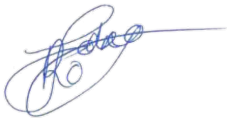


Plan-MER windbeleid en RES provincie Gelderland

Hoofdrapport

Provincie Gelderland

10 december 2024

Project	Plan-MER windbeleid en RES provincie Gelderland
Opdrachtgever	Provincie Gelderland
Document	Hoofdrapport
Status	Definitief 03
Datum	10 december 2024
Referentie	132826/24-018.280
Projectcode	132826
Projectleider	T. Reimer MSc
Projectdirecteur	A.M. Springer-Rouwette MSc
Auteur(s)	S.A. de Graaff MSc, L.F. de Visser-Bleijenberg MSc
Gecontroleerd door	P.A. Feij MSc
Goedgekeurd door	R. de Jong MSc
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

0 LEESWIJZER 8

1 INLEIDING 10

1.1 Aanleiding voor dit plan-MER Windbeleid en RES 10
1.2 Rol en positie van het plan-MER in het besluitvormingsproces 12
1.3 Wettelijke plicht tot uitvoeren van een milieueffectrapportage 13
1.4 Procedure van de mer 15
1.5 Procesverantwoording en participatie 16

2 VOORNEMEN EN KADERS 21

2.1 Europees 21
2.2 Nationaal 22
2.3 Provinciaal 23
2.4 Regionaal 27
2.5 Gemeentelijk 31

3 REFERENTIESITUATIE 32

3.1 Huidige situatie 32
3.1.1 Natuur 32
3.1.2 Landschap en cultuurhistorie 34
3.1.3 Gezonde leefomgeving 38
3.1.4 Grondwater - drinkwaterwinning 39
3.1.5 Veiligheid 40
3.1.6 Gebruiksfuncties 45
3.1.7 Netinpassing 47
3.2 Autonome ontwikkelingen 47

4 ONDERZOEKSAANPAK 52

4.1 Onderzoeksaanpak op hoofdlijnen 52
4.2 Uitgangspunten 54
4.2.1 Definities wind en zon 54
4.2.2 Zichtjaar, plan- en studiegebied 57

4.2.3 Diepgang en detailniveau milieuonderzoeken 58

4.3 Totstandkoming onderzoeksgebied 59

4.3.1 Uitgangspunten 59
4.3.2 Overzicht belemmeringen windturbines 61
4.3.3 Overzicht belemmeringen zonneparken 63
4.3.4 Onderzoeksgebied windenergie 64
4.3.5 Onderzoeksgebied zonneparken 65

4.4 Ingreep-effectrelaties 66

4.5 Beoordelingskader energietechnieken 68

4.6 Beoordelingswijze 71

5 EFFECTONDERZOEKEN BASISBEOORDELING 72

5.1 Natuur 72

5.1.1 Natura 2000-gebieden: effecten op instandhoudingsdoelen 73
5.1.2 Overige beschermde gebieden: effecten op doelen en kernkwaliteiten 76
5.1.3 Beschermde soorten: effecten op gunstige staat van instandhouding 79

5.2 Landschap en cultuurhistorie 81

5.2.1 Landschap: invloed op landschapstype 82
5.2.2 (Bovengrondse) cultuurhistorie: invloed op historische-geografische en -bouwkundige waarden 92
5.2.3 Archeologie: invloed op archeologische (verwachtings)waarden 97

5.3 Gezonde leefomgeving 100

5.3.1 Geluidbelasting op geluidgevoelige objecten 101

5.4 Grondwater - drinkwaterwinning 110

5.4.1 Effecten op drinkwaterwinning 110

5.5 Veiligheid 115

5.5.1 Invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen 115
5.5.2 Invloed op luchtvaartveiligheid 122
5.5.3 Invloed op waterkeringsveiligheid 125

5.6 Gebruiksfuncties 127

5.6.1 Invloed op ruimtegebruik 127

5.7 Duurzaamheid 136

5.8 Netinpassing 142

5.8.1 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie 143
5.8.2 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met zonne-energie 145
5.8.3 Synthese: koppeling tussen elektrificatie en warmte 145

5.9 Niet-maatgevende effecten 148

5.9.1 Gezonde leefomgeving - gecumuleerd geluid, slagschaduw en lichthinder 148
5.9.2 Bodem 152
5.9.3 Grondwater - verzilting 155

6 ONDERZOEKSLOCATIES WINDENERGIE 157

6.1 Aanleiding en doel onderzoekslocaties wind 157
6.2 Ontwikkeling onderzoekslocaties wind 157
6.3 Beschrijving onderzoekslocaties wind 160
6.4 Modelmatige opwekpotentie 161

7 ALTERNATIEVEN 164

7.1 Alternatievenontwikkeling 164
7.2 Beschrijving alternatieven 166
7.2.1 Alternatief RES 1.0 166
7.2.2 Alternatief gezonde en veilige leefomgeving 167
7.2.3 Alternatief landschap 169
7.2.4 Alternatief natuur 172
7.2.5 Alternatief energiesysteem 174

8 DOELBEREIK ALTERNATIEVEN 175

8.1 Doelbereik alternatief RES 1.0 176
8.2 Doelbereik alternatief gezonde en veilige leefomgeving 177
8.3 Doelbereik alternatief landschap 179
8.4 Doelbereik alternatief natuur 180
8.5 Doelbereik alternatief energiesysteem 182
8.6 Gevoeligheidsanalyse bestaande en autonome windturbines op doelbereik 183

9 EFFECTEN ALTERNATIEVEN 185

9.1 Alternatief RES 1.0 186
9.1.1 Natuur 186
9.1.2 Landschap en cultuurhistorie 187
9.1.3 Gezonde leefomgeving 188
9.1.4 Veilige leefomgeving 190
9.1.5 Gebruiksfuncties 191
9.1.6 Netinpassing 192
9.2 Alternatief gezonde en veilige leefomgeving 194
9.2.1 Natuur 194
9.2.2 Landschap en cultuurhistorie 195
9.2.3 Gezonde leefomgeving 197
9.2.4 Veilige leefomgeving 198
9.2.5 Gebruiksfuncties 199
9.2.6 Netinpassing 200
9.3 Alternatief landschap 202
9.3.1 Natuur 202
9.3.2 Landschap en cultuurhistorie 204
9.3.3 Gezonde leefomgeving 205

9.3.4 Veilige leefomgeving 206
9.3.5 Gebruiksfuncties 208
9.3.6 Netinpassing 209

9.4 Alternatief natuur 210

9.4.1 Natuur 210
9.4.2 Landschap en cultuurhistorie 212
9.4.3 Gezonde leefomgeving 213
9.4.4 Veilige leefomgeving 215
9.4.5 Gebruiksfuncties 216
9.4.6 Netinpassing 217

9.5 Alternatief energiesysteem 219

9.5.1 Natuur 219
9.5.2 Landschap en cultuurhistorie 220
9.5.3 Gezonde leefomgeving 222
9.5.4 Veilige leefomgeving 223
9.5.5 Gebruiksfuncties 224
9.5.6 Netinpassing 225

10 VERGELIJKING ALTERNATIEVEN 228

10.1 Natuur 228
10.2 Landschap en cultuurhistorie 229
10.3 Gezonde leefomgeving 230
10.4 Veilige leefomgeving 232
10.5 Gebruiksfuncties 233
10.6 Netinpassing 234

11 BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VOOR WIND EN ZON 237

11.1 Effecten van hernieuwbare energiebronnen als wind en zon 237
11.2 Belangrijkste verschillen tussen wind op land en zon op veld 237
11.3 Belangrijkste inzichten voor zon op veld en wind op land in Gelderland 238

12 REFLECTIE OP HET ONDERZOEK 243

12.1 Leemten in kennis 243
12.2 Beschouwing op milieuthema's 244
12.3 Belangrijkste aanbevelingen voor vervolg 246

Laatste pagina 246

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Onderzoeksrapport natuur	99
II	Onderzoeksrapport landschap en cultuurhistorie	57
III	Onderzoeksrapport netinpassing	36
IV	Onderzoeksrapport warmte	59
V	Totstandkoming onderzoeksgebied	12
VI	Selectie representatieve turbine geluid	9
VII	Nota van beantwoording en omgang advies Commissie mer	

0

LEESWIJZER

Voor u ligt het rapport van het plan-milieueffectrapport (plan-MER) voor het provinciale windbeleid en de Regionale Energie Strategieën (RES'en) binnen de provincie Gelderland. Op basis van de inzichten uit het plan-MER wil de provincie Gelderland het eigen windbeleid actualiseren en beter laten aansluiten bij de afspraken en zoekgebieden voor 2030 die zijn of worden opgenomen in de RES'en. Het levert tevens milieu-informatie voor de eventuele herijking van de RES'en, het borgen van zoekgebieden in het omgevingsbeleid en het samen met gemeenten en regio's verbeteren van de wind/zonverhouding.

Het doel van een milieueffectrapportage (mer) is het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over het windbeleid en de keuzes in het RES-proces. Het opstellen van een plan-MER helpt om alle (ruimtelijke) belangen en claims zichtbaar te maken en onderling af te wegen.

Dit plan-MER beschrijft op hoofdlijnen de milieueffecten van windenergie en zonne-energie op land binnen de provincie Gelderland. Het plan-MER onderzoekt de milieueffecten die van invloed kunnen zijn op de locatiekeuze en/of de keuze voor een bepaalde energietechniek (wind- of zonne-energie). In bijlage IV is daarnaast op een globaler niveau ook milieu-informatie opgenomen over warmtebronnen, -opslag en -distributie.

Opbouw plan-MER

Het plan-MER omvat een basisbeoordeling van milieueffecten voor wind, zon en warmte, een alternatievenstudie voor wind en zon en gevoeligheidsanalyses voor wind, zon en warmte regionale, verdiepende delen. De basisbeoordeling en de alternatievenstudie vinden plaats op provinciaal niveau. De beoordeling van zoekgebieden en ook de beoordeling van alternatieven op regionale schaal zijn verdiepend, en worden uitgewerkt in regionale rapportages. Daarmee krijgt elke RES-regio een regionale rapportage met verdiepende informatie voor de betreffende regio. Het plan-MER resulteert dus in meerdere rapportages. Onderstaande afbeelding illustreert de opbouw en omvang van dit plan-MER als geheel.
Ook de benodigde aanvullende verdieping voor wat betreft de schaal van de zoeklocaties (die niet zijn opgenomen in de regionale rapportages), dient aan het plan-MER te worden toegevoegd. In afbeelding 0.1 wordt dat dan een deel van de bovenste laag van de piramide worden en/of de tweede laag (hoofdrapport).

Afbeelding 0.1 Schematische weergave rapportages



Wat leest u in voorliggend hoofdrapport van het plan-MER?

Voorliggend hoofdrapport beschrijft de milieuonderzoeken van energietechnieken (wind en zon) binnen de provincie Gelderland. Het plan-MER is opgebouwd uit 12 hoofdstukken, 6 bijlagen en een samenvatting.

De eerste vier hoofdstukken van dit plan-MER gaan in op de meer algemene delen van het rapport. Hier leest u bijvoorbeeld een beschrijving van de aanleiding, de rol- en positie van het plan-MER en het proces, een beschrijving van de belangrijkste kaders voor het voornemen en een beschrijving van de referentiesituatie. In de hoofdstukken 4 en 5 leest u de milieueffectstudie voor wind en zon, met daarbij de onderzoeksaanpak en de basisbeoordeling voor de gehele provincie Gelderland. Voortbouwend op deze basisbeoordeling, leest u in de hoofdstukken 6 tot en met 10 een analyse over het doelbereik en de alternatievenstudie. Hoofdstuk 11 en 12 zijn resumerend van aard, met daarin de belangrijkste bevindingen en een reflectie op het onderzoek. De bijlagen zijn bedoeld als onderbouwing en/of verduidelijking op dit hoofdrapport en omvatten het volgende:

1 onderzoeksrapport natuur, ter onderbouwing op de effectenstudie natuur;
2 onderzoeksrapport landschap, ter onderbouwing op de effectenstudie landschap;
3 onderzoeksrapport netinpassing, ter onderbouwing op de effectenstudie netinpassing;
4 onderzoeksrapport warmte, ter inspiratie voor het onderwerp warmte;
5 totstandkoming onderzoeksgebied, ter verduidelijking op dit onderwerp;
6 selectie representatieve turbine geluid, ter verduidelijking op dit onderwerp.

Naast het hoofdrapport van het plan-MER, resulteert voorliggend milieueffectonderzoek ook in zes regionale rapportages. Een voor elke RES-regio in de provincie Gelderland. Deze rapportages bevatten een verdieping op de milieu-informatie voor de betreffende regio. De regionale rapportages bieden de RES-regio's handvatten in het proces van de herijking van de RES'en. Het levert tevens regiospecifieke milieuinformatie op om zoekgebieden in de RES-regio's te kunnen borgen in het omgevingsbeleid.

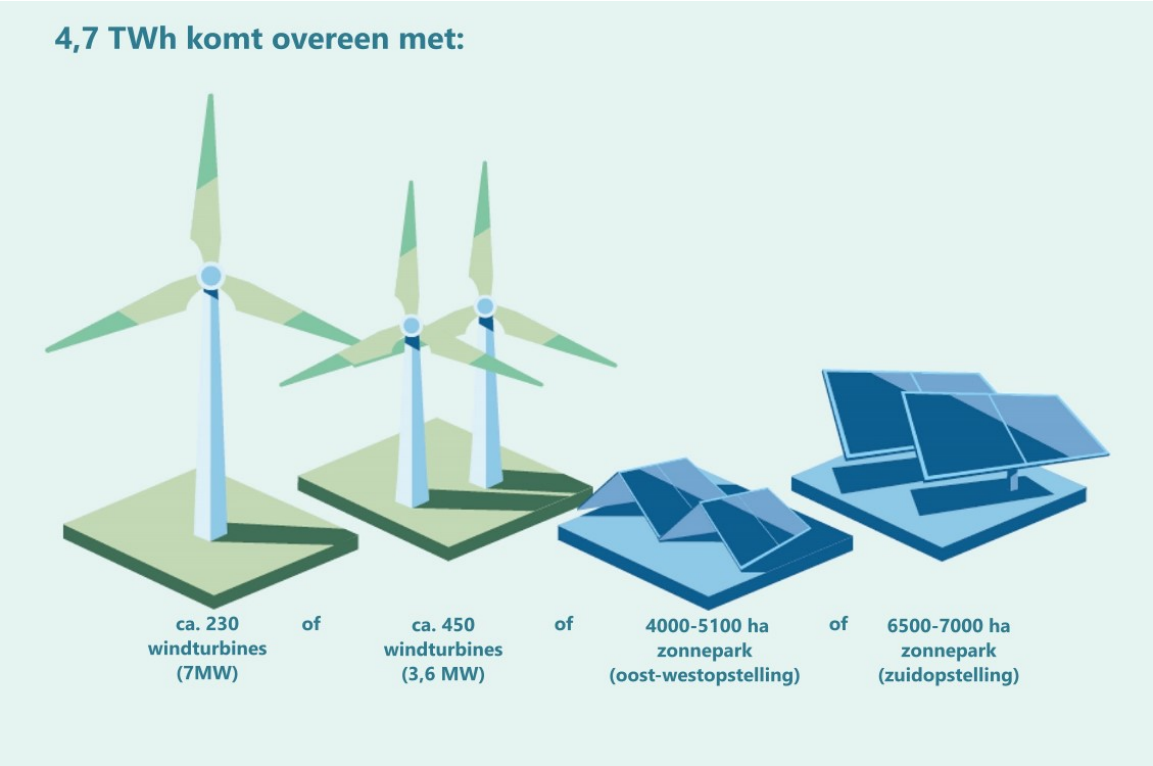
1

INLEIDING

1.1 Aanleiding voor dit plan-MER Windbeleid en RES

Provincie Gelderland heeft dit plan-MER Windbeleid en RES opgesteld om de ambitie voor het opwekken van 6.520 Gigawattuur (GWh) hernieuwbare energie binnen de Gelderse regio's in 2030 te verankeren in het omgevingsbeleid[1]. Daarmee draagt de provincie bij aan de energiedoelstelling van 55 % CO_2-reductie in 2030 uit het klimaatakkoord. Een deel van de opgave moet nog gerealiseerd worden via zon op gebouw, zonneparken op veld en windparken op land (4.659 GWh[2]). Het plan-MER geeft inzicht in de verschillende (ruimtelijke) belangen en claims die daarbij een rol spelen en ondersteunt zo met milieu-informatie de besluitvorming over deze opgave. Daarnaast is het milieuonderzoek in het plan-MER een wettelijke verplichting. Dit plan-MER is in opdracht van provincie Gelderland en in samenwerking met de RES-partners opgesteld om het plan-MER ook bruikbaar te laten zijn voor de Regionale Energiestrategieën (RES'en). Het levert milieu-informatie op om zoekgebieden in de RES-regio's te kunnen borgen in het omgevingsbeleid.

Afbeelding 1.1 Indicatie van aantal windturbines of omvang zonnepark voor het opwekken van 4.659 GWh



[1] Dit is afgesproken in het klimaatakkoord: '*De provincies en gemeenten zetten zich nadrukkelijk in voor het (kwalitatief en kwantitatief) ruimtelijk mogelijk maken van de RES en de verankering van de RES in het omgevingsbeleid*'.

[2] Zie hoofdstuk 2.4 voor een toelichting op het gerealiseerde, in ontwikkeling zijnde (pijplijn) en openstaande deel van de RES-biedingen vanuit de Gelderse regio's.

Actualiseren van het provinciaal windbeleid

Met het plan-MER wil de provincie het eigen windbeleid actualiseren en beter laten aansluiten bij de afspraken en zoekgebieden voor 2030 die zijn of worden opgenomen in de RES'en. Het huidige windbeleid staat namelijk ook windenergie toe op locaties die niet als zoekgebied in de RES 1.0 zijn opgenomen. Dat kan tot ongewenste situaties leiden waarbij er wettelijk en ruimtelijk gezien geen bezwaren zijn tegen een ontwikkeling, maar vanuit de regio weerstand is omdat een ontwikkeling op deze locatie niet aansluit bij de afspraken in de RES.

Ondersteunen van de Gelderse RES'en

Daarnaast biedt het plan-MER milieu-informatie die door de RES-partners binnen de regio's gebruikt kan worden bij de bestuurlijke keuzes over het verankeren van afspraken en zoekgebieden in uit de RES in het omgevingsbeleid. De wijze van verankering kan verschillend zijn per regio. In de meeste regio's zal dit plaatsvinden via een herijking van de RES 1.0. Ongeacht de exacte wijze van verankering is het in vrijwel alle gevallen verplicht een plan-mer hiervoor uit te voeren[1]. Gemeenten en waterschappen kunnen gebruik maken van dit plan-MER en aangeven hoe ze de hierin opgenomen milieu-informatie betrekken bij hun eigen besluit, zodat ze in veel gevallen geen eigen plan-MER hoeven op te stellen.

Onderzoek naar wind- en zonne-energie

Het plan-MER richt zich hoofdzakelijk op het onderzoek naar milieueffecten van windparken en zonneparken. Hoewel een plan-MER alleen voor windenergie verplicht is, is zonne-energie ook meegenomen in het onderzoek omdat het samen met windenergie onderdeel uitmaakt van de RES-biedingen. Daarnaast streeft de provincie Gelderland naar meer inzicht in (de verbetering van) de verdeling van wind- en zonne-energie. Hoewel beleid voor zonne-energie voornamelijk wordt opgesteld op gemeentelijk niveau, ondersteunt het plan-MER de beleidsvorming door milieueffecten van zonne-energie in beeld te brengen.

Globaal onderzoek naar warmte

Warmte maakt onderdeel uit van de RES'en, maar is geen onderdeel van de kwantitatieve RES-biedingen. Ook is warmte niet gekoppeld aan provinciaal beleid, maar aan gemeentelijk beleid, vastgelegd in de Transitievisies Warmte. Toch biedt het meenemen van warmte in het plan-MER bruikbare handvatten voor de RES-regio's en gemeenten voor de verdere ontwikkeling van gemeentelijk warmtebeleid en het vastleggen van locaties voor warmtebronnen die gemeente-overstijgend van aard zijn. Zo is er door de Gelderse RES-regio's in de Regionale Structuur Warmte (RSW) een aantal mogelijke warmteclusters aangewezen en gekoppeld aan mogelijke bronnen. Zie bijlage IV voor meer informatie over warmte.

Bij concrete projecten is altijd aanvullend onderzoek nodig

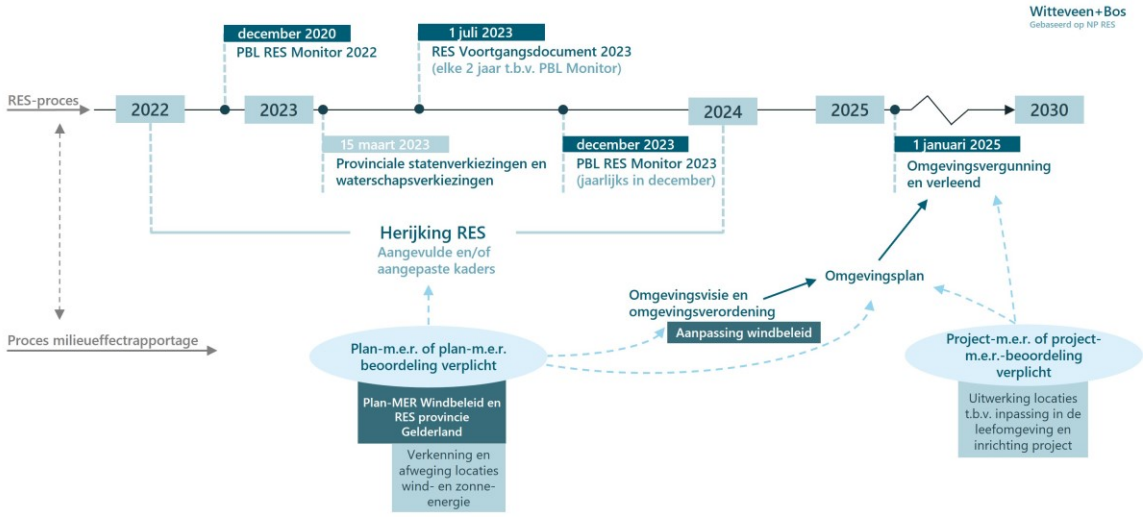
Het plan-MER is een globaal onderzoek op de schaal van provincie Gelderland. De milieu-informatie is voldoende om op hoofdlijnen een vergelijking tussen gebieden en locaties binnen de provincie mogelijk te maken. Daarmee is het geschikt voor het onderbouwen van een locatieafweging binnen de provincie, regio's of gemeenten. Het biedt echter niet de gedetailleerde milieu-informatie die nodig is voor de uitwerking van plannen voor concrete projecten en bijbehorende opstellingen. Elk project dient een eigen onderzoek uit te voeren waarin de effecten op het milieu in meer detail onderzocht worden. Bijvoorbeeld een veldbezoek om de effecten van een zonnepark of windpark op de natuur op de projectlocatie nauwkeurig in beeld te brengen of een onderzoek naar de exacte effecten van geluid en slagschaduw die afhangen van het type windturbine dat in een betreffend project gebruikt wordt.

[1] Zie een nadere toelichting in paragraaf 1.3.

1.2 Rol en positie van het plan-MER in het besluitvormingsproces

Het plan-MER ondersteunt de besluitvorming die nodig is om de doelen op het gebied van opwekken van hernieuwbare energie en CO_2-reductie in 2030 te behalen via het RES-proces. Het onderzoek helpt om (milieu) effecten, belangen en claims zichtbaar te maken, zodat RES-partners dit kunnen gebruiken in de bestuurlijke afweging. Het plan-MER maakt geen keuze voor bepaalde locaties of een bepaalde hoeveelheid zonneparken of windturbines. Afbeelding 1.2 illustreert de rol en positie van het plan-MER in het RES- en besluitvormingsproces.

Afbeelding 1.2 Processchema plan-MER in relatie tot het RES-proces



Verankering van RES-afspraken is nodig om tijdig de 2030-doelen te halen

Het RES-proces staat centraal in het schema. Om in 2030 de doelen uit het klimaatakkoord te halen is het nodig om op 1 januari 2025 de omgevingsvergunningen verleend te hebben voor de infrastructuur en opwek van hernieuwbare energie. Dit betekent dat de ambities ruim voor dat moment goed vastgelegd moeten zijn in regionale afspraken en ook verankerd in omgevingsbeleid van de RES-partners. Deze vastlegging en verankering vindt voor veel regio's plaats in RES-verband (al dan niet via een herijking naar RES 2.0).

Plan-MER hanteert RES 1.0 als vertrekpunt, maar kijkt ook breder

Het plan-MER ondersteunt het verankeren van de RES en in het bijzonder van de afspraken in het Windbeleid van provincie Gelderland op basis van de uitkomsten van de RES-en. Het onderzoek brengt in beeld wat de milieueffecten zijn van de in de RES 1.0 opgenomen afspraken en zoekgebieden. Daarnaast verkent het plan-MER ook andere gebieden dan de gebieden die opgenomen zijn in RES 1.0 om te zien of deze gebieden andere (betere of slechtere) effecten hebben. Dit is nodig om met milieu-informatie te kunnen onderbouwen waarom bepaalde locaties of gebieden wel of niet zijn of worden opgenomen in de RES-en[1]. De onderzoeksaanpak op hoofdlijnen in hoofdstuk 4.1 beschrijft stapsgewijs hoe de selectie van deze andere locaties en gebieden tot stand is gekomen en welke alternatieven op de gebieden uit RES 1.0 zijn onderzocht.

[1] Naast een algemene verplichting tot motiveren van een besluit is er specifiek vanuit de mer-regelgeving de verplichting om alternatieve locaties in beschouwing te nemen in een plan-MER (Artikel 11.3 Omgevingsbesluit).

Plan-MER biedt beslisinformatie voor borging van RES-en in omgevingsbeleid vanuit milieuperspectief
De analyses in het plan-MER bieden milieu-informatie die in de bestuurlijke besluitvormingsprocessen tijdens de verankering van de RES-en gebruikt kan worden. Het plan-MER brengt voor- en nadelen van locaties en gebieden in beeld en geeft aandachtspunten voor besluitvorming. Het plan-MER maakt geen keuze voor bepaalde locaties of een bepaalde hoeveelheid zonneparken of windturbines. Dat zijn keuzes die door de RES-partners gemaakt kunnen worden mede op basis van het plan-MER, maar ook op basis van andere belangen die een rol spelen.

Het plan-MER is de 'bouwsteen' voor milieueffecten[1]. Ook de capaciteit op het elektriciteitsnet is een belangrijke parameter voor de inpassing van duurzame elektriciteitsprojecten. Daarnaast hangt de keuze voor gebieden voor windturbines en zonneparken ook samen met maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak in de regio. Ten slotte dient een ruimtelijke en integrale afweging te worden gemaakt ten opzichte van andere ontwikkelingen zoals woningbouw, mobiliteit, landbouw, natuur en recreatie.

Plan-MER biedt aanknopingspunten voor concrete projecten, maar is ongeschikt als onderbouwing
De analyses in het plan-MER zijn niet geschikt voor het onderbouwen van ruimtelijke plannen of vergunningen voor de inrichting van concrete projecten voor zonneparken of windparken. In concrete projecten is altijd nader onderzoek naar de lokale kenmerken en (milieu)kwaliteiten van de omgeving nodig als onderdeel van een goede ruimtelijke onderbouwing of een mer(beoordeling). Bijvoorbeeld een veldonderzoek naar het voorkomen van beschermde plant- en diersoorten op de beoogde locatie. Ook de specifieke kenmerken van het project zijn nodig om te kunnen toetsen aan wet- en regelgeving. Denk hierbij aan de specificatie van windturbines, de lay-out van zonneparken of de landschappelijke inpassing van dit alles in de omgeving. Deze locatie- en projectspecifieke informatie is in het plan-MER niet beschikbaar. Wel biedt het plan-MER aanknopingspunten voor nader onderzoek en signaleert het kansen en aandachtspunten op bepaalde locaties. Bijvoorbeeld welke gevoelige natuur voorkomt in het betreffende gebied of welke risicobronnen vanuit externe veiligheid een rol spelen.

1.3 Wettelijke plicht tot uitvoeren van een milieueffectrapportage

Bij het verankeren van de afspraken en gebieden voor zon en wind uit de RES'en in omgevingsbeleid bestaat een verplichting tot het uitvoeren van milieuonderzoek. In deze paragraaf wordt deze plicht die voorkomt uit de Smb-richtlijn en die wettelijk is vastgelegd in de Omgevingswet en uitgewerkt in het Omgevingsbesluit nader toegelicht. Kortgezegd stellen het provinciaal windbeleid, de RES'en en andere vormen van omgevingsbeleid kaders aan de uitwerking van projecten als windparken en zonneparken. Omdat windparken en zonneparken direct of indirect (mogelijk) aanzienlijke milieueffecten kunnen hebben, moet ook al bij de bovenliggende kaderstellende plannen of programma's rekening gehouden worden met milieueffecten.

Achtergrond van de mer-plicht
Europese en nationale wetgeving schrijven voor dat voor projecten met (mogelijke) belangrijke nadelige milieueffecten een mer-procedure wordt doorlopen. Dit hangt mede af van de aard en omvang van de project. Het doel van deze mer-procedure is om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over de invulling van het windbeleid van de provincie en de RES'en van de verschillende regio's. Het opstellen van een plan-MER helpt om (ruimtelijke) belangen en claims zichtbaar te maken en onderling af te wegen. De gevolgen voor onder meer het landschap, de natuur en de leefomgeving worden op een navolgbare- en toetsbare wijze in beeld gebracht. Hierbij worden zowel negatieve als positieve milieueffecten beschouwd.

[1] Voor de Groene Metropoolregio (GMR) Arnhem-Nijmegen geldt dat al een eigen plan-MER voor de RES is opgesteld. Zie hiervoor: https://www.groenemetropoolregio.nl/docs/plan-mer.pdf. Volledigheidshalve is de GMR ook in voorliggend plan-MER Windbeleid en RES opgenomen. De regionale rapportage GMR gaat nader in op de overeenkomsten en verschillen tussen beide plan-MER-en.

In de Omgevingswet is gekozen voor een algemene omschrijving van de plan-mer-plichtige plannen en programma's. Onder de Omgevingswet is een plan-mer, verplicht als:

1 een plan of programma kaderstellend is voor mer(beoordelings)plichtige besluiten;
2 een passende beoordeling moet worden uitgevoerd voor een plan of een project als bedoeld in artikel 6, derde lid, van de habitatrichtlijn;
3 een plan of programma kaderstellend is voor besluitvorming over projecten die niet zijn aangewezen in bijlage V bij het Omgevingsbesluit, maar wél aanzienlijke milieueffecten kunnen hebben.

Het windbeleid van de provincie en de RES'en zijn kaderstellend en voor de realisatie van wind- en zonneparken. Ook zal er mogelijk een passende beoordeling gemaakt moeten worden. De actualisering van het windbeleid is dus mer-plichtig. Hetzelfde geldt voor het verankeren van de RES'en, die vanwege locatiekeuzes of andere kaders kaderstellend zijn voor mer-(beoordelings)plichtige projecten en daarmee mer-plichtig zijn[1].

Toetsing aan projecten

In bijlage V van het Omgevingsbesluit staat, gebaseerd op de Europese regelgeving (richtlijn nr. 85/337/EEG), vermeld voor welke projecten sprake is van een mer-plicht (kolom 2) of een mer-beoordelingsplicht (kolom 3). Windturbines zijn aangemerkt als project in categorie C2.

Zonneparken als zodanig zijn niet als project opgenomen in het Omgevingsbesluit. Jurisprudentie wijst uit dat een zonnepark niet als project in categorie C1: thermische centrales en andere verbrandingsinstallaties voor de productie van elektriciteit, stoom of warm water, kan worden aangemerkt[2]. Wel kan de realisatie van een zonnepark in sommige gevallen aangemerkt worden als landinrichtingsproject, een project in categorie J12.

Het is daarmee waarschijnlijk dat alleen het project C2 (de oprichting, wijzingen of uitbreiding van een windpark) relevant zijn voor de mer(beoordelings)plicht. Zon wordt zekerheidshalve meegenomen omdat het onderdeel uitmaakt van de RES-biedingen en de daarin opgenomen verhouding wind-zon relevant is voor de milieueffecten die als gevolg van de RES'en kunnen optreden.

Toetsing aan besluiten

Bij de aanpassing van het provinciaal windbeleid gaat het om de omgevingsvisie zoals bedoeld in afdeling 3.1 van de Omgevingswet. Dit is volgens artikel 16.34 lid 2 van de Omgevingswet in ieder geval een kaderstellend programma waarvoor een mer-plicht geldt als het een project uit kolom 2 van bijlage V van het Omgevingsbesluit mogelijk maakt. De RES'en zijn in veel gevallen een programma zoals bedoeld afdeling 3.2 van de Omgevingswet. Hiervoor geldt onder de Omgevingswet ook een plan-mer-plicht[3].

Ook andere vormen van verankering in omgevingsbeleid kunnen in aanmerking komen als een kaderstellend wettelijke of bestuursrechtelijk plan en op die manier plan-mer-plichtig zijn. Bijvoorbeeld een omgevingsplan of een projectbesluit, waarbij ter voorbereiding een voorkeursbeslissing wordt genomen.

Tabel 1.1 toont de projecten bijlage V van het Omgevingsbesluit die van toepassing kunnen zijn op de voorgenomen ontwikkeling van windturbines en zonneparken.

---

1 Zie voor een toelichting hierop: https://www.regionale-energiestrategie.nl/documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=2198520

2 Zie ABRvS 14 augustus 2019, ECLI:NL:RVS:2019:2770

3 https://www.commissiemer.nl/actueel/nieuws/resen-zijn-meestal-plan-mer-plichtig

Tabel 1.1 Categorieën uit het Besluit mer die van toepassing (kunnen) zijn

nr.	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4
	Projecten	**Gevallen waarin de mer-plicht geldt (artikel 16.43, eerste lid, aanhef en onder a, van de wet)**	**Gevallen waarin de mer-beoordelingsplicht geldt (artikel 16.43, eerste lid, aanhef en onder b, van de wet)**	**Besluiten als bedoeld in artikel 11.6, derde lid, onder c, van dit besluit**
C2	windparken	oprichting, wijziging of uitbreiding van een windpark met 20 of meer windturbines	oprichting, wijziging of uitbreiding van een windpark met drie of meer windturbines	de omgevingsvergunning voor een milieubelastende activiteit of het kavelbesluit op grond van artikel 3 van de Wet windenergie op zee
J12	landinrichtings-projecten	niet van toepassing	aanleg, wijziging of uitbreiding	het omgevingsplan

Warmte

Voor het aspect warmte geldt dat dit plan-MER alleen ingaat op de algemene milieueffecten. Het geactualiseerde windbeleid en de RES'en bevatten hiervoor geen kaderstellende keuzes. Voor de van toepassing zijnde categorieën uit het Besluit mer is warmte daarom niet beschouwd.

1.4 Procedure van de mer

Stappen in de procedure

Voor het doorlopen van een plan-mer geldt een wettelijk vastgestelde procedure. De volgende stappen worden hierbij doorlopen:

- openbare kennisgeving. Dit onderdeel vormt de formele start van de procedure. Met de Notitie Reikwijdte en Detailniveau is aangegeven dat een plan-MER-procedure wordt doorlopen;
- raadpleging. Zowel overheids-, adviesorganen en belangengroeperingen worden geraadpleegd over de te onderzoeken alternatieven en milieueffecten. Advisering van de Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie mer) en het betrekken van derden is in dit stadium vrijwillig. De NRD bood hiervoor de mogelijkheid. Er zijn zienswijzen ingediend en het van advies van de Commissie mer[1] is verschenen. De Nota van beantwoording geeft aan hoe met deze zienswijzen en het advies is omgegaan in dit plan-MER;
- opstellen plan-MER. Voorliggend plan-MER geeft hieraan invulling op basis van de NRD, advies en reacties uit de raadpleging;
- het plan-MER wordt vervolgens gepubliceerd met de besluiten waarvoor het onderzoek is uitgevoerd, bijvoorbeeld met het geactualiseerde windbeleid of de RES'en;
- advies Commissie mer en zienswijzen. Volgens de bepalingen in de Wet milieubeheer zal dit plan-MER worden voorgelegd aan de Commissie mer In een toetsingsadvies geeft de Commissie mer aan of het milieueffectrapport voldoende informatie bevat om het plan te kunnen vaststellen. Ook wordt er afhankelijk van het besluit gelegenheid tot indienen van zienswijzen geboden;
- vaststellen van het plan (windbeleid en RES'en met plan-MER, inclusief advies van de Commissie mer).

De zienswijzen en adviezen worden betrokken bij de besluitvorming van het vast te stellen definitieve plan-MER windbeleid en RES.

Rollen in de procedure

Bij een mer-procedure is sprake van drie formele rollen: een bevoegd gezag, een initiatiefnemer en adviseurs. Het bevoegd gezag is de instantie die het mer-plichtige besluit vaststelt. In dit geval de actualisatie van het windbeleid in de Omgevingsvisie. Hiervoor is in ieder geval de provincie Gelderland (Provinciale Staten (PS)) bevoegd gezag.

[1] Zie: https://commissiemer.nl/docs/mer/p37/p3705/a3705rd.pdf.

De initiatiefnemer is degene die het plan opstelt. In dit geval is dat in ieder geval de provincie Gelderland (het college van Gedeputeerde Staten (GS)). Daarnaast zijn er diverse adviseurs, die adviseren over de inhoud van het plan-MER. Belangrijk daarbij is de Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie mer).

Bij de vaststelling van de RES'en of verankering in ander omgevingsbeleid kunnen de rollen in de procedure anders zijn. Een gemeenteraad kan dan bijvoorbeeld formeel het bevoegd gezag zijn en het college van burgemeester en wethouders de initiatiefnemer.

1.5 Procesverantwoording en participatie

Het plan-MER is een objectief onderzoek, waarin aandacht voor het proces en afstemming over de methode, aannames en feitelijke informatie essentieel is. We hebben hiervoor langs zeven processporen gewerkt. Hierbij zijn diverse stakeholders betrokken, met nadruk op de regio's, gemeenten en netbeheerders. Vanwege de aard van het instrument en het zeer grote onderzoeksgebied is voor dit plan-MER niet gekozen voor een zwaar participatief traject.

In onderstaande paragrafen leest u waarom en op welke manier stakeholders zijn betrokken, wat is gedaan met inbreng van de zienswijzen en het advies van de Commissie mer, en hoe het proces opvolgend aan het plan-MER eruit ziet.

Hoe zijn stakeholders betrokken?

Waarom op deze manier?
Het Plan-MER biedt onder meer een basis voor bestuurlijke afwegingen in de RES-regio's in de borging van de RES of herijking naar RES 2.0. Het is daarom belangrijk dat deze regionale stakeholders voldoende zijn meegenomen in het onderzoeksproces.

Uiteraard is het van belang dat de feitenbasis en aannames correct en goed onderbouwd zijn en alle stakeholders hier input op kunnen leveren. Ook moet de betekenis en doeleinden van het plan-MER helder zijn voor iedereen. Met de inspraakperiode, informatiebijeenkomsten en algemene communicatie hebben we hierin richting de stakeholders en omgeving voorzien.

Voor het betrekken van de bredere groep inwoners en andere belanghebbenden is conform de MER-procedure gelegenheid geboden om zienswijzen in te dienen op de NRD. Ook voor het ontwerp-Plan-MER wordt een zienswijzeprocedure georganiseerd. Een aanvullend participatief traject voor inwoners en andere lokale belanghebbenden lag voor dit plan-MER niet voor de hand. Dit heeft te maken met het zeer grote onderzoeksgebied van dit provinciale plan-MER, en daarmee het grote aantal betrokkenen. Bovendien is het onderzoek gericht op het weergeven van objectieve milieu-informatie, die in de daarop volgende bestuurlijke besluitvormingsprocessen gebruikt kan worden. Het plan-MER brengt voor- en nadelen van locaties en gebieden in beeld en geeft aandachtspunten voor besluitvorming. Het plan-MER maakt geen keuze voor bepaalde locaties of een bepaalde hoeveelheid zonneparken of windturbines. Dat volgt na oplevering van het plan-MER. Dan kan een intensiever participatieproces met de omgeving aan de orde zijn, waarbij de resultaten van het Plan-MER onderwerp van gesprek zijn. Ook bij concrete projectinitiatieven zullen omwonenden en andere belanghebbenden worden betrokken.

Welke sporen?

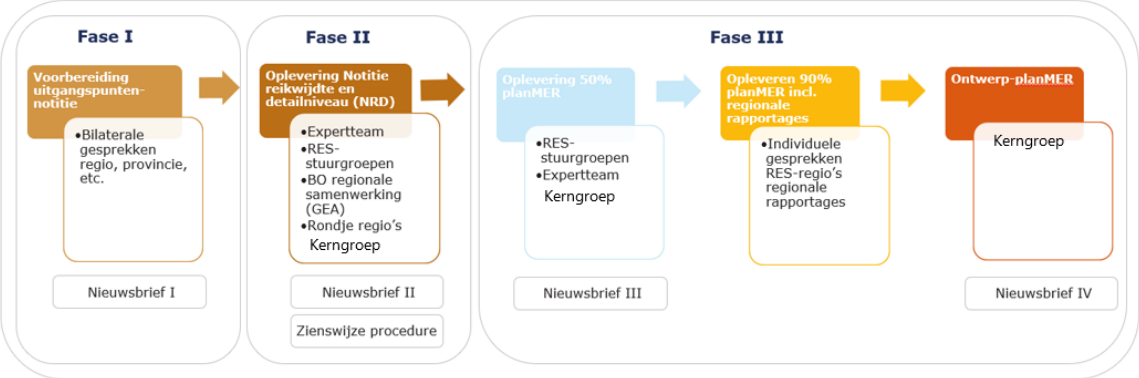
Om het proces goed te organiseren hebben we met verschillende processporen gewerkt. Deze hebben elk een andere intentie en doel:

- **kerngroep:** de kerngroep is ingesteld om het plan-MER proces te begeleiden en op methode en inhoud te adviseren. De kerngroep was nauw betrokken bij de totstandkoming van de NRD en de eerste uitwerking daarvan richting plan-MER. In de kerngroep zijn de provincie, RES-regio's en gemeenten vertegenwoordigd;
- **expertteam:** het expertteam, een bestaand overleg in het kader van het Gelders Energieakkoord (GEA), met daarin alle regionale procesregisseurs, Liander en de provincie, is geïnformeerd over de voortgang en het inhoudelijke proces, met name gericht op de consequenties voor de bestuurlijke processen in de regio's. Er is tweemaal aangesloten bij het expertteam: in de voorbereidende fase vóór oplevering NRD en in de fase na oplevering NRD richting de 50 % versie van het plan-MER;
- **RES-stuurgroepen:** de RES-stuurgroepen zijn geïnformeerd over de voortgang en het inhoudelijke proces. In deze overleggen was er gelegenheid om adviezen en signalen mee te geven over eventuele (bestuurlijke) aandachtspunten of risico's. Tweemaal zijn we per regio aangesloten bij de RES-stuurgroep: in de voorbereidende fase vóór oplevering NRD en richting de 50 % versie van het plan-MER;
- **ambtelijke overleggen:** de voorbereiding van de stuurgroepen heeft plaatsgevonden in een ambtelijk overleg. De provinciale accounthouders en/of RES-procesregisseurs hebben daarin wanneer relevant de voortgang en bespreekpunten toegelicht;
- **BOSGRES (Bestuurlijk Overleg Samenwerking Gelderse RES'en):** een bestuurlijk overleg in het kader van GEA met de RES-stuurgroepvoorzitters, is tussentijds geïnformeerd over de voortgang en het inhoudelijke proces. Bovendien kunnen in het BOSGRES de bestuurders bovenregionaal met elkaar in gesprek over het lopende proces. Er is tweemaal aangesloten dit overleg: in de voorbereidende fase vóór oplevering NRD en rondom de oplevering van de 90 % versie van het plan-MER;
- **doorlopend en bilateraal:** met de zes regio's, provincie en stakeholders zoals GEA en Liander, zijn afhankelijk van de procesdynamiek een aantal bilaterale gesprekken gepland. Onder andere bij de start van het onderzoekstraject en na oplevering NRD en zienswijzen. Onderdeel hiervan zijn ook de regionale gesprekken over de regionale rapportages. Doorlopend is er waar nodig ook contact geweest;
- **communicatie:** tijdens het onderzoek plan-MER heeft de provincie Gelderland een viertal nieuwsbrieven gepubliceerd gericht aan professionals. De nieuwsbrief is ook beschikbaar gesteld op de website van de provincie, met daarbij een Q&A met de meest gestelde vragen;
- **inspraak:** de NRD is door de provincie Gelderland vanaf februari t/m maart 2023 ter inzage gelegd, met de intentie om alle stakeholders te consulteren. Als onderdeel hiervan zijn er een drietal informatiebijeenkomsten georganiseerd. Twee hiervan waren gericht op professionals en één op inwoners. Het doel van deze bijeenkomsten was alle geïnteresseerden te informeren en aandachtspunten op te halen. Alle vragen zijn of ter plekke beantwoord, of beantwoord in een Q&A die vervolgens met alle deelnemers is gedeeld. Deze vindt u hier. Naast de bijeenkomsten zijn alle ingediende zienswijzen beantwoord in een Nota van beantwoording, die als bijlage bij het ontwerp-plan-MER is gepubliceerd.

