binnen dit scenario.

Overige thema's

De (aftakkingen van de) waterstofbackbone biedt (bieden) geen significante risico's of kansen voor overige thema's in het scenario gezond en veilig. Deze worden daarom niet apart behandeld.

5.3 Energieperspectieven en energieconcentratiegebieden

5.3.1 Scenario Energiesysteem sturend

Biodiversiteit en natuur

Doordat in het scenario energiesysteem sturend de energieconcentratiegebieden in de GMR rond de Nederrijn, in Rivierenland bij Dodewaard langs de Waal en in de Stedendriehoek langs de IJssel liggen, worden risico's verwacht op het Natura 2000-gebied Rijntakken. Deze risico's hangen met name samen met allereerst de duurzame opwek en transport van energie (zonneweides, windmolens, netwerk (bovengrondse hoogspanningsverbindingen, waterstofbackbone) en daarnaast de ontwikkeling van woningbouw en andere functies binnen en nabij de energieconcentratiegebieden (bijvoorbeeld bedrijvigheid en de laadinfrastructuur). Het gaat vooral om ruimtebeslag en eventuele effecten van geluid en stikstofdepositie op de beschermde gebieden en soorten binnen Natura 2000. Het risico wordt als beperkt ingeschat omdat er een streng beschermingsregime is voor *Natura 2000*. Deze geldt in 2100 naar verwachting nog altijd. Bovendien zal als gevolg van de elektrificatie en verduurzaming uiteindelijk mogelijk minder uitstoot van stikstof optreden.

Het scenario energiesysteem sturend zet de energie-infrastructuur en energieconcentratiegebieden centraal. Voor het *Gelders Natuur Netwerk* (GNN) betekent dat: ruimtelijke druk rond energieconcentratiegebieden (Dodewaard binnen Rivierenland, GMR en Stedendriehoek). In de metropoolregio's en Dodewaard vindt concentratie van ontwikkelingen plaats, waardoor de druk op GNN op deze plekken sterk toeneemt.

In de metropoolregio's vindt een concentratie van ontwikkelingen plaats. In deze regio's is een risico op toenemende druk op de GO, door de uitbreiding van de stedelijke gebieden en de energieconcentratiegebieden (Dodewaard in Rivierenland, GMR en Stedendriehoek). Ook zijn er kansen om natuur kwalitatief te verbeteren binnen de ruimtelijke ontwikkeling. Met name relatief grote projecten bieden mogelijkheden voor substantiële natuurontwikkeling die een goede invulling kunnen geven aan de ontwikkelingsdoelen van het gebied.

In de GMR, Stedendriehoek en nabij Dodewaard binnen Rivierenland wordt druk verwacht op leefgebieden en de soortendiversiteit door de ontwikkeling

van de energieconcentratiegebieden. Voor deze ontwikkeling zijn aanpassingen in de leefgebieden van soorten en ruimte nodig, daardoor is er sprake van beperkte risico's op de *biodiversiteit*. Daarnaast vormen de SMR's die in deze regio's gerealiseerd kunnen worden een risico. Voor een SMR is koelwater nodig. Het koelwater wordt na gebruik in de SMR met een hogere temperatuur teruggevoerd naar het oppervlaktewater. Dit kan de waterkwaliteit beïnvloeden in de vorm van thermische vervuiling. Hoge watertemperaturen leiden tot een lagere zuurstofopname, waardoor organismen in het water stress krijgen en kwetsbaarder worden voor ziektes. Dit kan leiden tot vissterfte en andere problemen, zoals de toename van blauwalgen.

De risico's zijn sterk afhankelijk van de mate waarin natuurinclusiviteit in ontwikkelingen doorgezet kan worden.

Water en klimaatadaptatie

Door de ontwikkeling van de energieconcentratiegebieden in de GMR en Stedendriehoek is in beide regio's een plek voor grootschalige opwek van energie voorzien, zoals bijvoorbeeld een SMR. SMR's verbruiken grote hoeveelheden water voor koeling. Het koelwater wordt na gebruik in de SMR met een hogere temperatuur teruggevoerd naar het oppervlaktewater. Dit kan de *waterkwaliteit* beïnvloeden in de vorm van thermische vervuiling. Hoge watertemperaturen verlagen het zuurstofgehalte in water, wat leidt tot verslechtering van de waterkwaliteit en problemen, zoals een toename van blauwalgen. Verder kunnen hoge temperaturen toxische stoffen oplossen en de toxiciteit van andere stoffen verhogen. Dit is een risico voor de waterkwaliteit.