Welke stappen en fases?

In het proces hebben we diverse fases en stappen doorlopen, van oplevering NRD naar oplevering ontwerp-plan-MER. In onderstaande afbeelding staat weergeven wie op welk moment is betrokken.

Afbeelding 1.3 Schematisch overzicht proces en betrokkenheid



Nadat het ontwerp-plan-MER in fase III wordt opgeleverd, volgt er een GS-vaststelling en wordt het ontwerp-plan-MER ter inzage gelegd. Bovendien wordt de Commissie mer gevraagd een toetsingsadvies te geven op het ontwerp-plan-MER. Nadien wordt het definitieve plan-MER vastgesteld. De reactie op zienswijzen en het definitieve plan-MER worden daarna kenbaar gemaakt. Het definitieve plan-MER wordt gebruikt bij het vaststellen van eventueel te herijken RES'en. Dan zal het plan-MER ook vastgesteld worden door gemeentebesturen.

Wat is gedaan met de inbreng?

Zienswijzen

In totaal zijn er circa 300 zienswijzen ingediend, met daarin meer dan 1.250 reacties of vragen. In de Nota van Beantwoording (bijlage VII) wordt ieder individueel punt van een antwoord voorzien. Boodschappen die in veel zienswijzen terugkomen zijn:

- normen en kaders: aandacht voor het lopende proces rondom de landelijke milieunormen voor windturbines, het verzoek voor het meenemen van lokaal beleid en specifieke afstandsnormen, vragen over de keuzes voor referentieturbines;
- reikwijdte en gebiedsafbakening: vragen en kanttekeningen over de rol van provincie Gelderland in relatie tot gemeenten en de regionale RES-processen en vragen over de wijze waarop wordt afgestemd met ontwikkelingen in aangrenzende provincies;
- gezondheid: aandacht voor subjectieve gezondheidsschade, slagschaduw en cumulatieve effecten;
- kaarten: kanttekeningen bij de grove resolutie en detailniveau van de in de NRD opgenomen kaarten;
- participatie: verzoek om meer aandacht te besteden aan betrokkenheid van decentrale overheden, maatschappelijke organisaties en burgers;
- energiesysteem: vragen over waarom het alternatief energiesysteem een plek krijgt binnen het plan-MER hoewel dit geen milieu-thema betreft, kanttekeningen bij de focus op lokale/provinciale capaciteit, in plaats van nationale keuzes/capaciteit en wind op zee;
- wespendief: het verzoek om het gebied van de wespendief niet uit te sluiten in het onderzoek, en in plaats daarvan een ja-mits benadering te gebruiken, met ruimte voor mitigatie.

Voor een flink aantal veel terugkomende thema's is in het plan-MER toelichting gegeven met een onderbouwing waarom keuzes wel/niet worden gemaakt. Daarnaast gaat een aantal vragen en reacties over onderdelen in de NRD, die op dat moment nog verder moesten worden uitgewerkt. Voor veel van deze punten, zoals de aanpak van molenaarswoningen en het alternatief energiesysteem zijn in de onderzoeksfase keuzes gemaakt in de kerngroep, waar relevant rekening houdend met de ingebrachte zienswijzen. Ook is er naar aanleiding van de reacties gekozen voor andere formuleringen en zijn onjuistheden in de regionale rapportages gecorrigeerd.

Advies van de Commissie mer

Het advies van de Commissie mer op de NRD is op 18 april gepubliceerd en is hier te vinden. Het advies bevat diverse boodschappen en adviezen die goed opvolgbaar waren. In het advies staat bijvoorbeeld dat een schema van te nemen besluiten tot 2030 verhelderend kan zijn. Meer inzicht in potentiële warmtebronnen, afnemers en warmteclusters geeft ook duidelijkheid. En er wordt geadviseerd de alternatieven landschap en natuur zo uit te werken dat ze sterker van elkaar verschillen. Deze punten zijn waar mogelijk meegenomen in het onderzoek.

Twee adviezen van de Commissie mer waren van meer fundamentele aard en worden hieronder specifiek toegelicht.

Ten eerste stelt de Commissie dat het plan-MER (nog) niet kan worden gebruikt als milieueffectrapport voor elk van de zes Gelderse RES-en. Het vertrekpunt van dit plan-MER is echter juist dat de beschikbare milieu-informatie bruikbaar is voor RES-processen in de regio's en daarmee invulling geeft aan de mer-plicht die geldt voor de verankering van de RES'en in omgevingsbeleid. Met de regionale milieueffectrapportages spelen we hier op in. Van de regio's vraagt dit zorgvuldige verantwoording van keuzes en hoe de milieu-informatie betrokken is bij besluiten.

Ten tweede adviseert de Commissie een extra tussenstap waarin zoekgebieden worden afgebakend – waarbij regio's intensiever moeten worden betrokken. Mede op basis van dit advies hebben we in het plan-MER nadrukkelijker onderzoekslocaties afgebakend. Daarbij is nadrukkelijk gekozen om daarin geen bestuurlijke afwegingen te maken. Omdat het plan-MER is bedoeld als objectieve informatie voor input van het herijkingsproces. Het plan-mer-proces is daarom niet voorzien in een participatieproces die dergelijke keuzes ondersteunt. Dat is aan de orde bij de bestuurlijke afweging die de RES-regio's maken op basis van dit plan-MER.

In bijlage VII vindt u een bijlage met een verantwoording hoe het advies van de Commissie is verwerkt.

Hoe gaat het verder?

Ontwerp plan-MER

Na oplevering van het plan-MER wordt het ontwerp-plan-MER vastgesteld door GS en vervolgens ter inzage gelegd. Iedereen kan dan een zienswijze geven over de uitkomsten van het onderzoek. Na beantwoording van deze zienswijzen wordt het definitieve plan-MER vastgesteld en gepubliceerd.

Besluitvorming RES

Het plan-MER inclusief de 6 regionale delen voor de RES regio's Achterhoek, FoodValley, Noord-Veluwe, Rivierenland, Stedendriehoek en Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen zijn bedoeld voor het borgen van de RES'en in beleid. Tevens leveren ze input voor eventuele RES herijkingsprocessen. Het plan-MER bevat geen voorkeursalternatief omdat het bestuurlijke proces om te komen tot (nieuwe of aanvullende) voorkeurslocaties (ook in de regio's) pas na het beschikbaar komen van het plan-MER doorlopen wordt. Het plan-MER bevat nu alleen nog objectieve milieu-informatie. Bestuurlijke keuzes kunnen leiden tot een verdere detaillering en afbakening van onderzoeksgebieden. Deze aanvulling betekent dat geen extra, regionale plan-mer-procedure doorlopen hoeft te worden. De aanvulling wordt per regio toegevoegd aan het regionale deel van het provinciale plan-MER. Beide documenten vormen dan samen een integraal plan-MER voor de besluitvorming van een eventueel te herijken RES. Hiermee wordt voldaan aan de wettelijke plan-mer-plicht.

Projecten/aanpalende onderzoeken

Naast dit plan-MER is er ook een plan-MER Wespendief en Windenergie Veluwe opgesteld. Het plan-MER Wespendief onderzoekt de mogelijkheden die er zijn voor het realiseren van windenergie én het instandhouden van de wespendief. In het voorliggende plan-MER Windbeleid en RES Gelderland worden milieueffecten van windenergie beschreven in de zone rondom de Veluwe (>1-8km), maar wordt niet in detail ingegaan op de effecten op de Wespendief. Het plan-MER Wespendief en Windenergie Veluwe beschrijft juist de effecten in deze zone op de Wespendief in meer detail aan de hand van de meest actuele informatie. De regels rondom windenergie en de wespendief zijn als aanvulling opgenomen op de Beleidslijn

Windenergie in de Beleidslijn windenergie op en rondom de Veluwe en worden naar verwachting begin 2025 onderdeel van de Omgevingsverordening.

De Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen heeft een eigenstandig plan-mer-proces doorlopen. In voorliggend plan-MER Windbeleid en RES Gelderland en in het bijzonder de regionale gevoeligheidsanalyse voor deze regio zijn concrete onderzoeksgebieden voor windenergie opgenomen. Inclusief de beoordeling van deze gebieden. Deze informatie geeft een aanvulling op het plan-MER van de GMR.

Provincie Utrecht heeft recentelijk voor een reeks wind onderzoeksgebieden de milieueffecten in beeld gebracht met een plan-MER. Voorliggend plan-MER Windbeleid en RES Gelderland is relevant voor de regio Foodvalley, een regio die is gelegen in zowel de provincies Gelderland als Utrecht. De uitgangspunten van de Utrechtse plan-MER verschillen met de Gelderse. De regio Foodvalley kan beide plan-MER'en gebruiken voor een eventueel herijkingsproces. Wat de verschillen concreet voor deze regio betekenen, wordt in de vervolgfase onderzocht.

2

VOORNEMEN EN KADERS

In dit hoofdstuk wordt de beleidsmatige grondslag van de doelstelling van 6500 GWh uit de RES'en toegelicht aan de hand van Europees, nationaal en provinciaal beleid. Ook wordt het bestaande omgevingsbeleid van provincie Gelderland ten aanzien van hernieuwbare energie beschreven. Vervolgens wordt de werkwijze van de RES en de opgave op basis van RES 1.0 weergeven. Hierin is per regio te zien welk deel van de opgave reeds uitgevoerd is, welk deel nog openstaat en wat de belangrijkste regionale bijzonderheden hierbij zijn. Voor zover beschikbaar is ook aangegeven welke zoekgebieden uit de verschillende RES'en naar voren komen en wat hun status is.

Relevante wettelijke- en beleidskaders op de verschillende milieuthema's zijn weergegeven in hoofdstuk 4 en 5.

2.1 Europees

Europese Green Deal (Europese klimaatwet)

De Green Deal heeft als doel om de Europese Unie (EU) duurzaam pad te laten inslaan en de klimaat- en milieuproblemen op te lossen, welzijn te vergroten en economische groei los te koppelen van het gebruik van hulpbronnen. Deze doelstelling ligt in lijn met de Overeenkomst van Parijs (2016) om de klimaatopwarming te houden op een maximale stijging van 2 °C in 2050. Tegelijkertijd streeft men ernaar om de klimaatopwarming binnen de 1,5 °C houden. In de Europese klimaatwet is onder andere het volgende vastgelegd:

- de Europese klimaatwet bevat een bindende doelstelling om in 2050 als EU klimaatneutraal te zijn (netto nul emissies) en het streven om na 2050 negatieve emissies te realiseren (artikel 2, eerste lid);
- om dit doel te bereiken bevat de Europese klimaatwet een bindende doelstelling dat de netto-emissies van broeikasgassen in 2030 ten minste 55 % lager moeten zijn dan in 1990 (artikel 4, eerste lid).

De Europese Commissie heeft een reeks aanpassingen van het klimaat-, energie-, vervoers- en belastingbeleid van de EU voorgesteld die het mogelijk moeten maken om in 2030 netto 55 % minder broeikasgassen uit te stoten dan in 1990. Die voorstellen vallen onder het 'Fit-for-55'-pakket. De opwarming van de aarde is nauw verbonden met verschillende beleidsdomeinen zoals energie, vervoer, milieu, staatssteun en aanbesteden. De EU streeft naar de integratie van duurzaamheid binnen deze beleidsdomeinen. Veel van het voorgestelde beleid zal uiteindelijk op lokaal en regionaal niveau moeten worden uitgevoerd (Europese Commissie, 2022).

Als onderdeel van de Europese Green Deal is op 29 juli 2021 de Europese klimaatwet in werking getreden. Met de Europese klimaatwet zijn de reductiedoelen van broeikasgasemissies aangescherpt om uitvoering te geven aan de verplichtingen van de Overeenkomst van Parijs. Daarnaast werkt de Europese Commissie samen met de lidstaten aan de versnelling en intensivering van de klimaatplannen om de energieafhankelijkheid van onder andere Rusland te minimaliseren.

2.2 Nationaal

Energieakkoord
Het Energieakkoord voor duurzame groei is een overeenkomst uit 2013 tussen 47 partijen: overheden, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen. Het doel is de energievoorziening van Nederland duurzamer te maken. De afspraken gaan over energiebesparing, duurzame opwekking, schone technologieën en klimaatbeleid. De afspraken leiden tot een betaalbare en schone energievoorziening, werkgelegenheid en kansen voor Nederland in de markten voor schone technologie.

Klimaatwet
De Klimaatwet legt het streefdoel van 49 % reductie van CO_2-uitstoot in 2030 en 95 % reductie in 2050 ten opzichte van 1990 wettelijk vast. Ieder kabinet is hier dus aan gebonden. De Klimaatwet wordt aangepast om aan te sluiten bij de Europese klimaatwet (zie kader), waarmee ook de te behalen doelstelling wijzigt. De Klimaatwet gaat niet over de inhoudelijke maatregelen om CO_2-reductie te realiseren. Die maatregelen zijn in het Klimaatakkoord afgesproken met maatschappelijke partijen.

Klimaatakkoord
Het Klimaatakkoord is een initiatief van het kabinet en bouwt voort op het Energieakkoord. Het Klimaatakkoord heeft één centraal doel: reductie van broeikasgassen. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de energievoorziening, maar naar alle broeikasemissies. In het Klimaatakkoord (2019) is uitgewerkt hoe Nederland de doelstellingen wil bereiken. Het Klimaatakkoord is een pakket maatregelen, met een zo breed mogelijk draagvlak, dat de actieve steun heeft van zoveel mogelijk bijdragende partijen en waarmee het politiek reductiedoel van 55 % minder CO_2-uitstoot in 2030 ten opzichte van 1990 gerealiseerd wordt.

Verhoging doelstellingen
In het licht van de verhoogde doelstelling van 55 % CO_2-reductie in 2030 en de stijgende elektriciteitsvraag hebben het Rijk en de medeoverheden besproken of de doelstelling van 35.000 GWh herijkt diende te worden. Dit is gedaan in samenhang met het Nationaal Plan Energiesysteem (2050) en de vraagontwikkeling (op basis van de input van de werkgroep 'extra opgave'). Op 23 december 2022 heeft de minister van Economische Zaken en Klimaat de Kamerbrief Voortgangsbrief RES-proces[1] gepresenteerd. Uit deze Kamerbrief volgt dat de doelstelling van 35.000 GWh gehandhaafd blijft, maar dat de democratisch vastgestelde biedingen van de regio's in de RES 1.0, die samen optellen tot 55.000 GWh en de 35.000 GWh overstijgen, als streefdoel kunnen worden gezien voor 2030. Nadere afspraken over de invulling van het behalen van de (eventueel hogere) doelstelling volgen in samenspraak met medeoverheden, NP RES en netbeheerders. Voor het behalen van de doelen voor 2030 zijn vijf randvoorwaarden benoemd, namelijk:

1 slimmer programmeren en omgaan met het elektriciteitsnet (aandacht voor meer balans in wind/zon-verhouding);
2 beleid en bijbehorende financiële instrumenten laten aansluiten op de RES-opgave;
3 borging afspraken en uitvoering gedurende bestuurlijke veranderingen;
4 burgerparticipatie en maatschappelijke acceptatie;
5 integrale ruimtelijke sturing.

In een kamerbrief van 2 juni 2022 (kenmerk: DGKE-K / 22219034) heeft de minister voor Klimaat en Energie aangegeven dat zowel in het licht van het Urgenda-vonnis als de realisatie van de 55 % reductie in 2030, een versnelling van de emissiereductie noodzakelijk is. Om met voldoende zekerheid het aangescherpte doel van 55 % reductie in 2030 te realiseren, wil het kabinet zich bij de uitwerking van het klimaatbeleid richten op 60 % emissiereductie, zodat ook bij tegenvallers de 55 % reductie niet in het geding is.

---

[1] Zie: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/23/voortgang-res-proces.

Nationale omgevingsvisie

De Rijksoverheid kiest in de Nationale Omgevingsvisie[1] bij het realiseren van de opgave van duurzame energie voor de kwaliteit van de omgeving en het combineren van functies. Grootschalige clustering van de productie van duurzame energie (door windturbines, eventueel in combinatie met zonneparken) heeft de voorkeur. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met andere waarden, zoals landschappelijke kenmerken, nationale veiligheid, natuur, cultureel erfgoed, water en bodem, én maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak. Daarnaast wordt gestreefd naar het betrekken van bewoners en invloed bieden en laten meeprofiteren in de opbrengsten.

Regels voor multifunctionele zonneparken

Een multifunctioneel zonnepark betreft een zonnepark waar sprake is van multifunctioneel ruimtegebruik. Hier is bijvoorbeeld sprake van bij een zonnepark in combinatie met landbouwdoeleinden, op geluidswallen langs auto- en spoorwegen of een zonnepark op een overkapping boven een parkeerterrein. Toepassingen van zonne-energie op gebouwen zijn doorgaans vergunningsvrij, maar niet vrij van regels. Naast een aantal specifieke eisen ten aanzien van plaatsing, bijvoorbeeld afstand tot dakrand, in dakvlak, moet worden voldaan aan het Bouwbesluit en het burenrecht uit het burgerlijk Wetboek: buren mogen geen hinder ondervinden. Voor grondgebonden zonne-energie systemen is vrijwel altijd een omgevingsvergunning nodig. Gemeenten zijn bevoegd gezag voor verlenen van de omgevingsvergunning. Zonne-energiesystemen met een omvang vanaf 50 MW kunnen vallen onder de rijkscoördinatieregeling.

2.3 Provinciaal

Omgevingsvisie Gaaf Gelderland

In de omgevingsvisie Gaaf Gelderland (vastgesteld op 19 december 2018 door Provinciale Staten) beschrijft de provincie wat zij wil en moet veranderen en ontwikkelen om Gelderland door te geven aan volgende generaties. De provincie Gelderland wil in 2050 volledig klimaatneutraal zijn. In 2030 wil de provincie een broeikasgasreductie van 55 % in Gelderland. Dit bereikt de provincie door grootschalige besparing en opwekking uit verschillende duurzame bronnen van energie, zoals wind, zon, waterkracht, biomassa en bodemenergie. De provincie stimuleert innovatie en het uitrollen van bewezen technieken en streeft naar een versnelde energietransitie, gericht op forse vergroting van het aandeel duurzame energie en passend bij de Gelderse kwaliteiten. Voor het opwekken, opslaan en transporteren van duurzame energie is veel ruimte nodig: windturbines, zonneparken, warmtecentrales, (mest-)vergisters en waterkrachtcentrales moeten een plek krijgen in het Gelderse landschap, wil de provincie haar ambitie halen. Dit raakt de leefomgeving van alle Gelderlanders en kan conflicteren met andere Gelderse kwaliteiten, zoals de natuur, het rivierenlandschap met de uiterwaarden en het erfgoed.

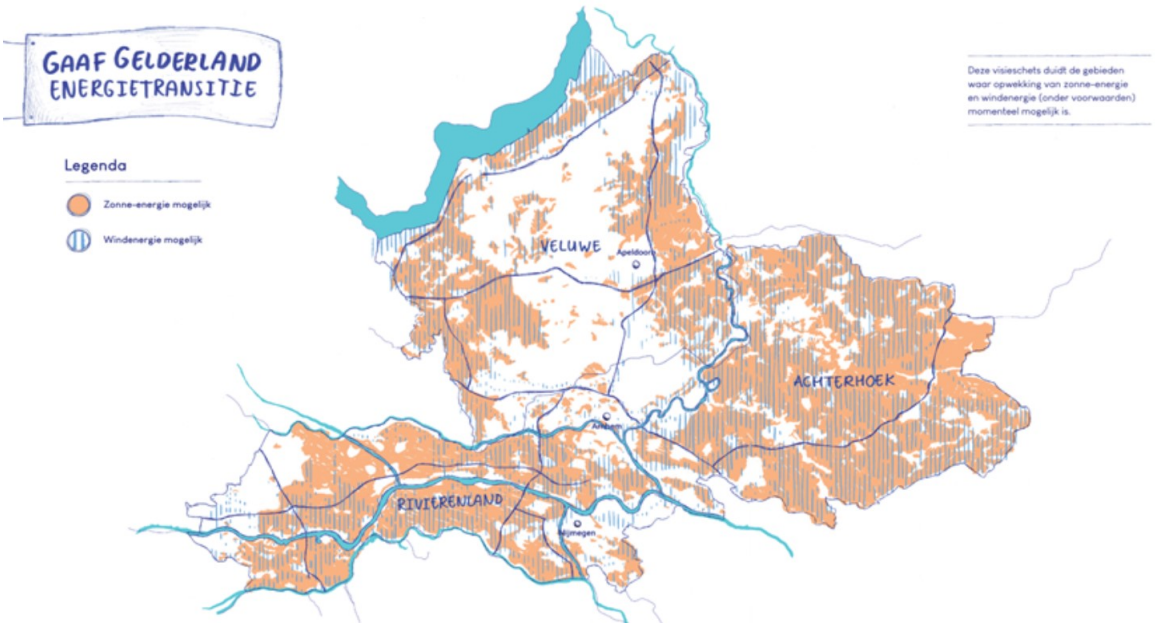
Sinds de provinciale omgevingsvisie uit 2014[2] zijn gebieden en functies aangewezen die blijven voortbestaan onder de omgevingsvisie Gaaf Gelderland. In de Milieunotitie Omgevingsvisie[3] is aangegeven dat de nieuwe omgevingsvisie uit 2018 wel duidelijk enkele veranderingen kent, maar dat er geen nieuwe gebieden worden aangeven voor bijvoorbeeld windenergie-ontwikkelingen of andere grootschalige duurzame energieproductie. Voor het vigerende beleid is een MER gemaakt bij de Windvisie. Het vigerende beleid ten aanzien van gebieden voor windmolens en zonnepanelen is opgenomen in de kaart van het nieuwe beleid en is sinds 2014 blijvend in ontwikkeling.

[1] https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/default.aspx.

[2] Omgevingsvisie Gelderland, 9 juli 2014, te raadplegen via https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/00002086.pdf.

[3] Milieunotitie Omgevingsvisie, 6 juni 2018 te raadplegen via gelderland.stateninformatie.nl, kenmerk PS2018-425.

Afbeelding 2.1 Visieschets voor het gesprek over energietransitie (provincie Gelderland, 2018)



Beleidslijn windenergie

Als bijlage bij de omgevingsvisie is de beleidslijn windenergie opgenomen. Deze beleidslijn verduidelijkt de bedoeling van de provincie met de Visieschets (afbeelding 2.1) voor het gesprek over energietransitie. De beleidslijn beschrijft hoe en waar de provincie windturbines gerealiseerd wil zien. Dit beleid wordt geactualiseerd op basis van voorliggend plan-MER Windbeleid en RES.

Windladder Gelderland

De Windladder van de provincie Gelderland is een stroomschema voor de aanpak van windenergieprojecten. Hiermee wordt duidelijkheid verschaft over wie (gemeente, regio of provincie) wanneer aan zet is bij windenergieprojecten. De Windladder is opgenomen als bijlage bij Statenbrief (zaaknummer 2020-003057).

De Windladder bestaat, naast een basis, uit drie treden:

- basis: stimuleren draagvlak samenleving;
- trede 1: besluit gemeente;
- trede 2: regionaal overleg;
- trede 3: besluit provincie.

De inzet van de Windladder faciliteert en borgt bovengenoemde deze volgorde binnen Gelderland. Hiermee garandeert de provincie dat pas als ultimum remedium de Elektriciteitswet wordt ingezet.

Omgevingsverordening

De Omgevingswet en de omgevingsvisie Gaaf Gelderland vragen om een nieuwe omgevingsverordening die helemaal voldoet aan de eisen, taal en bedoelingen van de Omgevingswet. Daarom heeft de provincie haar Omgevingsverordening op 15 november 2023 vastgesteld. De omgevingsverordening geldt vanaf 1 januari 2024. In de omgevingsverordening wordt op hoofdlijnen onderscheid gemaakt tussen de opwek van grootschalige windenergie en zonne-energie. Ook zijn er in de omgevingsverordening aanpassingen gedaan om de RES'en te borgen in het omgevingsbeleid. Zo gaat paragraaf 5.7.7 van de verordening in op regels aan de energietransitie en in het bijzonder de rol van een regionaal programma energietransitie.

Windenergie

In paragraaf 5.7.7 zijn de 'Instructieregels ruimtelijke inpassing windturbines' opgenomen. Artikel 5.91 stelt dat een omgevingsplan dat de oprichting van een windturbine of windturbinepark mogelijk maakt, aandacht besteedt aan:

1 de ruimtelijke kenmerken van het landschap;
2 de maat, schaal en inrichting in het landschap;
3 de visuele interferentie met een nabijgelegen windturbine of windturbines;
4 de cultuurhistorische achtergrond en waarden van het landschap;
5 de beleving van de windturbine of het windturbinepark in het landschap.

Nieuwe windturbines zijn niet toegestaan in weidevogelgebieden (artikel 5.29a). Nieuwe activiteiten binnen Groene ontwikkelingszones (GO) (artikel 5.20) zijn alleen toegestaan als de kernkwaliteiten of ontwikkelingsdoelen, genoemd in de bijlage 'Kernkwaliteiten Gelders natuurnetwerk en Groene ontwikkelingszone', per saldo en naar rato van de ingreep worden versterkt en de samenhang niet verloren gaat. Met betrekking tot windturbines in Gelders natuurnetwerk (GNN) volgt uit artikel 5.7 dat dit alleen is toegestaan als er geen nadelige gevolgen zijn voor de kernkwaliteiten, oppervlakte of samenhang van het GNN door middel van compensatiemaatregelen. Daarbij dient het oppervlakte aan natuur dat verloren gaat voor 200 % te worden gecompenseerd. Voor weidevogelgebieden geldt op basis van artikel 5.26 dat een nieuw omgevingsplan in ieder geval windturbines niet toestaat.

Voor andere situaties geldt dat een omgevingsplan windturbines onder de volgende voorwaarden kan toelaten zoals genoemd in artikel 1.7.

- er is sprake van een groot openbaar belang;
- er zijn geen reële alternatieve locaties beschikbaar;
- er worden tijdig effectieve compenserende maatregelen getroffen met het oog op de betrokken provinciale belangen.

Als groot openbaar belang wordt onder andere de duurzame opwekking van energie beschouwd, voor zover dit een significante bijdrage levert aan de regionale, provinciale of landelijke energiedoelstelling. Wel geldt dat er compensatie plaats dient te vinden van hetgeen bepaald is in artikelen 5.12-5.18 van de omgevingsverordening.

Zonneparken

Voor zonneparken zijn de hierboven genoemde voorwaarden eveneens van toepassing (met uitzondering van artikel 5.7 en 5.91. Artikel 5.90 (gebieden of locaties voor zonneparken) stelt het volgende:

- als een omgevingsplan zonneparken in het buitengebied mogelijk maakt, wordt met het oog op het belang van zorgvuldig ruimtegebruik rekening gehouden met:
  - de bijdrage van zonne-energie aan de lokale energiebehoefte;
  - de mogelijkheden om binnen het stedelijk gebied en op daken van gebouwen in die behoefte te voorzien;
  - de gevolgen voor de ruimtelijke kwaliteit van gebieden of locaties waar zonneparken mogelijk zijn en de wijze waarop deze kwaliteit behouden of blijvend versterkt kan worden;
  - de samenhang met het omringende landschap;
  - de consequenties voor het elektriciteitsnet; en
  - het huidige grondgebruik;
- het omgevingsplan verzekert een gebruikstermijn van maximaal 30 jaar en dat na beëindiging van het gebruik het zonnepark wordt verwijderd;
- het omgevingsplan bepaalt in welke mate de bij aanleg en gebruik van een zonnepark gerealiseerde versterking van de ruimtelijke kwaliteit na verwijdering van het zonnepark in stand wordt gehouden.

Hierbij dient rekening gehouden te worden met in ieder geval de bepalingen uit artikel 5.7 (bescherming GNN) en 5.29 (bescherming weidevogelgebied).

Geconcludeerd kan worden dat er binnen de omgevingsverordening mogelijkheden zijn voor de ontwikkeling van windturbines en zonneparken binnen enkele aangewezen natuurgebieden en landschappen (niet van toepassing voor weidevogelgebieden). Hiervoor dient echter wel voldaan te worden aan de voorwaarden zoals gesteld in artikel 1.7. Alleen in uitzonderlijke gevallen kan er worden afgeweken. Per geval zal dit moeten worden bekeken.

Warmte vanuit boringsvrije zones

Rondom waterwingebieden ligt een beschermingszone: het grondwaterbeschermingsgebied. De bodem wordt hier extra beschermd door maatregelen, regels en beleid. In boringsvrije zones mogen kleilagen die het onderliggende grondwater beschermen niet worden doorboord (ook relevant voor bijvoorbeeld fundering/heipalen van windturbines, zie par. 5.9.2). Dit is vastgesteld in de Provinciale milieuverordening Gelderland (PmG). Ook is het verboden de bodem te gebruiken als energiebron (voor bijvoorbeeld de opslag van koud of warm water). Gedeputeerde Staten kunnen hiervoor ontheffing verlenen. In de ontheffingsvoorschriften staat dat de kleilaag niet mag worden beschadigd en dat het gebruik van stoffen het grondwater niet mag verontreinigen. In waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden geldt ook een verbod op het gebruik van de bodem als energiebron. Hier kan geen ontheffing voor worden afgegeven. De provincie en haar partners streven ernaar het grondwater als bron voor de drinkwatervoorziening te beschermen. Aanvullend is op 5 juli 2022 het Actualisatieplan 9 vastgesteld. Deze actualisatie gaat in op drinkwaterreserveringsgebieden. Hiervoor geldt een gelijkend beschermingsregime, waarbij de kleilagen niet mogen worden doorboord. In de minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is bodemenergie toegestaan boven de diep gelegen kleilaag. Onder en in deze kleilaag en in kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is bodemenergie verboden vanwege de risico's voor de grondwaterkwaliteit. Geothermie is in alle drinkwaterreserveringsgebieden verboden. Deze verboden gelden niet voor al bestaande installaties.

Koers Ruimte en leefomgeving

De druk op de ruimte en leefomgeving van Gelderlanders neemt toe. Er is steeds minder ruimte, terwijl er steeds meer opgaven zijn. Daarom wil de provincie de schaarse ruimte zo goed mogelijk inrichten. Zij gebruikt hiervoor de Koers Ruimte en Leefomgeving (provincie Gelderland, 2021). Dat is een werkwijze voor het maken van slimme ruimtelijke keuzes door samen met betrokkenen per gebied te kijken naar wat er kan en wat er nodig is.

Gelders Klimaatplan 2021 - 2030

In de omgevingsvisie Gaaf Gelderland en in het huidige coalitieakkoord (provincie Gelderland, 2019) geeft de provincie aan dat zij gaat voor een broeikasgasreductie van 55 % in 2030 ten opzichte van 1990. Het Gelders Klimaatplan 2021 - 2030 (provincie Gelderland, 2022) bevat de maatregelen hoe de provincie dat wil gaan bereiken. Een optelling van de biedingen uit de zes RES'en (zie paragraaf 2.4) leidt tot 6500 GWh. In de eventuele herijking van de RES worden plannen concreter uitgewerkt, waardoor de realiteitswaarde van de biedingen duidelijker wordt.

Regionaal waterprogramma

Water speelt een grote en veelzijdige rol in Gelderland en wordt steeds belangrijker, ook voor de andere opgaven die in de provincie spelen. Het Regionaal waterprogramma 2021 - 2027 (provincie Gelderland, 2021) beschrijft hoe de provincie de komende jaren aan de slag gaat met haar water. Waterschappen houden hier rekening mee in hun waterbeheerprogramma. Het heeft ook gevolgen voor het toetsen van milieubelastende activiteiten (die mogelijk gevolgen hebben voor watersystemen) en wateractiviteiten, zoals beschreven in de Omgevingswet.

Het waterprogramma beschrijft de uitdagingen waarvoor de provincie staat, waar ze naartoe wil werken en wat zij concreet de komende tijd op het gebied van water gaat bijdragen aan de ambities uit de provinciale omgevingsvisie en coalitieakkoord. Ten aanzien van de energietransitie gaat het om de mogelijkheden die het bodem- en watersysteem biedt voor zonneparken op water, waterkracht, bodemenergie, aardwarmte en aquathermie.

2.4 Regionaal

Het Klimaatakkoord vormt het kader voor de Regionale Energiestrategie (RES). In de RES wordt op regionaal niveau in 30 regio's binnen Nederland de strategie vastgelegd voor de transitie naar een fossielvrije energievoorziening. In de provincie Gelderland liggen zes RES-regio's, zie afbeelding 2.2.

Afbeelding 2.2 Provincie Gelderland met RES-regio's



Met de RES worden decentrale overheden in staat gesteld een plan op te stellen voor grootschalige duurzame energie. Hierbij verkennen provincies, gemeenten, waterschappen, netbeheerders en - in de meeste gevallen - burgers gezamenlijk de (on)mogelijkheden voor duurzame elektriciteit, in de vorm van wind- of zonne-energie.

De RES is geen doel op zich, maar een instrument om de ruimtelijke inpassing van de grootschalige duurzame opwek + Regionale Structuur Warmte (RSW) met maatschappelijke betrokkenheid te organiseren. De RES is ook een manier om langjarige (tot 2030) samenwerking tussen alle regionale partijen te organiseren. En ten slotte is de RES een product, een document waarin is beschreven welke energie–doelen op welke wijze en binnen welke termijn worden gehaald.

De zes Gelderse RES-regio's hebben elk hun eigen kansen en uitdagingen, en hebben keuzes gemaakt in de RES 1.0 die hierbij passen. Tijdens het maken van de RES'en hielden de RES-partners rekening met het 'RES afwegingskader'. Dit kader staat in de Handreiking Regionale Energiestrategie 1.0 van het Nationaal Programma (NPRES). Dit kader vertaalde de provincie Gelderland met partners op onderdelen naar de Gelderse situatie. Hierbij gaat het om de criteria:

1 hoeveelheid elektriciteit en warmte;
2 ruimtegebruik;
3 bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak; en
4 efficiëntie van het energiesysteem.

Tabel 2.1 toont een overzicht van het bod per RES-regio, hetgeen tot nu toe is gerealiseerd, wat nog in de pijplijn zit en wat het openstaande bod is. De getallen in de tabel zijn gebaseerd op de voortgangsrapportages van de RES-regio's en hebben daarmee de peildatum van januari 2023. In de Regionale Structuur Warmte (RSW) worden afspraken gemaakt over de verdeling van bovenlokale warmtebronnen. Er zijn geen concrete doelstellingen aan verbonden. Daarom komt het onderdeel warmte niet terug in de tabel.

Tabel 2.1 Overzicht RES 1.0: bod, gerealiseerd, pijplijn en openstaand (peildatum en bronnen: voortgangsrapportages januari 2023)

Regio	Bod duurzame elektriciteit in 2030 (GWh)	Totaal gerealiseerd (GWh)	Totaal pijplijn (GWh)	Openstaand totaal (GWh)
FruitDelta Rivierenland	1200 (1241 ambitie)[1]	427	526	247
Foodvalley	750 (964 ambitie)[2]	158	450	143
Noord-Veluwe	530	115	236	180
Stedendriehoek	1070	310	170	590
Achterhoek	1350	375	301	674
Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen	1620	423	480	717
totaal provincie Gelderland	6520 (+255 ambitie)	1861	2162	2497

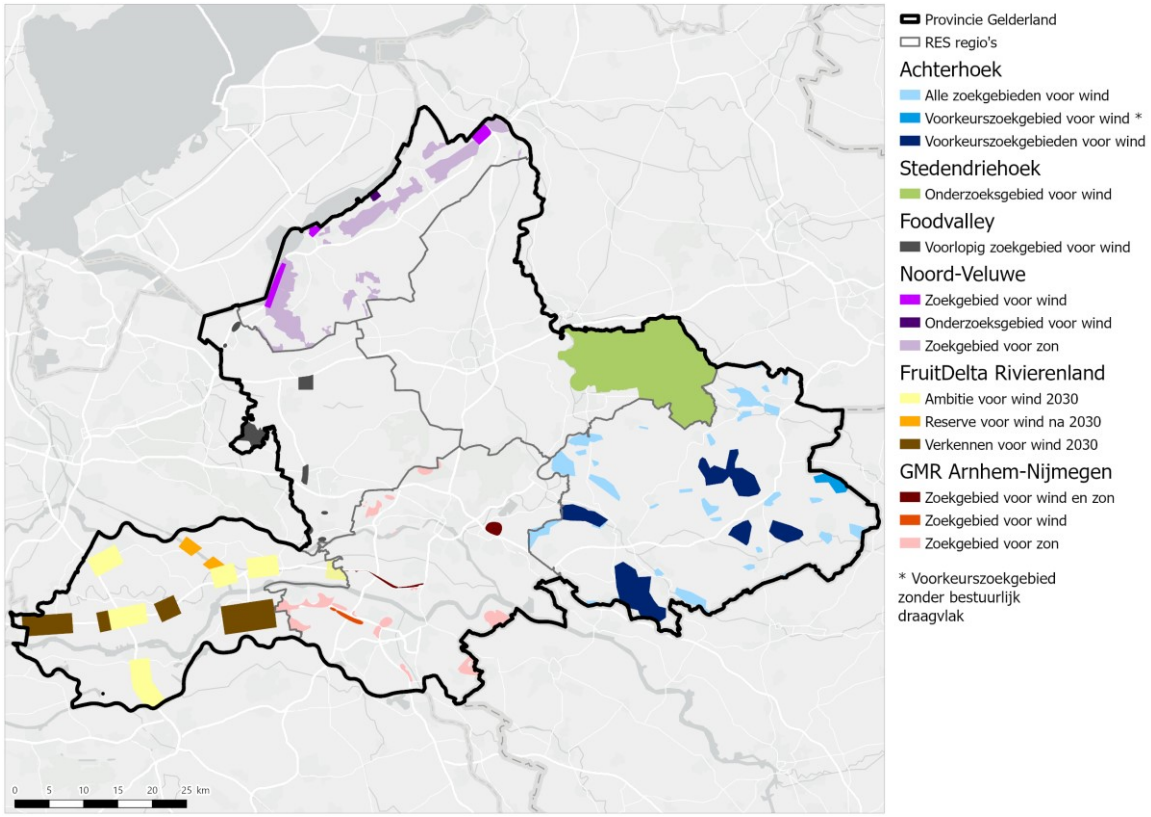
Voor de analyses in dit plan-MER die spreken over 'doelbereik', wordt verwezen naar een nog openstaand deel van het RES-bod met inbegrip van de 'pijplijn'. Dit omdat de analyses in dit plan-MER gedeeltelijk zien op de projecten die in de pijplijn zitten, waardoor een dubbele optelling kan ontstaan. Daarom wordt voor het nog openstaande deel van het provinciale bod (de zes RES-regio's tezamen) 4659 GWh gehanteerd. Dit is het bod (6520 GWh) minus hetgeen tot januari 2023 gerealiseerd is (1861 GWh). De opwek in de pijplijn kent namelijk nog een mate van onzekerheid.

Afbeelding 2.3 toont de in de RES'en 1.0 opgenomen zoekgebieden voor wind- en zonne-energie. Hierbij is aangeduid wat het onderscheid is tussen de verschillende zoekgebieden, conform de in de RES'en 1.0 opgenomen informatie.

[1] De optelling brengt de ambitie in totaal op 1241 GWh. Het RES-bod houdt een risico-marge aan van 100 GWh.

[2] Het bod van 750 GWh in 2030 blijft het uitgangspunt en met de intentie door te zoeken naar mogelijkheden om het opwekvolume te laten groeien naar 964 GWh in 2030.

Afbeelding 2.3 Zoekgebieden wind- en zonne-energie RES 1.0



Toelichting status zoekgebieden wind en zon in de RES'en 1.0
De zes RES-regio's binnen de provincie Gelderland hebben in de RES'en 1.0 zoekgebieden aangewezen voor wind- en zonne-energie. Deze zoekgebieden kennen een verschillende status, zoals 'voorkeurszoekgebieden', 'voorlopige zoekgebieden' en 'reserve na 2030'. Onderstaand wordt de status van de zoekgebieden per RES-regio beknopt toegelicht. Voor verdere informatie wordt verwezen naar de RES'en 1.0 en tabel 2.1.

RES-regio FruitDelta Rivierenland
In de regio FruitDelta Rivierenland zijn geen zoekgebieden voor zonne-energie aangewezen en wordt voor windenergie onderscheid gemaakt in 3 typen kansrijke gebieden:
1 ambitie 2030: deze (in ontwikkeling zijnde) kansrijke gebieden vullen het winddeel van het RES-bod in;
2 verkennen 2030: deze kansrijke gebieden worden richting 2030 nader uitgewerkt;
3 reserve na 2030: deze kansrijke gebieden worden indien nodig na 2030 uitgewerkt.

Het zoekgebied bij Zaltbommel in het zuidwesten van de regio, is niet nader begrensd in de RES.

RES-regio Foodvalley
In de regio Foodvalley hebben de zoekgebieden voor windenergie de status 'voorlopige zoekgebieden voor windenergie'. Deze voorlopige zoekgebieden voor windenergie horen bij de ambitie van 964 GWh, waar het bod van 750 GWh onderdeel van uitmaakt.

RES-regio Noord-Veluwe
In de regio Noord-Veluwe zijn zoekgebieden aangewezen voor zonne-energie en wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen zoekgebieden voor windenergie:
1 zoekgebieden windenergie: Hattemerbroek, Lorentz en Nuldernauwkust (Horst en Telgt), die onderdeel uitmaken van het RES 1.0-bod;
2 onderzoeksgebied windenergie: Veluwemeerkust, wat geen onderdeel uitmaakt van het RES 1.0-bod.

RES-regio Stedendriehoek
In de regio Stedendriehoek wordt in de RES 1.0 niet gesproken van zoekgebieden, maar gebieden waar nader onderzoek voor windenergie nodig is. Dit betreft op kaart het grondgebied van de gemeente Lochem en een locatie ten noorden van Zutphen. Binnen deze gebieden worden na nader onderzoek zoekgebieden voor windenergie aangewezen.

Naast de op de RES 1.0-kaart opgenomen zoekgebieden heeft de regio Stedendriehoek ook aangegeven binnen de zone van 1-8 km rondom de Veluwe ruimte te zoeken voor windenergie. Dit gebied is in de RES 1.0 niet aangemerkt als zoekgebied voor windenergie, vanwege de belemmeringen vanuit het leefgebied van de wespendief. Op de afbeelding wordt de Veluwe niet getoond, omdat dit gebied in dit plan-MER niet behoort tot het onderzoeksgebied (zie hoofdstuk 4).

RES-Regio Achterhoek
In de regio Achterhoek zijn geen zoekgebieden voor zonne-energie aangewezen en wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen zoekgebieden voor windenergie:
1 voorkeurszoekgebieden windenergie;
2 voorkeurszoekgebieden windenergie (zonder bestuurlijk commitment). Dit betreft een gebied nabij Winterswijk, wat dus geen onderdeel uitmaakt van het RES 1.0-bod;
3 alle zoekgebieden windenergie.

In het plan-MER is met deze drie typen zoekgebieden voor windenergie geen rekening gehouden in de beschrijving en beoordeling van de zoekgebieden.

RES-regio Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen
In de regio Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen wordt onderscheid gemaakt in drie typen zoekgebieden:
1 zoekgebieden voor zonne-energie;
2 zoekgebieden voor windenergie;
3 zoekgebieden voor windenergie en zonne-energie.

In dit plan-MER is voor de hele provincie beschouwd welke gebieden op basis van milieu-informatie geschikt zijn als zoekgebied voor wind en zonne-energie. Dat betekent dat het plan-MER inzicht biedt in de milieueffecten van zowel de zoekgebieden die in de RES 1.0 in kaart zijn gebracht alsook van eventuele gebieden die geen onderdeel uitmaken van de zoekgebieden in de RES 1.0.

Warmte in Gelderland
Provincie Gelderland vindt de warmtetransitie niet alleen een technische en financiële opgave, maar ook een sociale opgave die haalbaar en betaalbaar moet zijn voor alle inwoners. De gemeenten hebben de regie in de warmtetransitie (via de transitievisies warmte), maar de provincie ziet een rol voor haarzelf om de aanleg te versnellen. Samen met Alliander, IEG fonds (van OostNL) en gemeenten werkt zij samen aan het oprichten van een Gelders Warmte Infrabedrijf (GWIB) (provincie Gelderland, b). Daarnaast is door Gelderse RES-regio's in de Regionale Structuur Warmte (RSW) een aantal mogelijke warmteclusters aangewezen en gekoppeld aan mogelijke bronnen. Een efficiënte warmtetransitie zorgt ook dat de opgave voor (elektrische) energietransitie door bijvoorbeeld wind en zon niet groter wordt. Omgekeerd kan inefficiënte warmtetransitie zorgen voor een grotere opgave voor hernieuwbare vormen van elektriciteit wat uitdagingen op gebied van netcongestie kan verergeren.

Regio Achterhoek: Akkoord van Groenlo
De Achterhoek heeft een eigen energie-ambitie: 'Achterhoek energieneutraal in 2050'. Deze ambitie komt voort uit het Akkoord van Groenlo 3.0 dat in 2023 herijkt is. Afgelopen jaren is gewerkt aan eerdere versies van het akkoord via een Regionale Uitvoeringsagenda Achterhoek.

2.5 Gemeentelijk

Op voorhand wordt in het plan-MER geen rekening gehouden met de omgevingsvisies (of structuurvisies) of zonbeleid van gemeenten[1]. Een omgevingsvisie en zonbeleid is namelijk zelfbindend en dus kaderstellend voor de betreffende gemeente. Voor een zuivere analyse in het plan-MER, waarbij de 'hoeken van het speelveld' volledig verkend worden op provinciaal en regionaal niveau, is het wenselijk beperkingen die voortkomen uit deze visies niet op voorhand mee te nemen.

Dat neemt niet weg dat gemeenten bij hun reactie op de uitkomsten van dit plan-MER aan kunnen geven waar zij een conflict of juist synergie zien met hun omgevingsvisies dan wel zonbeleid. Dit kan vervolgens in overweging genomen worden bij de belangenafweging die plaatsvindt bij de verankering van de RES'en, het windbeleid van provincie Gelderland en ander omgevingsbeleid van RES-partners (waaronder de gemeenten).

[1] Een overzicht van het zonbeleid van Gelderse gemeenten is te vinden in de 'Beleidsanalyse RES 1.0 – provincie Gelderland' uitgevoerd door Overmorgen (2023).

3

REFERENTIESITUATIE

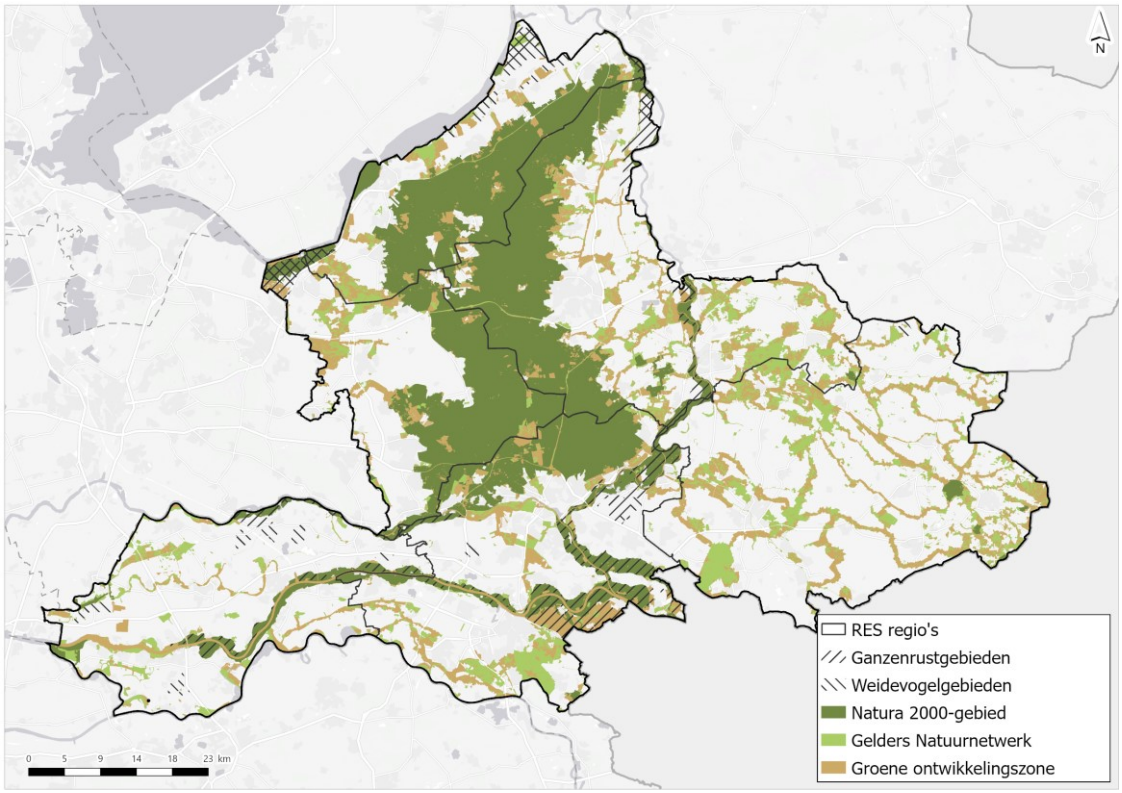
3.1 Huidige situatie

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie voor de verschillende maatgevende onderzoeksthema's. Voor het thema netinpassing beperkt de analyse zich tot de huidige capaciteit in de verzorgingsgebieden. Het thema duurzaamheid wordt niet beschreven omdat de analyse zich hiervoor niet leent. In plaats daarvan is een vergelijking gemaakt met fossiele bronnen (zie hoofdstuk 5.7).

3.1.1 Natuur

Gelderland kent een grote rijkdom aan plant- en diersoorten. Dit komt onder andere door de diversiteit aan landschapstypen, de ligging aan grote rivieren en de Veluwe als het grootste natuurgebied op land binnen Nederland. In de effectbeoordeling wordt onderscheid gemaakt tussen beschermde soorten en beschermde gebieden. Dit onderscheid komt voort uit de verschillende wettelijke beschermingsregimes die gelden voor de natuur. In bijlage I worden bestaande natuurwaarden uitvoerig beschreven. In deze paragraaf volgt een korte samenvatting van deze informatie, bijlage I omvat een uitgebreide toelichting.

Afbeelding 3.1 Ligging beschermde natuurgebieden in Provincie Gelderland



Gebieden

Tot de beschermde gebieden behoren de Natura 2000-gebieden, het Gelders Natuurnetwerk (GNN), de Groene Ontwikkelingszone (GO), weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden. Binnen deze gebieden zijn vaak (kwalificerende) soorten die eisen stellen aan hun leefgebied en hun omgeving (bijvoorbeeld het foerageren). Sommige gebieden vallen onder meerdere beschermingsregimes: zo behoren alle Natura 2000-gebieden ook tot het GNN.

Natura 2000

Binnen de provincie Gelderland zijn 15 Natura 2000-gebieden gelegen. Van deze gebieden hebben 14 gebieden een status als Habitatrichtlijngebied, maar slechts vier gebieden zijn (ook) aangewezen als Vogelrichtlijngebied. Naast de Veluwe liggen de Natura 2000-gebieden vooral langs de grote rivieren en de randmeren in de provincie. Voor een deel van deze gebieden geldt dat de soorten binnen het natuurgebied ook negatieve effecten kunnen ondervinden van activiteiten buiten het Natura 2000-gebied. Met deze zogeheten ‘externe werking’ wordt in de analyses rekening gehouden.

Weidevogel- en ganzenrustgebieden

Deze gebieden met functie voor weidevogels (onder andere grutto, kievit en tureluur) en overwinterende ganzen liggen vooral langs of in de omgeving van de grote rivieren en randmeren. Een deel van deze gebieden overlapt met Natura 2000.

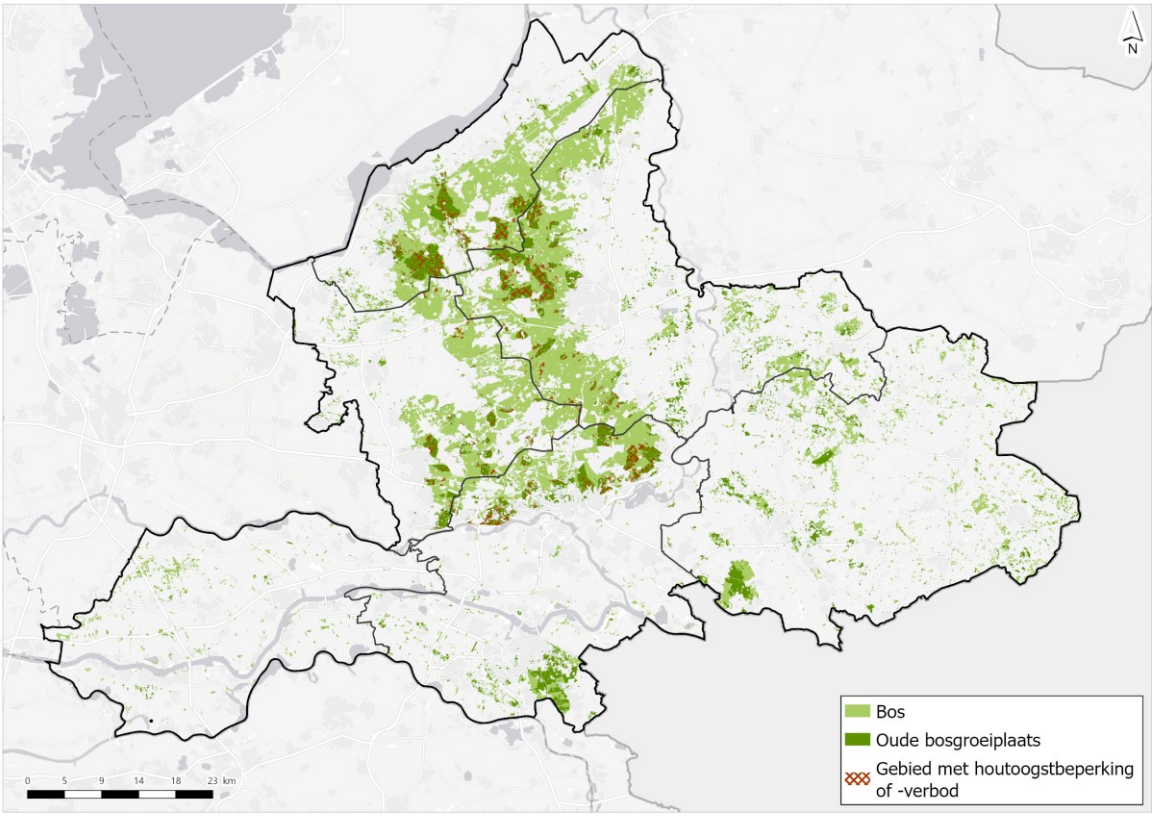
GNN en GO

Naast de gebieden die ook onderdeel uitmaken van Natura 2000, vormt het GNN en het GO een fijnmazig netwerk van natuurgebieden met uiteenlopende natuurwaarden die afhankelijk zijn van de landschapstypen waarin ze zich bevinden. Het gaat bijvoorbeeld om landgoederen, singels en houtwallen, beekdalen, enzovoort. Hierbij hoort een keur aan habitats, zoals bossen, schraallanden, bloemrijke graslanden, beken, stroomgraslanden. Bijzondere flora en fauna die hier onderdeel van uitmaken zijn bijvoorbeeld verschillende soorten orchideeën, kwelindicerende plantensoorten, verschillende soorten kwetsbare ongewervelden (onder andere ijsvogelvlinder), vissen (grote- en kleine modderkruiper, winde), amfibieën (onder andere kamsalamander, boomkikker, knoflookpad, heikikker), reptielen (ringslang), broedvogels (steenuil, weidevogels), vleermuizen en grondgebonden zoogdieren (onder andere das). Van deze natuurwaarden is het grootste deel gevoelig voor habitatverlies. Daarnaast is een deel ook gevoelig voor aanvaringen met windturbines. Het gaat dan met name om broedvogels en vleermuizen.

Houtopstanden

In het studiegebied zijn verschillende houtopstanden aanwezig. Voor het kappen van houtopstanden geldt een meldings- en herbeplantingsplicht. In provincie Gelderland wordt op basis van de omgevingsverordening een onderscheid gemaakt tussen houtopstanden, kwalificerend boshabitat, en oude bosgroeiplaatsen waar op topografische kaarten in 1850 al bos aanwezig was. Ongeveer 92 % van deze bosgroeiplaatsen overlappen met Natura 2000 en het GNN. Voor kwalificerend boshabitat geldt in de meeste gevallen een houtoogstverbod. Oude bosgroeiplaatsen moeten worden beschermd en kunnen niet op andere plekken worden gecompenseerd, tenzij initiatiefnemers kunnen aantonen dat niet aan gestelde voorwaarden wordt voldaan. In afbeelding 3.2 is een overzicht opgenomen van bosgebieden, kwalificerend habitat met houtoogstverbod en oude bosgroeiplaatsen.

Afbeelding 3.2 Verschillende typen provinciaal beschermde houtopstanden



Soorten

Tot de beschermde soorten behoren soortgroepen als vaatplanten, ongewervelden (onder andere vlinders en libellen), vissen, amfibieën (onder andere rugstreeppad en kamsalamander), reptielen (onder andere adder en hazelworm) broedvogels (onder andere rode wouw, wespendief), vleermuizen en zoogdieren (onder andere otter en waterspitsmuis). Dit zijn soorten die onder de Wet natuurbescherming een verschillende mate van bescherming hebben afhankelijk van de gevoeligheid en zeldzaamheid. Ook zijn verscheidene planten- en diersoorten opgenomen in de Rode lijst van gevoelige, kwetsbare en bedreigde soorten. Voor deze soorten geldt de zorgplicht.

3.1.2 Landschap en cultuurhistorie

Gelderland is een provincie die rijk is aan verschillende landschapstypen en cultuurhistorische waarden. De diversiteit is ontstaan door onder andere het landijs dat in voorlaatste ijstijd stuwwallen vormde met bekkens ertussen waar zich later veen ontwikkelde. Ook meanderende rivieren en overstromingen vanuit de Zuiderzee hebben in delen van de provincie het landschap gevormd. Bewoners hebben gebruik gemaakt van deze verschillen in ondergrond en hebben met de landbouw, bosbouw, inpoldering, ontginning en afwatering het landschap verder gevormd. Hierbij zijn in het landschap, boven- en ondergronds ook cultuurhistorische waardevolle elementen ontstaan.

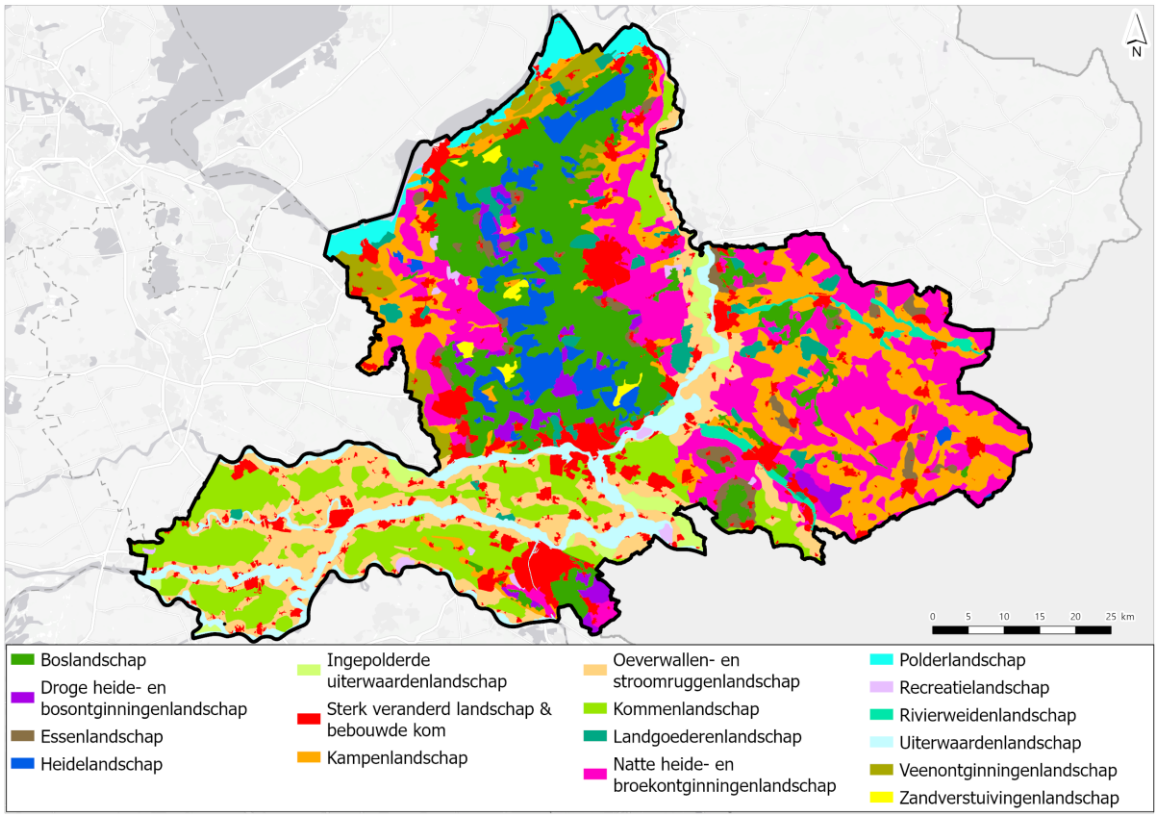
In hoofdstuk 4 van bijlage II is een uitgebreidere beschrijving van de ontstaansgeschiedenis en de kenmerken en kwaliteiten van landschap en cultuurhistorie opgenomen. In deze paragraaf is een korte samenvatting van deze informatie opgenomen.

Landschap

De diversiteit aan landschapstypen is een kernkwaliteit van provincie Gelderland. Afbeelding 3.3 toont deze diversiteit. Gebieden en regio's zijn in deze kaart te herkennen. Bijvoorbeeld de Veluwe die door de grote aaneengesloten gebieden met bos- en heidelandschap goed zichtbaar is. Aan weerszijden van de Veluwe is

een diversiteit van landschapstypen te zien met aan de westzijde de overgang naar de voormalige Zuiderzee en aan de oostzijde de overgang naar de IJssel. In de Achterhoek aan de oostzijde van de provincie is een afwisseling van vaak kleinschaliger landgoederen-, kampen- of essenlandschap met natte heide- en broekontginningen zichtbaar. In het rivierengebied in het zuidwesten van de provincie is een kenmerkende afwisseling van relatief vlakke en open komgebieden met het grillige karakter en het reliëf van het oeverwallen- en stroomruggenlandschap.

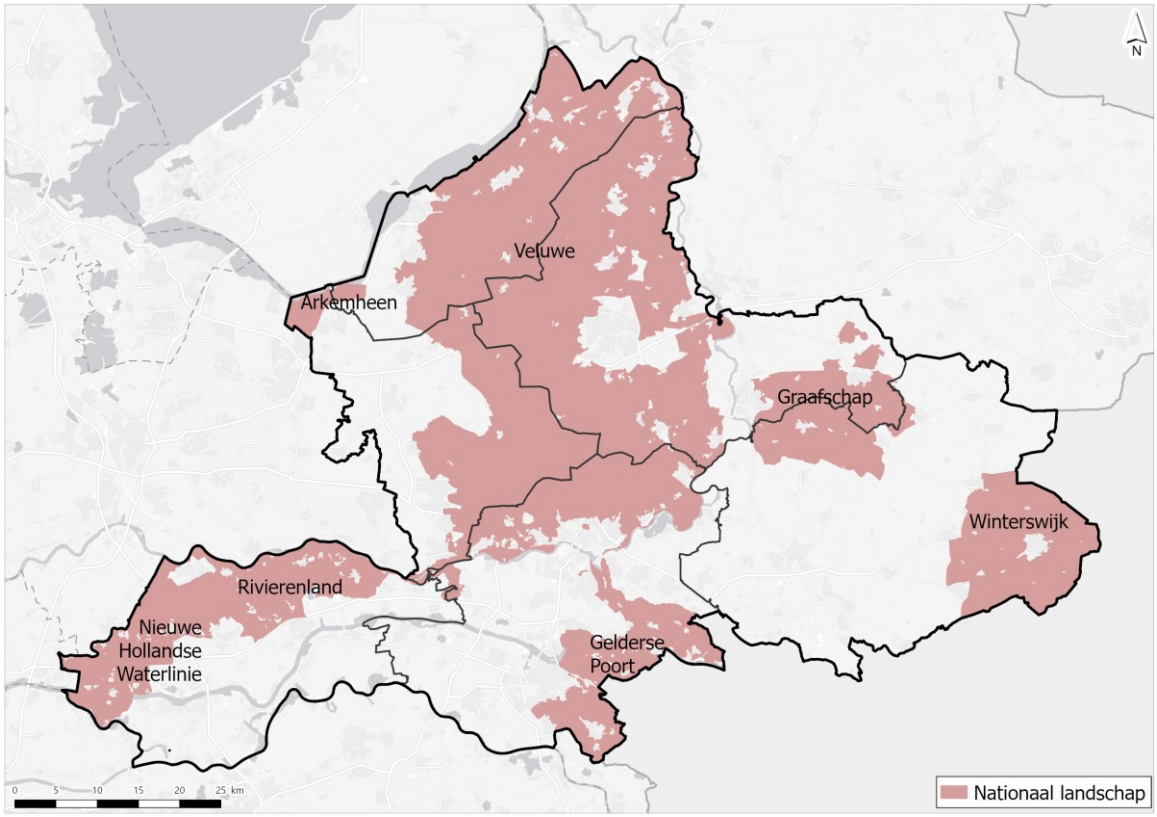
Afbeelding 3.3 Landschapstypen in Gelderland



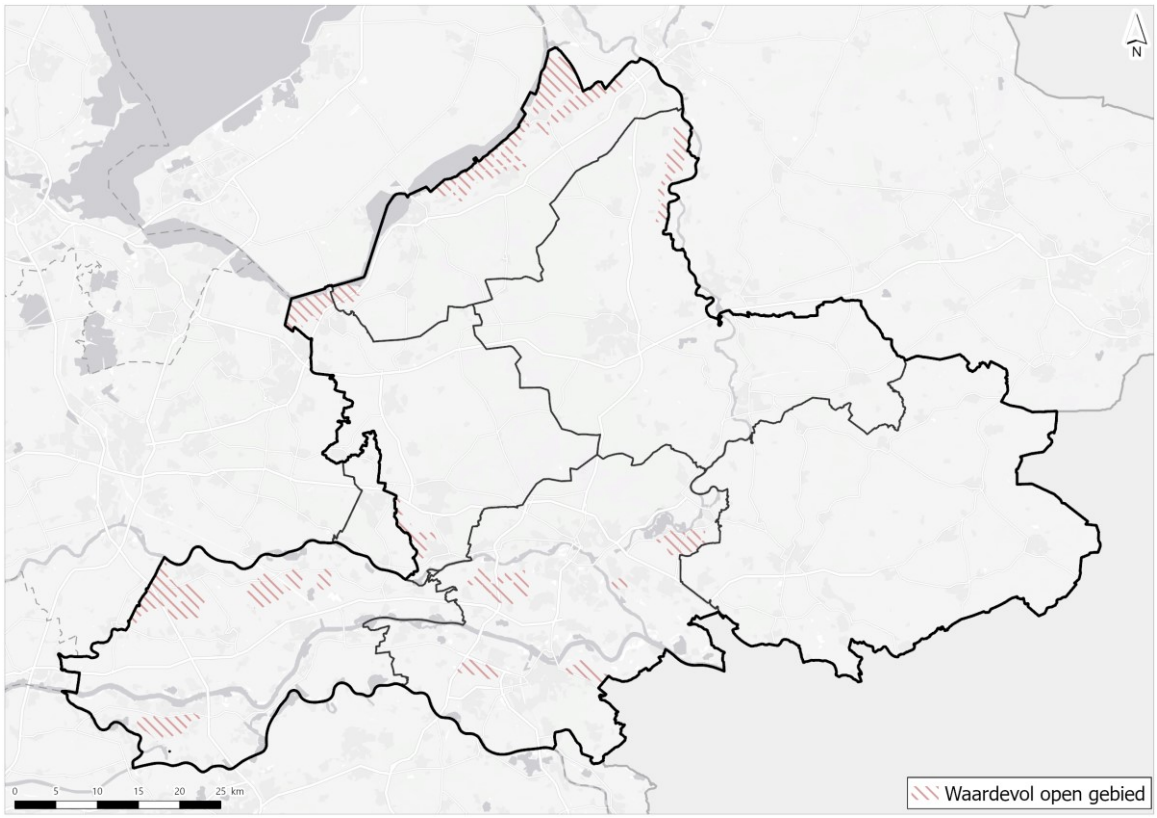
Nationale landschappen en Waardevol open gebied

Binnen Gelderland liggen zeven nationale landschappen (zie afbeelding 3.4) en 17 waardevolle open gebieden (zie afbeelding 3.5). De Nationale Landschappen zijn gebieden met specifieke kenmerken zoals flora en fauna, beekdalen, terpen, landbouw en waterbeheersing. In diverse regelingen is vastgelegd dat nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in deze gebieden alleen mogelijk zijn als deze kernkwaliteiten van het landschap behouden blijven of doorontwikkeld worden. De waardevolle open gebieden zijn van waarde vanwege hun grootschalige openheid. Op de randen na zijn deze gebieden, over grote oppervlakten niet of nauwelijks bebouwd. Ook valt de historie uit het landschap af te lezen.

Afbeelding 3.4 Gelderse Nationale Landschappen



Afbeelding 3.5 Waardevol open gebied in Gelderland

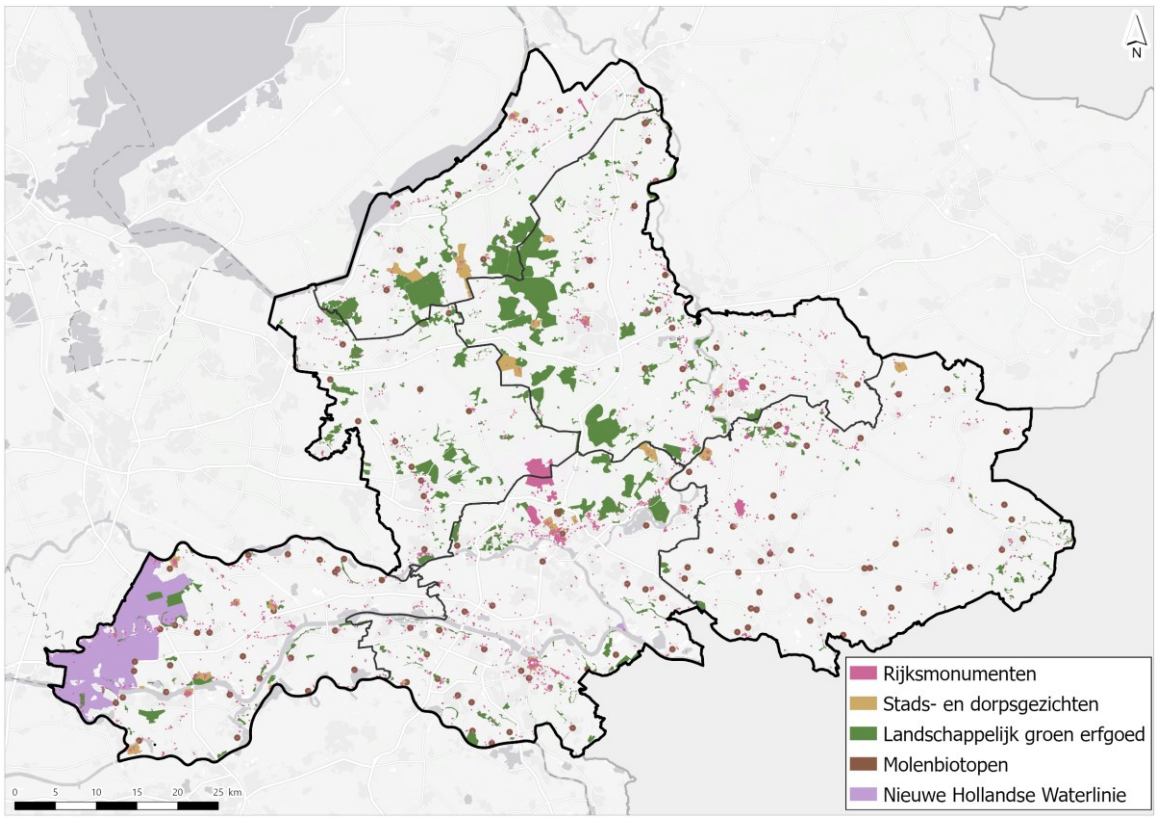


(Bovengrondse) cultuurhistorie

Afbeelding 3.6 toont de belangrijkste elementen en gebieden op het vlak van cultuurhistorie. Het gaat hierbij om:

- gebouwde rijksmonumenten en vastgestelde contouren van rijksmonumenten;
- nieuwe Hollandse Waterlinie: een deel van deze militaire verdedigingslinie met forten, sluizen en andere objecten ligt aan de westzijde van de provincie. Dit gebied staat ook op de Werelderfgoedlijst UNESCO;
- aangewezen stads- en dorpsgezichten;
- molenbiotopen;
- oude boskernen, houtwallen en heggen.

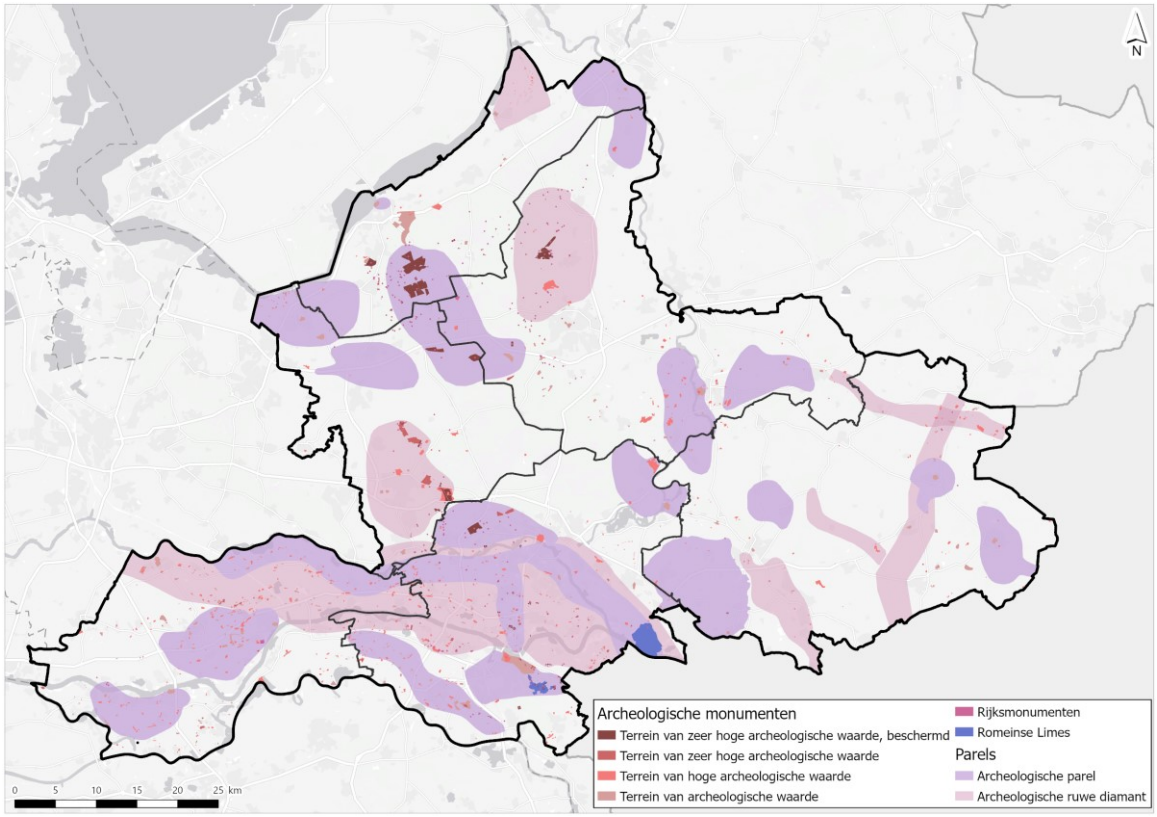
Afbeelding 3.6 Bovengrondse cultuurhistorische waarden



Archeologie

Aan het begin van de Romeinse tijd was het Gelders rivierengebied het dichtstbevolkte stukje Nederland en dat bleef het tot ver in de middeleeuwen. Hier lagen ook de oudste forten en de grootste stad van Romeins Nederland. Een soort Randstad van de oudheid. De sporen van vijf eeuwen Romeinse tijd zijn overal in Gelderland aanwezig – niet zozeer bovengronds, maar vooral in de bodem. Het zogeheten Romeinse Limes-gebied (onderdeel de Werelderfgoedlijst UNESCO) wordt samen met andere archeologische monumenten, (verwachtings)waarden en provinciale archeologische parels en diamanten beschermd. Afbeelding 3.7 toont een overzichtskaart met relevante archeologische gebieden en locaties in het plangebied.

Afbeelding 3.7 Overzichtskaart archeologie in provincie Gelderland

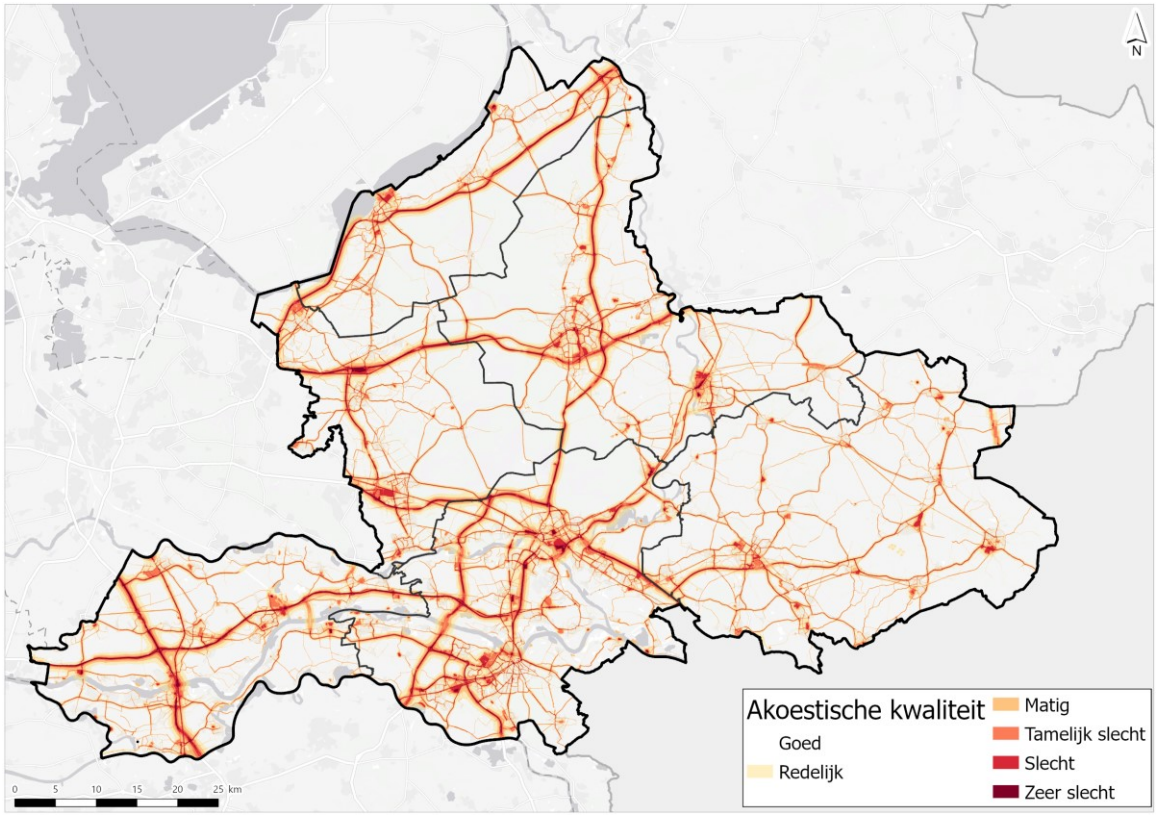


3.1.3 Gezonde leefomgeving

Voor het thema gezonde leefomgeving wordt hieronder de huidige situatie voor geluid beschreven. Voor de aspecten slagschaduw en lichthinder is de huidige situatie niet opgenomen. Deze aspecten komen terug onder paragraaf 5.9.1.

In provincie Gelderland bevinden zich verschillende geluidsbronnen: wegverkeer, treinverkeer, industrie en luchtvaart zorgen samen voor het omgevingslawaai. Voornamelijk rondom wegen en in steden zorgen deze geluidsbronnen voor een mindere akoestische kwaliteit. Afbeelding 3.8 presenteert de feitelijke akoestische kwaliteit in provincie Gelderland.

Afbeelding 3.8 Akoestische kwaliteit van de omgeving, geclassificeerd met Methode Miedema (bron: Geluid in Nederland, RIVM, 2020)



Recent onderzoek van de GGD'en van Gelderland en Overijssel[1] heeft uitgewezen dat in regio Oost-Nederland ongeveer de helft van de volwassenen matige of ernstige geluidhinder van één of meerdere bronnen ervaarde in 2020. De grootste veroorzaker van deze geluidhinder is het geluid van wegverkeer (34 % brommers en scooters, 27 % wegen met maximale snelheid onder 50 km/uur, 20 % wegen met maximale snelheid boven 50 km/uur). Van de geluidhinder is 2 % afkomstig van windturbines. Eén derde van de volwassenen ervaart matige of ernstige slaapverstoring door geluidbronnen. Het onderzoek beschrijft dat over het algemeen er relatief weinig geluidhinder ervaren wordt van windturbines in vergelijking tot andere geluidbronnen. Een belangrijke factor hierbij is dat veel minder personen in de nabijheid van windturbines wonen in vergelijking tot de andere genoemde geluidbronnen.

De provincie Gelderland heeft in haar omgevingsverordening stiltegebieden aangewezen waar regels gelden om geluidhinder te voorkomen of te beperken. In deze gebieden is het verboden om geluid te produceren die het ervaren van de natuurlijke geluiden kan verstoren. Deze beperkingen gelden niet voor duurzame energie en zijn daarom niet op kaart opgenomen.

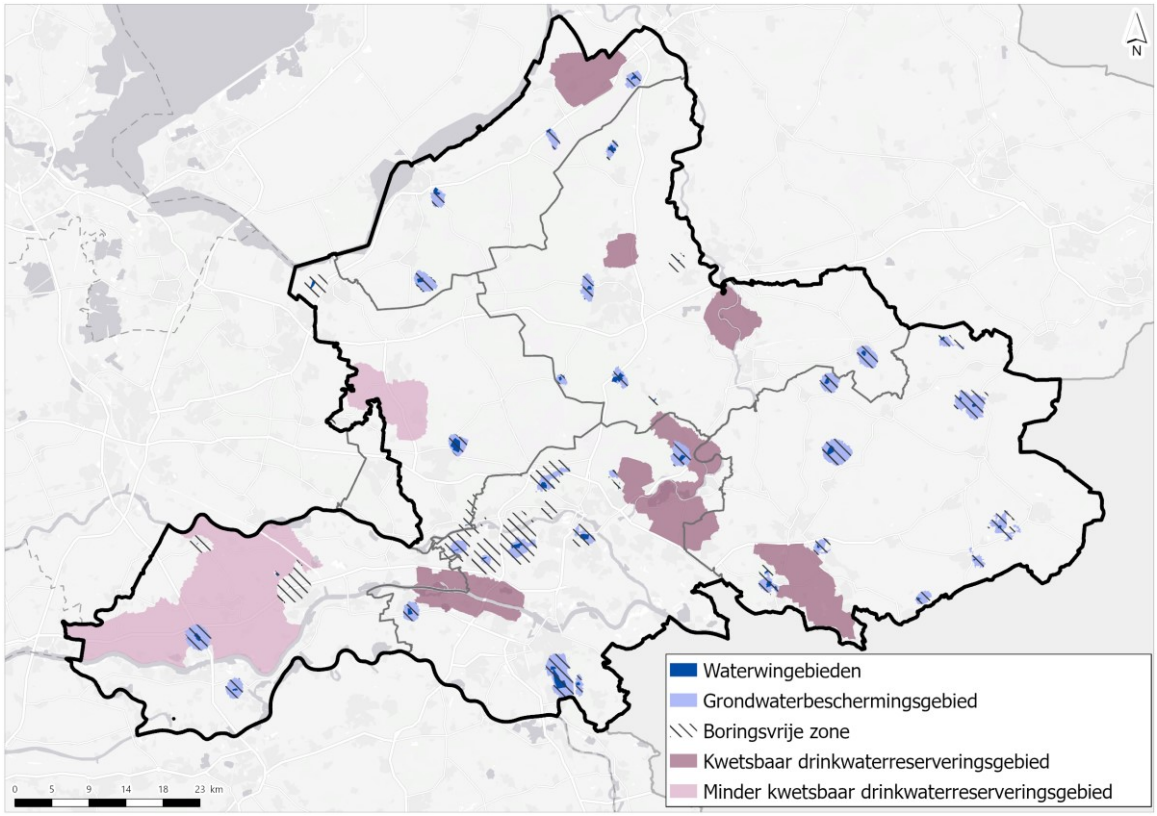
3.1.4 Grondwater - drinkwaterwinning

Drinkwaterwinning vindt plaats binnen waterwingebieden. In de provincie Gelderland liggen verschillende waterwingebieden. Rondom deze gebieden zijn beperkingsgebieden aangewezen, met als doel de kwaliteit van het grondwater binnen het waterwingebied te beschermen. De beperkingsgebieden zijn grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones en zijn vastgelegd in paragraaf 4.3.7 van de provinciale omgevingsverordening.

[1] GGD IJsselland, GGD Twente, GGD Gelderland-Midden, GGD Gelderland-Zuid, GGD Noord- en Oost-Gelderland. 2023. Geluidhinder in Gelderland & Overijssel.

Door klimaatverandering, bodemgebruik, bevolkingsgroei en economische groei stijgt komende jaren de vraag naar drinkwater. Om ook in de toekomst verzekerd te zijn van voldoende drinkwater, heeft de provincie (minder) kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden geselecteerd. Door nu al deze gebieden te beschermen, zorgt de provincie ervoor dat het grondwater van goede kwaliteit blijft voor toekomstige drinkwaterwinning. Ook binnen deze gebieden gelden vanuit de provinciale omgevingsverordening beperkingen om de kwaliteit van het grondwater te beschermen. Afbeelding 3.9 laat het overzicht van aangewezen gebieden voor de drinkwaterwinning in de provincie Gelderland zien.

Afbeelding 3.9 Overzicht van aangewezen gebieden rondom drinkwater in de provincie



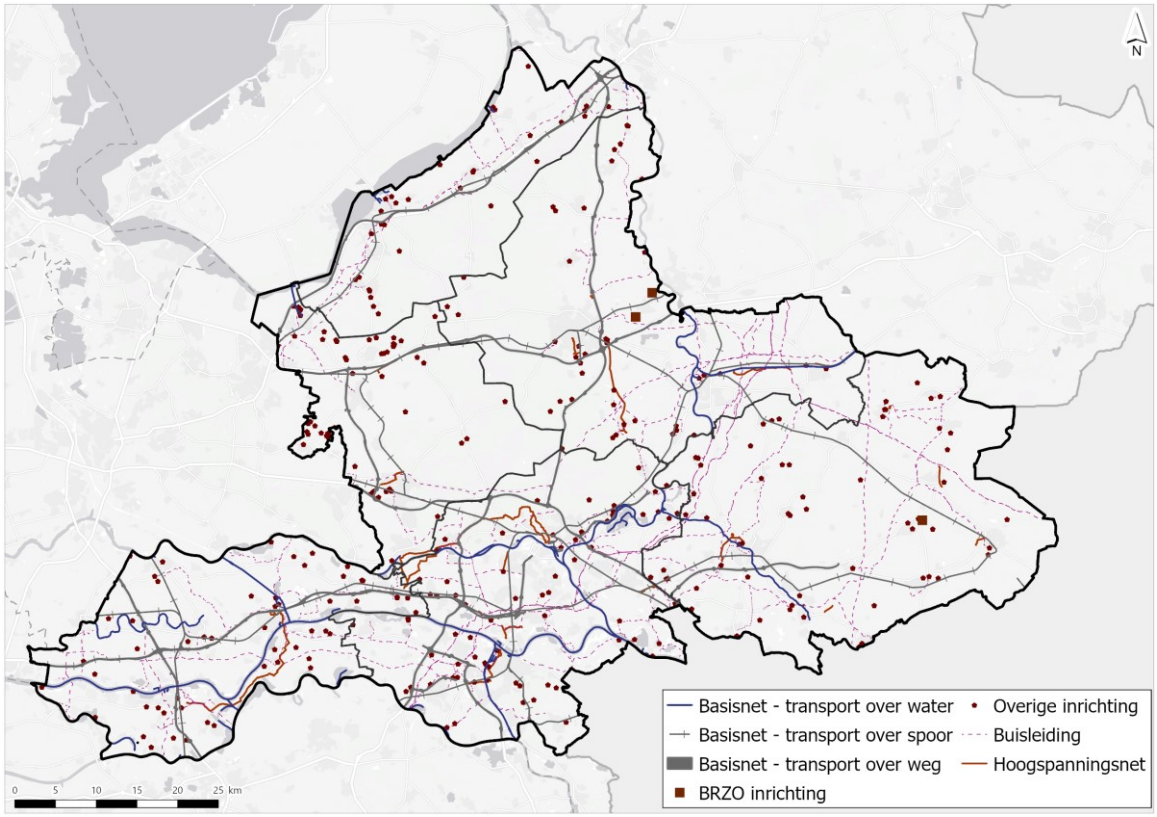
3.1.5 Veiligheid

Veiligheid omvat de criteria externe veiligheid, luchtvaartveiligheid en radar en waterkeringsveiligheid. Onderstaand wordt voor deze drie criteria de huidige situatie beschreven.

Externe veiligheid

Externe veiligheid gaat over de risico's voor mens en milieu bij gebruik, opslag en vervoer van gevaarlijke stoffen. In het Nederlandse externe veiligheidsbeleid wordt onderscheid gemaakt tussen risico-ontvangers en risicobronnen. Risico-ontvangers zijn (beperkt) kwetsbare objecten zoals woningen, scholen en grote kantoorpanden. Risicobronnen kunnen externe veiligheidsrisico's veroorzaken. Dit gaat om transportroutes, buisleidingen en inrichtingen. Het onderscheid tussen risicobronnen en -ontvangers wordt verder toegelicht in paragraaf 5.5. Afbeelding 3.10 toont de bovengenoemde aanwezige onderdelen op kaart. Onder de afbeelding volgt per onderdeel een beschrijving van de huidige situatie in het plangebied.