In deze regio liggen diverse intrek- en *grondwaterbeschermings*gebieden. Bij Dodewaard ligt een intrek- en grondwaterbeschermingsgebied. Bij de ontwikkeling van een energieconcentratiegebied nabij Dodewaard dient hier rekening mee te worden gehouden. Een SMR voor grootschalige opwek van energie die hier zou kunnen komen gebruikt grote hoeveelheden water, dit kan indirect effecten hebben op de grondwaterbeschermingsgebieden. Ontwikkelingen moeten echter voldoen aan regelgeving waardoor bescherming is gegarandeerd. De risico's worden als beperkt beschouwd.

In het scenario energiesysteem sturend vinden voornamelijk ontwikkelingen plaats in de GMR en Stedendriehoek. Ten noorden van Arnhem en bij Apeldoorn liggen twee grote intrekgebieden. In Nijmegen ligt een grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied. De intrekgebieden leveren het grondwater voor de drinkwatervoorziening. Door de ontwikkeling van de energieconcentratiegebieden ontstaat er een druk op de ruimte. De ontwikkelingen moeten voldoen aan de regels, waardoor bescherming is gegarandeerd. In deze regio's geldt een beperkt risico voor de intrekgebieden en grondwaterkwaliteit.

In de metropolen GMR en Stedendriehoek worden de dijken extra versterkt om de *waterveiligheid* te vergroten en overstromingsrisico's vanuit de grote rivieren in deze energieconcentratiegebieden te verkleinen.

In de GMR en Stedendriehoek en in Dodewaard binnen Rivierenland zal een risico ontstaan op *hittestress*. Aangezien deze gebieden zijn aangewezen als energieconcentratiegebied neemt de verstedelijking hier toe. Er komt meer bebouwing bij voor wonen en werken, waardoor het risico op hittestress toeneemt.

Voor de criteria *wateroverlast*, *droogte* / *waterbeschikbaarheid* en *bodemkwaliteit* zijn geen specifieke effecten te verwachten als gevolg van de energieconcentratiegebieden.

Landbouw

In de GMR en Stedendriehoek zal binnen het scenario energiesysteem sturend aanzienlijk minder ruimte zijn voor *landbouw* door stedelijke ontwikkeling en uitbreiding tot energieconcentratiegebieden. Hier geldt een risico op een vermindering van het areaal aan landbouwgrond.

Erfgoed

Stedelijke ontwikkelingen concentreren zich binnen het scenario energiesysteem sturend in en nabij energieconcentratiegebieden in de GMR, Stedendriehoek en bij Dodewaard (Rivierenland). Er vindt een ontwikkeling van het energiesysteem plaats en in de omgeving van Oosterhout en Zevenaar (GMR), Dodewaard (Rivierenland) en omgeving Apeldoorn en Zutphen (Stedendriehoek) ontstaan energieconcentratiegebieden. Hier zal er een druk zijn op *landschappelijke waarden*, zoals de IJssellinie, oeverwallen en landgoederen.

De openheid blijft behouden en ook de nationale landschappen worden zoveel mogelijk in stand gehouden (met uitzondering van de verstedelijkte gebieden), waarbij grootschalige opwek van energie en transport een aandachtspunt is en een risico kan vormen voor het behoud van de landschappelijke waarden. Aanleg van ondergrondse infrastructuur en grootschalige ontwikkelingen kunnen bovendien een risico vormen voor archeologische waarden.

Voor het criterium *cultuurhistorische waarden* zijn geen significante kansen of risico's met betrekking tot de energieconcentratiegebieden.

Werklocaties

De energieconcentratiegebieden in het scenario energiesysteem sturend bieden kansen voor werklocaties. Bedrijven worden geclusterd, waarbij er op sommige locaties in de provincie daardoor dus grootschalige werklocaties ontstaan met een grote diversiteit aan functies en op andere plekken juist meer ruimte wordt verkregen voor andere functies.

Bereikbaarheid

De energieconcentratiegebieden in het scenario energiesysteem hebben als gevolg dat werklocaties langs grootschalige infrastructuur gerealiseerd worden, wat een druk kan veroorzaken op het grootschalige wegennet. Andere gebieden in de provincie worden op deze wijze juist ontzien van bijkomende verkeersstromen.

Wonen

De energieconcentratiegebieden bieden geen significante risico's of kansen voor *wonen* in het scenario energiesysteem sturend.

Energie en klimaat

De decentrale systemen zorgen voor opwek van 80% van de energiebehoefte in de regio's, de overige schone energie komt vanuit de grootschalige opwek in de energieconcentratiegebieden. De energie is verduurzaamd. Door concentratie van bedrijven en het samenbrengen van vraag en aanbod zijn bedrijven ook sterk verduurzaamd. Warmtenetten zijn in deze gebieden daarom

ook zeer belangrijk. Industrie, zoals de steenfabrieken, functioneert op waterstof. De uitstoot voor de gehele provincie is nihil. Dit biedt kansen voor het reduceren van de *CO₂ emissie*.