Afbeelding 3.10 Overzichtskaart risicobronnen externe veiligheid



Transportroutes

Om het vervoer van gevaarlijke stoffen zo veilig mogelijk te laten verlopen vindt het vervoer zoveel mogelijk plaats over het hoofd(vaar)wegennet. Hoofd(vaar)wegen liggen minder vaak in dichtbebouwde gebieden en bieden daarmee de veiligste route.

De A1, A2, A12, A15, A18, A28, A30, A50 en de A73 maken onderdeel uit van het basisnet voor het vervoer van gevaarlijk stoffen over de weg. Voor de A2, A18 en de A30 geldt geen plasbrandaandachtsgebied. Dit is een zone rond infrastructuur waar aanvullende bouweisen gelden voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in verband met het risico op brand na een ongeval met zeer brandbare vloeistoffen. De aan te houden afstanden zijn opgenomen in artikel 16 en 17 van de Regeling Basisnet. Daarnaast zijn er meerdere overige transportroutes via onder andere provinciale wegen aanwezig. Deze wegen zijn niet opgenomen in het basisnet.

De Maas, de Waal, de Boven-Rijn, de Neder-Rijn, de IJssel, het Maas-Waalkanaal, het Kanaal van Sint Andries en het Amsterdam-Rijnkanaal zijn onderdeel van het basisnet voor hoofdvaarwegen. Voor de hoofdvaarwegen zijn geen plasbrandaandachtsgebieden opgenomen, maar dient bij besluitvorming een afweging gemaakt te worden bij het realiseren van nieuwe bebouwing in de vrijwaringszones.

Tevens is een spoortraject aanwezig met plasbrandaandachtsgebied. Het gaat om het spoortraject Zwolle-Amersfoort en de Betuweroute. De overige spoortrajecten kennen geen plasbrandaandachtsgebied.

Buisleidingen

In het plangebied bevinden zich verschillende ondergrondse buisleidingen voor het transport van gevaarlijke stoffen. Het gaat hierbij om hoofdtransportroutes. In het plangebied liggen buisleidingen van Defensie Pijpleiding Organisatie. Deze leidingen worden gebruikt voor het transport van kerosine en liggen op maximaal 1,20 m -mv. De overige buisleidingen zijn bedoeld voor het transporteren van aardgas en in beheer van de Gasunie.

Inrichtingen

In het plangebied zijn 36 bedrijven aanwezig waar grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen opgeslagen liggen. Dit zijn BRZO-bedrijven[1]. Daarnaast zijn er inrichtingen aanwezig waar gevaarlijke stoffen opgeslagen worden. Dit betreft lagere hoeveelheden, waardoor een BRZO-vergunning niet noodzakelijk is. Het gaat bijvoorbeeld over opslag van LPG bij tankstations, opslag van meststoffen rondom agrarische bedrijven, of opslag van vuurwerk.

Luchtvaartveiligheid en radar

In het plangebied gelden op verschillende plaatsen beperkingen ten aanzien van de bouwhoogte omwille van luchtvaartveiligheid (burger- en militaire luchtvaart) en radar.

Luchtvaartveiligheid

In het plangebied zijn bouwhoogtebeperkingen van toepassing door de aanwezigheid van luchtvaartterreinen, swenss en laagvlieggebieden. Deze terreinen en routes zijn in gebruik voor burger- of militaire luchtvaartdoeleinden.

Burgerluchtvaartveiligheid

Vanuit de burgerluchtvaart zijn vliegveld Teuge, diverse zweefvliegterreinen en helikopterplatforms relevant. Vliegveld Teuge is in gebruik voor de burgerluchtvaart. Een gebied rond dit luchtvaartterrein is aangewezen ter bescherming van de bereikbaarheid van de luchthaven. Rond het vliegveld ligt tevens een gebied dat is aangewezen voor CNS (Communication, Navigation, and Surveillance), waarbinnen een hoogtebeperking van toepassing is om de communicatie en navigatie voor het vliegveld te garanderen. Verspreid over het plangebied bevinden zich nog diverse zweefvliegterreinen en helikopterplatforms. Dit zijn aandachtspunten, waarbij de hoogtebeperkingen niet eenduidig zijn geformuleerd. Rond deze zweefvliegterreinen en helikopterplatforms zijn gebieden aangewezen voor CNS. In het noordoosten van het plangebied, nabij Harderwijk, ligt een beperkingengebied vanuit luchthaven Lelystad.

Militaire luchtvaartveiligheid

Vanuit defensie liggen verschillende militaire (oefen)terreinen en militaire laagvliegroutes. In het plangebied heeft defensie drie laagvlieggebieden in gebruik: Veluwe/Randmeren, Maas/Waal en Ginkelse Heide. Op afbeelding 3.11 zijn deze aangegeven onder ‘beschermingsvlakken laagvliegen’. In de laagvlieggebieden geldt een minimum vlieghoogte van 30 m boven hindernissen, of zoveel lager als voor het doel van de vlucht noodzakelijk is. Dit is opgenomen in de Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtperiode voor militaire vliegtuigen en helikopters. Defensie is op dit moment (begin 2024) bezig met een luchtruimherziening, waarin onder andere wordt gezocht naar nieuwe laagvlieggebieden en radargebieden[2]. Dit kan effect hebben op de toekomstige mogelijkheden voor windturbines in deze gebieden.

Vliegbasis Deelen is een militair vliegveld in het plangebied, gelegen op de Veluwe. Een gebied rond de vliegbasis is aangewezen voor de bereikbaarheid van de luchthaven, waardoor een hoogtebeperking van toepassing is. Voor Vliegbasis Deelen is dit vastgelegd in het Luchthavenbesluit Deelen. Het is echter niet eenduidig gedefinieerd wat de bouwhoogtebeperkingen zijn rond de vliegbasis. Dit komt onder andere omdat sprake is van hoogteverschillen in het aangewezen gebied rond de vliegbasis.

Daarnaast ligt in het zuiden van het plangebied een laagvliegroute voor helikopters en propellervliegtuigen (route VO). In het uiterste oosten van het plangebied ligt een laagvliegroute voor jachtvliegtuigen. Op afbeelding 3.11 zijn beide routes aangegeven onder ‘beschermingsvlakken laagvliegen’. Voor beide routes geldt een minimum vlieghoogte van 75 m boven hindernissen. Uit de bijlagen van de vergunningsaanvraag voor laagvliegroutes 10 en VO[3] blijkt dat het huidige en toekomstige verwachte gebruik van de route VO zeer gering is. In het plan-MER is de route VO daarom ook opgenomen als aandachtspunt en niet als belemmering. De laagvliegroute 10 wordt intensiever gebruikt. Dit geldt als belemmering voor windturbines.

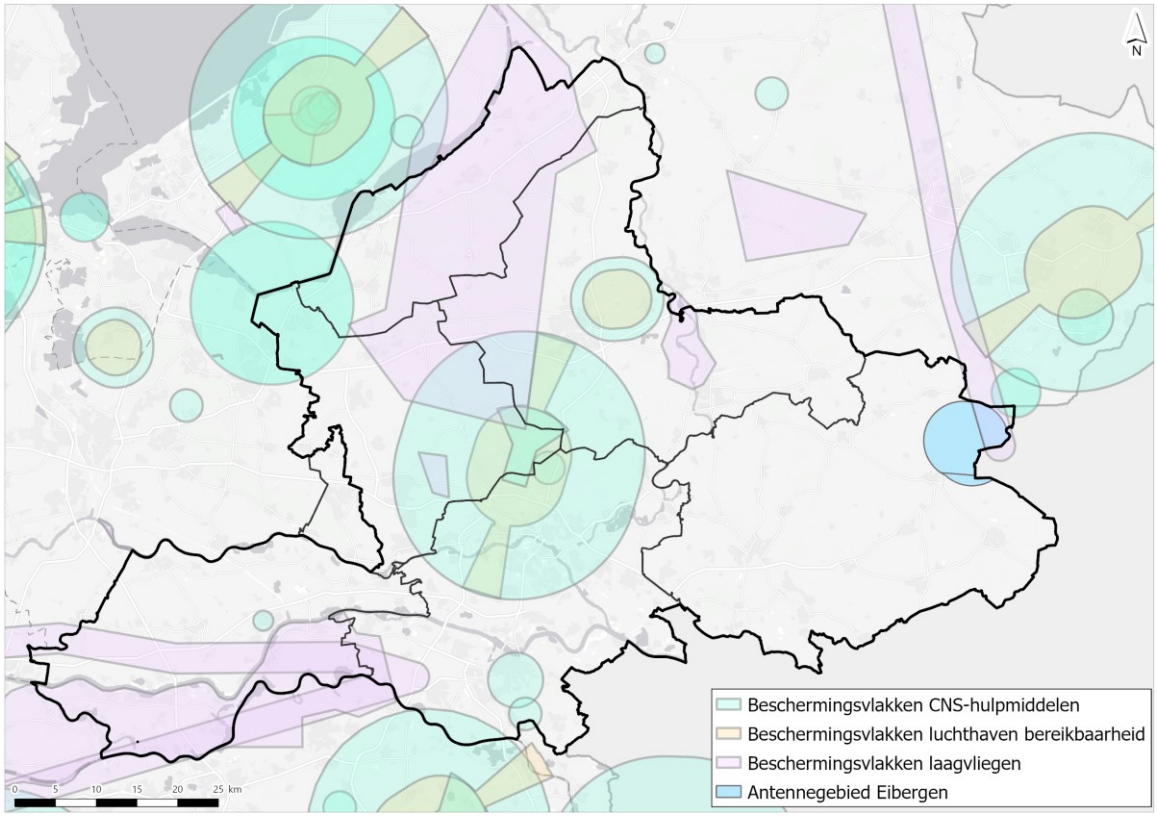
[1] Via https://brzoplus.nl/inspectieresultaten/bedrijvenlijst/ kan een volledig overzicht van de bedrijvenlijst gevonden worden.

[2] Zie: https://www.defensie.nl/onderwerpen/ruimte-voor-defensie/downloads/publicaties/2023/12/15/notitie-reikwijdte-en-detailniveau-programma-ruimte-voor-defensie.

[3] https://www.rvo.nl/onderwerpen/vergunning-laagvliegroutes-10-en-vo : specifiek bijlage 2: Deelrapport 4C Lv VO Eindconcept.

Afbeelding 3.11 laat de bovengenoemde onderdelen zien voor het onderdeel luchtvaart.

Afbeelding 3.11 Overzicht van gebieden met beperkingen vanuit luchtvaartveiligheid. De gebieden bestaan uit toetsingsgebieden en restrictiegebieden (RVO, 2022)



Radar

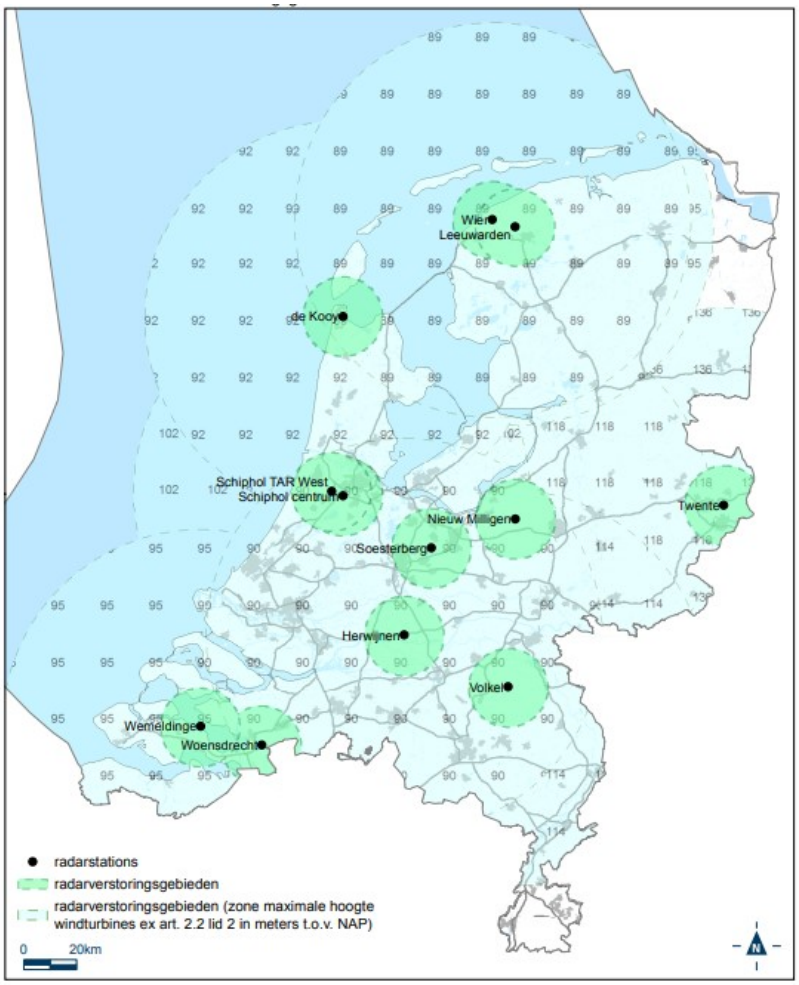
Het plangebied overlapt met meerdere radarverstoringsgebieden. Deze radar of zend- en ontvangstinstallaties zijn in gebruik voor diversie doeleinden, waaronder militair gebruik. In het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro), zijn de bouwbeperkingen voor radarverstoringsgebieden geregeld. Beperkingen voor de bouwhoogte van bouwwerken (zoals windturbines) zijn opgenomen in de Rarro. De kwaliteit van radarbeelden kan namelijk negatief worden beïnvloed door hoge objecten, zoals windturbines.

Vanuit defensie geldt dat rond de zend- en ontvangstinstallatie op het complex Nieuw Milligen een bouwbeperkingengebied geldt (zie afbeelding 3.12). Van dit radarstation is echter bekend dat deze wordt vervangen op een andere locatie in het land[1]. De overige militaire radargebieden en bijbehorende verstoringsgebieden (CNS-hulpmiddelen) zijn te zien op afbeelding 3.11.

[1] Defensie is voornemens een nieuw radarstation te bouwen in Herwijnen. Hiervoor is op 19-12-2023 het ontwerp-rijksinpassingsplan ter inzage gegaan. Zie Kamerbrief: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2023/12/19/terinzagelegging-ontwerp-rijksinpassingsplan-radarstation-herwijnen

Afbeelding 3.12 laat de radarverstoringsgebieden zien die volgen uit het Barro en Rarro. Het radarverstoringsgebied bedekt de gehele provincie. Hierdoor is voor het gehele plangebied een toetsingshoogte van toepassing (bijlage 8.4. bij de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening). Deze varieert in de provincie en bedraagt 90 m, 102 m, 114 m, 118 m en 136 m[1]. Rond de radarstations Herwijnen (zie voetnoot), Volkel, AOCS Nieuw Millingen en Soesterberg gelden afwijkende toetsingshoogtes. De toetsingshoogte kan worden bepaald met behulp van de bepalingen in de Rarro.

Afbeelding 3.12 Radarverstoringgebieden (bron: Rarro)



Ten slotte geldt rondom het antennepark Eibergen een bouwhoogtebeperking van 22 m. Dit gebied is daarom in dit plan-MER uitgesloten voor de ontwikkeling van windenergie, zie ook de NRD en bijlage V. Het beperkingengebied vanuit Antennepark Eibergen is op afbeelding 3.11 weergegeven.

Waterkeringsveiligheid

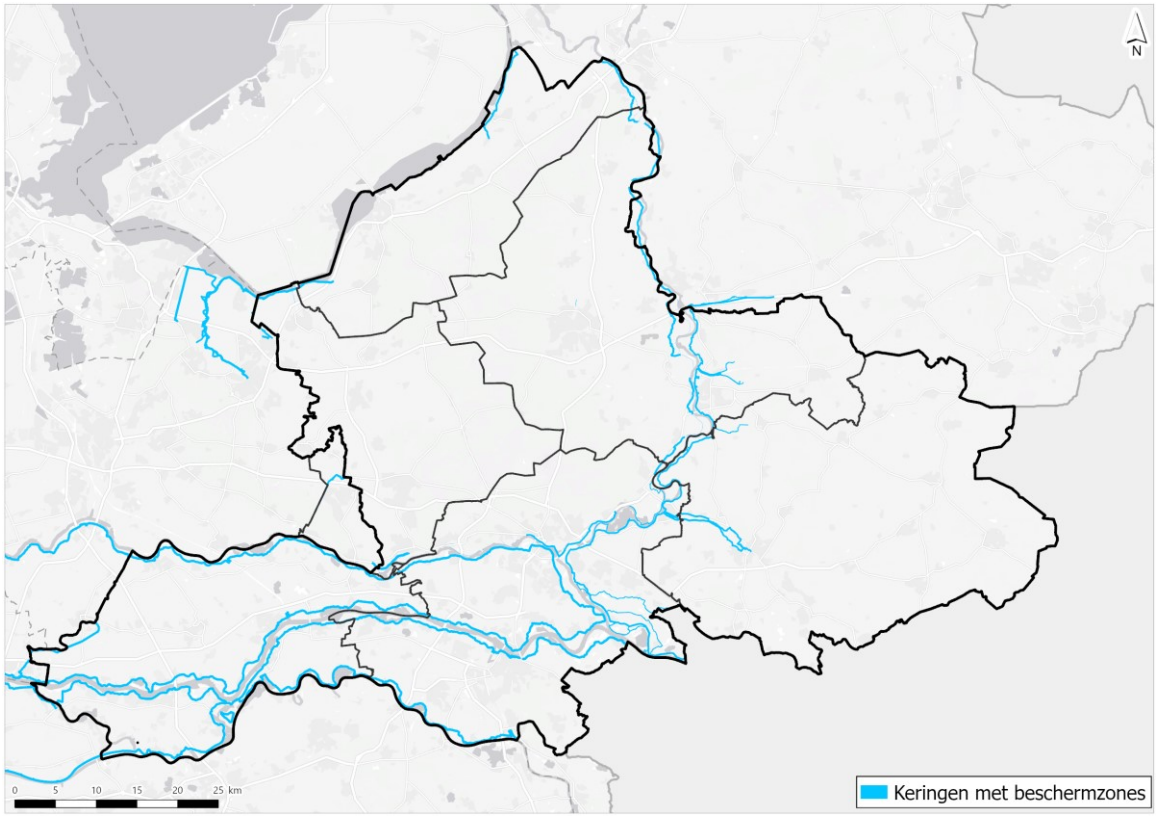
In het plangebied liggen diverse primaire en regionale waterkeringen. Deze bieden bescherming tegen overstromingen bij hoogwater vanuit de grote rivieren (zoals de Rijn, de Maas, de Waal en de IJssel) en de Veluwerandmeren. Deze waterkeringen bestaan voornamelijk uit dijken. De waterkeringen moeten aan veiligheidseisen voldoen, welke zijn opgenomen in de Waterwet (primaire waterkeringen) en Keur en Legger van de betreffende waterschappen (regionale waterkeringen). De primaire waterkeringen zijn in beheer van Rijkswaterstaat. De regionale waterkeringen zijn in beheer bij de waterschappen. In het plangebied betreft dit de waterschappen Vallei & Veluwe, Rivierenland en Rijn & IJssel.

[1] De exacte indeling is opgenomen op kaart 6 van de Rarro (geconsolideerd op 1 december 2020).

De waterkeringen in het plangebied kennen een kernzone en een beschermingszone. De kernzone betreft globaal gesproken het lichaam van de waterkering zelf. De beschermingszone is een strook, direct aan weerszijden van de kernzone van de dijk. Binnen deze beschermingszone gelden regels om de stabiliteit en waterkerende functie van de waterkering te kunnen borgen. De zonering is vastgelegd in de legger van de waterschappen. De breedte van de zones is onder andere afhankelijk van het type waterkering, de constructie en de lokale omstandigheden (zoals de ondergrond). Windturbines worden alleen toegestaan indien dit geen negatieve gevolgen heeft voor de waterkerende functie van de waterkering conform de veiligheidsnormen die aan de betreffende waterkering zijn gesteld.

Rijkswaterstaat verleent namens de minister van Infrastructuur en Waterstaat vergunning wanneer een windturbine op gronden, die in het beheer zijn van Rijkswaterstaat, wordt geplaatst. Dit geldt ook wanneer een blad(deel) over het eigendom van Rijkswaterstaat draait. Rijkswaterstaat heeft een aantal jaar geleden haar beleid gewijzigd met betrekking tot het plaatsen van windturbines nabij waterkeringen van ‘nee’, naar ‘nee, tenzij’. Hierbij is het uitgangspunt dat de waterveiligheid niet in het geding mag komen. Steeds meer waterschappen hanteren dit uitgangspunt ook. Afbeelding 3.13 laat de waterkeringen met beschermingszones binnen het plangebied zien.

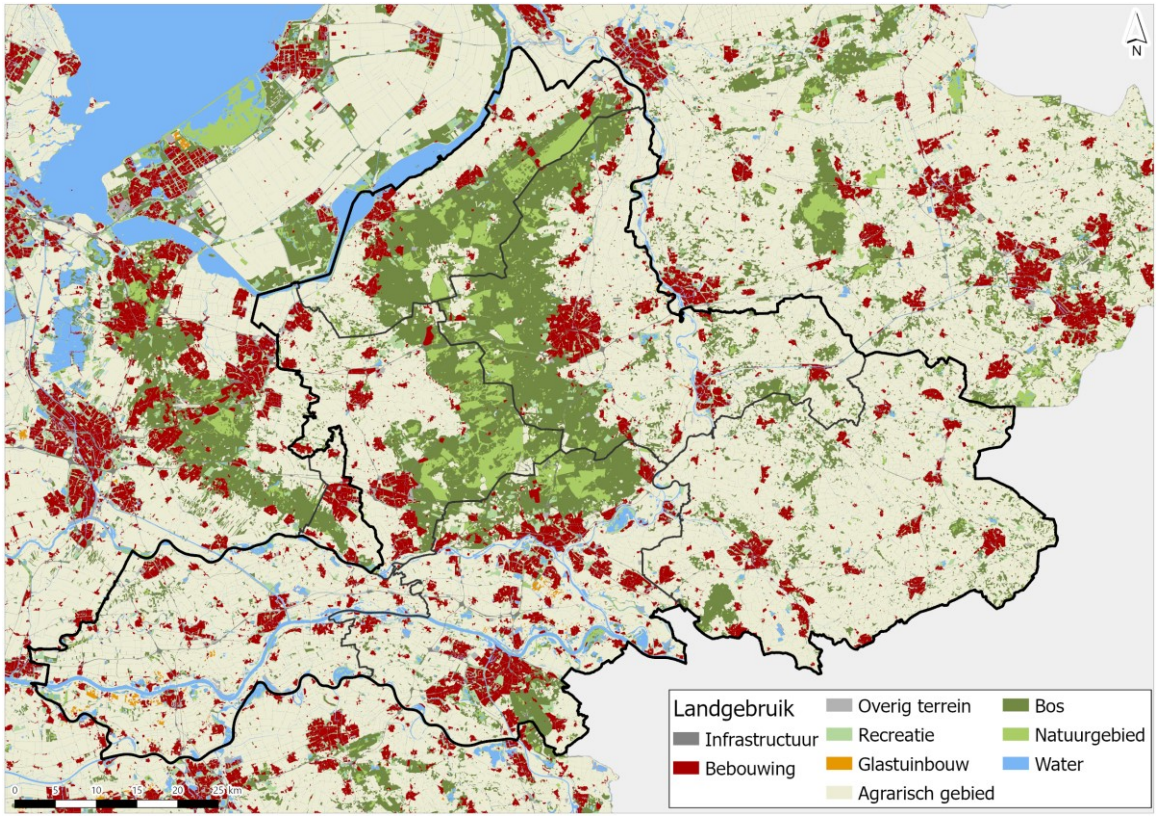
Afbeelding 3.13 Waterkeringen met beschermzones (Waterschappen Vallei & Veluwe, Rivierenland en Rijn & IJssel, 2022)



3.1.6 Gebruiksfuncties

Het plangebied heeft een oppervlakte van zo’n 513.700 ha en kent een grote diversiteit aan gebruiksfuncties, verdeeld over de 51 gemeenten die de provincie rijk is. Dit varieert van het grootste natuurgebied op land van Nederland, de Veluwe, de grote rivieren tot de Veluwerandmeren. Daarnaast zijn er in de provincie vele kastelen, oude vestigingssteden en kleinere kernen aanwezig. Hierbij kent het plangebied een historische ontwikkeling die tot op de dag van vandaag doorgaat en het- huidige ruimtegebruik kenmerkt. In deze paragraaf wordt ingegaan op het agrarisch ruimtegebruik, het stedelijk gebied en de recreatieve functies van het plangebied. Afbeelding 3.14 laat de voornaamste gebruiksfuncties in het plangebied zien.

Afbeelding 3.14 Huidige gebruiksfuncties in het plangebied (Bron: Bestand Bodemgebruik 2017)



Agrarisch ruimtegebruik

In 2015 bestond Gelderland uit circa 58 % landbouwgrond[1]. Op deze gronden vinden verschillende type agrarisch gebruik plaats. Hierbij kunnen grofweg drie gebieden met kenmerkende agrarisch ruimtegebruik worden onderscheiden:

- de Gelderse Vallei, met intensieve (pluim)veehouderijen in de kom tussen de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug;
- de Achterhoek, met gevarieerde landbouw in een coulisselandschap;
- de Betuwe, met fruitteelt en melkveehouderijen in een rivierenlandschap.

Stedelijk gebied

In het plangebied zijn er veel verschillende typen woonmilieus. Het dorpse woonmilieu domineert de provincie Gelderland. Ook zijn er verschillende grote steden in het plangebied met meer dan 70.000 inwoners. Het gaat om Nijmegen, Apeldoorn, Arnhem en Ede. Daarnaast zijn er vele buurtschappen, bestaande uit enkele huizen, en verspreid liggende woningen. Bedrijventerreinen grenzen veelal aan steden en dorpen en zijn hiermee integraal onderdeel van het stedelijk gebied.

[1] Bron: Home - Statistisch Zakboek Gelderland (incijfers.nl)

Natuur en recreatie
Het plangebied heeft een grote recreatieve aantrekkingskracht door de attractieve landschappen, met rivieren, bossen, heide en coulissen, het rijke cultuurhistorisch erfgoed en een uitgebreid voorzieningenniveau. Dit worden ook wel de Gelderse streken genoemd. De provincie heeft in het kader van de promotie van toerisme een onderverdeling gemaakt in de Veluwe, Achterhoek, Regio Arnhem, Rijk van Nijmegen en Rivierenland. Zoals ook te zien is in afbeelding 3.1, zijn er verschillende recreatiegebieden aanwezig in het plangebied, waaronder:

- de Veluwe: bestaande uit Nationaal Park Veluwezoom, Nationaal Park De Hoge Veluwe en verschillende landgoederen;
- Hanzesteden Zutphen, Doesburg, Elburg, Harderwijk, Tiel, Zaltbommel, Maasbommel en Hattem;
- Rhederlaag: een recreatiegebied met ruim 300 ha aan wateroppervlakte dat in verbinding staat met de IJssel op de grens van de gemeenten Rheden en Zevenaar;
- de Achterhoekse kastelen en vestingstad Groenlo;
- de Veluwerandmeren aan de westzijde van het plangebied tussen Gelderland en Flevoland.

Defensie
Defensie heeft verschillende gebieden[1] in gebruik voor haar doeleinden. Deze gebieden zijn vastgelegd in de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro). Het betreft oefengebieden, kazernes en munitieopslagplaatsen. Deze locaties liggen met name op en rond de Veluwe, maar ook in de gemeente Lochem ligt een oefenterrein. Binnen deze gebieden gelden beperkingen voor andere functies dan de militaire doeleinden waarvoor deze gebieden in gebruik zijn.

3.1.7 Netinpassing

In het onderzoek naar netinpassing is de referentiesituatie in 2030 op basis van de autonome ontwikkelingen vanuit de RES-opgave en energie-infrastructuur leidend. Deze situatie wordt in paragraaf 3.2 beschreven. Er is geen aparte huidige situatie anno 2023 in beeld gebracht.

3.2 Autonome ontwikkelingen

Gebouwen
De analyses in het plan-MER zijn gebaseerd op de basisregistratie adressen en gebouwen van 8 december 2022. Hierin staan ook de vergunde woningen. Vanwege de schaal van de analyses is geen rekening gehouden met plancapaciteit of andere autonome ontwikkelingen die voortkomen uit ((voor)ontwerp)omgevingsplannen of vergelijkbare ontwerpbesluiten, met uitzondering van de windturbines in tabel 3.1. Mogelijke toekomstige ontwikkelingen als verstedelijkingsafspraken of transformatiegebieden op beleidsmatig niveau zijn geen onderdeel van de analyses.

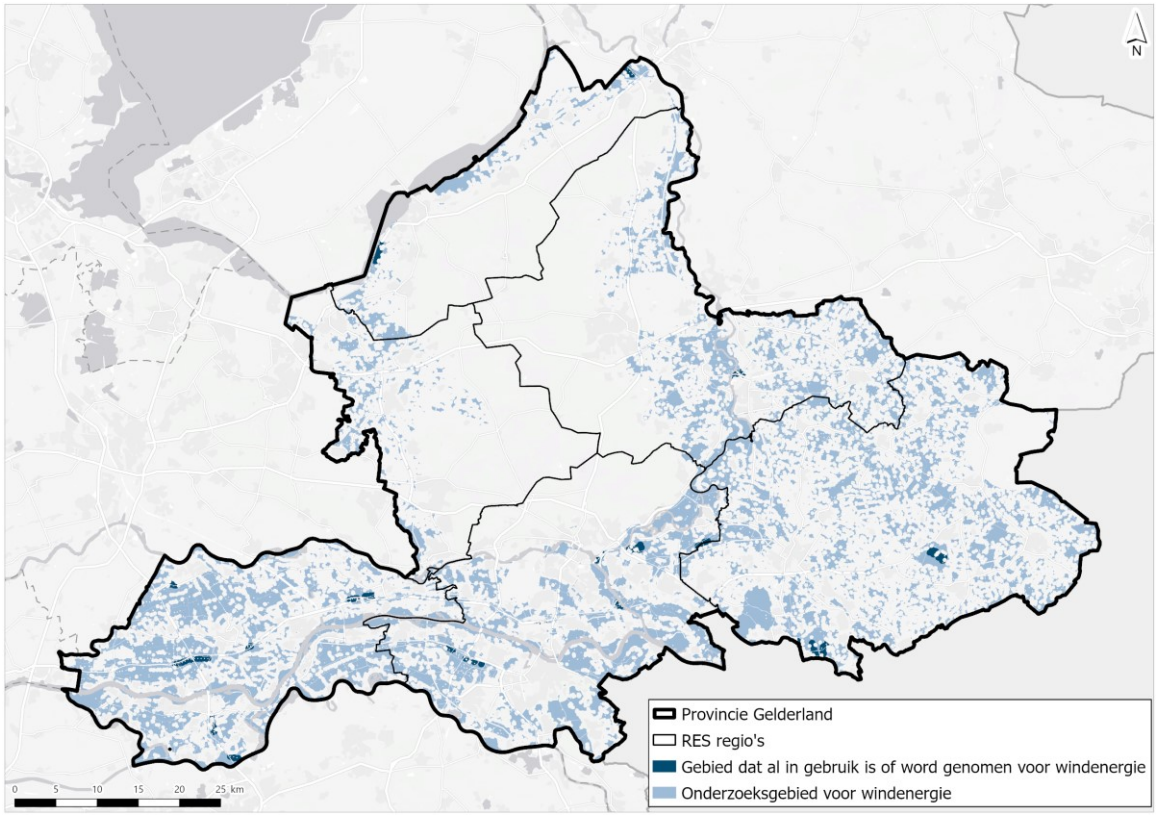
Windturbines
In het plangebied staan verschillende windturbines en zijn diverse parken in ontwikkeling. Deze windturbines gelden als onderdeel van de huidige situatie of autonome ontwikkeling en zijn daarmee onderdeel van de referentiesituatie. In tabel 3.1 is opgenomen welke windparken die nog niet gerealiseerd zijn als autonome ontwikkeling in dit plan-MER zijn meegenomen.

[1] De Defensiegebieden staan niet op kaart, omdat hiervan geen dataset beschikbaar is. De locaties zijn op kaart in te zien, echter is geen downloadbare dataset voorhanden.

Tabel 3.1 Overzicht van windparken die als autonome ontwikkeling worden meegenomen in het milieuonderzoek

Windpark	Fase
windpark IJsselwind - Zutphen	vastgesteld PIP, beroepsprocedure gestart
windpark A28 Horst-Telgt (Ermelo/Putten)	voorontwerp PIP
windpark Lorentz - Harderwijk	vastgesteld bestemmingsplan, beroepsprocedure gestart
burgerwindpark A2 - Lage Rooijen (Maasdriel)	vergund
windpark Beuningen	vastgesteld omgevingsplan, beroepsprocedure gestart
windpark Caprice - Lingewaard	vastgesteld omgevingsplan, beroepsprocedure gestart

Afbeelding 3.15 Overzichtskaart met het onderzoeksgebied voor windenergie en het onderzoeksgebied dat al in gebruik is of word genomen door windenergie



In hoofdstuk 4.3 wordt toegelicht naar welke gebieden nader onderzoek is gedaan in het plan-MER. Hiertoe behoren ook gebieden waar autonome windparken uit tabel 3.2 naar verwachting gerealiseerd worden. Afbeelding 3.15 toont welke delen van dit zogeheten onderzoeksgebied uit hoofdstuk 4.3 afvalt als deze autonome windparken inderdaad gerealiseerd zijn. Tabel 3.2 toont wat de impact is op de potentiële energieopbrengst per regio. Vooral in regio Noord-Veluwe heeft dit impact. Deze regio heeft een laag potentieel beschikbaar oppervlakte voor windenergie. Met de huidige of geplande windparken wordt een deel (circa 6 %) van onderzoeksgebied al ingevuld.

Tabel 3.2 Overzicht afname van onderzoeksgebied (en potentiële energieopbrengst) bij als gebieden waar al windturbines staan niet worden meegenomen

Regio	Oppervlakte onderzoeksgebied (km^2)	Oppervlakte al in gebruik (km^2)	Percentage van onderzoeksgebied	Verlies van energieopbrengst (GWh)
Achterhoek	302,14	5,59	2 %	333,68
Arnhem/Nijmegen	228,05	4,91	2 %	272,30
Stedendriehoek	148,44	0,63	0 %	38,54
Foodvalley	44,66	0,01	0 %	0,45
FruitDelta Rivierenland	255,54	7,14	3 %	400,52
Noord-Veluwe	42,00	2,51	6 %	180,72

Ruimtelijke plannen

Andere (mogelijke of toekomstige) autonome ontwikkelingen zijn niet opgenomen in de effectstudies in dit plan-MER. Hieronder vallen bijvoorbeeld in voorbereiding zijnde of recente vastgestelde ruimtelijke plannen voor nieuwe bebouwing, toekomstige verstedelijkingsopgaven en andere ruimtelijke arrangementen zijn.

Netinpassing

Om hernieuwbare energie te gebruiken is het nodig dat de windparken en zonneparken aangesloten kunnen worden op het elektriciteitsnetwerk. In grote delen van Gelderland lijkt dat niet of maar beperkt mogelijk te zijn, ondanks allerlei investeringen in de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk. Daardoor is de benodigde hernieuwbare energie op sommige plekken niet op te wekken en komen RES- en klimaatdoelen onder druk te staan. Daarnaast dreigt de capaciteit die wel beschikbaar is inefficiënt gebruikt te worden door een onevenwichtige wind/zon-verhouding. Daarbij is er een overschot aan zonne-energie en een tekort aan windenergie. In onderstaande paragraaf wordt deze wind/zon-verhouding en de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk nader toegelicht. Bijlage III, hoofdstuk 3 bevat een uitgebreidere toelichting en meer cijfers over de referentiesituatie voor netinpassing. In de analyses wordt ook rekening gehouden met scenario's rondom veranderende energiebehoefte als gevolg van bijvoorbeeld elektrisch vervoer of veranderende oplossingen voor de warmtevraag.

Wind/zon-verhouding

Onderstaande tabel toont de wind/zon-verhouding die in 2030 ontstaat wanneer uitgegaan wordt van alle autonome ontwikkelingen vanuit de RES-opgave, inclusief pijplijnprojecten en de autonome ontwikkeling zon op dak. Hieruit blijkt dat vrijwel alle regio's afstevenen op een wind/zon-verhouding waarin het aandeel zon veel groter is dan het aandeel wind. Op provinciaal niveau resulteert dit in een verhouding van 22 % wind versus 78 % zon. Dit staat haaks op de vuistregel dat voor het energiesysteem verhouding van 75-80 % wind en 20-25 % zon het meest optimaal is. Binnen NPRES werd daarom op enig moment een pragmatisch streefdoel van 60 % wind en 40 % zon gehanteerd. Ook daar staat de provincie ver vanaf. Alleen regio Rivierenland benadert deze verhouding in de referentiesituatie enigszins.

De scheve wind/zonverhouding zorgt voor grotere fluctuaties in de beschikbaarheid van hernieuwbare energie en een inefficiënte benutting van het elektriciteitsnetwerk (zie bijlage III, hoofdstuk 2). Dit leidt tot hogere maatschappelijke kosten en indirect tot meer milieu-impact (zie ook paragraaf 5.7) omdat er meer opslag, infrastructuur en/of overcapaciteit van zonne-energie nodig is om jaarrond te voorzien in een stabiele hoeveelheid hernieuwbare energie.

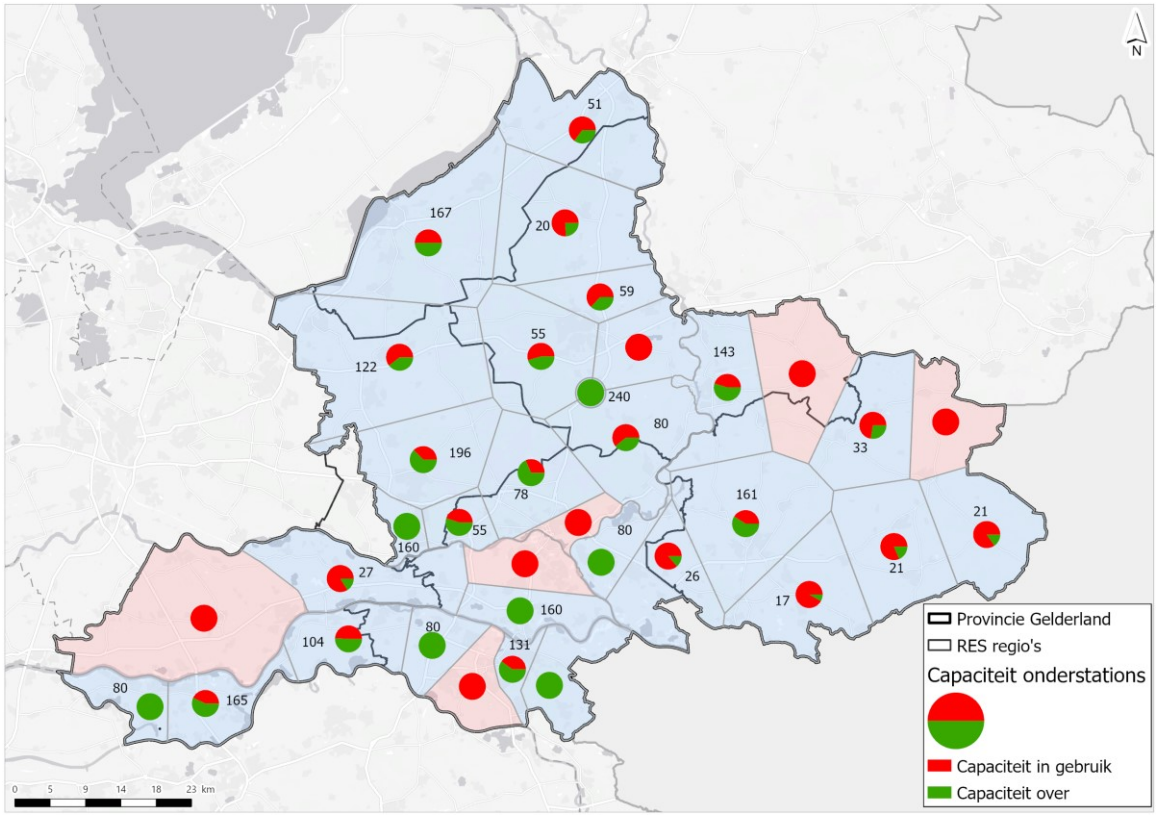
Tabel 3.3 Wind/zon-verhouding in de referentiesituatie 2030

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	45 - 55
Foodvalley	3 - 97
Noord-Veluwe	25 - 75
Stedendriehoek	5 - 95
Achterhoek	20 - 80
Arnhem-Nijmegen	26 - 74
Totaal	**22 - 78**

Netcapaciteit

Onderstaande afbeelding toont de capaciteit voor het aansluiten van wind en zon in Gelderland per zogeheten onderstation in 2030. Elk onderstation heeft een eigen bedieningsgebied dat indicatief op de kaart is weergegeven. De kaart laat zien dat enkele onderstations in 2030 ondanks investeringen in netuitbreidingen geen of beperkte capaciteit hebben. Dit geldt met name voor de Achterhoek, rondom Apeldoorn, in de regio Arnhem-Nijmegen en de westzijde van Rivierenland. In deze gebieden is het ontwikkelen wind in theorie weliswaar mogelijk, maar niet aannemelijk omdat de kosten van een langere kabel vaak leiden tot een ongunstige businesscase. Slimme technieken als cable pooling (waarbij een wind- of zonnepark een netaansluiting deelt met andere installaties) of curtailment (het tijdelijk beperken van de opwek van hernieuwbare energie bij een overschot) kunnen op projectniveau een oplossing bieden voor de capaciteitsproblemen op het elektriciteitsnetwerk. Het zijn echter geen oplossingen die op systeemniveau de capaciteitsproblemen verzachten. Daarvoor biedt een minder scheve wind/zonverhouding het meeste perspectief binnen de RES'en.

Afbeelding 3.16 Netcapaciteit in de bedieningsgebieden van Liander. De grootte van de bol geeft de totale stationscapaciteit aan. Het rode deel wordt gebruikt, het groene deel is beschikbare capaciteit. Het getal is de beschikbare capaciteit (dus het groene deel) in MW[1]



[1] Gebaseerd op de Appcentivetool, zie bijlage III.

4

ONDERZOEKSAANPAK

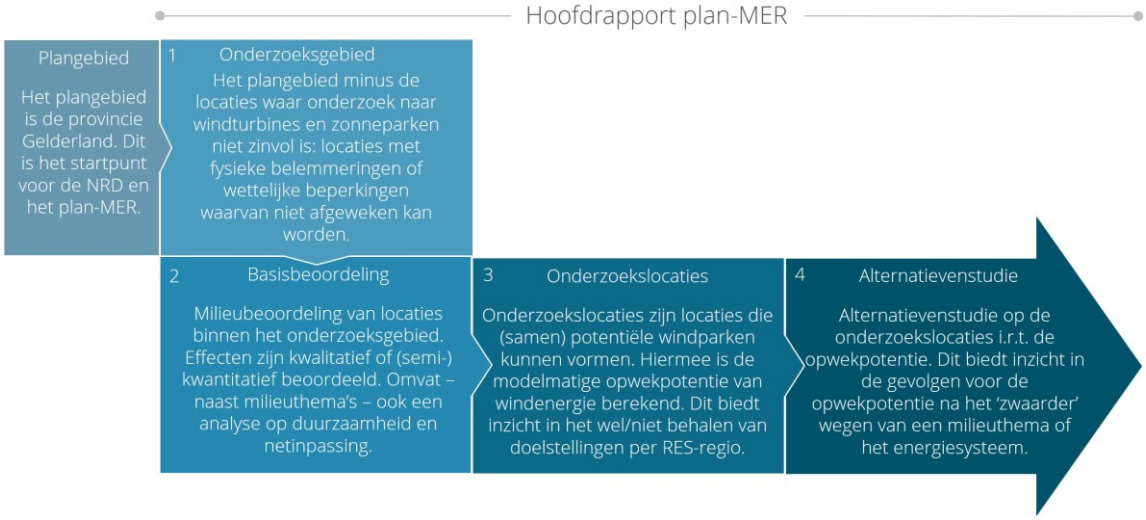
Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak van het onderzoek naar de effecten van wind- en zonne-energie. In paragraaf 4.1 wordt de **onderzoeksaanpak op hoofdlijnen** beschreven. Hierin staat hoe stap voor stap onderzoeksgebied is geselecteerd voor dit MER, alternatieven zijn ontwikkeld, beoordeeld en vergeleken. In paragraaf 4.2 worden diverse **uitgangspunten** en definities voor het onderzoek gegeven. De totstandkoming van het onderzoeksgebied wordt in paragraaf 4.3 in meer detail beschreven. Vervolgens licht paragraaf 4.4 aan hand van **ingreep-effectrelaties** toe welke effecten worden onderzocht en welke effecten niet. Dit leidt tot een **beoordelingskader** in paragraaf 4.5 waarin beschreven staat op welke thema's, aspecten en criteria worden onderzocht en volgens welke methode. Paragraaf 4.6 beschrijft tenslotte de **beoordelingswijze**. De beoordelingsmethode wordt per thema nader toegelicht in hoofdstuk 5.

Verhouding tussen windenergie en zonne-energie in dit plan-MER
De onderzoeksaanpak focust zich voornamelijk op het onderzoek naar windenergie. Dit omdat de effectonderzoeken voor windenergie een andere complexiteit behelzen dan de effectonderzoeken voor zonne-energie. Zo wordt het onderzoeksgebied voor windenergie belemmerd door factoren die samenhangen met afstanden, geluidniveaus en wetgeving op veel thema's. Het onderzoeksgebied voor zonne-energie wordt door minder factoren beperkt, omdat hiervoor minder regelgeving is. Hetzelfde principe gaat op voor de effectenstudies: de effecten van windenergie zijn complexer dan de effecten van zonne-energie, de effecten zijn locatie-overstijgend en raken in veel gevallen aan de kern van de bescherming van mens en natuur. Deze factoren maken dat de onderzoeksaanpak en de effectonderzoeken voor windenergie in dit plan-MER meer aandacht (in omvang, niet in weging) krijgen dan de effectonderzoeken voor zonne-energie.

4.1 Onderzoeksaanpak op hoofdlijnen

Het plan-MER bestaat op hoofdlijnen uit vier stappen en vormt de opmaat naar de rapportages per RES-regio. Afbeelding 4.1 toont een samenvatting van deze stappen.

Afbeelding 4.1 Onderzoeksaanpak plan-MER op hoofdlijnen



Onderstaande opsomming geeft een nadere toelichting op de vier stappen van het plan-MER:

1 **selectie van onderzoeksgebied:** dit plan-MER onderzoekt objectief het gehele grondgebied van provincie Gelderland[1]. Dit is het plangebied. Locaties waar op voorhand duidelijk is dat onderzoek op de betreffende plek niet zinvol is, worden hierbij uitgesloten. Het gaat hierbij om fysieke beperkingen (bijvoorbeeld infrastructuur of bebouwing) of wettelijke beperkingen (bijvoorbeeld zwaar beschermde natuur of minimale veiligheidsafstanden) waarvan niet afgeweken kan worden. Door gebieden met deze belemmeringen af te laten vallen blijft een onderzoeksgebied over voor het plan-MER (zie paragraaf 4.3 voor meer informatie);

2 **basisbeoordeling van de effecten in het gehele onderzoeksgebied:** de verschillende locaties en gebieden die behoren tot het onderzoeksgebied worden vervolgens beoordeeld op effecten aan de hand van de criteria en methoden uit het beoordelingskader (zie paragraaf 4.5). Dit leidt tot de zogeheten 'basisbeoordeling' die in hoofdstuk 5 van dit plan-MER is uitgewerkt. De basisbeoordeling is de objectieve milieubeoordeling voor wind- en zonne-energie binnen de onderzoeksgebieden in het plangebied;

3 **ontwikkeling van onderzoekslocaties voor windenergie:** na de basisbeoordeling vindt een verdieping plaats op windenergie. Op basis van 'rekenregels' (onderlinge afstand en type windparkinrichting) worden locaties in beeld gebracht die (samen) een potentieel windpark kunnen vormen. Hierdoor wordt een nadere selectie gemaakt in het onderzoeks*gebied* en blijven enkel onderzoeks*locaties* over die in theorie tot een windpark kunnen behoren (zie hoofdstuk 6.2). Dit resulteert in inzicht in de modelmatige opwekpotentie met windenergie op provinciaal en regionaal niveau. De onderzoekslocaties vormen tevens de basis voor een verdere verdieping van windenergie in rapportages per RES-regio;

4 **alternatievenstudie opwekpotentie onderzoekslocaties windenergie:** in voorliggend hoofdrapport is een alternatievenstudie uitgevoerd op de onderzoekslocaties voor windenergie. Het doel van deze alternatievenstudie is inzicht bieden in de impact van belangenafwegingen op de modelmatige opwekpotentie op provinciaal en regionaal niveau. De alternatievenstudie omvat vijf alternatieven - RES 1.0, natuur, gezonde en veilige leefomgeving, landschap en energiesysteem - met elk een eigen perspectief op het benutten of liever vermijden van gebieden. Daarbij worden strengere criteria voor selectie van gebieden gehanteerd. De alternatievenstudie (zie ook hoofdstuk 7 en 8) laat bijvoorbeeld voor het alternatief RES 1.0 zien wat de modelmatige opwekpotentie is bij benutting van enkel de onderzoekslocaties binnen de zoekgebieden uit de RES'en 1.0.

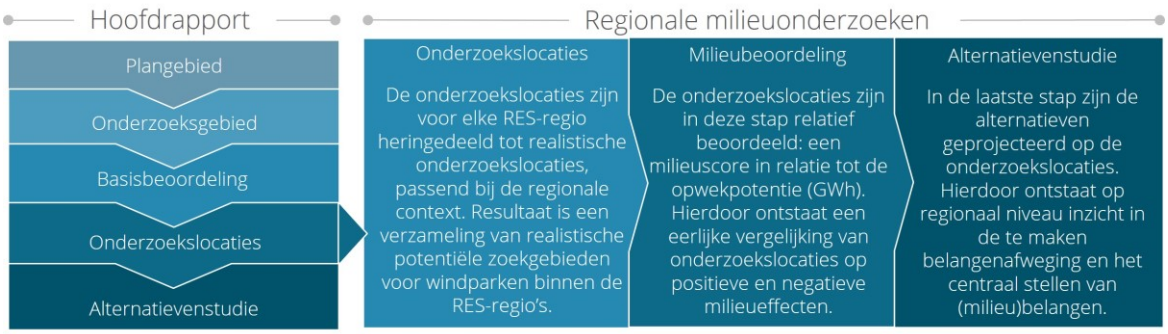
[1] Dit is nodig om geen (impliciete) belangenafweging te maken in dit onderzoek en te voldoen aan de eis om in een plan-MER redelijke alternatieven in beschouwing te nemen (Artikel 11.3 Omgevingsbesluit).

Andere alternatieven laten zien wat de resterende opwekpotentie is als de impact (gebaseerd op de basisbeoordeling) op natuur, gezonde en veilige leefomgeving of landschap wordt beperkt. Tenslotte biedt het alternatief energiesysteem inzicht in de opwekpotentie bij optimale benutting van het energiesysteem. De alternatieven geven hiermee inzicht in de te maken belangenafweging en eventuele concessies op andere (milieu)belangen als een bepaald (milieu)belang centraal wordt gesteld in de selectie van onderzoekslocaties (windenergie).

Verdiepende analyses op de onderzoekslocaties voor windenergie rapportages per RES-regio
In de regionale rapportages volgt per RES-regio een nadere verdieping op de onderzoekslocaties voor windenergie. Per RES-regio worden de milieueffecten uit de basisbeoordeling voor de onderzoekslocaties gekwantificeerd en bij daarvoor geschikte criteria ook verdisconteerd naar een milieuscore per GWh. Het kwantificeren en relatief beoordelen maakt het mogelijk om onderzoekslocaties van verschillende ligging, omvang en opwekpotentie met elkaar te vergelijken. Een 'goede' milieuscore per GWh geeft aan dat negatieve milieueffecten relatief gezien beperkt zijn en geeft tegelijkertijd aan dat er relatief gezien veel doelbereik optreedt (energieopwek, CO_2-reductie en andere daarvan afgeleide positieve milieueffecten).

Deze analyse wordt ook voor de verschillende alternatieven toegepast. Dit laat zien welke onderzoekslocaties voor windenergie per alternatief resteren (en welke niet) en wat hiervan op andere thema's de (relatieve) effecten zijn. Het plan-MER biedt hiermee zowel op provinciaal niveau als op regionaal niveau inzicht in milieueffecten en opwekpotentie. De RES-regio's wordt met de gespecificeerde relatieve beoordeling inzicht geboden in de belangenafweging richting een eventuele herijking van de RES'en. Afbeelding 4.2 presenteert een samenvatting van de relatie tussen het hoofdrapport plan-MER en de regionale rapportages.

Afbeelding 4.2 Relatie hoofdrapport plan-MER en Regionale rapportages



4.2 Uitgangspunten

4.2.1 Definities wind en zon

Het plan-MER richt zich, naast een globale analyse op warmte (zie bijlage IV), primair op wind en zon. Dit zijn de twee energietechnieken die onderdeel vormen van de RES-biedingen waarop het Windbeleid en RES betrekking hebben. Het plan-MER richt zich op de onderdelen 'wind op land' en 'zon op veld' uit de biedingen (zie paragraaf 2.4). Het gaat hierbij om 2 of meer windturbines of een zonnepark met een omvang van minimaal 1,5 ha. Een toelichting op deze ondergrens en de andere uitgangspunten van wind en zon wordt in het vervolg van deze paragraaf gegeven. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om specificaties als afmetingen en energieopbrengsten.

Wat wordt niet onderzocht?
Het onderdeel 'zon op dak' uit de biedingen wordt niet beschouwd omdat 'zon op dak' kleinschalige oplossingen zijn op gebouwniveau, tot zeer beperkte milieueffecten leidt, niet mer-beoordelingsplichtig is

en niet aansluit bij het doel van dit plan-MER om onderscheidende milieu-informatie te bieden voor de afwegingen tussen locaties en gebieden op regionaal en provinciaal niveau.

Daarnaast behoren nieuwe kabeltracés of andere netinfrastructuur die nodig kunnen zijn voor het aansluiten van wind en zon niet tot de scope van dit plan-MER. Op het abstractieniveau van dit plan-MER is het redelijkerwijs niet mogelijk hiervan een goede inschatting te maken.

Definities windenergie

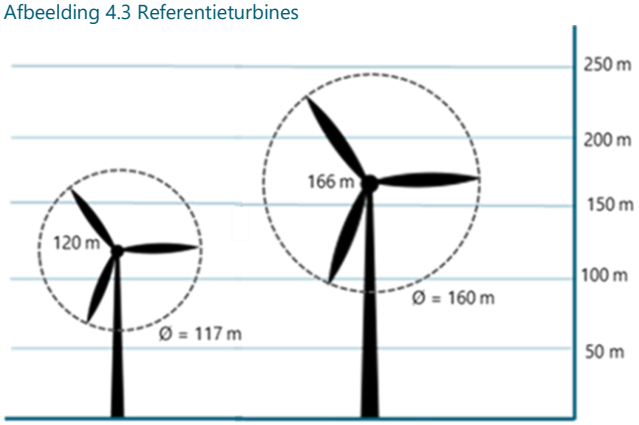
Windenergie wordt opgewekt met windturbines. Windturbines kennen verschillende afmetingen en een windturbine kan solitair, in een lijnopstelling of in een cluster gerealiseerd worden. Hieronder wordt een toelichting gegeven op de in het plan-MER gehanteerde referentieturbines en de definitie van een windpark.

Gehanteerde referentieturbines

Windturbines verschillen in ashoogte en rotordiameter, welke samen de omvang en (mede) het vermogen van de windturbine bepalen. De omvang van een windturbine is medebepalend voor de aard en omvang van milieueffecten. Daarom wordt dit in het plan-MER afgebakend en worden de milieuonderzoeken uitgevoerd met twee vooraf vastgestelde turbinetypen met bijbehorende afmetingen. Dit betreft (zie afbeelding 4.3):

1 windturbines (120 m) met een ashoogte van 120 m, een rotordiameter van 117 m, een tiphoogte van 178,5 m en een vermogen van circa 3,6 megawatt (MW). Deze windturbines markeren in het plan-MER de ondergrens van de bandbreedte aan mogelijke windturbines op land in 2030;
2 windturbines (166 m) met een ashoogte van 166 m, een rotordiameter van 160 m, een tiphoogte van 246 m en een vermogen van circa 7,0 MW. Deze windturbines markeren in het plan-MER de bovengrens van de bandbreedte aan mogelijke windturbines op land in 2030.

Afbeelding 4.3 Referentieturbines



De referentieturbines geven samen een realistische bandbreedte aan mogelijke windturbines weer. Anno 2023 is enerzijds een windturbine op land kleiner dan 120 m ashoogte en een turbinevermogen van minder dan circa 3,6 MW onder de huidige financiële aannames niet realistisch. Dit komt onder andere vanwege het vervallen van de SDE-subsidie. Anderzijds geeft een windturbine op land met een ashoogte hoger dan 166 m en een tiphoogte van meer dan 246 m richting 2030 een realistische bovengrens aan. Grotere windturbines (in omvang en vermogen) worden momenteel voornamelijk gerealiseerd op zee. Ook bieden deze referentieturbines een goed uitgangspunt voor het geluidsonderzoek in dit plan-MER, zie verder paragraaf 5.3.1. Het onderzoek richt zich niet op kleinere turbines (zogeheten boerderijmolens) van enkele tientallen meters hoogte die

De referentieturbines worden in het plan-MER gehanteerd om de bandbreedte van effecten op hoofdlijnen te bepalen, niet om (maximale) specificatie van turbines in concrete projecten voor te schrijven. De hoogte van de referentieturbines zijn bijvoorbeeld dus ook geen maximale hoogte. Bij de uitwerking van concrete projecten dienen effecten in meer detail onderzocht te worden aan de hand van concrete turbinetypen.

Definitie windpark

Windturbines kennen verschillende afmetingen en een windturbine kan solitair, in een lijn of in een cluster gerealiseerd worden. De aard en omvang van milieueffecten door solitaire windturbines kunnen verschillen van de milieueffecten door windturbines in een lijnopstelling of in clusters. Dit omdat milieueffecten (zoals geluid) versterkt kunnen worden door clustering van windturbines. Anderzijds kan clustering uiteindelijk ook zorgen voor vermindering van de totale hinder omdat er minder opstellingen zijn verspreid in een gebied. De scope van het effectonderzoek in het plan-MER betreft - in lijn met de bestaande Windvisie Gelderland enkel windturbines in lijnopstelling of in clusters. Voor het plan-MER wordt daarom de volgende definitie gehanteerd: een windpark bestaat uit minstens twee windturbines.

Solitaire windturbines maken -in lijn met het bestaande windbeleid- geen onderdeel uit van de scope van het plan-MER.

Energetische uitgangspunten

Voor beide referentieturbines wordt uitgegaan van 2.950 vollasturen. De term 'vollasturen' duidt op het aantal uur waarop de turbines op vol vermogen draait. Dit is een conservatief uitgangspunt op basis van Windkaart windsnelheid per gemeente[1]. Daarbij is voor Gelderland gekozen om geen uitsplitsing te maken per gemeente, maar te kiezen voor een generieke windsnelheid van ≥ 6,75 en < 7,0 m/s (wat gelijk staat aan 2950 vollasturen volgens het begrippenkader NPRES[2]). Een nauwkeuriger uitsplitsing per gemeente, of zelf per locaties is weliswaar mogelijk, maar is op het niveau van dit plan-MER niet onderscheidend.

De referentieturbine met 3,6 MW levert bij 2950 vollasturen een jaarlijkse energieopbrengst van 10.620 megawattuur (MWh). Voor de referentieturbine met 7 MW zijn de jaarlijkse opbrengsten 20.650 MWh. Dit is respectievelijk 10,62 en 20,65 GWh.

Definities zonne-energie

Zonneparken met een installatie groter dan 15 kilowattpiek (KWp) tellen mee voor de RES-doelstellingen. Dit zijn echter zeer kleine zonneparken met enkele tientallen panelen. Het plan-MER gaat daarom uit van zonneparken met een minimumoppervlakte van 1,5 ha en ongeveer 1 tot 1.9 MWp opgesteld vermogen. In onderstaande tabel worden deze bandbreedtes weergegeven.

Er wordt, tenzij anders vermeld, uitgegaan van zonneparken met een zuidoriëntatie, vanwege een groter ruimtebeslag voor dezelfde hoeveelheid energie-opwek in vergelijking met een oost-west oriëntatie.

Daarnaast speelt ook de mate van inpassing en functiecombinatie mee in de uiteindelijke waarden. Tegenwoordig wordt uitgegaan van multifunctionele zonneparken (zonnepark gecombineerd met andere functies) vanwege het uitgangspunt van koppelkansen en dubbel ruimtegebruik in de RES 1.0 en de aangescherpte voorkeursvolgorde zon[3].

Tabel 4.1 Kengetallen zonne-energie voor parken in verschillende opstellingen (bron: factsheet elektriciteit NPRES)

	1000 GWh komt overeen met:	Aantal GWh per hectare (bij 950 vollasturen)	Opgesteld vermogen (MWp) per hectare
Zuidopstelling	1400-1500 ha	0,67-0,71 GWh	0,7-0,75 MWp
Oost-westopstelling	850-1100 ha	0,91-1,18 GWh	0,96-1,24 MWp

[1] Zie: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022-04/Windkaart-windsnelheid-per-gemeente-SDE-plus-plus-2022.pdf.

[2] Zie: https://www.regionale-energiestrategie.nl/documenten/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=2202978.

[3] Kamerbrief over aangescherpte keuzes voorkeursvolgorde zon, d.d. 26 oktober 2023.

Zon op water geen onderdeel van dit plan-MER

De ontwikkeling van zonneparken op water maakt geen onderdeel uit van dit plan-MER. De milieueffecten van zon op water kunnen veelomvattend zijn. Deze effecten zijn systeemspecifiek en zijn afhankelijk van de configuratie van de panelen en bestaande fysisch chemische en ecologische toestand van het water. Project-specifiek onderzoek is noodzakelijk om de aard en omvang van deze effecten inzichtelijk te maken. Dit past niet bij het detailniveau van de effectstudies. Hierdoor kan geen uitspraak worden gedaan over de mate van geschiktheid van locaties voor zon op water. Wel is in generieke zin uitspraak te doen over een aantal mogelijk veelvoorkomende milieueffecten door zon op water. Vanuit de literatuur, de eerste praktijktoepassingen en verkennende modelstudies zijn de eerste effecten in beeld gebracht. Uit deze studies blijkt dat zonnepanelen op water:

1 door een vermindering van lichtinval een direct effect hebben op de primaire productie (onder andere algen- en blauwalgengroei) en de groei van waterplanten. Met name het effect op waterplanten kan ongewenste bijwerkingen hebben doordat de groeiomstandigheden ongunstig worden en de waterplanten (die het water schoon en helder houden) verdwijnen;
2 een dempende werking hebben op de watertemperatuur: kouder ‘s zomers en warmer ‘s winters;
3 invloed hebben op de waterdynamiek (stroming, golfwerking, e.d.). Onder de zonnepanelen kan ophoping van slib plaatsvinden waardoor tevens onder de panelen meer nutriënten beschikbaar komen;
4 tot vervuiling door milieuvreemde stoffen en/of metalen kunnen leiden als gevolg van constructie en onderhoud;
5 tot verandering van de zuurstofcyclus kunnen leiden. Er zijn casussen gerapporteerd waarbij onder de zonnepanelen het zuurstofgehalte daalde waardoor er periodes van zuurstofgebrek voor vissen kon optreden;
6 als drijvend eiland een aantrekkingskracht kunnen hebben op vis (onder de panelen) en vogels (op de panelen). Daarnaast kan het eiland ervoor zorgen dat vogels minder toegang hebben tot voedsel onder water.

Aanbevolen wordt:

- te kijken naar de functie van het water: economische functies (bagger of zandwinning) zijn kansrijker dan natuurwater of water met een maatschappelijke of recreatieve functie, waar mogelijke negatieve effecten minder consequenties hebben;
- een modelanalyse uit te voeren naar de mogelijke milieueffecten van zon op water. Dit is noodzakelijk bij een Passende Beoordeling in geval van realisatie binnen Natura 2000-gebied;
- een KRW-toets te doorlopen voor KRW-wateren;
- cumulatieve effecten van zon op water en andere drukfactoren in het projectgebied te beschouwen;
- een meetplan op te stellen om de effecten te monitoren en het ontwerp flexibel in te richten om aanpassingen door te voeren naar aanleiding van de monitoring.

4.2.2 Zichtjaar, plan- en studiegebied

Zichtjaar

Het zichtjaar voor de effectbeoordeling is 2030, gezien de ambitie van de provincie om 6520 GWh duurzame energie op te wekken in 2030.

Plangebied

Het plangebied is de provincie Gelderland: binnen de provinciegrenzen wordt gezocht naar een geschikte invulling voor de realisatie van wind- en zonne-energie en het winnen van warmte. Aangezien het plan-MER gebruikt wordt voor besluitvorming (windbeleid en borging RES) in de provincie Gelderland, worden de drie Utrechtse gemeenten die bij de RES Foodvalley horen (Veenendaal, Rhenen en Renswoude), niet meegenomen in het plangebied. In de MER-fase wordt met onder meer provincie Utrecht verkend of, hoe en waar milieu-informatie voor deze gemeenten in beeld gebracht kan worden.

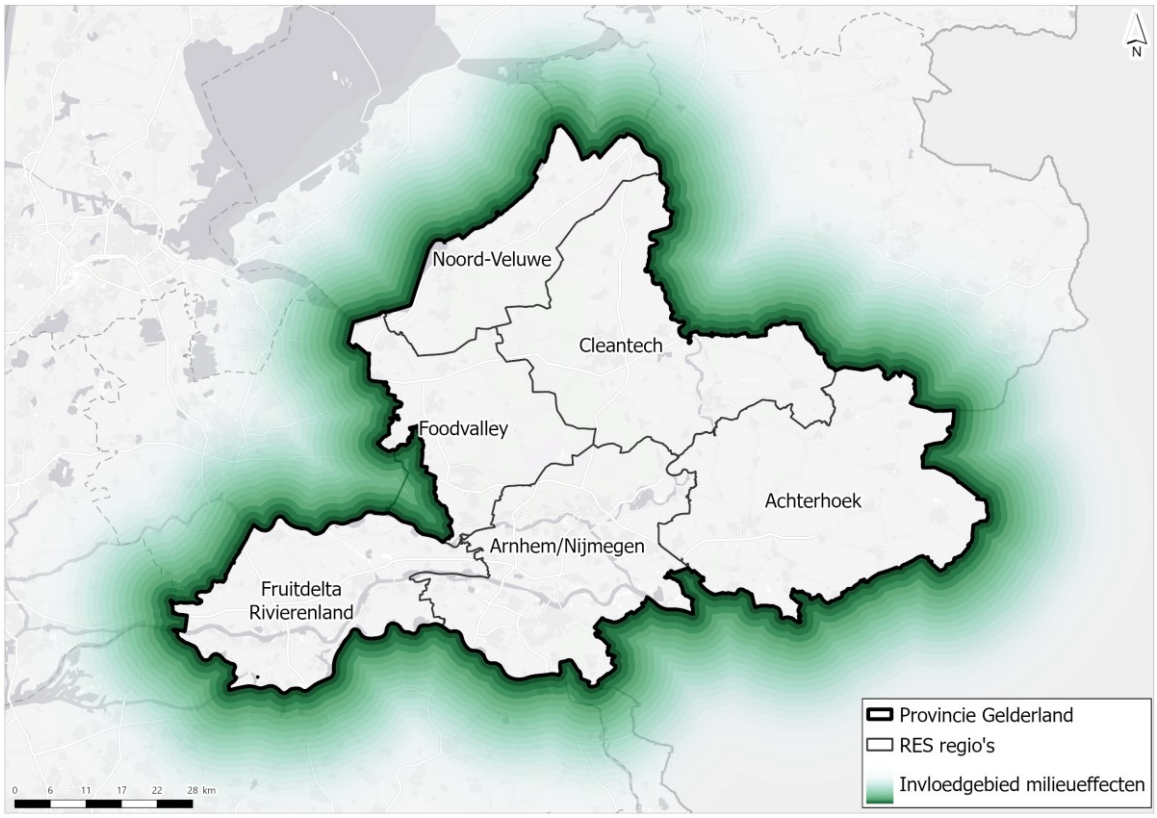
Studiegebied

Het studiegebied betreft het plangebied plus het zogenoemde invloedsgebied van milieueffecten. Voor de omgevingseffecten leefomgeving, natuur, landschap, netinpassing en water houdt de beoordeling van effecten niet op bij de grens van het plangebied, omdat zon- en windparken ook invloed kunnen hebben op

gebieden buiten de provinciegrens. Dit betreft het invloedsgebied van milieueffecten. Dit gebied buiten de provinciegrenzen wordt in afbeelding 4.2 indicatief aangegeven door de groene zone rondom de provinciegrenzen. Het exacte studiegebied verschilt per milieuaspect en is niet gelimiteerd tot een specifieke afstand. Het onderzoeksgebied voor het plan-MER bestaat daarom uit het plangebied én het invloedsgebied.

Daarnaast beschouwt het plan-MER de positieve milieueffecten van de ontwikkeling van wind- en zonne-energie en energie uit warmtebronnen. Effecten zoals vermeden emissies van onder andere broeikasgassen door het gebruik van duurzame energiebronnen in plaats van fossiele bronnen overstijgen de schaal van het studiegebied.

Afbeelding 4.4 Studiegebied: Zes Gelderse RES-regio's (zonder Veenendaal, Rhenen en Renswoude) en het invloedgebied van milieueffecten



4.2.3 Diepgang en detailniveau milieuonderzoeken

Reikwijdte effecten beoordelingskader

Mogelijke effecten op het milieu als gevolg van de realisatie van windturbines en zonneparken zijn te verdelen in effecten tijdens de aanleg, de exploitatie (gebruik, onderhoud, reparaties) en het verwijderen na afloop van de technische levensduur (sloop). Het op te stellen plan-MER staat in het teken van de beschrijving van deze effecten. In het plan-MER wordt tevens onderzocht voor welke milieuaspecten cumulatie kan optreden en, indien relevant, wordt de cumulatie in beeld gebracht. Dit geldt bijvoorbeeld voor geluid, waar cumulatie relevant is bij nabijgelegen windturbines of -parken, maar ook bij omgevingsgeluid door bijvoorbeeld een snelweg.

Tijdelijke effecten in dit plan-MER

Tijdelijke effecten die na de aanlegfase voorbij zijn (zoals een tijdelijke invloed op het landschap of op ruimtegebruik door aanlegwerkzaamheden), worden in dit plan-MER niet beschouwd tenzij ze een risico

kunnen vormen voor de uitvoerbaarheid. Tijdelijke effecten zijn over het algemeen niet bepalend voor de locatiekeuze of een keuze tussen de verschillende energietechnieken. Effecten die weliswaar optreden tijdens de aanlegfase, maar een langere doorwerking hebben (zoals aanleg in natuurgebied), zijn wel beschouwd in dit plan-MER. Overige tijdelijke effecten worden beschouwd in een project-MER voor concrete energieprojecten.

Maatgevende en niet-maatgevende criteria
Uitgangspunt voor dit plan-MER is dat de effectanalyses en -beoordelingen bijdragen aan de besluitvorming over:
- toe te passen opwektechnieken (wind of zon op veld);
- de locatiekeuze van opweklocaties.

Niet alle criteria die volgen uit de ingreep-effectrelaties sluiten aan bij dit uitgangspunt. Daarom maakt het beoordelingskader onderscheid tussen:
- criteria waarop de effecten worden beschreven en beoordeeld, omdat deze inzicht geven in onderscheidende effecten die bijdragen aan de locatiekeuze of keuze voor wind of zon. Dit zijn de **maatgevende criteria** die bijdragen aan de besluitvorming over locaties en techniek op regionaal niveau;
- criteria waarop de effecten enkel (kwalitatief) worden beschreven, omdat deze criteria voornamelijk inzicht geven in locatiespecifieke aandachtspunten die relevant zijn voor de nadere uitwerking van projecten. De criteria zijn in deze fase minder sterk van invloed op de keuze voor een bepaalde energietechniek of locatie. Dit zijn de **niet-maatgevende criteria**.

De maatgevende criteria worden in dit plan-MER beschreven en beoordeeld in hoofdstuk 5. De niet-maatgevende criteria worden enkel beschreven in paragraaf 5.9. De omvang van de effectanalyses voor de niet-maatgevende criteria is - in lijn met de bijdrage aan het doel van dit plan-MER - kleiner dan voor de maatgevende criteria.

4.3 Totstandkoming onderzoeksgebied

Dit plan-MER onderzoekt de milieueffecten binnen het onderzoeksgebied. Het onderzoeksgebied is de ruimte binnen het plangebied die overblijft na het uitsluiten van gebieden die op voorhand uitgesloten zijn voor de ontwikkeling van wind- en/of zonne-energie. Deze paragraaf beschrijft de totstandkoming van het onderzoeksgebied op hoofdlijnen. Bijlage V bevat de uitgebreide toelichting op de totstandkoming van het onderzoeksgebied.

4.3.1 Uitgangspunten

Om te komen tot het onderzoeksgebied zijn belemmeringen (gebieden die zijn uitgesloten) en gebieden met aandachtspunten (onderdeel van het onderzoeksgebied) in beeld gebracht. Het onderzoeksgebied is de ruimte binnen het plangebied die overblijft na het uitsluiten de belemmeringen. De uitgangspunten voor belemmeringen en gebieden met aandachtspunten worden hieronder toegelicht.

Binnen de provincie zijn gebieden uitgesloten waar de opwek van wind- en/of zonne-energie vanuit (milieu-) wetgeving niet is toegestaan. De wettelijke- en regelgevende kaders en beleidskaders geven een beeld van de (on)mogelijkheden voor de ontwikkeling van wind- en zonne-energie in het plangebied. Op basis van deze kaders is het volgende onderscheid te maken:
- **belemmeringen**: dit zijn fysieke beperkingen, of beperkingen vanuit wet- en regelgeving, die de ontwikkeling van wind- en/of zonne-energie en bijbehorende infrastructuur op een bepaalde locatie onmogelijk maken. Deze gebieden maken geen onderdeel uit van het onderzoeksgebied; en
- **gebieden met aandachtspunten**: aandachtspunten vanuit beleid en regelgeving die afwijkingen mogelijk maken. Hieruit volgen ‘nee-tenzij’ of ‘ja-mits’-voorwaarden. Deze worden integraal onderzocht in de milieuonderzoeken in het plan-MER.

Uitgangspunten belemmeringen windturbines en zonneparken

Het onderzoeksgebied voor wind- en zonne-energie binnen de provincie Gelderland wordt beperkt door belemmeringen, namelijk fysieke beperkingen en of beperkingen vanuit wet- en regelgeving. Onderstaand wordt hierop een nadere toelichting gegeven.

Fysieke beperkingen aan een zoekgebied

Fysieke beperkingen aan zoekgebieden voor wind- en zonne-energie en warmte zijn bijvoorbeeld gebouwen en infrastructuur (wegen, spoorwegen, buisleidingen of bestaande windturbines). Het is hier fysiek niet mogelijk om windturbines, zonnepanelen, warmtebronnen of energie-infrastructuur te realiseren.

Beperkingen vanuit wet- en regelgeving aan een zoekgebied

Wettelijke beperkingen aan zoekgebieden gelden onder andere voor:

- geluid: in het Activiteitenbesluit is vastgelegd hoeveel geluid een windturbine maximaal mag veroorzaken op de gevel van gevoelige bestemmingen zoals een woning of schoolgebouw. Het Activiteitenbesluit is buiten gebruik (zie kader) en het is mogelijk dat met het landelijke plan-MER een nieuwe norm geformuleerd wordt. Vooralsnog wordt uitgegaan van de norm uit het Activiteitenbesluit;
- veiligheid: in het Handboek Risicozonering Windturbines[1] is vastgelegd welke afstanden minimaal moeten worden aangehouden tot kwetsbare gebouwen zoals woningen, beperkt kwetsbare gebouwen zoals bedrijven en woningen in het buitengebied, Besluit risico's zware ongevallen (BZRO) en inrichtingen;
- infrastructuur: veiligheidsafstanden tot hoofdwaterwegen.

Uitspraak Raad van State Activiteitenbesluit

Op 30 juni 2021 heeft de Raad van State uitgesproken dat de algemene normen voor geluid, slagschaduw en veiligheid uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling formeel moeten worden onderzocht. Op grond van het Europees recht moeten deze in Nederland gehanteerde normen met een milieubeoordeling opnieuw worden bepaald dan wel herzien. Tot afronding van deze milieubeoordeling, mogen in Nederland geen besluiten worden genomen over windturbineparken waarbij de geluids-, slagschaduw- en veiligheidsonderzoeken zonder verdere onderbouwing zijn gebaseerd op de normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling.

Op 16 mei 2022 heeft de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat de Tweede Kamer geïnformeerd over de wijzigings-AmvB met tijdelijke overbruggingsregeling bestaande windturbineparken: In de AmvB is een tijdelijke overbruggingsregeling opgenomen met algemene milieuregels voor reeds bestaande, vergunde windturbineparken. De overbruggingsregeling is bedoeld voor de periode totdat nieuwe algemene milieuregels voor windturbines zijn vastgesteld op basis van een zorgvuldig proces waar het plan-MER Windturbinebepalingen Leefomgeving deel van uitmaakt. De overbruggingsregeling geldt alleen voor windturbineparken waarvoor op 30 juni 2021 al definitieve toestemmingen in het ruimtelijke spoor en het milieuspoor waren verleend. Tot 1 juli 2025 kan het bevoegd gezag nieuwe windparken mogelijk maken door het stellen van lokale normen in het omgevingsplan. 1 juli 2025 is de beoogde inwerkintreding van de nieuwe windturbinebepalingen.

Tijdens het schrijven van dit plan-MER is geen definitieve duidelijkheid over de nieuwe normen voor geluid, slagschaduw, veiligheid en eventueel andere aspecten als een mogelijke afstandsnorm. Daarom is gekozen om met name voor geluid (waarbij de wijzigingen naar verwachting het meest ingrijpend kunnen zijn) inzicht te geven in effecten bij verschillende geluidniveaus. Daarmee is er geen afhankelijkheid van specifieke normen en zijn de resultaten van het plan-MER toekomstvaster. Concreet worden effecten in beeld gebracht bij een geluidbelasting tussen 40-47 dB L_{den} en het daaruit volgende percentage (ernstige) gehinderden. Daarmee houdt de analyse rekening met zowel de voormalige norm (47 dB L_{den}) en de *voorwaardelijke* advieswaarde van de WHO (45 dB L_{den}). Daarnaast geeft de analyse inzicht in de effecten bij het hanteren van de ontwerpnormen die zijn voorgesteld in het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving[2]: De daarin

[1] Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020), versie 1.1, 20 mei 2020.

[2] Te raadplegen via: https://www.platformparticipatie.nl/windturbinesleefomgeving/ontwerpbesluit-windturbines-leefomgeving/documenten-ontwerpbesluit-windturbinesleefomgeving/default.aspx#folder=2566926

voorgestelde standaardwaarde van 45 dB L_{den} en maatwerk tot 47 dB L_{den} in combinatie met een afstandsmaat van 2x de tiphoogte van een windturbine. Voor meer informatie over geluid, zie hoofdstuk 5.3.

Uitgangspunten gebieden met aandachtspunten windturbines en zonneparken

Naast de wettelijke belemmeringen vanuit hinder en veiligheid, volgen aandachtspunten vanuit beleid. Onder deze aandachtspunten vallen richtafstanden die voortkomen uit beleid en regelgeving die afwijkingen mogelijk maken. Een voorbeeld van een aandachtspunt is de veiligheidscontour rond snelwegen. De veiligheidscontour is opgenomen in de Handreiking Risicozonering Windturbines, maar in de praktijk zijn er mogelijkheden om hiervan af te wijken. De milieuonderzoeken in dit plan-MER gaan uitwijzen of de aandachtspunten belemmeringen zijn, of dat de ontwikkeling van wind- en zonne-energie (onder voorwaarden) mogelijk is. De gebieden met aandachtspunten behoren daarmee tot het onderzoeksgebied dat wordt onderzocht in dit plan-MER. Bijlage V laat een overzicht zien van gebieden met aandachtspunten die op voorhand in beeld zijn gebracht.

4.3.2 Overzicht belemmeringen windturbines

Tabel 4.2 presenteert de belemmeringen voor windturbines, met daarbij de gehanteerde afstanden voor de verschillende aspecten met de bijbehorende status.

Tabel 4.2 Belemmeringen wind (nee)

Nummer	Aspect	Afstand	Status
1	kwetsbare objecten	PR10-6	Besluit Kwaliteit Leefomgeving artikel 5.10 lid 1
2	beperkt kwetsbare objecten (PR10-5)	½ rotordiameter	Besluit Kwaliteit Leefomgeving artikel 5.11 lid 2
3	rijkswegen en provinciale wegen	object + 15 m	fysieke belemmering voor fundering[1]
4	hoofdwaterwegen	½ rotordiameter	Artikel 4, lid 1 van het Besluit voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken
5	spoorwegen	object + 15 m	fysieke belemmering voor fundering
6	bovengrondse hoogspanningslijn	½ rotordiameter	fysieke belemmering voor windturbinebladen
7	ondergrondse hoogspanningslijn	object + 15 m	fysieke belemmering voor fundering
8	buisleidingen	object + 15 m	fysieke belemmering voor fundering
9	Rijksmonumenten	begrenzing object op kaart	Artikel 4.4 en 5.1 van de Erfgoedwet
10	geluidsgevoelige objecten	geluidscontour op basis van 47 dB Lden met mitigerende maatregelen[2]	Artikel 3.14 a, lid 1 van het voormalige Activiteitenbesluit
11	weidevogelgebieden	begrenzing op kaart	Artikel 2.51a, en artikel 1a.2 van de Omgevingsverordening Gelderland
12	Wespendief	Veluwe + 1 km	Zorgplicht vanuit Natura 2000, besluit Gedeputeerde Staten provincie Gelderland

[1] Geen afstandseis vastgesteld, maar realisatie op een object (infrastructuur) is niet mogelijk. Daarom is hier een afstand van 15 m aangehouden, wat grofweg overeenkomt met de benodigde fundering van een windturbine.

[2] In paragraaf 4.3.1 staat beschreven hoe in het plan-MER omgegaan wordt met de uitspraak van Raad van State ten aanzien van het voormalig Activiteitenbesluit.

Nummer	Aspect	Afstand	Status
13	laagvliegroute militaire jachtvliegtuigen	begrenzing route op kaart	Artikel 2.2a van de Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtperiode voor militaire vliegtuigen en helikopters
14	antennepark	begrenzing op kaart (Eibergen)	Artikel 2.1 en bijlage 6.2 van de voormalige Rarro
15	restrictiegebieden luchtvaart	begrenzing op kaart (Teuge en Deelen)	Artikel 3.1.1 en 3.2.1 en bijlagen 1 en 2 van het Luchthavenbesluit Deelen Artikel 4.1 en 4.2 en bijlage 2 van het Luchthavenbesluit Teuge

Ad 12. Uitgangspunt Wespendief

Uit eerdere effectenonderzoeken voor windparken nabij Natura 2000-gebied de Veluwe, bleek de Wespendief de meest beperkende soort (belangrijkste aandachtsoort) voor het plaatsen van windturbines nabij dit natuurgebied[1]. Omdat het met de Veluwe niet goed gaat door onder andere stikstofdruk en droogte, gaat het met de wespendief minder goed en moet zij ver buiten de Veluwe naar voedsel zoeken. Hierdoor ontstaat het risico op aanvaringen met windturbines. Het uitgangspunt bij het plaatsen van windturbines is dat de populatie wespendieven op de Veluwe niet achteruit mag gaan als gevolg van aanvaringen met windturbines. Volgens de Natura 2000-doelstellingen zouden er minimaal 100 broedparen aanwezig moeten zijn om de populatie Wespendieven in stand te houden. Dat zijn er nu naar schatting 86.

Deze achteruitgang is met een modelstudie nader onderzocht. Uit deze studie blijkt dat het mortaliteitsrisico in de zone van 1 tot 8 km rondom de Veluwe voor wespendieven met 80 % afneemt bij stilstand in juli en augustus. Op en direct rondom de Veluwe (+1 km) zijn sterk negatieve effecten op Natura 2000-gebied te verwachten. Om hier een initiatief toe te staan moet de ADC-toets doorlopen worden. Op provinciale schaal zijn voldoende alternatieven mogelijk, dit blijkt ook uit het voorliggende onderzoek. In combinatie met de te verwachtten effecten op de wespendief kiest provincie Gelderland ervoor om windenergie op en rond de Veluwe te beperken. Deze regels zijn samengevat in het ontwerpbesluit[2]:

- windturbines in het Natura 2000 gebied de Veluwe en in de 1 km daaromheen worden uitgesloten. Dit plan-MER sluit hierbij aan door de 'Veluwe + 1 km' te beschouwen als belemmering voor windturbines;
- windturbines in de zone van 1-8 km rondom de Veluwe wordt beperkt en alleen onder voorwaarden mogelijk is. De belangrijkste voorwaarden zijn:
  - stilstand tijdens daglicht in de maanden juli en augustus;
  - de mortaliteit van wespendieven mag niet boven de 1 % uitkomen;
  - bovenprovinciale afweging over de invulling van de mortaliteitsruimte die beschikbaar is. Per aanvraag wordt hier door de Gedeputeerde Staten over besloten.

Het milieuonderzoek en ontwerpbesluit hebben in februari en maart 2024 ter inzage gelegen. Het voorgelegen milieuonderzoek sluit aan bij het ontwerpbesluit en gaat uit van Veluwe + 1km als harde belemmering voor windenergie. Buiten deze regio blijft windenergie onder voorwaarden mogelijk. Dit gebied maakt daarom onderdeel uit van het onderzoeksgebied.

Toelichting omgang met ontbrekende geluidsnormen en molenaarswoningen in dit plan-MER

Dit plan-MER heeft als doel zoveel mogelijk gebieden en locaties te onderzoeken op milieueffecten, behalve als op voorhand duidelijk is dat dit onderzoek niet zinvol is vanwege fysieke of wettelijke belemmeringen (zie paragraaf 4.1). De geluidbelasting van windturbines op woningen is één van de belangrijkste factoren in de omvang en ligging van het onderzoeksgebied, Door het tijdelijk ontbreken van wettelijke normen (zie kader uitspraak Activiteitenbesluit) en maatwerkoplossingen als 'molenaarswoningen' op projectniveau, is een objectieve afbakening van het onderzoeksgebied ten aanzien van geluid lastig. Daarom is in het plan-

[1] Onderzoek Altenburg & Wymenga: https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/rapportage_windenergie_op_en_rond_veluwe_ps2021-104.pdf.

[2] Zie hiervoor de informatiepagina van provincie Gelderland: www.gelderland.nl/planmerwindveluwe

MER als uitgangspunt voor het onderzoek gekozen om een onderscheid te maken tussen **'reguliere' woningen** en **'verspreid liggende' woningen**. Reguliere woningen zijn alle woningen in de bebouwde kom of woningen die dichtbij andere woningen liggen. Verspreid liggende woningen zijn woningen die relatief geïsoleerd liggen in het buitengebied op geruime afstand van andere woningen en daarmee in aanmerking zouden kunnen komen als molenaarswoning. Dit onderscheid wordt hieronder nader toegelicht.

Voor **reguliere woningen**, alle woningen die niet als 'verspreid liggende' woning worden aangemerkt, geldt dat een zone van 210 m rondom deze woningen is uitgesloten van het onderzoeksgebied. Binnen deze afstand levert zelfs een zeer stille windturbine inclusief geluidreducerende modus een dusdanige geluidbelasting dat deze op voorhand niet haalbaar lijkt. Deze minimale afstand is gebaseerd op het geluidniveau van 47 dB L_{den}, de voormalige norm. Hoewel norm niet langer geldt is het wel een herkenbaar ijkpunt voor onderzoek. Door deze afbakening van het onderzoeksgebied tot een minimale afstand zijn in het plan-MER ook effecten bij eventueel strengere normstelling goed in beeld te brengen. Ter vergelijking, de referentieturbines die in het onderzoek gebruikt worden, hebben bij 47 dB L_{den} een geluidcontour die 255-265 m ver reikt. Dit toont aan dat de gehanteerd 210 m een realistische ondergrens vormt voor afbakening van het onderzoeksgebied.

Geluidcontouren rondom **verspreid liggende woningen** in het buitengebied kunnen in de praktijk minder belemmerend zijn. Zo kunnen woningen onderdeel gemaakt worden van de inrichting (zogenaamde molenaarswoningen) of kunnen bewoners mede-initiatiefnemers worden van het windpark. In beide gevallen kan een windturbine dichtbij een woning komen te staan dan de geluidcontouren (gebaseerd op normen uit wetgeving) in theorie voorschrijven. Om deze speelruimte niet op voorhand uit te sluiten, houdt dit plan-MER theoretisch rekening met mogelijke molenaarswoningen. Dit betekent nadrukkelijk niet dat woningen worden aangewezen als molenaarswoningen. Wel betekent dit dat het plan-MER de mogelijke ruimte rondom verspreid liggende woningen onderzoekt op milieueffecten. Hiermee wordt de ruimte rondom verspreid liggende woningen in het buitengebied niet op voorhand uitgesloten, maar onderzocht op milieueffecten (waaronder geluid) in dit plan-MER.