Gezonde en veilige leefomgeving

Door sterke verstedelijking is er een risico op toename van *geluidshinder* in GMR en Stedendriehoek. Dit wordt vooral veroorzaakt door de ontwikkeling van de energieconcentratiegebieden. Hier vinden hoogdynamische ontwikkelingen plaats, zoals woningbouw, bedrijven, werklocaties en industrie. Wonen en industrie zijn bij de knooppunten rond de stedelijke kernen wel van elkaar gescheiden. Daarnaast is er ook een toename in verkeersbewegingen in diverse modaliteiten, wat zorgt voor een toename in geluidhinder. Door de verhoogde verkeersintensiteit en de hoge dichtheid is er een risico op verslechtering van de *luchtkwaliteit*.

Er kan sprake zijn dat een beperkte toename aan geluidhinder of een verslechterde luchtkwaliteit zorgen voor een lagere levensverwachting van de bevolking op sommige plekken in de provincie (met name in en rond de energieconcentratiegebieden en het Rivierenland). De risico's of kansen op de *gezondheid* zijn, wanneer wordt gekeken naar de vier componenten zoals beschreven in de huidige situatie, naar verwachting niet significant.

Er is regelgeving rond functies nabij risicovolle inrichtingen waaraan moet worden voldaan. In principe zou het dus niet voor meer risico moeten zorgen. Echter, door de focus op twee metropolen (GMR en Stedendriehoek) en Dodewaard worden functies geconcentreerd in energieconcentratiegebieden binnen de provincie. Op deze locaties komt infrastructuur samen, waardoor er een risico kan ontstaan voor de *omgevingsveiligheid*. Daarnaast vindt er grootschalige opwek van energie plaats, bijvoorbeeld kernenergie middels een SMR, en distributie van waterstof. Een SMR zorgt, ondanks vele veiligheidssystemen, voor een extra risico of ten minste een extra gevoel van onveiligheid. In de GMR, Stedendriehoek en Rivierenland is er daarom een risico op een verlaging van het gevoel van veiligheid en de omgevingsveiligheid.

Voor de criteria *geur*, *recreatiemogelijkheden* en *beweegvriendelijke leefomgeving* zijn geen specifieke effecten te verwachten als gevolg van de energieconcentratiegebieden.

Leefbaarheid

Het scenario energiesysteem sturend leidt tot de ontwikkeling van verschillende energieconcentratiegebieden die bijdragen aan stedelijke groei en bedrijvigheid in de GMR en de Stedendriehoek. *Centrumgebieden* in deze regio's zullen waarschijnlijk vitaler worden dankzij intensieve ruimtelijke ontwikkelingen en verbeterde infrastructuur. Door de focus op specifieke energieconcentratiegebieden en op het ontwikkelen van de decentrale regio's, zijn de centrumgebieden van de decentrale gebieden een aandachtspunt. Door verminderde aandacht is het mogelijk dat er leegloop en vermindering van voorzieningen ontstaat. Dit geeft een beperkt risico aan op de vitaliteit van centrumgebieden.

Voor de criteria *sociale cohesie* en *kwaliteit leefomgeving* zijn geen specifieke effecten te verwachten als gevolg van de energieconcentratiegebieden.

5.3.2 Scenario Energiesysteem volgend

Binnen dit scenario zijn geen energieconcentratiegebieden voorzien. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's hiervoor beschreven.

5.3.3 Scenario Water & Bodem sturend

Binnen dit scenario zijn geen energieconcentratiegebieden voorzien. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's hiervoor beschreven.

5.3.4 Scenario Water & Bodem maakbaar

Binnen dit scenario zijn geen energieconcentratiegebieden voorzien. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's hiervoor beschreven.

5.3.5 Scenario Gezond en Veilig

Binnen dit scenario zijn geen energieconcentratiegebieden voorzien. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's hiervoor beschreven.

5.4 Laadknooppunten

5.4.1 Scenario Energiesysteem sturend

Biodiversiteit en natuur

Voor de criteria *Natura 2000*, *GNN*, *GO* en *biodiversiteit* zijn geen specifieke effecten te verwachten als gevolg van de laadknooppunten binnen het scenario energiesysteem sturend.

Water en klimaatadaptatie

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *water en klimaatadaptatie* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Landbouw

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *landbouw* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Erfgoed

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *erfgoed* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Werklocaties

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *werklocaties* als gevolg van de laadknooppunten. Mogelijk dat de laadinfra binnen de provincie wel extra mogelijkheden biedt voor de verduurzaming van bedrijven binnen de provincie, maar hiervoor is geen criterium in de effectbeoordeling. Er worden daarom in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Bereikbaarheid

In de regio's rond de Veluwe, Rivierenland en de Achterhoek zijn er geen significante risico's of kansen op het gebied van *bereikbaarheid* binnen het scenario energiesysteem sturend. Een aandachtspunt is om de benodigde laadinfra goed mee te nemen in de ontwikkelingen. Er is ten aanzien van bereikbaarheid vooral sprake van autonome ontwikkelingen.