- woningen die niet binnen 210 m tot een andere woning liggen, zijn aangemerkt als verspreid liggende woning;
- de verspreid liggende woningen bieden mogelijk ruimte voor maatwerk in concrete projecten waardoor een windturbine in theorie binnen 210 m tot deze woningen gerealiseerd kunnen worden. Dit plan-MER wijst bewust geen potentiële molenaarswoningen aan, maar brengt wel het maximale onderzoeksgebied in beeld;
- rondom deze verspreid liggende woningen is een veiligheidscontour van 58,5 m geprojecteerd. Dit is de contour die volgt vanuit externe veiligheid. Deze contour is gebaseerd op een halve rotordiameter van de kleinste referentieturbine in dit plan-MER (ashoogte 120 m)[1]. Dit is de theoretisch absolute minimale afstand tussen de windturbine en een verspreid liggende woning;
- de afstand tussen de theoretisch minimale geluidscontour (210 m) en de theoretisch minimale veiligheidscontour (58,5 m) wordt onderzocht in het plan-MER. Dit gebied maakt daarmee onderdeel uit van het onderzoeksgebied, waarbinnen milieueffecten zoals geluid en veiligheid worden onderzocht.

4.3.3 Overzicht belemmeringen zonneparken

Tabel 4.3 presenteert de belemmeringen voor zonneparken, met daarbij de gehanteerde afstanden voor de verschillende aspecten met de bijbehorende status.

[1] Door uit te gaan van de kleine referentieturbine, wordt het maximale onderzoeksgebied in beeld gebracht. De veiligheidscontour van de grote referentieturbine (ashoogte 166 m) is groter (een halve rotordiameter, dus 80 m). De milieuonderzoeken op het thema externe veiligheid brengen voor de turbine met een ashoogte van 166 m de minimale veiligheidscontour in beeld. De afstand tussen de 58,5 m en de 80 m maakt hiermee onderdeel uit van de milieubeoordeling.

Tabel 4.3 Belemmeringen zon (nee)

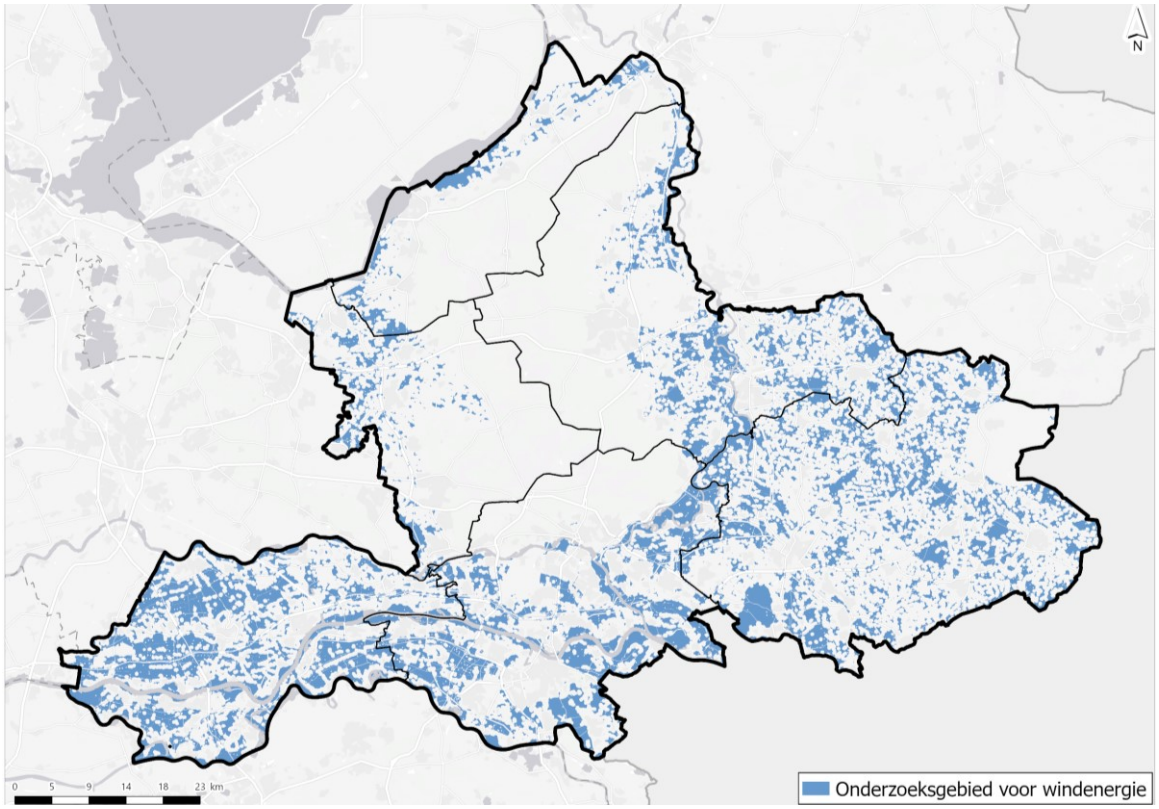
Nr.	Aspect	Afstand	Status
1	panden (woningen en overige bebouwing)	begrenzing op kaart	fysieke belemmering
2	hoogspanning	begrenzing op kaart	fysieke belemmering
3	rijkswegen	begrenzing op kaart	fysieke belemmering
4	provinciale wegen	begrenzing op kaart	fysieke belemmering
5	rijksmonumenten	begrenzing op kaart	Artikel 4.4 en 5.1 van de Erfgoedwet
6	spoorlijn	object + 5 m	fysieke belemmering
7	buisleidingen	5 m	fysieke belemmering
8	hoofdvaarwegen	begrenzing op kaart	fysieke belemmering
9	weidevogelgebied	begrenzing op kaart	Artikel 5.29 van de Omgevingsverordening Gelderland

4.3.4 Onderzoeksgebied windenergie

Afbeelding 4.5 laat het onderzoeksgebied zien voor beide referentieturbines, zie paragraaf 4.3. De belemmeringen (zie tabel 4.1) vormen hiervoor de input. De kaart met het onderzoeksgebied betreft een inversie (omkering) van de belemmeringenkaart. Hierin zijn alleen ‘harde’ wettelijke of fysieke belemmeringen uitgesloten omdat op voorhand duidelijk is dat onderzoek naar deze gebieden niet zinvol is. Alle overige gebieden worden nader onderzocht milieueffecten. Dat wil niet zeggen dat deze gebieden ook daadwerkelijk haalbaar zijn of de voorkeur verdienen. Dat is een bestuurlijke afweging waarbij naast de resultaten van het plan-MER ook overwegingen als draagvlak, technische haalbaarheid of kosten een rol spelen.

Voor beide referentieturbines wordt hetzelfde onderzoeksgebied gehanteerd, gebaseerd op de 120 m referentieturbine. Dit omdat het onderzoeksgebied bij beide typen turbines slechts enkele meters van elkaar verschilt, wat niet zichtbaar is op het schaalniveau van dit plan-MER. Deze verschillen zitten in enkele meters meer of minder afstand tot infrastructuur of woningen. De 120 m referentieturbine bevat het grootste onderzoeksgebied en brengt daarmee de milieueffecten het meest compleet in beeld. Hoewel het onderzoeksgebied gelijk is, worden de effecten wel voor beide typen referentieturbines in beeld gebracht in hoofdstuk 5.

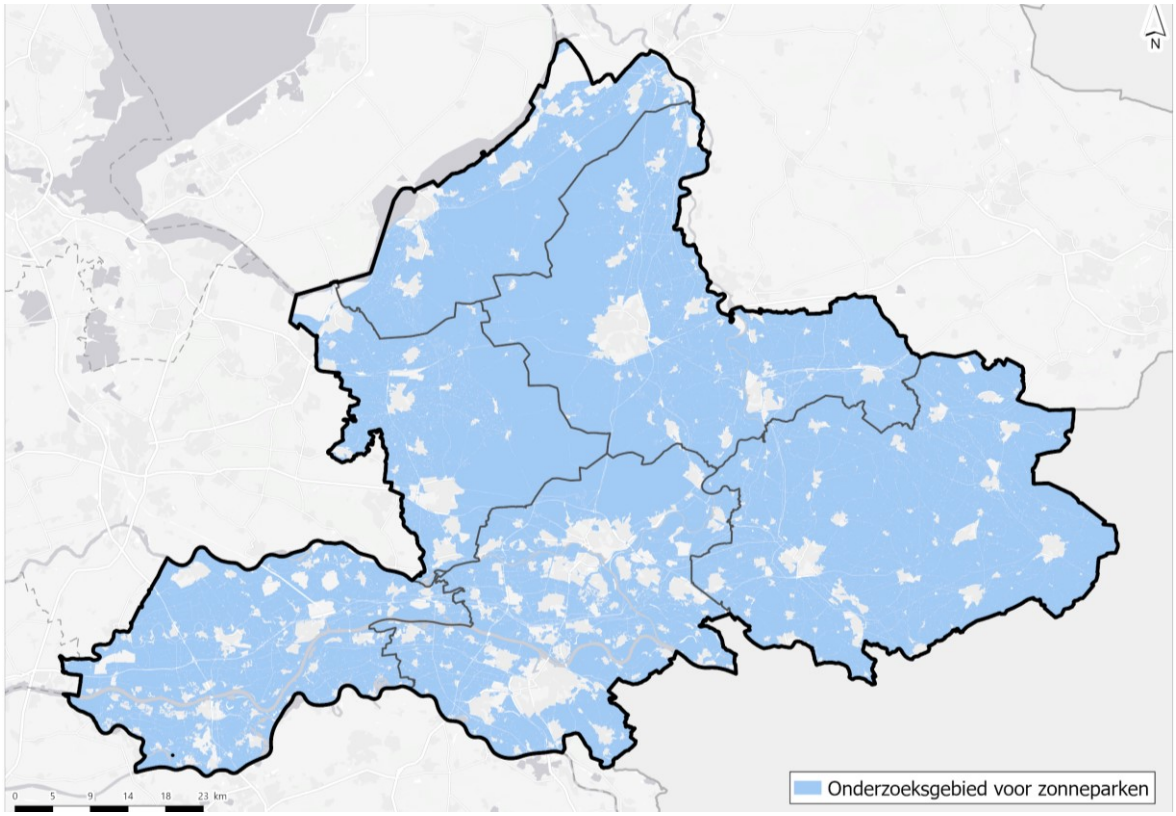
Afbeelding 4.5 Onderzoeksgebied voor windturbines



4.3.5 Onderzoeksgebied zonneparken

Afbeelding 4.6 laat de kaart met het onderzoeksgebied zien voor zonneparken. De belemmeringen (zie tabel 4.2) vormen hiervoor de input. De kaart met het onderzoeksgebied betreft een inversie (omkering) van de belemmeringenkaart. Hierin zijn alleen 'harde' wettelijke of fysieke belemmeringen uitgesloten omdat op voorhand duidelijk is dat onderzoek naar deze gebieden niet zinvol is. Alle overige gebieden worden nader onderzocht milieueffecten. Dat wil niet zeggen dat deze gebieden ook daadwerkelijk haalbaar zijn of de voorkeur verdienen. Dat is een bestuurlijke afweging waarbij naast de resultaten van het plan-MER ook overwegingen als draagvlak, technische haalbaarheid of kosten een rol spelen. De aangescherpte voorkeursvolgorde zon (zie paragraaf 2.2) is hierin niet betrokken, omdat deze ten tijde van het uitvoeren van het onderzoek nog niet was vastgesteld.

Afbeelding 4.6 Onderzoeksgebied voor zonneparken



4.4 Ingreep-effectrelaties

Effecten op het milieu en de omgeving als gevolg van de ontwikkeling van windturbines en zonneparken zijn te verdelen in effecten tijdens de aanlegfase, de gebruiksfase (gebruik, onderhoud, reparaties) en de sloopfase. De tijdelijke effecten worden in het plan-MER niet onderzocht.

De realisatie van wind op land en zon op veld heeft effecten op verschillende milieuaspecten. Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door de realisatie van wind op land of zon op veld. Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van een windturbine (ingreep), waarbij het in te zetten materieel geluid produceert (gevolg), waardoor diersoorten mogelijk verstoord worden (effect). Uit deze ingreep-effectrelaties volgen de relevante beoordelingscriteria die worden onderzocht in dit plan-MER. Onderstaande tabel 4.4 laat de ingreep-effectrelaties voor windenergie en zonne-energie zien.

Tabel 4.4 Ingreep-effectrelaties wind- en zonne-energie

Techniek	Aspect	Effect	Criterium
windenergie (plaatsen, gebruik en ontmantelen van de turbine)	natuur	verstoring of vernietiging beschermde gebieden en soorten	- effecten op habitattypen en soorten Natura 2000-gebieden - effecten op beschermde soorten Wnb - effecten op overige natuurgebieden - effecten (positief of negatief) op biodiversiteit
	landschap	aantasting van landschappelijke waarden en structuren	- invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken - invloed op landschapstype en landschapsstructuur

Techniek	Aspect	Effect	Criterium
	cultuurhistorie	aantasting van cultuurhistorische waarden	- invloed op cultuurhistorische waarden (historische geografie en historische bouwkunde)
	archeologie	verstoring of vernietiging van archeologische waarden	- invloed op bekende archeologische waarden - invloed op verwachte archeologische waarden
	geluid	geluidhinder op geluidsgevoelige objecten	- geluidbelasting op geluidgevoelige objecten - cumulatieve geluidbelasting op geluidgevoelige objecten
	slagschaduw	slagschaduw op kwetsbare objecten	- invloed op kwetsbare objecten
	lichthinder	lichthinder op omwonenden	- invloed op omwonenden door lichthinder turbineverlichting
	veiligheid	risico op een ongeval door omvallen of bladbreuk van een windturbine	- invloed op (beperkt) kwetsbare objecten - invloed op andere risicobronnen
		risico op aanvaring met vliegverkeer	- invloed op luchtvaartveiligheid
		risico op aanvaring/verstoring activiteiten defensie	- invloed op defensie
	grondwater	kans op doorboring scheidende kleilagen met fundering windturbines en risico op omhoog trekken van zout grondwater door bemaling	- invloed op drinkwaterwinning - risico op verzilting
	bodem	risico op verspreiding bodemverontreiniging en risico op zettingen	- invloed op bodemkwaliteit - risico op zettingen
	doelbereik: energie-opbrengst *	vermeden emissies door afname gebruik fossiele brandstoffen	- vermeden emissies (milieuwinst) en daaruit voortvloeiende generieke positieve effecten (bijv. biodiversiteit)
zonne-energie (plaatsen, gebruik en ontmantelen van zon-PV-panelen)	natuur	verstoring, vernietiging of versterking beschermde gebieden en soorten	- effecten op habitattypen en soorten Natura 2000-gebieden - effecten op beschermde soorten Wnb - effecten op overige natuurgebieden - effecten (positief of negatief) op biodiversiteit
	landschap**	aantasting van landschappelijke waarden en structuren	- invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken - invloed op landschapstype en -structuur
	cultuurhistorie	aantasting van cultuurhistorische waarden	- invloed op cultuurhistorische waarden (historische geografie en historische bouwkunde)
	archeologie	verstoring of vernietiging van archeologische waarden	- invloed op bekende archeologische waarden - invloed op verwachte archeologische waarden
	ruimtegebruik	oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties	- invloed op ruimtegebruik
	grondwater	kans op doorboring scheidende kleilagen met	- invloed op drinkwaterwinning - risico op verzilting

Techniek	Aspect	Effect	Criterium
		fundering en risico op omhoog trekken van zout grondwater door bemaling	
	bodem	risico op verspreiding bodemverontreiniging en risico op zettingen	- invloed op bodemkwaliteit - risico op zettingen
	doelbereik: energie-opbrengst *	vermeden emissies door afname gebruik fossiele brandstoffen (elders)	- vermeden emissies (milieuwinst) en daaruit voortvloeiende generieke positieve effecten (bijv. biodiversiteit)

* Voor vermeden emissies wordt enkel de reductie van CO_2-emissies beschouwd, omdat dit rechtstreeks samenvalt met de klimaatdoelstelling en plaatsonafhankelijk is. Overige vermeden emissies (met onder andere effect op de luchtkwaliteit) en biodiversiteit (met onder andere stikstofdepositie) worden hierbij niet beschouwd. Dit omdat deze effecten afhankelijk zijn van de locatie van de bron (bijv. een energiecentrale) en de locatie waar effecten optreden (bijv. een natuurgebied) en niet onderscheidend zijn tussen de alternatieven. Waar mogelijk wordt deze ingreep-effectrelatie wel aangehaald in de betreffende effectstudies. Bijvoorbeeld de algemene verbetering luchtkwaliteit in paragraaf 5.3.

** bij de inrichting van zonneparken kunnen positieve effecten op het landschap of natuur optreden. Deze zijn echter afhankelijk van de inpassing van de zonneparken. Het plan-MER ziet hier vanwege het detailniveau niet op. Daarom zijn deze effecten en 'mitigerende maatregelen' niet op voorhand te beschrijven en beoordelen, wat maakt dat ze geen onderdeel zijn van dit plan-MER.

4.5 Beoordelingskader energietechnieken

Deze paragraaf presenteert het beoordelingskader voor de energietechnieken wind- en zonne-energie. De ingreep-effectrelaties (paragraaf 4.4) vormen de basis voor de totstandkoming van het beoordelingskader.

Tabel 4.5 toont het beoordelingskader voor wind- en zonne-energie. Dit beoordelingskader vormt de basis voor de milieueffectstudies in het plan-MER. Het beoordelingskader is gebaseerd op de uitgangspunten (paragraaf 4.2) en ingreep-effectrelaties (4.4). Aanvullend hierop geldt dat bij de totstandkoming van het onderzoeksgebied een aantal gebieden bij voorbaat is uitgesloten (de zogenaamde belemmeringen). Deze onderdelen komen daarom niet terug in het beoordelingskader. Dit omvat onder andere:

- overlap met bebouwing;
- overlap met infrastructuur (weg, spoorweg, vaarweg);
- overlap met (bekende) bestaande kabels en leidingen.

Sommige criteria zijn enkel van toepassing op of windenergie ofwel zonne-energie. Dit is tussen haakjes aangegeven bij het aspect of het criterium. De criteria uit het beoordelingskader worden per thema en aspect onderzocht in de effectonderzoeken in de basisbeoordeling.

Tabel 4.5 Beoordelingskader wind- en zonne-energie

Thema	Aspect	Criterium	Methode	(Niet-) maatgevend?
bodem en water (relevant voor wind en zon)	bodemkwaliteit	invloed op de bodemkwaliteit	GIS-analyse op basis van overzicht spoedlocaties bodemverontreinigingen	niet-maatgevend
		risico op zettingen	kwalitatieve analyse op basis van bodemtypen	niet-maatgevend
	grondwater	risico op verzilting	kwalitatieve quickscan	niet-maatgevend
		invloed op drinkwaterwinning	kwalitatieve quickscan	maatgevend
natuur (relevant voor wind en zon)	Natura 2000-gebieden	effecten op instandhoudingsdoelen	habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en vogelrichtlijnsoorten semi-kwantitatief op basis van bestaande risicoanalyse kwalificerende soorten	maatgevend
	overige beschermde gebieden	effecten op doelen/kernkwaliteiten	- weidevogelgebieden: semi-kwantitatieve analyse verstoring en mortaliteit op basis van afstand en locatie - ganzenrustgebieden: gelijk aan methode weidevogelgebieden - GNN en GO: kwalitatieve effectbeoordeling	maatgevend
	beschermde soorten	effecten op gunstige staat van instandhouding	semi-kwantitatief waar mogelijk; kwalitatieve effectbeoordeling waar beschikbare data onvoldoende zijn	maatgevend
landschap en cultuurhistorie (relevant voor wind en zon)	landschap	invloed op landschapstype	kwalitatieve beoordeling landschapstype en semi-kwantitatief op basis van ruimtebeslag per landschapstype	maatgevend
	(bovengrondse) cultuurhistorie	invloed op historische-geografische en -bouwkundige waarden	kwalitatieve quickscan	maatgevend
	archeologie	invloed op archeologische (verwachtings)waarden	kwalitatieve quickscan	maatgevend
veiligheid (relevant voor wind)	externe veiligheid	invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen	analyse indicatief bereik PR10-5 en PR10-6 en aanwezigheid aanwezige risicobronnen	maatgevend
	luchtvaartveiligheid	invloed op luchtvaartveiligheid	analyse hoogtebeperkingen op basis van Viewer Hoogtebeperkingen Luchtvaart en Defensieradar	maatgevend
	waterkeringsveiligheid	invloed op waterkeringsveiligheid	GIS-analyse ligging op of nabij waterkeringen	maatgevend

Thema	Aspect	Criterium	Methode	(Niet-) maatgevend?
gezonde leefomgeving (relevant voor wind)	geluid	geluidbelasting windturbines op geluidgevoelige objecten	kwantitatieve- en GIS-analyse geluidcontouren op basis van percentage gehinderden en in relatie tot advieswaarde WHO (wind) en de richtafstanden uit de VNG-brochure milieuzonering.	maatgevend
		cumulatieve geluidbelasting op geluidgevoelige objecten	kwantitatieve- en GIS-analyse geluidcontouren	niet-maatgevend
	slagschaduw	invloed op gevoelige objecten door slagschaduw	kwantitatieve analyse op basis van contouren slagschaduw	niet-maatgevend*
	lichthinder	invloed op omwonenden door lichthinder turbineverlichting (zowel 's nachts als overdag)	kwalitatieve analyse	niet-maatgevend*
gebruiksfuncties (relevant voor zon)	ruimtegebruik	invloed op ruimtegebruik	GIS-analyse naar oppervlakteverlies per gebruiksfunctie	maatgevend
duurzaamheid (relevant voor zon en wind)	duurzaamheid	invloed op impactcategorieën en mogelijkheden voor hergebruik	semi-kwantitatief. Een vergelijking van de impact van zon en wind onderling en afgezet tegen fossiele bronnen op diverse impactcategorieën op basis van wetenschappelijke literatuur	maatgevend
doelbereik (relevant voor zon en wind)	doelbereik - energieopbrengst	energieopbrengst	kwantitatieve analyse op basis van opwekpotentie onderzoeksgebied	maatgevend
		vermeden emissies (milieuwinst)	kwantitatieve inschatting vermeden CO2-uitstoot op basis van energieopbrengst en kwalitatieve analyse van de daaruit voortvloeiende generieke positieve effecten (bijv. biodiversiteit of gezondheid)	maatgevend
	netinpassing	capaciteit in verzorgingsgebieden	kwantitatieve analyse op basis van data netbeheerder	maatgevend
		balans tussen opwek van zon- en windenergie	kwantitatieve analyse op basis van belastingprofielen van onderstations	maatgevend

* De effecten van slagschaduw zijn sterk afhankelijk van de turbine-configuratie. Daarnaast worden effecten van lichthinder en slagschaduw in de praktijk zoveel mogelijk gemitigeerd door bijvoorbeeld een stilstandvoorziening of het uitschakelen van licht gedurende de nacht. Hoewel slagschaduw en lichthinder als hinderlijk kan worden ervaren, zijn deze criteria in voorliggend plan-MER als niet-maatgevend opgenomen. De effecten door slagschaduw en lichthinder worden in de nadere projectuitwerking op projectMER niveau in detail beschouwd.

4.6 Beoordelingswijze

Om de effecten van de wind en zon per aspect te kunnen vergelijken worden deze op basis van een plus- en min-schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal gehanteerd zoals weergegeven in tabel 4.6. Op basis van 7 beoordelingsklassen wordt onderscheid gemaakt in de mate waarin effecten positief of negatief bijdragen aan milieukwaliteit. In tabel 4.6 worden voorbeelden gegeven van toepassing van de verschillende klassen. De beoordelingsschaal wordt in de volgende paragrafen voor elk criterium afzonderlijk gespecificeerd. Positieve effecten zijn bij enkele thema's op voorhand bekend en relevant. Daarom zijn deze niet standaard onderdeel van de thematische beoordelingsschalen die zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

Deze beoordelingsschaal wordt in het plan-MER voor elk criterium nader gespecificeerd.

Tabel 4.6 Algemene beoordelingsschaal effecten

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Algemene toelichting beoordelingsklassen (wordt per criterium gespecificeerd)
--	sterk negatief	groot risico: Effecten die door hun aard, omvang en schaal leiden tot belangrijke impact op het milieu. Dit zijn vaak effecten die (onherstelbare) schade toebrengen aan het systeem, leiden tot overschrijding van eventuele normen en niet te voorkomen of beperken zijn met maatregelen
-	negatief	risico: Effecten die door hun aard, omvang en schaal leiden tot verslechtering van de milieukwaliteit. Er treedt geen onherstelbare schade op voor het systeem en eventuele normen worden niet overschreden. Effecten zijn niet of moeilijk te voorkomen of beperken met maatregelen
0/-	beperkt negatief	klein risico: Effecten die door hun aard, omvang en schaal niet leiden tot belangrijke impact op het milieu. Er treedt geen onherstelbare schade op voor het systeem en eventuele normen worden niet overschreden. Effecten zijn te beperken of voorkomen met maatregelen
0	neutraal	geen betekenisvolle kansen of risico's: Effecten ontbreken of zijn door hun aard, omvang en schaal dermate gering dat ze niet leiden tot betekenisvolle positieve of negatieve impact op het milieu
+	beperkt positief	kleine kans: Effecten die bijdragen aan verbetering van de milieukwaliteit, maar in aard, omvang en schaal beperkt zijn
++	positief	kans: Effecten die door hun aard, omvang en schaal kunnen leiden tot verbetering van de milieukwaliteit. Ze leiden echter niet tot het behalen van milieudoelen
+++	sterk positief	grote kans: Effecten die door hun aard, omvang en schaal leiden tot verbetering van de milieukwaliteit. Ze leiden tot het behalen van milieudoelen

5

EFFECTONDERZOEKEN BASISBEOORDELING

Dit hoofdstuk beschrijft de effecten in het onderzoeksgebied van de basisbeoordeling. In de paragrafen 5.1 tot en met 5.8 worden de maatgevende thema's behandeld. In paragraaf 5.9 volgen de niet-maatgevende thema's. Elk thema is opgebouwd met een algemene introductie van het thema, een toelichting op de onderzoeksaanpak en de effectbeschrijving en -beoordeling.

5.1 Natuur

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling van de verschillende criteria binnen het thema Natuur. De informatie in dit hoofdstuk is een samenvatting van het onderzoeksrapport Natuur uit bijlage I.

Bij het beschrijven van de effecten op natuurwaarden wordt onderscheid gemaakt tussen beschermde soorten en beschermde gebieden. Dit onderscheid komt voort uit de verschillende wettelijke beschermingsregimes die gelden voor de natuur. Het gaat om de volgende criteria:
- Natura 2000-gebieden: effecten op instandhoudingsdoelen;
- overige beschermde gebieden: effecten op doelen en kernkwaliteiten;
- beschermde soorten: effecten op gunstige staat van instandhouding.

Vanwege de grote overlap met andere beschermingsregimes worden effecten op oude bosgroeiplaatsen (zie afbeelding 3.2) niet afzonderlijk behandeld.

Relevante effecten

De ecologische effecten van windturbines en zonneparken op land zijn vaak primair het gevolg van verstoring tijdens de aanlegwerkzaamheden, of van verhoogde mortaliteit (sterfte) onder vogels en vleermuizen wanneer de turbines operationeel zijn. De effecten zijn als volgt te categoriseren:

1 aanlegfase:
    1 verstoring door mensen of machines tijdens de constructiewerkzaamheden;
    2 tijdelijke degradatie of verlies van habitat;
2 operationele fase (gebruiksfase):
    1 mortaliteit (sterfte) door aanvaringen;
    2 barrièrewerking (verstoring van vliegbewegingen);
    3 verstoring van rust-, foerageer- en/of broedgebieden;
    4 permanent habitatverlies, zoals door grondbeslag door de turbines.

Gebruikte informatie

Bij het opstellen van dit rapport is veel gebruik gemaakt van enkele eerdere onderzoeken die door Altenburg & Wymenga voor de provincie Gelderland zijn uitgevoerd, zoals de studies naar aanvaringsrisico's voor de Wespendief en andere soorten. Een overzicht van deze bronnen is te vinden in bijlage I.

Disclaimer bij deze effectbeoordeling

De mate waarin effecten optreden door windturbines of zonnepanelen is sterk afhankelijk van de lokale context. Het plaatselijke landgebruik en de aanwezige habitats bepalen in grote mate welke (beschermde) soorten aanwezig zijn. Daarnaast is vaak sprake van natuurlijke fluctuaties in ruimte en tijd. Bijvoorbeeld, de aantallen watervogels in waterrijke Natura 2000-gebieden zijn niet overal gelijk en vaak onderhevig aan sterke schommelingen, zowel binnen deelgebieden en seizoenen als tussen verschillende jaren. Daarnaast kunnen aspecten als turbinetype, de ruimtelijke configuratie van de turbines of zonnepanelen e.d. een grote rol spelen in de mate waarin effecten kunnen optreden.

Vanwege het abstractieniveau van een plan-MER zijn plaatselijke factoren en nuances niet altijd goed te vatten in een effectbeoordeling op provinciaal niveau. Indien sprake is van concrete initiatieven is daarom **altijd** nader ecologisch onderzoek vereist om de plaatselijke effecten in detail in beeld te brengen. Het plan-MER heeft een signaleringsfunctie en is dus geen vervanging van een gedetailleerde ecologische beoordeling voor een individueel project. Er is in de effectbeoordeling geen relevant onderscheid te maken tussen de twee gehanteerde referentieturbines (120 en 166 m), met de nuancering dat ecologische effecten zoals aanvaringsrisico's niet lineair toenemen met turbinegrootte. Met andere woorden, vanuit ecologisch oogpunt is het vaak gunstiger om dezelfde hoeveelheid energie op te wekken met een kleiner aantal grote turbines dan met een groter aantal kleine turbines.

Mogelijkheden voor positieve effecten door inpassing en verandering landgebruik

Bij de inpassing van wind en met name zonneparken kunnen functiecombinaties en mitigerende maatregelen worden toegepast waardoor sommige negatieve effecten beperkt kunnen worden of positieve effecten voor biodiversiteit bereikt kunnen worden. Ook kan de functiewijziging van intensief bemeste en monofunctionele landbouwgrond naar een multifunctioneel en natuurinclusief zonnepark biodiversiteit versterken. Of en in welke mate deze mogelijkheden zich voordoen is afhankelijk van het concrete initiatief en locatiespecifieke omstandigheden en wordt daarom niet betrokken in de beoordeling.

5.1.1 Natura 2000-gebieden: effecten op instandhoudingsdoelen

Onderzoeksaanpak

Bij de effectbeoordeling voor Natura 2000-gebieden is de beoordelingsschaal toegepast zoals weergegeven in tabel 5.1. Belangrijke aspecten die een rol spelen bij de beoordeling zijn de ordegrootte van het effect, de tijdsduur waarin mogelijke effecten tot uiting komen, en de mogelijkheden om negatieve effecten te mitigeren en/of te compenseren. In de analyse wordt rekening gehouden met de kwalificerende habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en vogelrichtlijnsoorten. Voor een deel van de gebieden geldt dat de soorten binnen het natuurgebied ook negatieve effecten kunnen ondervinden van activiteiten buiten het Natura 2000-gebied. Met deze zogeheten ‘externe werking’ wordt in de analyses rekening gehouden.

Tabel 5.1 Beoordelingsschaal criterium effecten op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Toelichting
--	sterk negatief	significante en langdurende negatieve gevolgen voor de Natura 2000-instandhoudingsdoelen. Deze gevolgen zijn permanent en niet te mitigeren of te compenseren. Het voornemen is daarmee niet vergunbaar
-	negatief	er is risico op significante en blijvende gevolgen voor de Natura 2000-instandhoudingsdoelen. Compensatie en/of mitigatie is nodig om de negatieve gevolgen (deels) te reduceren
0/-	beperkt negatief	risico op tijdelijke negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelen. Het risico op permanente gevolgen is echter klein. Mitigatie is naar verwachting voldoende om significante gevolgen te voorkomen
0	neutraal	er is geen sprake van wezenlijke negatieve gevolgen voor de Natura 2000-instandhoudingsdoelen. Het voornemen kan zonder verdere voorwaarden doorgang vinden
+	beperkt positief	niet van toepassing (een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie treedt niet op)
++	positief	
+++	sterk positief	

Effectbeoordeling

De effecten op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden worden voor zowel wind als zon (worstcase) als sterk negatief (--) beoordeeld. Er treden verschillende effecten op binnen en buiten Natura 2000-gebieden en tijdens de aanleg en gebruiksfase. In tabel 5.2 is een vereenvoudigd overzicht opgenomen van de onderliggende beoordeling van ingreep-effectrelaties. Voor een volledig overzicht van effecten zie bijlage I, hoofdstuk 5. Hieronder worden alleen de belangrijkste (sterk negatieve of negatieve) effecten besproken. Dit zijn:

- oppervlakteverlies bij wind en zon;
- sterfte bij wind;
- verstoring en barrièrewerking bij vogelrichtlijnsoorten.

Oppervlakteverlies

Oppervlakteverlies treedt op bij zowel wind als zon. **Binnen** Natura 2000-gebieden leidt het verlies van oppervlakte of degradatie van habitats tot sterk negatieve effecten op **habitattypen** en de **habitatrichtlijnsoorten** en **vogelrichtlijnsoorten** die hiervan afhankelijk zijn. Het verlies van habitats met een doelstelling voor behoud of uitbreiding is lastig te mitigeren en compenseren.

Sterfte

Sterfte treedt op bij wind. Zowel **binnen** als **buiten** Natura 2000-gebieden leidt het risico op sterfte door aanvaring van **vogelrichtlijnsoorten** tot sterk negatieve effecten. De hoogste gevoeligheid ligt bij zwanen en roofvogels; dit komt door de ongunstige status van Kleine zwaan en Wilde zwaan in het gebied Rijntakken, gecombineerd met een hoge mobiliteit. De score voor roofvogels op de Veluwe komt geheel voor rekening van de Wespendief, waarbij het hoge aanvaringsrisico en mobiliteit en de matig ongunstige status in een hoge gevoeligheidsindex resulteert. De gevoeligheid is het laagst bij zangvogels: hoewel sommige soorten een zeer ongunstige status hebben, zijn de mobiliteit en aanvaringsrisico's in het algemeen laag.

Verstoring en barrièrewerking

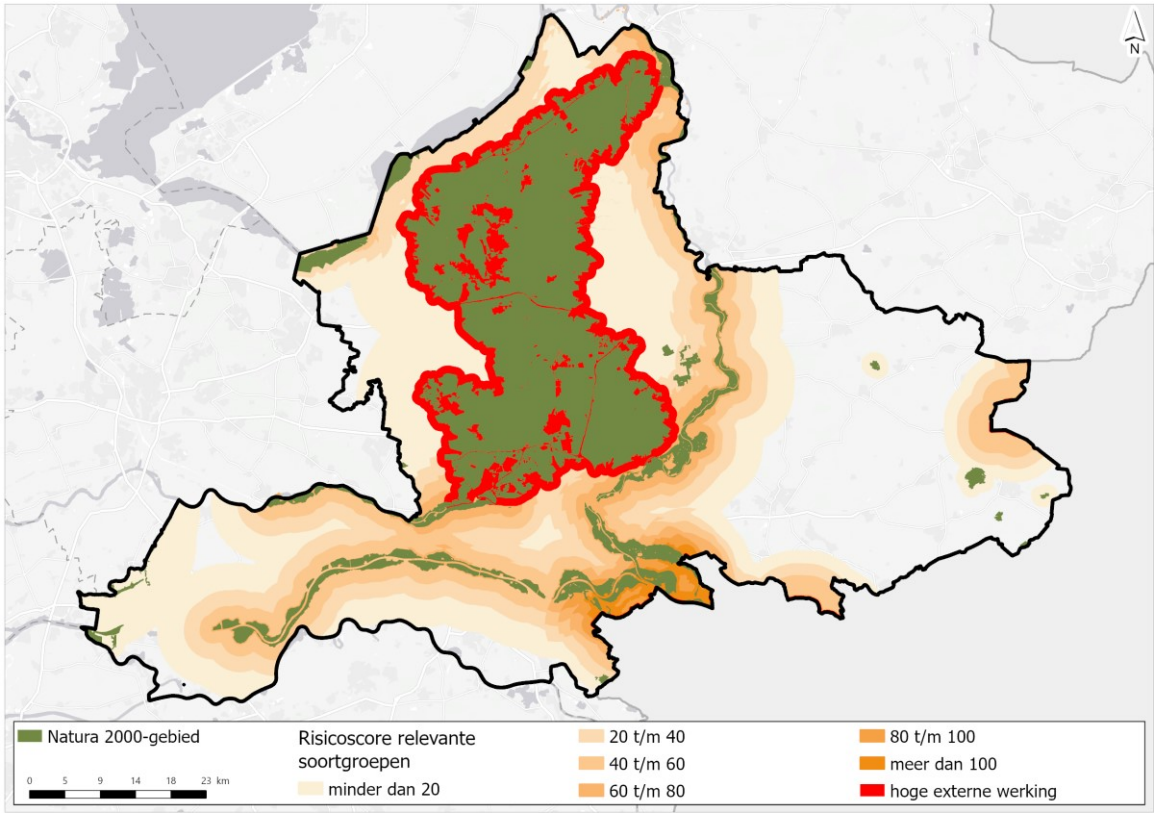
Verstoring en barrièrewerking hangen met elkaar samen en treden op bij zowel wind als zon en **binnen** als **buiten** Natura 2000-gebieden. Tijdens de aanlegfase zijn bepaalde **vogelrichtlijnsoorten** gevoelig voor verstoring door machines en mensen en de barrièrewerking die daarvan uit kan gaan. In de gebruiksfase (operationele fase) kunnen met name windparken een barrière vormen voor vliegbewegingen van vogels tussen bijvoorbeeld slaapplaatsen en foerageergebied.

Tabel 5.2 Versimpeld overzicht van effectbeoordeling op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden

	Habitattypen	Habitatrichtlijnsoorten	Vogelrichtlijnsoorten
			wind
oppervlakteverlies	--	--	--
verstoring	0	0/-	-
barrièrewerking	0	0	-
sterfte	0	0/-	--
			zon
oppervlakteverlies	0/-	--	--
verstoring	0	0/-	-
barrièrewerking	0	0	0/-
sterfte	0	0	0

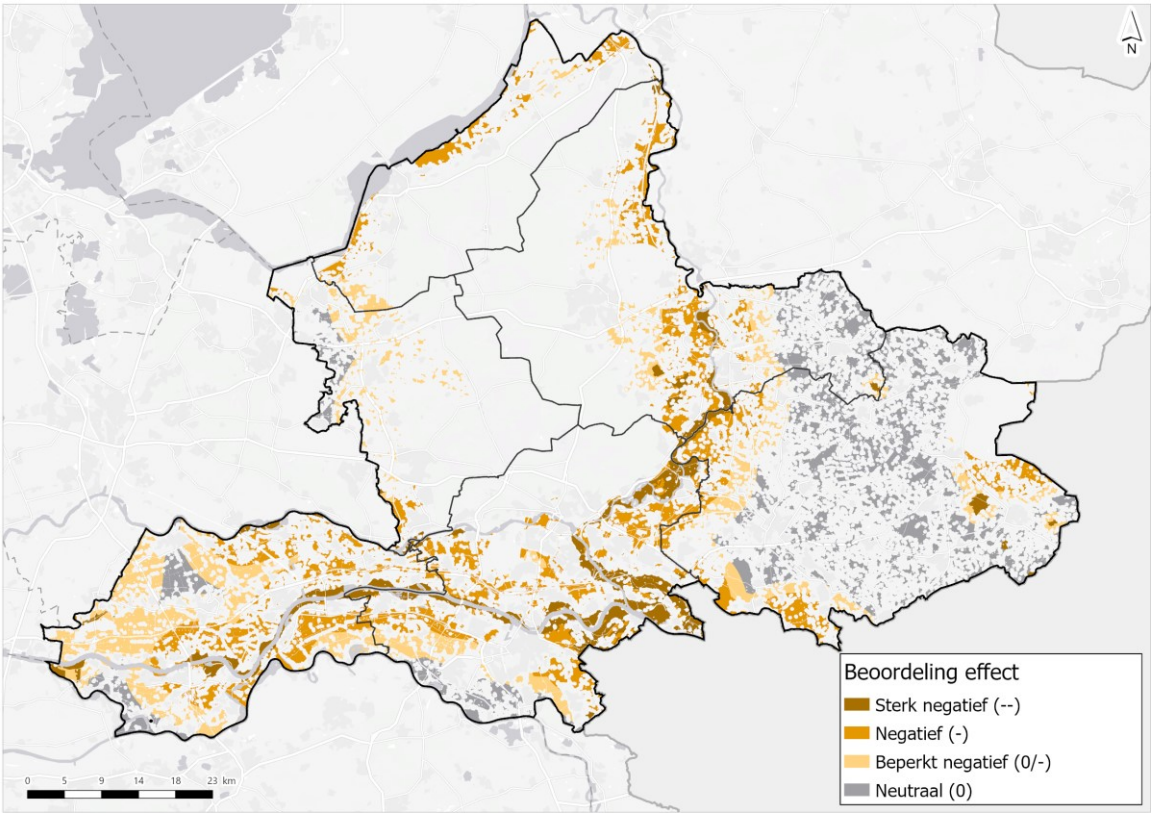
Voor windturbines is een cumulatieve risicokaart van de externe werking op vogelrichtlijnsoorten rondom Natura 2000-gebieden in Gelderland beschikbaar (bron: Altenburg & Wymenga). Hierbij is een gevoeligheidsindex ontwikkeld waarmee de effectgrootte op een semi-kwantitatieve wijze berekend kan worden en op kaart weergegeven kan worden. De gevoeligheidsindex houdt rekening met de maximale effectafstand, status ten opzichte van instandhoudingsdoel, gevoeligheid van de soort voor aanvaringen met windturbines en mobiliteit van de soort. Afbeelding 5.1 laat de risicokaart voor externe werking zien.

Afbeelding 5.1 Risicokaart voor externe werking op vogelrichtlijnsoorten door windturbines. Bron: Jouta et al. (2021)



Omdat de vogelrichtlijnsoorten vaak maatgevend zijn voor effecten van wind op instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden, kant de kaart ook omgezet worden tot een **indicatieve** kaart volgens de beoordelingsschaal in dit plan-MER. Deze kaart geeft een inschatting van risico's op effecten tussen het ene of andere gebied. Afbeelding 5.2 laat de effectbeoordeling op kaart zien.

Afbeelding 5.2 Beoordeling op kaart van het effect van windturbines op Natura 2000-gebieden



5.1.2 Overige beschermde gebieden: effecten op doelen en kernkwaliteiten

Onderzoeksaanpak

Bij de effectbeoordeling voor overige beschermde gebieden (GNN/GO, weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden) is de beoordelingsschaal toegepast zoals weergegeven in tabel 5.3. Belangrijke aspecten die een rol spelen bij de beoordeling zijn de ordegrootte van het effect, de tijdsduur waarin mogelijke effecten tot uiting komen, en de mogelijkheden om negatieve effecten te mitigeren en/of te compenseren.

Tabel 5.3 Beoordelingsschaal criterium effecten op het GNN/GO, weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Toelichting
--	sterk negatief	significante aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van het GNN/GO of andere provinciaal beschermde gebieden. Significante aantasting is permanent en/of niet te mitigeren en te compenseren. Het voornemen is daarmee niet of nauwelijks vergunbaar
-	negatief	er is risico op significante aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van het GNN/GO of andere provinciaal beschermde gebieden door oppervlakteverlies of verstoring. Compensatie en mitigatie is nodig. Daarnaast moet ten aanzien van het GNN/GO een 'Nee-tenzij-toets' worden opgesteld
0/-	beperkt negatief	er is sprake van een risico op tijdelijke aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van het GNN/GO en/of overige beschermde gebieden. Het risico dat dit leidt tot een significante aantasting is echter klein. Mitigatie is naar verwachting voldoende om significante aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden van het GNN of de functie van een van de overige provinciaal beschermde gebieden te voorkomen
0	neutraal	er is geen sprake van wezenlijke negatieve gevolgen voor het GNN/GO en/of overige beschermde gebieden. Het voornemen kan zonder verdere voorwaarden doorgang vinden
+	beperkt positief	niet van toepassing (een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie treedt niet op)
++	positief	
+++	sterk positief	

Effectbeoordeling

De effecten op overige beschermde gebieden (GNN/GO, weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden) worden voor zowel wind als zon (worstcase) als sterk negatief (--) beoordeeld. Er treden verschillende effecten op zowel tijdens de aanleg- en gebruiksfase. In tabel 5.4 is een vereenvoudigd overzicht opgenomen van de onderliggende beoordeling van ingreep-effectrelaties. Voor een volledig overzicht van effecten zie bijlage I, hoofdstuk 6. Hieronder worden alleen de belangrijkste (sterk negatieve of negatieve) effecten besproken. Dit zijn:

- oppervlakteverlies door wind en zon in alle typen gebieden;
- verstoring door wind voor GNN/GO en weidevogelgebieden;
- sterfte door wind voor GNN/GO.

Oppervlakteverlies door wind en zon in alle typen gebieden

Alle typen gebieden zijn kwetsbaar voor verlies van habitat door het ruimtebeslag van zonneparken en windturbines. **Binnen GNN/GO** is een enorme diversiteit aan bijzondere plant- en diersoorten die grotendeels gevoelig zijn voor habitatverlies. Er valt onderscheid te maken tussen zeer waardevolle gebieden (bijvoorbeeld schrale hooilanden met hoge botanische waarden of landgoederen) en gebieden met iets minder ontwikkelde natuurwaarden. In bijvoorbeeld gebieden met akkers of overige cultuurlandschappen zijn de effecten van oppervlakteverlies minder ingrijpend. Echter omdat bij elke ontwikkeling netto GNN/GO-gebied verloren gaat is er een knelpunt in het beschermingsregime van het GNN/GO. Mitigatie en compensatie is daarmee lastig. Uitgaande van een worstcase beoordeling op het abstractieniveau van dit plan-MER worden daarom al het verlies van habitat als sterk negatief beoordeeld. Daarbij wordt opgemerkt dat het oppervlakteverlies bij zon op veld per eenheid opgewekte energie potentieel fors groter is dan bij wind in verband met het grotere ruimtebeslag (zie paragraaf 5.6).