Om te zorgen dat de transportsector in kan zetten op elektrisch transport wordt op verschillende plekken in de provincie laadinfrastructuur aangelegd, met name langs de belangrijkste infrastructuur. Dit biedt kansen voor de bereikbaarheid. Een aandachtspunt is om de bereikbaarheid én de benodigde laadinfra goed mee te nemen in de ontwikkeling van de metropolen en energieconcentratiegebieden.

Wonen

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *wonen* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Energie en klimaat

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *energie en klimaat* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Gezonde en veilige leefomgeving

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *gezonde en veilige leefomgeving* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Leefbaarheid

In het scenario energiesysteem sturend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *leefbaarheid* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

5.4.2 Scenario Energiesysteem volgend

Biodiversiteit en natuur

Langs de grote infrastructuur worden binnen het scenario energiesysteem volgend diverse energiehub voorzien, maar door de ligging aan die infrastructuur zal de impact voor *Natura 2000*-gebieden relatief beperkt zijn ten opzichte van de referentiesituatie.

Langs de grote infrastructuur in de Kop van de Veluwe en Rivierenland, zoals de A28, is elke 50 kilometer een energiehub met laadinfrastructuur voor zwaar transport aanwezig. Echter zijn in deze regio's weinig *GO* en *GNN* gebieden aanwezig, waardoor er vanuit de transportroute en de energiehub geen effecten verwacht worden.

Voor het criterium *biodiversiteit* zijn geen specifieke effecten te verwachten als gevolg van de laadknooppunten.

Water en klimaatadaptatie

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *water en klimaatadaptatie* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Landbouw

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *landbouw* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Erfgoed

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *erfgoed* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Werklocaties

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *werklocaties* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Bereikbaarheid

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *bereikbaarheid* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Wonen

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *wonen* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Energie en klimaat

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *energie en klimaat* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Gezonde en veilige leefomgeving

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *gezonde en veilige leefomgeving* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

Leefbaarheid

In het scenario energiesysteem volgend zijn er geen specifieke ontwikkelingen op het gebied van *leefbaarheid* als gevolg van de laadknooppunten. Er worden in de provincie geen effecten verwacht ten opzichte van de referentiesituatie.

5.4.3 Scenario Water & Bodem sturend

De laadknooppunten zijn geen specifiek onderdeel van dit scenario. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's beschreven op dit onderdeel.

5.4.4 Scenario Water & Bodem maakbaar

De laadknooppunten zijn geen specifiek onderdeel van dit scenario. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's beschreven op dit onderdeel.

5.4.5 Scenario Gezond en Veilig

De laadknooppunten zijn geen specifiek onderdeel van dit scenario. Er zijn dan ook geen risico's of kansen vanuit omgevingsthema's beschreven op dit onderdeel.

5.5 Slotbeschouwing

Alle elementen van het Programma Energiesysteem brengen kansen en risico's mee voor verschillende omgevingsaspecten. In het scenario Energiesysteem Sturend worden de grootste veranderingen voorzien in de inrichting van Gelderland. Zowel de (aftakkingen van de) waterstofbackbone als de energieconcentratiegebieden kunnen negatieve effecten met zich meebrengen voor biodiversiteit en natuur en ook voor gezonde en veilige leefomgeving. De effecten van een energie-intensief cluster zijn daarbij het grootst vanwege de ruimtelijke impact van een dergelijke ontwikkeling. Dit zal ten koste gaan van reeds bestaande functies en landgebruik. Er wordt niet verwacht dat de laadknooppunten tot grote risico's leiden. Ze zijn gelegen langs de belangrijke corridors, zoals dat nu ook het geval is voor tankstations en rustplaatsen.

Er zijn echter ook kansen. Zeker waar het gaat om energie en klimaat, werklocaties en op het gebied van industrieel erfgoed. Het concentreren van energie-intensieve functies op een aantal daarvoor toegeruste gebieden brengt nieuwe mogelijkheden voor bedrijven, voor werkgelegenheid en voor de energietransitie. Daarnaast biedt het mogelijkheden om negatieve effecten te beperken en/of die effecten lokaal te houden en minder te verspreiden over de gehele provincie. Te denken valt aan bereikbaarheid en hinder van geluid. Het energiesysteem zal beter maakbaar zijn doordat vooraf duidelijk is waar de meest intensieve gebruikers zich kunnen vestigen.

In de overige scenario's zijn de risico's minder groot, maar dit geldt ook voor de kansen.