Voor **weidevogelgebieden** geldt dat deze gebieden in het huidig beleid al zijn uitgesloten van windturbines en zonneparken. Voor **ganzenrustgebieden** geldt in principe hetzelfde, al biedt de verordening in artikel 5.27 een afwijkingsmogelijkheid voor nieuwe kleinschalige ontwikkelingen onder voorwaarden. Omdat dit vraagt om een ecologische draagkrachtanalyse per gebied wordt uitgegaan van sterk negatieve effecten.

Verstoring door wind voor GNN/GO en weidevogelgebieden

Binnen 1 km van **weidevogelgebieden** kunnen windturbines leiden tot verstoring van weidevogels in de betreffende gebieden. Buiten deze afstand zijn de risico's op verstoring minimaal.

Verstoring van broedvogels in het **GNN/GO** kan provinciebreed optreden en kent overlap met de andere beschermingsregimes. Op provinciale schaal is geen ruimtelijk onderscheid te maken. Op lokaal niveau kan dat wel het geval zijn, aangezien sommige habitats meer door broedvogels worden gebruikt dan andere. Ook is van belang dat effecten als verstoring en aanvaringsrisico's zeer soortspecifiek zijn, of de impact op populatieniveau voor een aantal soorten beperkt is. Daarnaast zijn er soorten die in grotere mate gevoelig zijn voor aanvaringen en die zodanig zeldzaam zijn en/of een beperkte verspreiding hebben, dat ze sterk negatieve effecten kunnen ondervinden van windturbines.

Sterfte door wind voor GNN/GO

Binnen het GNN/GO zijn met name broedvogels en vleermuizen gevoelig voor aanvaring met windturbines. Binnen 1 km van weidevogelgebieden kunnen windturbines leiden tot aanvaringsslachtoffers onder de soorten in de betreffende gebieden. Buiten deze afstand zijn de risico's op aanvaring minimaal.

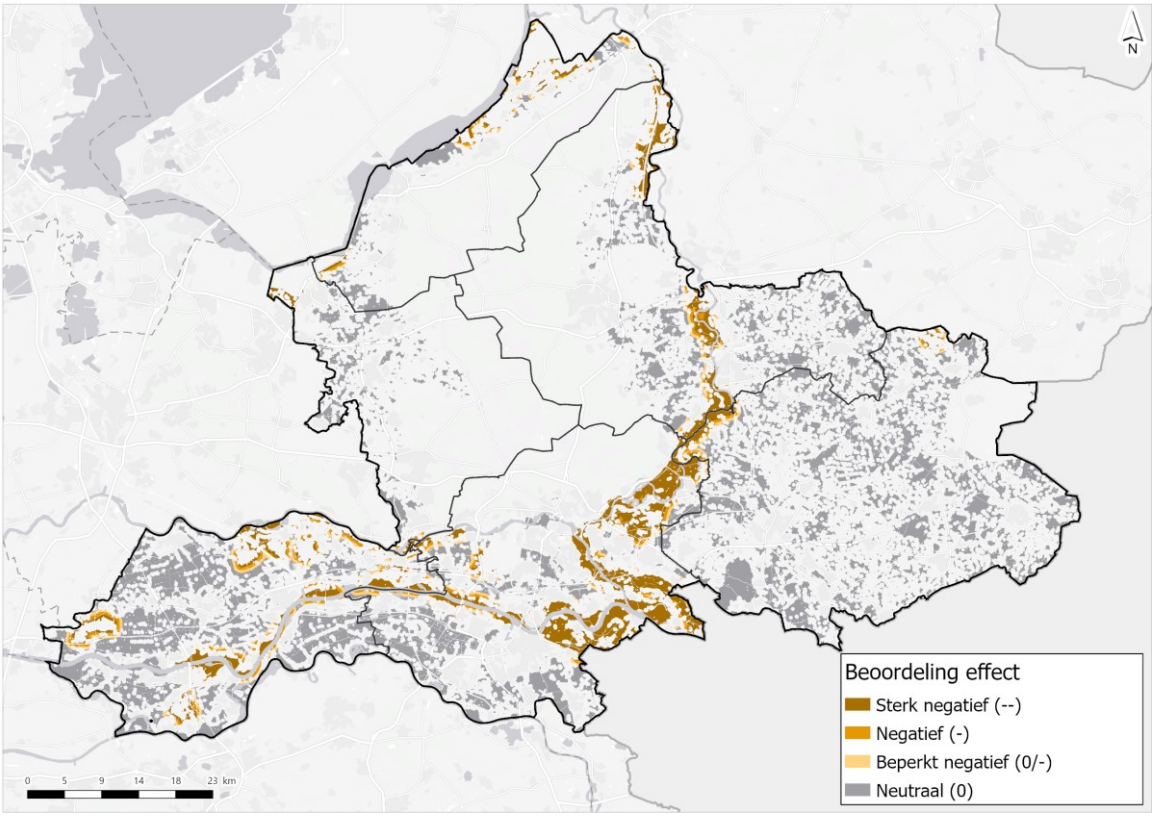
Tabel 5.4 Versimpeld overzicht van effectbeoordeling op overige gebieden

	GNN/GO	Weidevogelgebieden	Ganzenrustgebieden
			wind
oppervlakteverlies[1]	--	--	--
verstoring	--	-	0/-
sterfte	-	0/-	0/-
			zon
oppervlakteverlies	--	--	--
verstoring	0/-	0/-	0/-
sterfte	0	0	0

In de sterk negatieve effectbeoordeling (--) van het criterium overige beschermde gebieden (GNN/GO, weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden) is geen ruimtelijk onderscheid op kaart aan te geven. Wel is duidelijk geworden dat binnen 1 km rondom weidevogel- en ganzenrustgebieden effecten door verstoring optreden door windturbines: waarbij binnen 0–333 m: zeer negatief effect, 333–667 m: negatief effect, 667–1.000 m: beperkt negatief effect.

[1] Voor weidevogel (verbod)- en ganzenrustgebieden (nee-tenzij) is de effectbeoordeling op het criterium oppervlakteverlies zekerheidshalve weergegeven.

Afbeelding 5.3 Beoordeling effect van windturbines op weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden



5.1.3 Beschermde soorten: effecten op gunstige staat van instandhouding

Onderzoeksaanpak

In de provincie Gelderland leven grote aantallen planten- en diersoorten die wettelijk beschermd zijn in het kader van de Wet natuurbescherming. Ook zijn verscheidene planten- en diersoorten opgenomen in de Rode lijst van gevoelige, kwetsbare en bedreigde soorten. Voor deze soorten geldt de zorgplicht. De meeste plant- en diersoorten zijn tijdens de aanlegfase alleen gevoelig voor tijdelijk habitatverlies en verstoring door geluid, licht en beweging (optische verstoring). Daarnaast kan ook in de gerealiseerde toestand sprake zijn van permanent habitatverlies en verstoring door aanwezigheid van de turbines of zonnepanelen. Het betreft hier dan met name de soortgroepen planten, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren. Broedvogels en vleermuizen kunnen daarnaast nog worden gedood door aanvaringen met de turbines. Daarom zijn alle soortgroepen flora en fauna relevant voor de effectbeoordeling.

Bij de effectbeoordeling ten aanzien van beschermde soorten is het beoordelingskader uit tabel 5.5 toegepast. Ook hier geldt dat de mogelijkheden om negatieve effecten te mitigeren en/of te compenseren een belangrijke rol spelen bij de beoordeling.

Tabel 5.5 Beoordelingsschaal criterium effecten op gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Toelichting
--	sterk negatief	de voorgenomen ontwikkeling ligt in een concentratiegebied van beschermde soorten en leidt daardoor tot aantasting en/of sterfte, verstoring en/of verlies van essentieel leefgebied. Er is daardoor sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding. De effecten zijn niet voldoende te mitigeren of compenseren. De ontwikkeling leidt tot een overtreding van de Wnb en de kans op het verkrijgen van een ontheffing Wnb is beperkt
-	negatief	er is een risico op overtreding(en) van de Wnb door vernietiging van essentieel leefgebied van beschermde soorten, of verstoring en/of sterfte/aantasting van individuen of exemplaren. Dit kan leiden tot een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding. Het initiatief is dan Wnb ontheffingsplichtig. Maatregelen vooraf zijn naar verwachting niet voldoende om een overtreding en ontheffingsplicht te voorkomen. Daarnaast moet er worden gecompenseerd
0/-	beperkt negatief	er is een beperkt risico op overtreding(en) van de Wnb door tijdelijke verstoring van (essentieel leefgebied van) beschermde soorten en/of sterfte van individuen. Het risico is klein dat het initiatief Wnb ontheffingsplichtig is. Maatregelen vooraf zijn naar verwachting voldoende om overtreding(en) te voorkomen
0	neutraal	er is geen sprake van wezenlijke gevolgen beschermde soorten. Het voornemen kan zonder verdere voorwaarden doorgang vinden
+	beperkt positief	niet van toepassing (een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie treedt niet op)
++	positief	
+++	sterk positief	

Effectbeoordeling

De effecten op de beschermde soorten zijn door het grote aantal soortgroepen planten en dieren uiteenlopend. Er treden verschillende effecten op zowel tijdens de aanleg- en gebruiksfase. In tabel 5.6 is een vereenvoudigd overzicht opgenomen van de onderliggende beoordeling van ingreep-effectrelaties. Voor een volledig overzicht van effecten zie bijlage I, hoofdstuk 7. Hieronder worden alleen de belangrijkste (sterk negatieve of negatieve) effecten besproken. Dit zijn:

- oppervlakteverlies door wind en zon voor alle soortgroepen;
- sterfte van broedvogels door wind.

Een aantal effecten kan niet optreden of is niet relevant om te beschouwen. Zo kunnen vaatplanten niet verstoord worden.

Algemeen beeld

Wat opvalt is dat de effecten van wind door de sterfte onder broedvogels (roofvogels) worstcase als sterk negatief (--) wordt beoordeeld. De effecten van zon zijn ten hoogste negatief (-) maar zijn op het effect oppervlakteverlies sterker dan wind. Dat is logisch vanwege het grotere ruimtebeslag dat zonneparken hebben.

Oppervlakteverlies door wind en zon voor alle soortgroepen

Het ruimtebeslag van wind en zon leidt in principe tot negatieve effecten op alle soortgroepen. Er zijn wel mogelijkheden voor mitigatie en compensatie. Op provinciale schaal is hierin slechts beperkt onderscheid in aan te brengen. Vanwege het beperkte ruimtebeslag van windturbines en de goede mitigatiemogelijkheden wordt het effect van windturbines op vaatplanten en broedvogels als beperkt negatief beoordeeld.

Sterfte van broedvogels door wind

De sterfte van bepaalde soorten broedvogels kan bepalend zijn voor de mogelijkheden om windparken in de provincie te ontwikkelen. Het gaat daarbij om met name om roofvogels zoals de Rode wouw en Zeearend die relatief zeldzaam zijn en een hoog aanvaringsrisico hebben. Beide soorten hebben een kleine landelijke broedpopulatie van ongeveer 30 broedparen. Hoewel er inmiddels goede ervaringen worden opgedaan met mitigerende maatregelen als cameradetectie is de kwetsbaarheid van deze soorten vooralsnog een reden voor een sterk negatieve beoordeling.

Tabel 5.6 Versimpeld overzicht van effectbeoordeling beschermde soorten

	Vaatplanten	Ongewervelden	Vissen	Amfibieën	Reptielen	Broedvogels	Vleermuizen	Overige zoogdieren
wind								
oppervlakteverlies	0/-	-	-	-	-	0/-	-	-
verstoring	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-	0/-	0/-	0/-	-
sterfte	n.v.t.	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	--	0/-	n.v.t.
zon								
oppervlakteverlies	-	-	-	-	-	-	-	-
verstoring	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-	0/-	0/-	0/-	-
sterfte	n.v.t.	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

De effecten op beschermde soorten is op provinciale schaal niet ruimtelijk onderscheidend te maken. Zo is vanuit waarnemingen wel bekend waar de maatgevende roofvogels voorkomen, maar is dit door verschillende verspreiding over de provincie en de actieradius onvoldoende betrouwbaar om tot een onderscheidende beoordeling op kaart te komen.

5.2 Landschap en cultuurhistorie

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling van de verschillende criteria binnen het thema Landschap en cultuurhistorie. De informatie in dit hoofdstuk is een samenvatting van het onderzoeksrapport Landschap en cultuurhistorie uit bijlage II.

Deze paragraaf presenteert de effectbeschrijving en -beoordeling van de criteria:
- landschap: Invloed op landschapstypen;
- (bovengrondse) cultuurhistorie: invloed op historische-geografische en -bouwkundige waarden;
- archeologie: invloed op archeologische (verwachtings)waarden.

De grote diversiteit aan landschapstypen en bovengrondse en ondergrondse cultuurhistorische elementen in Gelderland kan door het windturbines en zonneparken beïnvloed worden. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om fysieke aantasting van bijvoorbeeld een monument of de aantasting van de (herkenbaarheid/beleefbaarheid) van kwaliteiten zoals landschappelijke of cultuurhistorische structuren of molenbiotopen.

Landschap is een gebied, zoals dat door mensen wordt waargenomen, waarvan het karakter bepaald wordt door natuurlijke en/of menselijke factoren en de interactie daartussen.

Verder is landschap ook objectief te beschrijven aan de hand van het landschapstype. Een landschapstype is een ruimtelijk eenheid waar de fysische gesteldheid (reliëf, bodem en water), de ontginningsgeschiedenis en/of de kenmerkende ruimtelijke rangschikking van landschapselementen gelijk is. In deze studie wordt daarmee indirect ook gekeken naar verschillende landschapsfacetten: de aanwezige landschapsstructuren, aardkundige vormen in het landschap (ondermeer reliëf) en de ruimtelijk-visuele kenmerken (openheid/beslotenheid, zichtrelaties, schaal en maat van het landschap).

Cultuurhistorie heeft vier facetten (Witteveen+Bos, 2008):
- historische geografie, dat zich richt op de invloed van de mens op de huidige verschijningsvorm van het landschap;
- historische bouwkunde, dat zowel over het exterieur, de bouwstijl of bouwtraditie als over de constructieve en technische kenmerken van gebouwen en de bijbehorende tuinen gaat. Ook de stedenbouw is onderdeel van dit aspect;
- archeologie, dat betrekking heeft op sporen in de bodem die informatie verschaffen over vroegere menselijke samenlevingen;
- sociaal-cultureel erfgoed, dat gaat over menselijke interacties in de vorm van economie, gebruiken en tradities.

De cultuurhistorische beoordeling in dit MER gaat over de eerste drie facetten, de fysieke vormen. In de onderstaande beschrijving van de aspecten en criteria zijn historische geografie en historische bouwkunde samengenomen tot een criterium onder het aspect '(bovengrondse) cultuurhistorie'. Archeologie is een zelfstandig aspect en criterium.

5.2.1 Landschap: invloed op landschapstype

Onderzoeksaanpak
Omdat alle landschapstypen in Nederland zijn beïnvloed door de mens, is er voor dit criterium een grote overlap met de historische geografie. Voor de landschapstypen wordt echter op een ander schaalniveau gekeken dan de elementen die opgenomen zijn bij historische geografie.

Studiegebied
Het studiegebied is gelijk aan het plangebied.

Onderzoeksmethodiek
Met landschapstypen worden grotere ruimtelijke eenheden bedoeld die vanuit de ontstaans- en ontwikkelingsgeschiedenis kenmerkend zijn voor een gebied. De landschapsstructuur heeft betrekking op de samenhang van lijnen, elementen en patronen in het landschap, zoals vaartenstructuren en verkavelingsstructuren die onderdeel zijn van een landschapstype. Daarnaast zijn ook grootschalige infrastructuur van snelwegen en kanalen landschappelijke structuren die invloed hebben. Deze zijn hier nu niet betrokken.

Voor deze studie is gebruikt gemaakt van de landschapstypering zoals deze voor de provincie Gelderland is opgesteld en gedigitaliseerd als het GIS-bestand landschapstypen_19nu. Andere landschapstyperingen vielen af:
- de landschapstypering vanuit het Panorama Landschap (Raap et al, 2022), binnen Gelderland is niet voldoende onderscheidend is (5 landschapstypes);
- de onderverdeling in de Gelderse Streekgidsen gaat uit van een onderverdeling in streken met circa 50 deelgebieden. Binnen de deelgebieden zijn landschapstypen met eigen kenmerken en kwaliteiten gehanteerd. Voor een beoordeling op provinciaal niveau is dit verschil tussen landschapstypen in verschillende deelgebieden te gedetailleerd en deze indeling maakt een helder onderscheid onmogelijk.

In totaal zijn er in de oorspronkelijke landschapstypering 20 verschillende landschapstypen onderscheiden: onder andere het kassenlandschap, natte heide- en broekontginningenlandschap, en essenlandschap. Hoewel het bestand gebaseerd is op oude bronnen (uit 1985), is de verdeling in landschapstypen nog actueel. Deze landschapstypen zijn ook terug te vinden in de Streekgidsen Ruimtelijke kwaliteit en landschap. De landschapstypen worden beschreven in hoofdstuk 4.

Van de 20 landschapstypen zijn de 'bebouwde kom' en 'intensieve veehouderij' niet meegenomen in de beoordeling. Deze landschappen zijn ook sterk veranderd. Enkele kleinere zijn geclusterd bij andere landschapstypen ('kassenlandschap' bij 'oeverwallen- en stroomruggenlandschap' en 'hooilandontginningslandschap bij 'natte heide- en broekontginningenlandschap').

Door de gehanteerde methode is het niet mogelijk om de invloed op de samenhang tussen landschappen goed te beoordelen. Zo zijn windturbines langs de N325 nabij Beek niet wenselijk omdat ze dan het zicht tussen de steile stuwwalrand en de open Ooijpolder belemmeren (2 verschillende landschapstypen). Dit zal bij latere planvorming meegenomen moeten worden.

Het plan-MER onderzoekt de inpasbaarheid van zonneparken en windturbines per landschapstype. Hierbij is gebruik gemaakt van de analyse 'beelddragers van de onderscheiden landschapstypen' (provincie Gelderland, 1985, zie bijlage II in bijlage II). In deze analyse zijn per landschapstype de beelddragers voor massa (bebouwing, beplantingen, overig) en beelddragers ruimte (bodemgebruik, verkaveling, maat van de ruimte, reliëf, wegenpatroon, waterpatroon, begrenzing van de ruimtes, overig). In deze studie is gebruik gemaakt van de hoofdbeelddragers.

Voor de landschapstypen is op basis van de beelddragers gekeken of zonneparken en windparken inpasbaar zijn. Tabel 5.7 en 5.8 gaan op de beoordeling van de inpasbaarheid in. Voor de beoordeling van de inpasbaarheid van de zonneparken is waar mogelijk aangesloten op de beschrijving in de 'ZonneWijzer - Gelderse gebiedsgids voor zonneparken' (provincie Gelderland, 2019).

Tabel 5.7 Inpasbaarheid zonne-energie

Maatlat	Beoordeling	Algemene toelichting
beperkt negatief	redelijk kansrijk	hier wordt de inpasbaarheid van een zonne-initiatief (kleinschalig of soms grootschalig) in principe redelijk kansrijk geacht. Voorwaarde is dat de er voldoende aanknopingspunten zijn om zonne-energie in te passen. De daadwerkelijke inpasbaarheid (en ook het toevoegen van nieuwe kwaliteiten) moet blijken uit de doorwerking van de RES 2.0. Daarom is hier ook het begrip 'redelijk kansrijk' gehanteerd en niet 'goed'. Hiermee wordt duidelijk dat dit gebieden zijn met landschappelijke voorwaarden
negatief	matig kansrijk tot kansrijk te maken	hier wordt inpasbaarheid van zonne-energie matig kansrijk geacht. Een zonne-initiatief kan deels ingepast op bepaalde locaties of bij bepaalde voorwaarden. Vanwege hun waarde, gebruik en/of uitstraling zijn deze gebieden echter kwetsbaar. Zonne-initiatieven met een substantieel ruimtebeslag doen hier per definitie afbreuk aan. Dit geldt voor het recreatielandschap, maar ook voor het uiterwaardenlandschap
sterk negatief	niet tot nauwelijks kansrijk	hier wordt de impact van zonne-energie op de huidige kenmerken en kwaliteiten groot geacht. Er zijn geen landschappelijke elementen waar de zonneparken bij aan kunnen sluiten. Grotere ontwikkelingen zoals een zonnepark zouden rechtstreeks afbreuk doen aan de waarde, het gebruik en/of de uitstraling van deze landschapstypen. Het gaat om bos- en heidegebieden en zandverstuivingen

Voor windturbines wordt bij een classificatie 'niet tot nauwelijks kansrijk' een beoordeling van ten hoogste negatief (-) en niet sterk negatief (--) gegeven. De reden is bij het landschappelijk ontwerp van wind verschillende invalshoeken denkbaar zijn. Zie hiervoor de 10 kwaliteitsregels uit de Community of Practice in bijlage II. De gehanteerde benadering van inpasbaarheid is slechts één van deze invalshoeken die zeker nu turbines steeds groter worden en samenhang met het onderliggende landschap in steeds meer gevallen niet mogelijk is of leidt tot een 'schijnrelatie'. De invalshoek waarbij een nieuwe landschappelijke laag wordt aangebracht (dus niet inpassen, zie bijlage II in bijlage II) wordt in een plan-MER van dit abstractieniveau niet onderzocht. Omdat een sterke negatieve beoordeling suggereert dat landschapsstructuren en kwaliteiten vrijwel zeker worden aangetast, is de beoordeling daarom één categorie afgezwakt. De beoordeling negatief en beperkt negatief geven samen met de classificatie uit tabel 5.9 wel een goede typering van de kwaliteiten en kenmerken van landschapstypen en geven daarmee ook aandachtspunten en aanknopingspunten voor het voorkomen of beperken van landschappelijke effecten en het versterken van een landschappelijk verantwoord ontwerp.

Bij zon wordt in de maatlat wel gebruik gemaakt van de categorie sterk negatief (--). De reden hiervoor is dat er in tegenstelling tot windenergie altijd relatief meer ruimtebeslag plaatsvindt (op maaiveldniveau) en zonneparken veel flexibeler en schaalbaarder zijn. Ze kunnen daarmee veel eenvoudiger aansluiten bij het landschap.

Tabel 5.8 Inpasbaarheid windenergie

Maatlat	Beoordeling	
n.v.t.	redelijk kansrijk	n.v.t. bijvoorbeeld grootschalige landschappen in moderne polders
beperkt negatief	matig kansrijk tot kansrijk te maken	deze gebieden liggen binnen gevoelige landschapstypen, maar er zijn mogelijkheden om landschappelijke samenhang te verkrijgen (in inrichting) of door onderliggende landschap te versterken
negatief	niet tot nauwelijks kansrijk	deze gebieden liggen binnen de directe invloedssfeer van bos, heide, zandverstuivingen of landgoederen of liggen binnen landschapstypen met een gemiddeld beperkte oppervlakte

Door de inpasbaarheid per landschapstype te koppelen aan het GIS-bestand is voor de zoekgebieden een ruimtebeslag in gebieden met verschillende inpasbaarheid te berekenen. Dit is gedaan als basisbeoordeling en vervolgens ook voor de overige alternatieven.

Beoordelingsschaal

Om de effecten van de windturbines (beide referentieturbines) en zonneparken per aspect te kunnen vergelijken worden deze op basis van een plus- en min-schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Tabel 5.9 laat de beoordelingsschaal voor het criterium 'invloed op landschapstype' zien.

Tabel 5.9 Beoordelingsschaal effecten 'invloed op landschapstype'

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Toelichting
--	sterk negatief	de voorgenomen ingreep heeft ten opzichte van de referentiesituatie sterk negatieve effecten op de structuren en typering van landschapstypes
-	negatief	de voorgenomen ingreep heeft ten opzichte van de referentiesituatie negatieve effecten op de structuren en typering van landschapstypes
0/-	beperkt negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot beperkt negatieve effecten op de structuren en typering van landschapstypes
0	neutraal	de voorgenomen ingreep heeft ten opzichte van de referentiesituatie geen of zeer beperkte effecten op de structuren en typering van landschapstypes
+	beperkt positief	niet van toepassing (een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie treedt niet op)
++	positief	
+++	sterk positief	

Effectbeoordeling

Tabel 5.10 gaat in op de algemene effecten van zonneparken en de twee referentieturbines.

Tabel 5.10 De algemene effecten van het plaatsen van zonneparken, 120 en 166 m windturbines op de landschapstypen in het plangebied

Landschapstype en kenmerken (zie ook bijlage II)	Zonneparken	120 m windturbine	166 m windturbine
Boslandschap (77.838 ha, 75 gebieden) *Grootmatig, besloten loof- en naaldbos veelal plaatselijk reliëf en heuvelachtig, geen bebouwing, modern-rationele verkaveling.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege dichte bosbeplanting. Kappen van bomen verstoort de groenbeleving, aantasting reliëf, schaduwwerking zorgt voor extra kappen van bomen.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege dichte bosbeplanting en recreatief gebruik. Kappen van bomen verstoort lokaal de groenbeleving. Het geluid van de windturbines verstoort de kenmerkende rust van dit landschapstype, lokaal aantasting reliëf.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege dichte bosbeplanting en recreatief gebruik. Kappen van bomen verstoort lokaal de groenbeleving. Het geluid van de windturbines verstoort de kenmerkende rust van dit landschapstype, lokaal aantasting reliëf.*

Landschapstype en kenmerken (zie ook bijlage II)	Zonneparken	120 m windturbine	166 m windturbine
Droge heide- en bosontginningenlandschap (9.957 ha, 31 gebieden). *(Tamelijk) grootmatig, open, vlak tot glooiend landschap, bouwland, verspreide bebouwing, blokverkaveling.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Met een zo laag en plat mogelijke opstelling, met een oriëntatie parallel aan de kavelrichting wordt de grootschalige openheid niet aangetast. Ook is het mogelijk zonnevelden te koppelen aan agrarische bebouwing. Er kan ook gekozen worden voor grootschalige clustering (met behoud van blokverkaveling). Dit landschapstype ligt meestal langs bossen, waardoor er mogelijkheden zijn voor zonnestroken langs de bosrand. In enkele regio's zijn er ook zonnekamers in te vullen.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Het totale oppervlakte van dit landschapstype, vaak binnen de bossen op de Veluwe, is relatief beperkt. Naar verwachting hebben windturbines in deze gebieden ook een visuele relatie met de landschapstype bossen, heide en zandverstuivingen. Vanuit dat beeld zijn windturbines binnen dit landschapstype niet gewenst.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Het totale oppervlakte van dit landschapstype, vaak binnen de bossen op de Veluwe, is relatief beperkt. Naar verwachting hebben windturbines in deze gebieden ook een visuele relatie met de landschapstype bossen, heide en zandverstuivingen. Vanuit dat beeld zijn windturbines binnen dit landschapstype niet gewenst.*
Essenlandschap (9.994 ha, 36 gebieden). *Tamelijk grootmatig, half-besloten, glooiend landschap, met geconcentreerde bebouwing, houtwallen en erfbeplantingen, gras- en bouwland, strakke begrenzing ruimtes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *De afwisseling van open en besloten kamers kan behouden blijven of versterkt worden door kleine en grote zonnevelden in (nieuwe of oude) besloten of half-open kamers toe te voegen. Ook is een mogelijkheid de randen van de essen te accentueren met rijen zonnepanelen.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Dit is een van de kleinere landschapstypes. Door het hele landschapstype te vullen, kan hiermee het landschapstype als geheel versterkt. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Door het halfbesloten landschap zijn turbines soms uit het oog. Vermijden van geconcentreerde bebouwing binnen dit landschapstype is een aandachtspunt.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Dit is een van de kleinere landschapstypes. Het gaat hier gemiddeld om minder dan circa 20 windturbines per gebied, hiermee wordt niet het landschapstype als geheel versterkt. Bij de hoge windturbines is er weinig samenhang, onderling en met het landschap. Door halfbesloten landschap zijn turbines soms uit het oog. Mogelijk kan landschapstype als leegte dienen (leegte is minstens tientallen km^2 groot). Vermijden geconcentreerde bebouwing is een aandachtspunt.*
Heidelandschap (22.963 ha, 39 gebieden). *(Tamelijk) grootmatig, open heidelandschap, strakke begrenzing ruimtes.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Aantasting landschappelijke kwaliteiten, het landschap biedt geen landschappelijke elementen voor inpassing en een zonneveld zal op grote afstand zichtbaar zijn.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege zeldzaam bodemgebruik en recreatief gebruik.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege zeldzaam bodemgebruik en recreatief gebruik.*

Landschapstype en kenmerken (zie ook bijlage II)	Zonneparken	120 m windturbine	166 m windturbine
Ingepolderde uiterwaardenlandschap (7.326 ha, 13 gebieden). *Grootmatig, open, vlak, graslandschap met slagen- en blokverkaveling, slingerend wegenpatroon, grillige begrenzing ruimtes, grienden, dijken.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Met een zo laag en plat mogelijke opstelling, met een oriëntatie parallel aan de kavelrichting wordt de grootschalige openheid niet aangetast. Ook is het mogelijk zonnevelden te koppelen aan agrarische bebouwing, en in diepe plassen. Een andere kansrijke oplossing is om open percelen in het geheel als grootschalige zonneweide in te zetten.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Het landschapstype heeft een sterke relatie met de grote rivieren. Lineaire parken die met de oostelijk-westelijke richting van de grote rivieren meegaan, geven een goede landschappelijke samenhang.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Het landschapstype heeft een sterke relatie met de grote rivieren. Lineaire parken die met de rivier meegaan, geven een goede landschappelijke samenhang. Met hoge turbines wordt de beleefde samenhang tussen turbines minder groot. In het open gebied met lineaire lijnen zal de landschappelijke samenhang vermoedelijk nog wel beleefd worden.*
Kampenlandschap (67.143 ha, 90 gebieden). *Half-besloten, (zeer) kleinmatig landschap met verspreide bebouwing, bossen en houtwallen e.d., graslandschap en bouwland, blokverkaveling. Slingerend wegen- en waterpatroon, grillige begrenzing ruimtes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *De afwisseling van akkers en weiden, open en besloten kamers kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in (nieuwe of oude) besloten of half-open kamers toe te voegen.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Door het halfbesloten landschap zijn turbines soms uit het oog.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Er is hierbij een voorkeur voor (minder, maar) hogere turbines.* *Door het halfbesloten landschap zijn turbines soms uit het oog.*
Kommenlandschap (57.928 ha, 36 gebieden). *Zeer grootmatig tot tamelijk grootmatig, open, vlak graslandschap, recht wegen- en waterpatroon, strakke begrenzing ruimtes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Met een zo laag en plat mogelijke opstelling, met een oriëntatie parallel aan de kavelrichting wordt de grootschalige openheid niet aangetast. Ook is het mogelijk zonnevelden te koppelen aan agrarische bebouwing, langs de randen van de kommen en in diepe plassen. Een andere kansrijke oplossing is om open percelen in het geheel als grootschalige zonneweide in te zetten.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Door het hele landschapstype te vullen kan landschappelijke samenhangt versterkt worden, inclusief de relatie met de rivieren. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Eventueel ook in beeld als grootschalige leegtes als bijvoorbeeld wel langs de rivieren lineaire parken worden aangelegd.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Door het hele landschapstype te vullen kan landschappelijke samenhang versterkt worden, inclusief de relatie met de rivieren. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Hierbij is er een voorkeur voor (minder, maar) hogere turbines. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Eventueel ook in beeld als grootschalige leegtes als bijvoorbeeld wel langs de rivieren lineaire parken worden aangelegd.*

Landschapstype en kenmerken (zie ook bijlage II)	Zonneparken	120 m windturbine	166 m windturbine
Landgoederenlandschap (11.075 ha, 39 gebieden). *Besloten, kleinmatig landschap met verspreide bebouwing, bossen en graslandschap in blokverkaveling. Slingerend waterpatroon, strakke begrenzing ruimtes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *De afwisseling van open en besloten kamers op de landgoederen kan behouden blijven of versterkt worden door een reeks van zonnevelden in (nieuwe of oude) besloten of half-open kamers toe te voegen. Eventueel kan ook ingezet worden op tijdelijke (10-20 jaar) energielandgoederen.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege dichte bosbeplanting en recreatief gebruik.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Vanwege dichte bosbeplanting en recreatief gebruik.*
Natte heide- en broekontginningenlandschap (8.717 ha, 72 gebieden). *(Tamelijk) grootmatig, halfopen, vlak landschap, met verspreide bebouwing, erfbeplanting, gras en bouwland, moderne verkaveling, recht wegen- en waterpatroon, strakke begrenzing ruimtes.*	Redelijk kansrijk. *Kleinschalige zonnevelden op de maat van de huidige agrarische kavels passen sluiten aan bij de ruimtelijke eenheid en maatvoering van het landschap. Er zijn voldoende aanknopingspunten om landschappelijke elementen langs de zonnevelden terug te brengen (omlijsting). Ook is clustering een mogelijkheid met grootschalige halfopen zonnekamers als hiermee andere delen van het gebied onaangetast kunnen blijven.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Door het halfbesloten landschap zijn turbines soms uit het oog.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Er is hierbij een voorkeur voor hoogte. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken. Door het halfbesloten landschap zijn turbines soms uit het oog.*
Oeverwallen- en stroomruggenlandschap (50.154 ha, 88 gebieden). *(Tamelijk) grootmatig, afwisselend op en besloten, heuvelachtig landschap, met verspreide bebouwing, bomenrijen, erfbeplantingen, boomgaarden, grasland en bouwland, blokverkaveling, slingerend weg- en waterpatroon, grillige begrenzing ruimtes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *De afwisseling van kleinschalige halfopen en besloten akkers, weilanden en boomgaarden kan behouden blijven of versterkt worden door kleine of grootschalige zonnevelden in (nieuwe of oude) kamers toe te voegen. Ook is hier de mogelijkheid om aan te sluiten bij (agrarische) bebouwing.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Het landschapstype heeft een sterke relatie met de grote rivieren. Lineaire parken die is oost-westelijke richting globaal met de grote rivieren meegaan, geven een goede landschappelijke samenhang. Aandachtspunt is de verspreide bebouwing.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Het landschapstype heeft een sterke relatie met de grote rivieren. Lineaire parken die is oost-westelijke richting globaal met de grote rivieren meegaan, geven een goede landschappelijke samenhang. Met hoge turbines wordt de beleefde samenhang tussen turbines minder groot. In het open gebied met lineaire lijnen zal de landschappelijke samenhang vermoedelijk nog wel beleefd worden. Aandachtspunt is de verspreide bebouwing.*

Landschapstype en kenmerken (zie ook bijlage II)	Zonneparken	120 m windturbine	166 m windturbine
Polderlandschap (8.709 ha, 7 gebieden) *Zeer grootmatig, vlak, graslandschap met slagen- en blokverkaveling, recht wegen- en waterpatroon, beplanting IJsselmeer polders.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *In de zeekleipolders met blokverkaveling en extreme openheid zijn er geen aanknopingspunten voor een goede landschappelijke inpassing. In de veenpolders kan de grootmatige openheid kan behouden worden als de opstelling zo vlak en laag mogelijk ligt en het zonneveld gekoppeld wordt aan een erf. Er kan ook gekozen worden voor grootschalige clustering (met behoud van slagenverkaveling).*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Door het hele landschapstype te vullen (in tegenstelling tot omliggende landschapstypen) kan landschappelijke samenhang versterkt worden. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Door het hele landschapstype te vullen kan landschappelijke samenhang versterkt worden. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Hierbij is er een voorkeur voor (minder, maar) hogere turbines. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken.*
Rivierweidenlandschap (4.514 ha, 6 gebieden) *Grootmatig, open, vlak, graslandschap, solitaire bomen, blokverkaveling, slingerend wegen- en waterpatroon, langs genormaliseerde riviertjes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Met een zo laag en plat mogelijke opstelling, met een oriëntatie parallel aan de kavelrichting wordt de grootschalige openheid niet aangetast. Ook is het mogelijk zonnevelden te koppelen aan agrarische bebouwing.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Het betreft een smal lineair landschapstype. Een windpark draagt niet bij aan landschappelijke samenhang.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Het betreft een smal lineair landschapstype. Een windpark draagt niet bij aan landschappelijke samenhang.*
Uiterwaardenlandschap (31.460 ha, 42 gebieden) *(Tamelijk) grootmatig, open, graslandschap, blokverkaveling, met grienden, wegbeplanting, dijken, steenfabrieken, plaatselijk reliëf, recht wegpatroon en slingerend waterpatroon, grillige begrenzing van de ruimtes, zand- en kleiputten, rivieren.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *In het landschapstype zijn weinig elementen om de zonnevelden aan te koppelen. Drijvende zonnevelden op grote plassen hebben weinig invloed op de beleving van het landschapstype.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Het landschapstype heeft een sterke relatie met de grote rivieren. Lineaire parken die met de rivier meegaan, geven een goede landschappelijke samenhang.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Het landschapstype heeft een sterke relatie met de grote rivieren. Lineaire parken die globaal met de rivier meegaan, geven een goede landschappelijke samenhang. Met hoge turbines wordt de beleefde samenhang tussen turbines minder groot. In het open gebied met lineaire lijnen zal de landschappelijke samenhang vermoedelijk nog wel beleefd worden.*

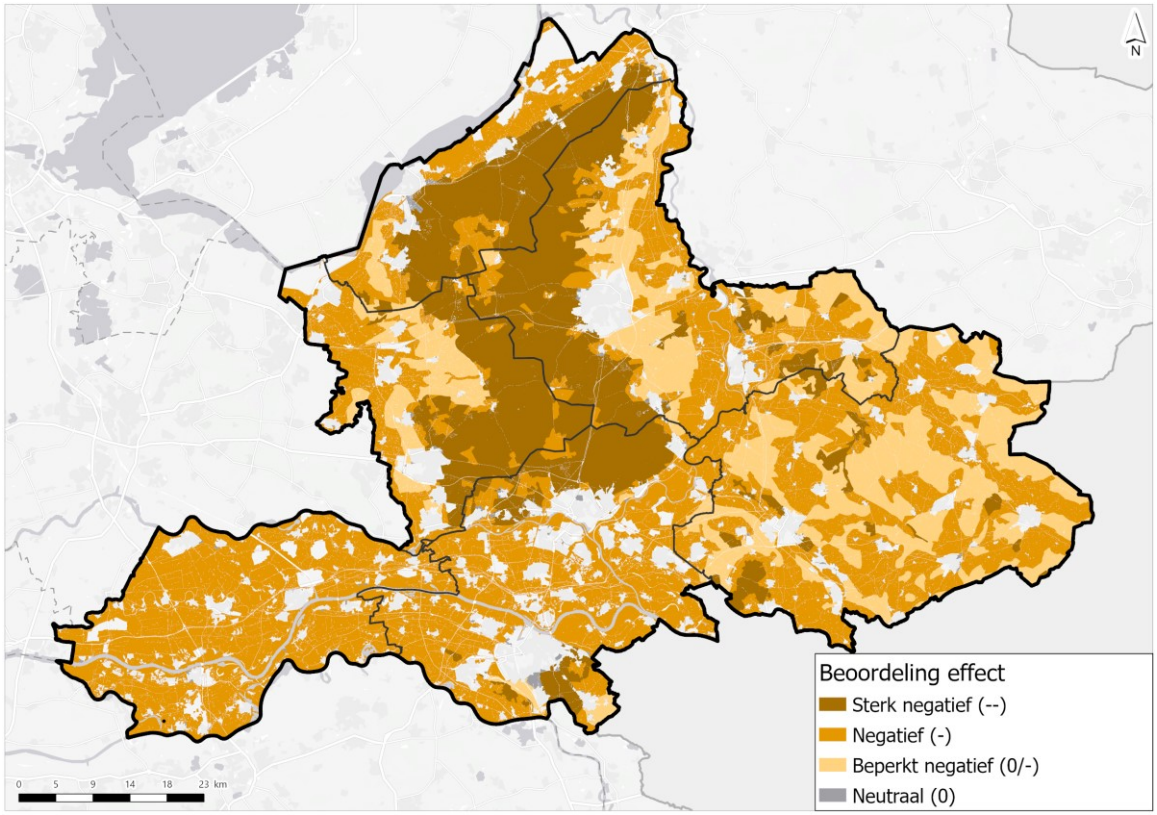
Landschapstype en kenmerken (zie ook bijlage II)	Zonneparken	120 m windturbine	166 m windturbine
Veenontginningenlandschap (11.413 ha, 13 gebieden) *Grootmatig (soms kleinmatig), open, vlak, graslandschap, wegbeplantingen, slagenverkaveling, recht wegen- en waterpatroon, strakke begrenzing ruimtes.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Alleen kleinschalige zonnevelden zijn mogelijk, bijvoorbeeld door te koppelen aan stadsrand of erfkavel.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *De windturbines vormen een nieuwe landschappelijke laag. Door het hele landschapstype te vullen kan landschappelijke samenhang versterkt. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *De windturbines vormen een nieuwe landschappelijke laag. Door het hele landschapstype te vullen kan landschappelijke inclusief de relatie met de rivieren. Een geometrisch grid kan bijdragen aan een gestructureerd en rustig beeld in het landschap. Hierbij is er een voorkeur voor (minder, maar) hogere turbines. Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan mogelijkheden om het landschap onder de turbines te versterken.*
Zandverstuivingenlandschap (2.263 ha, 6 gebieden). *Tamelijk grootmatig, heuvelachtig zandverstuivingslandschap, grillig begrensde ruimtes*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Aantasting landschappelijke kwaliteiten, het landschap biedt geen landschappelijke elementen voor inpassing en een zonneveld zal op grote afstand zichtbaar zijn.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Zeldzaam bodemgebruik en recreatief gebruik. Windturbines hebben lokaal verdwergend effect op reliëf.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Zeldzaam bodemgebruik en recreatief gebruik. Windturbines hebben lokaal verdwergend effect op reliëf.*
Recreatielandschap (2.293 ha, 13 gebieden) *Plaatselijk reliëf, strakke begrenzing ruimtes, bos, open water.*	Matig kansrijk tot kansrijk te maken. *Dit vergt een goede landschappelijke inpassing waarbij aandacht moet zijn voor het recreatieve gebruik van het gebied.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Niet tot nauwelijks kansrijk vanwege recreatief gebruik. Gebieden te verschillend om inpassing goed in te schatten.*	Niet tot nauwelijks kansrijk. *Niet tot nauwelijks kansrijk vanwege recreatief gebruik. Gebieden te verschillend om inpassing goed in te schatten.*

Beoordeling op kaart

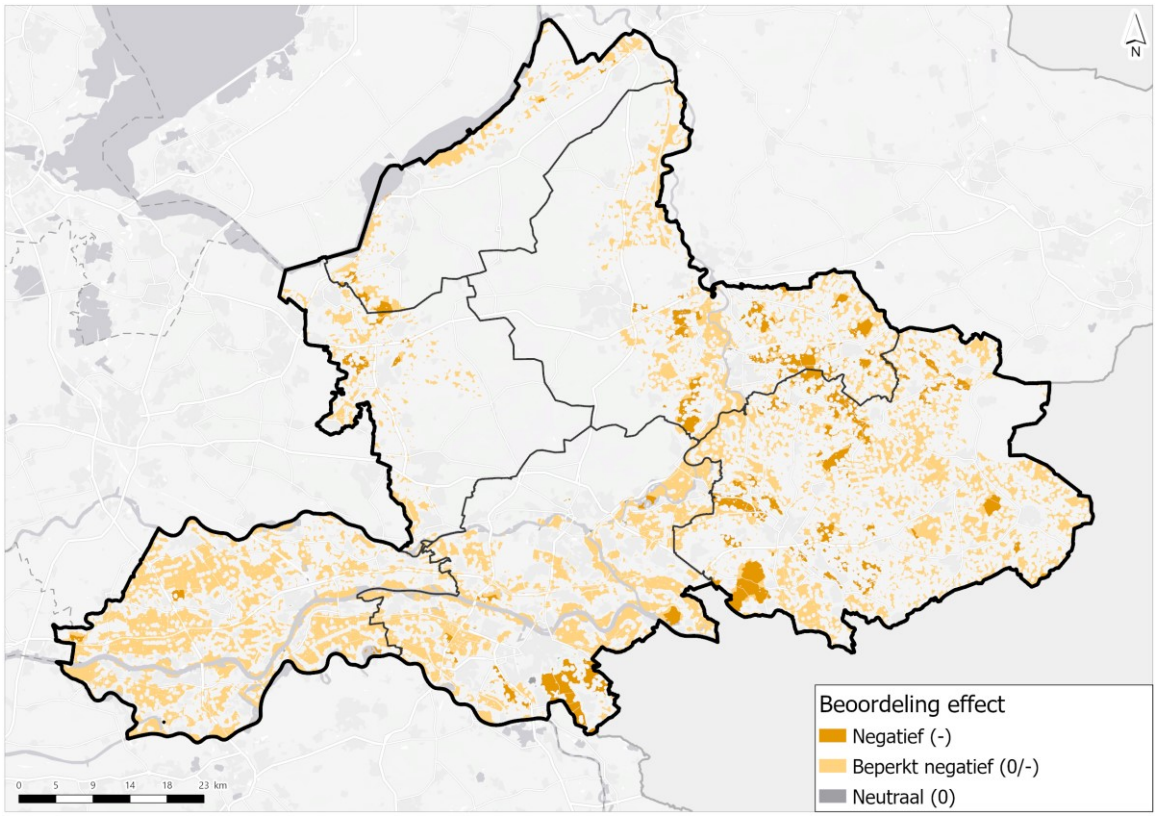
Afbeeldingen 5.4, 5.5 en 5.6 geven een beeld van de basisbeoordeling op kaart voor het criterium landschapstypen.

Zoals aangegeven worden de effecten voor windturbines bij een classificatie 'niet tot nauwelijks kansrijk' een beoordeling van ten hoogste negatief (-) en niet sterk negatief (--) gegeven. De reden is bij het landschappelijk ontwerp van wind verschillende invalshoeken denkbaar zijn. Zie hiervoor de 10 kwaliteitsregels uit de Community of Practice in bijlage II van bijlage II. De gehanteerde benadering van inpasbaarheid is slechts één van deze invalshoeken die zeker nu turbines steeds groter worden en samenhang met het onderliggende landschap in steeds meer gevallen niet mogelijk is of leidt tot een 'schijnrelatie'. De invalshoek waarbij een nieuwe landschappelijke laag wordt aangebracht (dus niet inpassen, zie bijlage II in bijlage II) is in een plan-MER van dit abstractieniveau niet onderzocht. Omdat een sterke negatieve beoordeling suggereert dat landschapsstructuren en kwaliteiten vrijwel zeker worden aangetast is de beoordeling daarom één categorie afgezwakt. De beoordeling negatief en beperkt negatief geven samen met de classificatie uit tabel 5.11 wel een goede typering van de kwaliteiten en kenmerken van landschapstypen en geven daarmee ook aandachtspunten en aanknopingspunten voor het voorkomen of beperken van landschappelijke effecten en het versterken van een landschappelijk verantwoord ontwerp.

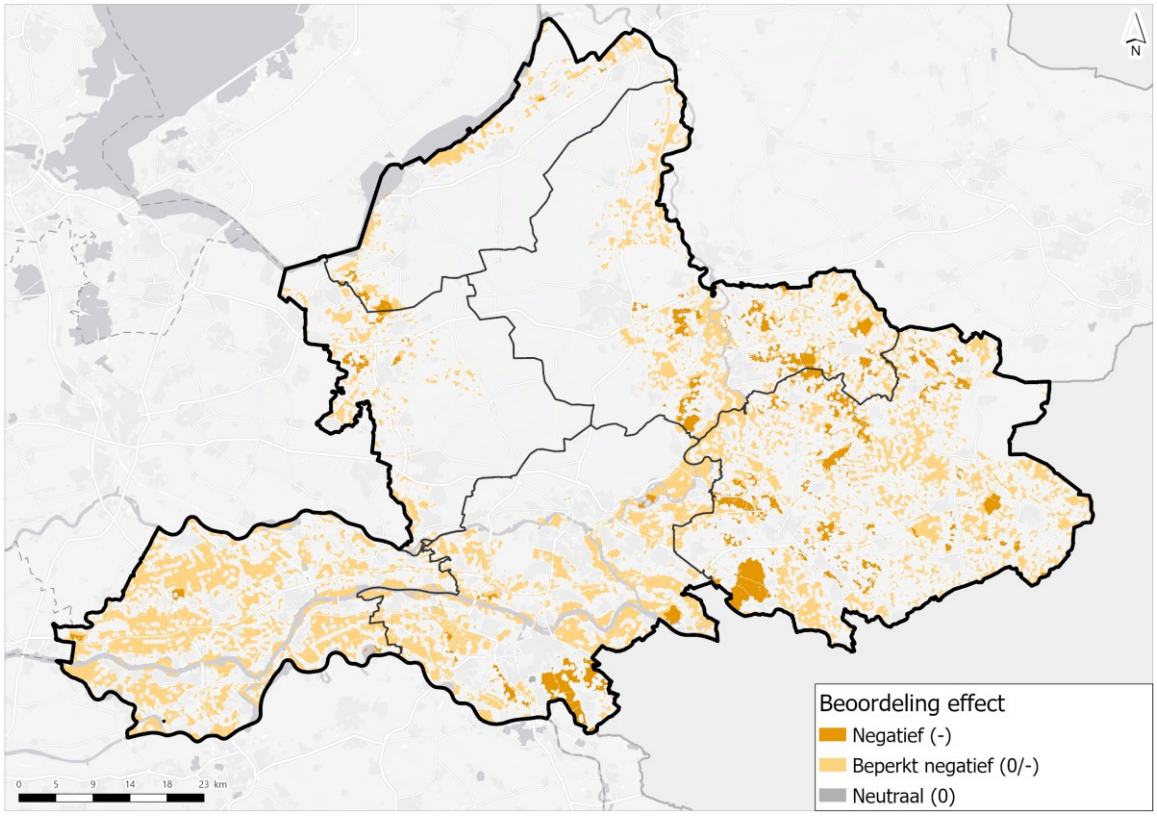
Afbeelding 5.4 Basisbeoordeling landschapstypen van zonneparken



Afbeelding 5.5 Basisbeoordeling landschapstypen 120 m windturbines



Afbeelding 5.6 Basisbeoordeling landschapstypen 166 m turbines



5.2.2 (Bovengrondse) cultuurhistorie: invloed op historische-geografische en -bouwkundige waarden

Onderzoeksaanpak

Historische geografie bestudeert de wijze waarop cultuurlandschap en de elementen en structuren daarin tot stand zijn gekomen onder invloed van menselijk handelen. Historisch-geografische elementen vallen uiteen in punt-, lijn- en vlakelementen. Bijvoorbeeld een terp, een dijk of een polder. Gezamenlijk vormen zij het topografisch archief. Elementen kunnen op zichzelf bestaan, maar kunnen samengenomen worden in ensembles of patronen. Een patroon bestaat uit een aantal ruimtelijk samenhangende, gelijksoortige elementen, bijvoorbeeld een wegenpatroon of verkaveling. Een ensemble is niet regelmatig, maar bestaat uit elementen die ruimtelijk en functioneel wel samenhangen. Bij dit aspect is ook de aanwezigheid van de Nieuwe Hollandse Waterlinie relevant.

Het aspect historische bouwkunde in dit rapport beschrijft de effecten op gebouwde monumenten (Rijksmonumenten, provinciale en gemeentelijke monumenten). Ook de effecten op beschermde stads- en dorpsgezichten en molenbiotopen worden bij dit aspect beschreven. Ondanks dat fysieke effecten op Rijksmonumenten zijn uitgesloten, kan er wel sprake zijn van invloed op de beleefde kwaliteit.

Studiegebied

Het studiegebied voor dit criterium is gelijk aan het plangebied.

Onderzoeksmethodiek

De effecten worden kwalitatief beoordeeld op basis van de resultaten van een bureaustudie. Er is gebruik gemaakt van de volgende GIS-bronnen:

- gebouwde rijksmonumenten en vastgestelde contouren van rijksmonumenten (RCE, Nationaal georegister). Ook is gebruik gemaakt van een zone van 100 m om de monumenten heen waar voorkoming van de aantasting van de omgeving van een monument van toepassing kan zijn;
- contour Nieuwe Hollandse Waterlinie (GIS-data Omgevingsverordening provincie Gelderland);
- aangewezen stads- en dorpsgezichten (RCE, Nationaal Georegister);
- molenbiotoop (GIS-data Omgevingsverordening provincie Gelderland;
- oude boskernen, houtwallen en heggen (RCE, Nationaal georegister), zowel de gedocumenteerde als de verwachte locaties.

Voor de beoordeling van de effecten op de Nieuwe Hollandse Waterlinie (onderdeel van de Hollandse Waterlinies) is gebruikt gemaakt van het Afwegingskader energieopwekking Hollandse Waterlinies (Land-id, 2021).

Beoordelingsschaal

Om de effecten van de windturbines (beide referentieturbines) en zonneparken per aspect te kunnen vergelijken worden deze op basis van een plus- en min-schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Tabel 5.11 laat de beoordelingsschaal voor het criterium 'invloed op historisch-geografische en -bouwkunde waarden'.

Tabel 5.11 Beoordelingsschaal effecten 'invloed op historische-geografische en -bouwkundige waarden'

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Toelichting
--	sterk negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot sterk negatieve (vernietiging) effecten op cultuurhistorische waarden. Het nemen van mitigerende of compenserende maatregelen is noodzakelijk
-	negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot negatieve (vernietiging of verstoring) effecten op cultuurhistorische waarden. Het nemen van mitigerende of compenserende maatregelen is zeer gewenst
0/-	beperkt negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot beperkt negatieve (alleen verstoring) effecten op cultuurhistorische waarden
0	neutraal	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie niet of nauwelijks tot effecten op cultuurhistorische waarden
+	beperkt positief	niet van toepassing (een verbetering van ten opzichte van de referentiesituatie treedt niet op)
++	positief	
+++	sterk positief	

Effectbeoordeling

Tabel 5.12 gaat in op de algemene effecten van zonneparken en de twee referentieturbines op de historisch-geografische en bouwkundige waarden (op het provinciale niveau).

Gebieden in Nederland die het meest cultuurhistorisch waardevol en kwetsbaar zijn en die een beschermde status hebben, wil de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) zoveel mogelijk ontzien als locatie voor de opwekking van hernieuwbare energie. Maar, op basis van goed onderzoek en een goede ontwerpopgave zijn er soms zelfs energieprojecten mogelijk in de cultuurhistorisch meest waardevolle gebieden van Nederland.

Tabel 5.12 De algemene effecten van het plaatsen van zonneparken, 120 en 166 m windturbines op (bovengrondse) cultuurhistorische waarden in het plangebied

Cultuurhistorische waarde	Zonneparken	120 m windturbines	166 m windturbines
Hollandse Waterlinies[1]	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** De kernkwaliteiten moeten behouden blijven. Alleen in de inundatiegebieden en schootsvelden, op 50m afstand van de hoofdverdedigingslijn. In van bebouwing vrij en open gebied in lage opstellingen (tot 1,50 m hoog), in meer bebouwd gebied iets hoger (tot 2,50 m) en in zonnevelden verspreid over het landschap kansrijk te maken. De verkaveling moet altijd herkenbaar zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** De kernkwaliteiten moeten behouden blijven. Windturbines dienen niet parallel te staan aan de hoofdverdedigingslijn om het horizonbeslag vanaf de hoofdverdedigingslijn te minimaliseren. Alleen in de inundatiegebieden en schootsvelden, op meer dan 1 km afstand van de hoofdverdedigingslijn. Rivierengebied: Dit kunnen vlakken of lijnen zijn. Een lineaire opstelling heeft de voorkeur die de oost-west oriëntatie van de ontginning volgt. Zeekleigebied: bij voorkeur in vlakken die passen bij de kenmerkende vlakvormige structuur van de verkavelingen.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** De kernkwaliteiten moeten behouden blijven. Windturbines dienen niet parallel te staan aan de hoofdverdedigingslijn om het horizonbeslag vanaf de hoofdverdedigingslijn te minimaliseren. Alleen in de inundatiegebieden en schootsvelden, op meer dan 2 km afstand van de hoofdverdedigingslijn. Rivierengebied: Dit kunnen vlakken of lijnen zijn. Een lineaire opstelling heeft de voorkeur die de oost-west oriëntatie van de ontginning volgt. Zeekleigebied: bij voorkeur in vlakken die passen bij de kenmerkende vlakvormige structuur van de verkavelingen. Maar weinig geschikte ruimte.
Rijksmonumenten (contouren)	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** De afwisseling van open en besloten kamers op grote landgoederen kan bijvoorbeeld behouden blijven door een reeks van zonnevelden in besloten of half-open kamers toe te voegen. Voor andere rijksmonumenten met contouren zijn er wellicht aanknopingspunten vanuit de elementen binnen de bijbehorende landschapstypen.	**Niet tot nauwelijks kansrijk.** Het toevoegen van windturbines zorgt voor een nieuwe landschapslaag die geen relatie heeft met de onderliggende landschappelijke structuren. Het voegt een beleving van verstedelijking toe die meestal niet past bij de beleving van het monument. Bovendien kunnen belangrijke zichtlijnen worden verstoord. Het geluid en de slagschaduw verstoort de rust en beleving binnen de monumententerreinen.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Het toevoegen van windturbines zorgt voor een nieuwe landschapslaag die geen relatie heeft met de onderliggende landschappelijke structuren. Het voegt een beleving van verstedelijking toe die meestal niet past bij de beleving van het monument. Bovendien kunnen belangrijke zichtlijnen worden verstoord. Het geluid en de slagschaduw verstoort de rust en beleving binnen de monumententerreinen.
Rijksmonumenten - 100m contour	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** De omgeving van een monument moet aansluiten bij de context van het monument. Als er een landschappelijk passende afscheiding aanwezig is tussen de zonnevelden en het monument, dan hoeft de beleefde kwaliteit van het monument niet te dalen.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Het toevoegen van windturbines zorgt voor een beleving van verstedelijking toe die meestal niet past bij de beleving van het monument. Het geluid en de slagschaduw verstoort de rust en beleving van het monument.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Het toevoegen van windturbines zorgt voor een beleving van verstedelijking toe die meestal niet past bij de beleving van het monument. Het geluid en de slagschaduw verstoort de rust en beleving van het monument.

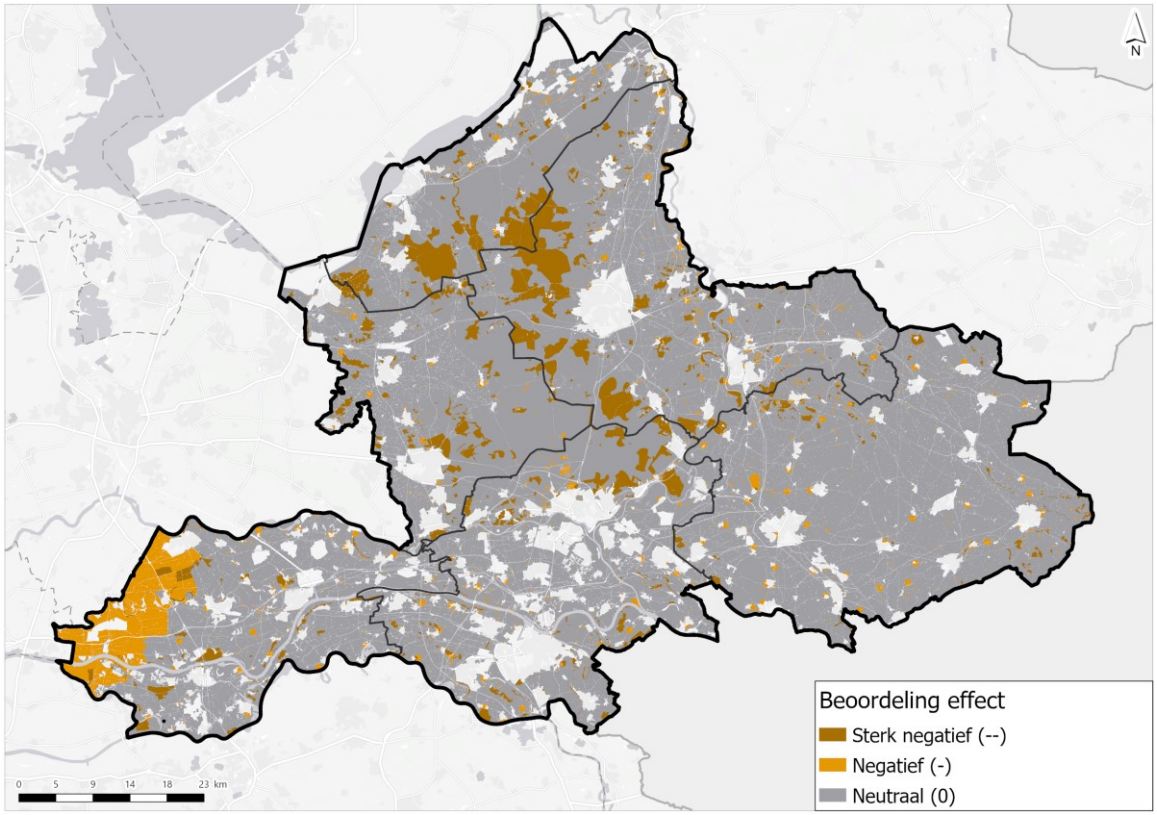
[1] In het Afwegingskader energieopwekking Hollandse Waterlinies (Land-id, 2021) is nader uitgewerkt onder welke voorwaarden windenergie binnen de Hollandse Waterlinie ingepast kan worden. Dit is ook op kaart weergegeven. Vanwege de afwijkende afmetingen van de in het afweegkader gebruikte turbines en het abstractieniveau van dit plan-MER zijn de nuances uit het afweegkader niet in de beoordeling op kaart opgenomen (afbeelding 5.5 en 5.6).

Beschermde stads- en dorpsgezichten	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Ruimtelijke ontwikkelingen binnen beschermde stads- en dorpsgezichten moeten aansluiten bij bestaande historische kenmerken- en structuur. Het fysieke ruimtebeslag van een zonnepark verstoort deze bestaande structuren; het ruimtebeslag verstoort eveneens de balans tussen bebouwing en open ruimte.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Ruimtelijke ontwikkelingen binnen beschermde stads- en dorpsgezichten moeten aansluiten bij bestaande historische kenmerken- en structuur. De hoge turbines hebben een verstorende werking op de zichtbeleving; zo verstoren de hoge opgaande masten de stad- en dorpssilhouetten. Het fysieke ruimtebeslag van een windturbine verstoort de balans tussen bebouwing en openbare ruimte.	**Niet tot nauwelijks kansrijk.** Ruimtelijke ontwikkelingen binnen beschermde stads- en dorpsgezichten moeten aansluiten bij bestaande historische kenmerken- en structuur. De hoge turbines hebben een verstorende werking op de zichtbeleving; zo verstoren de hoge opgaande masten de stad- en dorpssilhouetten. Het fysieke ruimtebeslag van een windturbine verstoort de balans tussen bebouwing en openbare ruimte.
Molenbiotopen	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Zowel het zicht op de molen als wel de mate van vrije windvang van de molen moet behouden blijven. Ook gelden regels met betrekking tot de hoogte van nieuwe bebouwing. Zonnevelden hebben een verstorende werking op deze zichtbeleving. Als er toevallig wel al een landschappelijk passende afscheiding aanwezig is tussen de zonnevelden en het monument, dan hoeft de beleefde kwaliteit van het monument niet te dalen.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Zowel het zicht op de molen als wel de mate van vrije windvang van de molen moet behouden blijven. Ook gelden regels met betrekking tot de hoogte van nieuwe bebouwing. Windturbines hebben een sterk verstorende werking op de zichtbeleving, verstoren mogelijk de mate van vrije windvang en voldoen niet aan de hoogtevoorschriften.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Zowel het zicht op de molen als wel de mate van vrije windvang van de molen moet behouden blijven. Ook gelden regels met betrekking tot de hoogte van nieuwe bebouwing. Windturbines hebben een sterk verstorende werking op de zichtbeleving, verstoren mogelijk de mate van vrije windvang en voldoen niet aan de hoogtevoorschriften.
Oude boskernen, houtwallen en heggen	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Er is verstoring van de groenbeleving, schaduwwerking zorgt voor extra kappen van bomen. Houtwallen en heggen kunnen wel aanleiding zijn om in de belendende kamers landschappelijk ingepaste zonnevelden aan te leggen.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Het toevoegen van windturbines zorgt voor een nieuwe landschapslaag die geen relatie heeft met de onderliggende landschappelijke structuren. Maar als door de plaatsing van de windturbines bomen moeten worden gekapt, vernietigt dit de bestaande landschappelijke structuur.	**Niet tot nauwelijks kansrijk**. Het toevoegen van windturbines zorgt voor een nieuwe landschapslaag die geen relatie heeft met de onderliggende landschappelijke structuren. Maar als door de plaatsing van de windturbines bomen moeten worden gekapt, vernietigt dit de bestaande landschappelijke structuur.

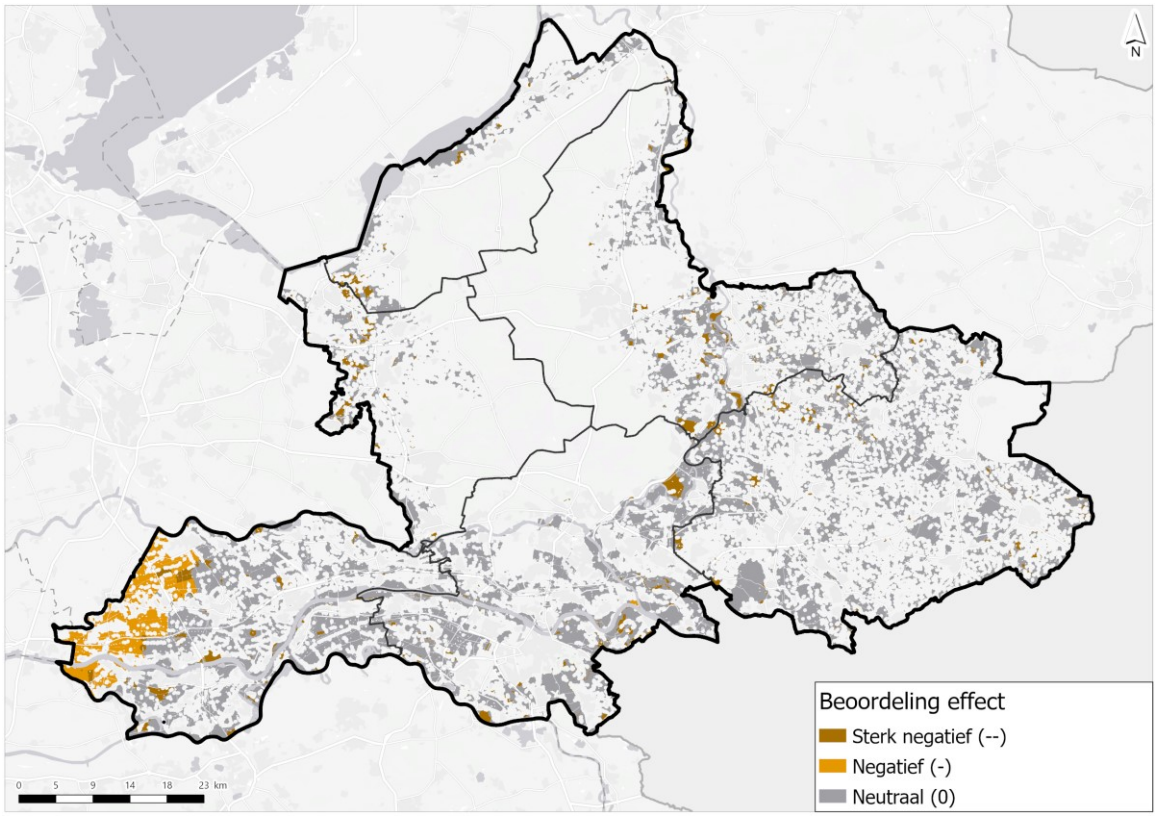
Beoordeling op kaart

Afbeeldingen 5.7 en 5.8 geven een beeld van de basisbeoordeling op kaart voor het criterium historische-geografische en -bouwkundige waarden. In het zoekgebied van de zonneparken is vooral het effect van de (sterk) negatieve beoordeling bij historische groen en het werelderfgoed Nieuwe Hollandse Waterlinie zichtbaar op de kaart. Vanwege het kleinere zoekgebied voor windturbines, valt daar vooral de negatieve beoordeling in het werelderfgoed op.

Afbeelding 5.7 Basisbeoordeling of kaart van effect van zonneparken op cultuurhistorie



Afbeelding 5.8 Beoordeling op kaart van effect van windturbines op cultuurhistorie



5.2.3 Archeologie: invloed op archeologische (verwachtings)waarden

Onderzoeksaanpak

Archeologie is de wetenschap die de overblijfselen van mensen en culturen uit het verleden bestudeert om het verleden te reconstrueren en te duiden. Archeologie houdt zich bezig met de niet-zichtbare resten en sporen van onze cultuurgeschiedenis die zich in de bodem bevinden. Er zijn voor archeologie twee aspecten te onderscheiden, namelijk bekende en verwachte archeologische waarden.

Bekende waarden zijn bevestigd door waarnemingen, opgravingen en/of vondsten. Verwachte waarden zijn bepaald aan de hand van inschattingen. Bijvoorbeeld aan de hand van bekende waarden in de nabijheid, eerder onderzoek, de bodemkundige eenheid en landschappelijke ligging van een gebied. Verwachte archeologische waarden geven de kans aan waarin (plaatselijk) archeologische resten in de bodem kunnen worden verwacht en aangetroffen.

Studiegebied

Voor archeologie is het studiegebied gelijk aan het plangebied.

Onderzoeksmethodiek

De effecten worden kwalitatief beoordeeld op basis van de resultaten van een bureaustudie. Er is gebruik gemaakt van de volgende GIS-bronnen:

- archeologische rijksmonumenten en vastgestelde contouren van archeologische rijksmonumenten (RCE, Nationaal georegister);
- contour Limes (GIS-data Omgevingsverordening provincie Gelderland);
- archeologische monumentenkaart (RCE, Nationaal Georegister);
- provinciale archeologische parels en diamanten (GIS-data provincie Gelderland, geen beleidstatus meer).

Beoordelingsschaal

Om de effecten van de windturbines (beide referentieturbines) en zonneparken per aspect te kunnen vergelijken worden deze op basis van een plus- en min-schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Tabel 5.13 laat de beoordelingsschaal voor het criterium 'invloed op archeologische (verwachtings)waarden zien.

Tabel 5.13 Beoordelingsschaal effecten 'invloed op archeologische (verwachtings)waarden'

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Toelichting
--	sterk negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot sterk negatieve (vernietiging) effecten op archeologische (verwachtings)waarden. Het nemen van mitigerende of compenserende maatregelen is noodzakelijk
-	negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot negatieve (vernietiging of verstoring) effecten op archeologische (verwachtings)waarden. Het nemen van mitigerende of compenserende maatregelen is zeer gewenst
0/-	beperkt negatief	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie tot beperkt negatieve (alleen verstoring) effecten op archeologische (verwachtings)waarden
0	neutraal	de voorgenomen ingreep leidt ten opzichte van de referentiesituatie niet of nauwelijks tot effecten op archeologische (verwachtings)waarden
+	beperkt positief	niet van toepassing (een afname ten opzichte van de referentiesituatie treedt niet op)
++	positief	
+++	sterk positief	

Effectbeoordeling

Tabel 5.14 gaat in op de algemene effecten van zonneparken en de twee referentieturbines op archeologische (verwachtings)waarden op het niveau van de provincie.

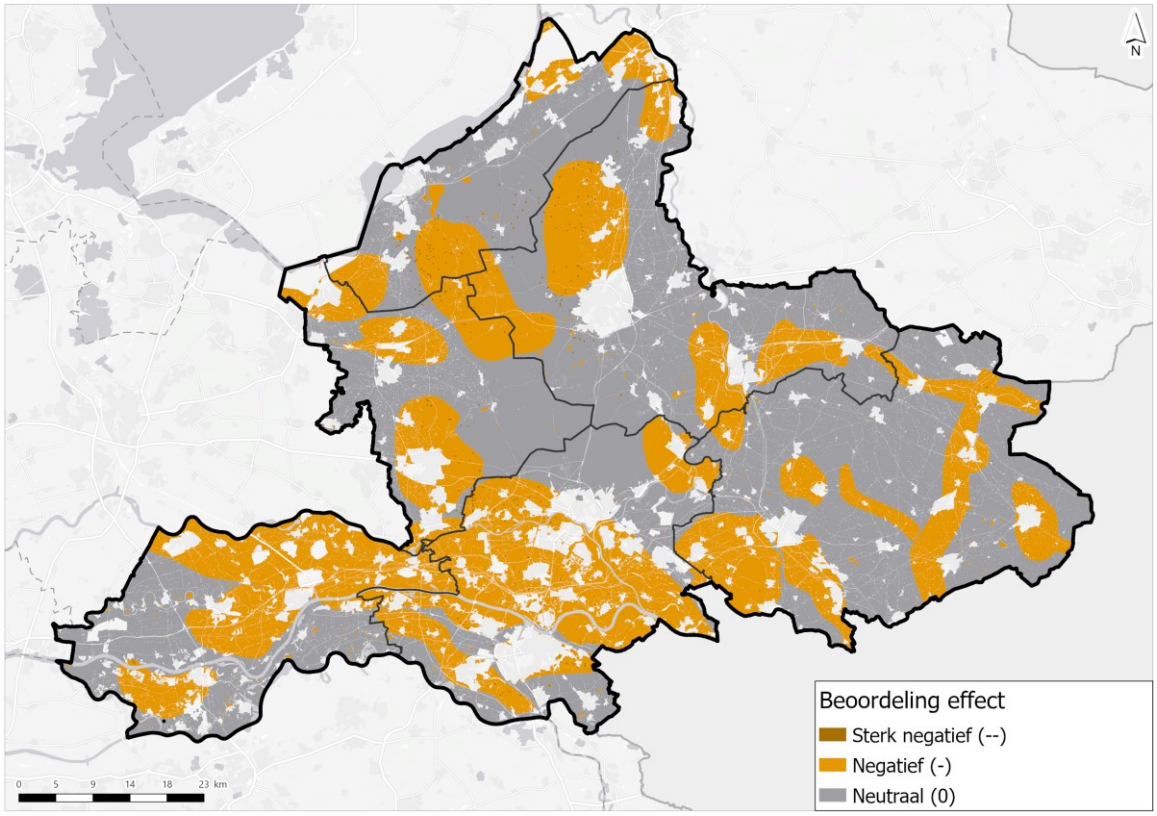
Tabel 5.14 De algemene effecten van het plaatsen van zonneparken, 120 en 166 m windturbines op de archeologische (verwachtings)waarden in het plangebied

Landschapstype en kenmerken	Zonneparken	120 m windturbines	166 m windturbines
Limes	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** Het plaatsen van zonnevelden brengt weinig bodemverstoring met zich mee (puntverstoring). Als er bodemverstoring nodig is, dan moet archeologisch onderzoek uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.
Archeologische monumentenkaart	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van zonnevelden brengt weinig bodemverstoring met zich mee (puntverstoring). Als er bodemverstoring nodig is, dan moet archeologisch onderzoek uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.
Provinciale parels	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van zonnevelden brengt weinig bodemverstoring met zich mee (puntverstoring). Als er bodemverstoring nodig is, dan moet archeologisch onderzoek uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.
Provinciale ruwe diamanten	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken.** Het plaatsen van zonnevelden brengt weinig bodemverstoring met zich mee (puntverstoring). Als er bodemverstoring nodig is, dan moet archeologisch onderzoek uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.	**Matig kansrijk tot kansrijk te maken**. Het plaatsen van de windturbines brengt bodemverstoring met zich mee bij de mastvoet. Archeologisch onderzoek moet uitwijzen dat er geen waarden aanwezig zijn.

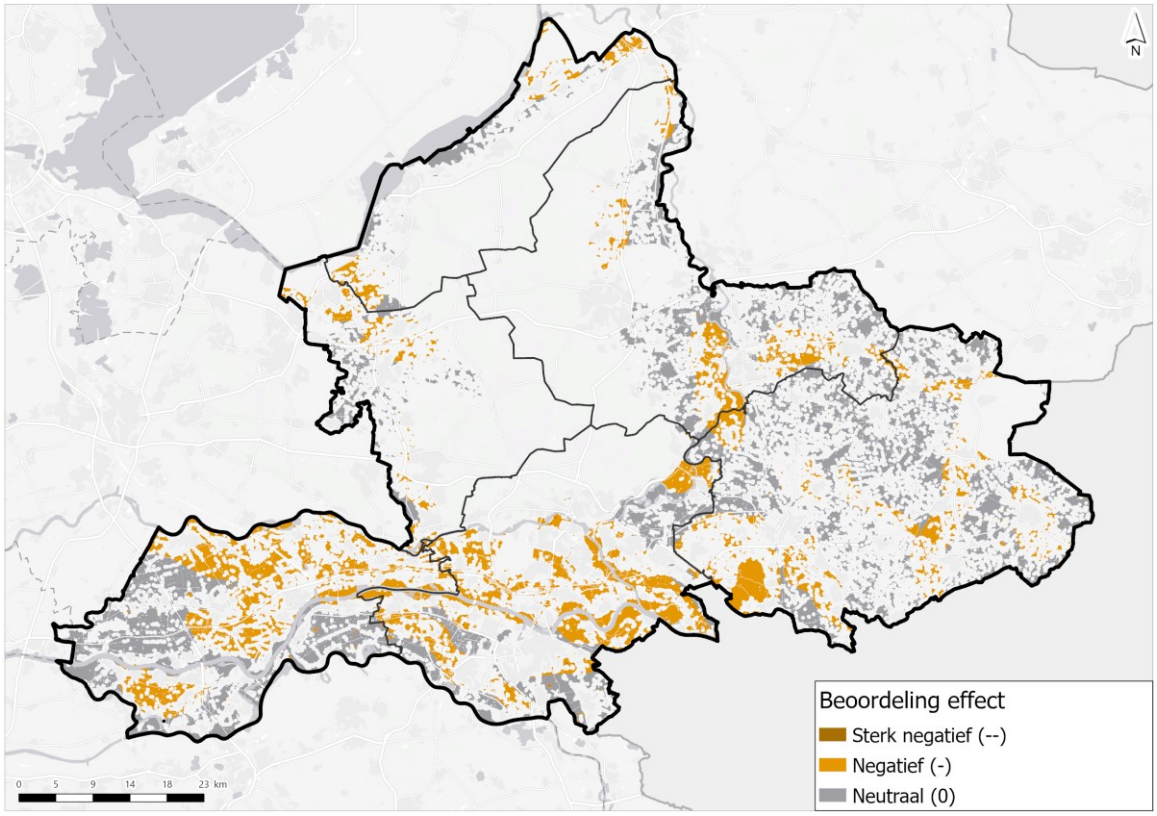
Basisbeoordeling op kaart

Afbeeldingen 5. 9 en 5.10 geven een beeld van de basisbeoordeling op kaart voor het criterium archeologische waarden. Door de grotere oppervlakte van het zoekgebied voor zonne-energie dan bij windenergie, is hier ook een groter oppervlakte gebieden met een negatief effect. Tegelijkertijd zijn er wel kansen voor zonne-energie in gebieden waar geen geclassificeerde archeologische waarden zijn op provinciaal niveau. Aandachtspunt is dat in de neutrale gebieden volgens de gemeentelijke kaarten eventueel wel verwachtingswaarden kunnen zijn.

Afbeelding 5.9 Basisbeoordeling op kaart van effect van zonneparken op archeologie



Afbeelding 5.10 Basisbeoordeling op kaart van effect van windturbines op archeologie



5.3 Gezonde leefomgeving

Een gezonde leefomgeving is een omgeving die bewoners als prettig ervaren, die uitnodigt tot gezond gedrag en waar de druk op gezondheid zo laag mogelijk is. Het opwekken van energie met hernieuwbare energiebronnen als wind en zon leidt in plaats van fossiele energiebronnen als gas en kolen in algemene zin tot gezondheidswinst. Bijvoorbeeld door betere luchtkwaliteit en het beperken van de schadelijke gevolgen van klimaatverandering. Tegenover deze overwegend positieve effecten op gezondheid staan de negatieve effecten die in de directe omgeving van met name windparken kunnen optreden.

Positieve effecten

Hernieuwbare energiebronnen als wind en zon dragen bij aan de verbetering van luchtkwaliteit en het beperken van de schadelijke klimaatverandering, omdat het gebruik van fossiele brandstoffen vermindert. Klimaatverandering leidt tot grotere weersextremen die onder meer via hittestress bij met name kwetsbare groepen leidt extra ziekte en sterfte[1]. Luchtverontreiniging (onder andere fijnstof en stikstofdioxide) die vooral door verbranding van fossiele brandstoffen optreedt, heeft grote gezondheidseffecten. Gemiddeld leven Nederlanders grofweg 13 maanden korter door luchtverontreiniging[2]. Ook leidt het tot extra ziekte en aandoeningen (bijvoorbeeld astma) die de kwaliteit van leven verminderen en veel maatschappelijke kosten veroorzaken (zorgkosten, maar ook ziekteverzuim). Ook als gekeken wordt naar effecten over de gehele levensduur en op wereldschaal blijkt dat hernieuwbare bronnen als zon en met name wind duidelijk kleinere impact hebben op gezondheid (en andere aspecten) dan fossiele bronnen als gas en kolen (zie hoofdstuk 5.7).

[1] Zie: https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-hitte-gezondheid.

[2] Zie: https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/gezondheidseffecten-luchtverontreiniging/context-gezondheidseffecten-luchtverontreiniging.

Lokale negatieve effecten
Windturbines kunnen invloed hebben op de leefomgeving door productie van geluid, het vormen van slagschaduw of het knipperen van verlichting. Zonneparken kunnen invloed hebben op de leefomgeving door het produceren van geluid of lichtschittering. Bewoners kunnen hier hinder van ondervinden.

Onderstaande paragraaf behandelt alleen het criterium geluidbelasting op geluidgevoelige objecten. De cumulatieve geluidbelasting en de aspecten slagschaduw en lichthinder zijn niet-maatgevende aspecten omdat deze in algemene zin niet maatgevend zijn voor de locatiekeuze of de keuze tussen wind- en zonne-energie. De milieueffecten die door deze aspecten ontstaan zijn gering en sterk afhankelijk van inpassing, of worden in de praktijk gemitigeerd. Deze aspecten zijn daarom niet beoordeeld, maar de te verwachten milieueffecten wel beschreven in paragraaf 5.9.

5.3.1 Geluidbelasting op geluidgevoelige objecten

Windturbines en zonneparken maken geluid. Het geluid van windturbines is grotendeels afkomstig van de bewegende delen (zoals de rotorbladen) die door de wind worden aangedreven. Een kleiner deel van het geluid wordt veroorzaakt door de aandrijving. Voor wat betreft geluid van zonneparken zijn over het algemeen alleen de bijbehorende omvormers en transformatoren relevant. De zonnepanelen zelf zijn geen bron van geluid. Het geluid wat geproduceerd wordt door deze energievormen kan zorgen voor geluidhinder op de gevel van gevoelige functies, zoals woningen.

Geluidbelasting door windturbines
Ook uit de reacties op de NRD blijkt dat er veel zorgen en onduidelijkheid bestaat over de gezondheidseffecten van windturbines. Om het onderzoek in dit plan-MER af te kaderen en begrijpelijk te maken wordt eerst antwoord gegeven op belangrijke vragen die ten grondslag liggen aan dit onderzoek en ook in de diverse zienswijzen op de NRD naar voren zijn gebracht.

Wie ondervindt hinder en wat zijn mogelijke gevolgen van hinder?
Niet elke omwonende ervaart het geluid van windturbines op dezelfde manier. Factoren als gevoeligheid voor geluid, de houding ten opzichte van windturbines, bestaande gezondheidsproblemen, visuele aspecten en aspecten die verband houden met de procedure voorafgaand aan de realisatie van windturbines (betrokkenheid in planvorming, rechtvaardige verdeling van kosten en baten) hebben grote invloed op in hoeverre geluid wordt ervaren als hinderlijk[1].

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) bepaalt de effecten van geluid op de gezondheid aan de hand van 5 categorieën[2]: (1) het voorkomen van hart- en vaatziekten, (2) het voorkomen van een hoge bloeddruk, (3) het voorkomen van ernstige hinder, (4) het voorkomen van permanente gehoorbeschadiging, en (5) de achteruitgang van lees- en taalvaardigheden van kinderen. De WHO heeft geen onderzoeken gevonden die gezondheidseffecten 1, 2, 4 en 5 voor windturbines kunnen onderbouwen. Het bewijs om ernstige hinder, effect 3, te onderbouwen is van lage kwaliteit. Meer onderzoek is nodig.

Het RIVM komt tot dezelfde conclusie[3]: hinder van geluidbelasting kan indirect leiden tot slaapverstoring of andere gezondheidsproblemen als hart- en vaatziekten en effecten op de mentale gezondheid, maar tussen geluidbelasting door windturbines en gezondheidsklachten is geen causaal verband aangetoond. Gezondheidsklachten houden voornamelijk verband met niet-akoestische factoren en niet met de daadwerkelijke mate van blootstelling (het berekende geluidniveau)[4]. Ook een recent onderzoek door het

[1] RIVM (2020). Gezondheidseffecten van windturbines. Gedownload via: https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0214.pdf.
[2] WHO (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. Gedownload via: https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563.
[3] RIVM (2021). Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid. Gedownload via: https://www.rivm.nl/sites/default/files/2021-08/Factsheet-windturbines.pdf.
[4] RIVM (2020). Gezondheidseffecten van windturbines. Zie pagina 56.

Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Gezondheidszorg (Nivel) laat op basis van een langjarige en landelijke studie zien dat huisartsen geen (significant) andere of meer gezondheidsklachten diagnosticeren bij mensen die dichtbij windturbines wonen in vergelijking met mensen die niet in de omgeving van windturbines wonen[1].

Dit onderzoek richt zich op de akoestische factoren van hinder. In de participatie- en besluitvormingsprocessen en bij de uitwerking van plannen vormen niet-akoestische factoren een belangrijk aandachtspunt.

Bij welke geluidniveaus kan hinder optreden?

Omdat hinder erg afhankelijk is van niet-akoestische factoren, is het niet mogelijk om hinder één-op-één te koppelen aan een geluidniveau. Er zijn in de loop van de tijd allerlei studies en vergelijkende studies in verschillende landen en werelddelen uitgevoerd met uiteenlopende resultaten. Zowel het RIVM als de WHO baseren zich primair op de dosis-effectrelaties voor hinder uit een vergelijkende studie die is uitgevoerd op basis van onderzoek in Zweden en Nederland[2]. In de tabel is te zien hoe het percentage ernstig gehinderden bij elke toename van geluidbelasting steeds sneller toeneemt.

Tabel 5.15 Dosis-effectrelatie windturbinegeluid (Lden) en percentage ernstig gehinderden (Jansen et al, 2011)

dB Lden	% Ernstig gehinderden
40	1,46
41	1,94
42	2,57
43	3,34
44	4,28
45 (voorwaardelijke advieswaarde WHO)	5,41
46	6,74
47 (voormalige Nederlandse norm)	8,29
48	10,09
49	12.13
50	14.45
51	17.06

Hoe worden omwonenden beschermd tegen hinder?

Op het moment van schrijven zijn nog geen nieuwe geluidsnormen voor windturbines in Nederland vastgesteld, maar kunnen overheden zelf gemotiveerd lokale normen vaststellen[3].

De WHO geeft in haar geluidrichtlijn voor Europa[4] een *voorwaardelijke* advieswaarde van 45 dB L_{den} voor windturbinegeluid. De status als voorwaardelijke advieswaarde illustreert de onzekerheid en gebrek aan onderzoek zoals eerder toegelicht.

1 Baliatsas et al. (2023). Gezondheidsverkenning windturbines: bevindingen op populatieniveau van een landelijke studie gebaseerd op gegevens van huisartsregistraties, over een tienjaarsperiode (2012-2021) Te raadplegen via: https://www.nivel.nl/nl/publicatie/gezondheidsverkenning-windturbines-bevindingen-op-populatieniveau-van-een-landelijke.

2 Janssen et al (2011). A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. Gedownload via: http://resolver.tudelft.nl/uuid:e914b62f-4e75-4ebb-a213-867287666500.

3 Zie de impactanalyse van de voorgestelde normen uit het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving in hoofdstuk 11.3.

4 WHO (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. Gedownload via: https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563.

Om de hinder in beoordelen in dit plan-MER wordt gebruik gemaakt van de dosiseffect-relaties uit bovenstaande tabel voor de geluidbelasting bij voormalige Nederlandse norm (47 dB L_{den}), de *voorwaardelijke* advieswaarde van de WHO (45 dB L_{den}) met als ondergrens 40 dB $L_{den.}$ Het onderzoek gaat daarmee dus uit van het jaargemiddelde geluidniveau in dB Lden. In deze maat wordt rekening gehouden met variaties in geluidniveaus en worden wegingsfactoren voor avond en nacht toegepast[1].

Hoe wordt omgegaan met laagfrequent, infrasoon en tonaal geluid?
Laagfrequent geluid is geluid dat zich in het grensgebied tussen normaal hoorbaar en onhoorbaar geluid bevindt. Infrasoon geluid is een subcategorie van laagfrequent geluid. In de discussie rondom windturbines en gezondheid wordt vaak de vraag gesteld of laagfrequent geluid van windturbines effecten kan hebben op de menselijke gezondheid.

Het laagfrequente geluid van windturbines is vergelijkbaar met andere bronnen van geluid, zoals verkeer[2]. Dit laagfrequent geluid is niet sterker dan dat van andere bronnen, zoals wegverkeer en wind en in de praktijk meestal ook niet hoorbaar. Voor laagfrequent geluid zijn hinder en mogelijk slaapverstoring gevonden als gezondheidseffecten, maar er zijn geen aanwijzingen dat laagfrequent geluid andere effecten heeft op omwonenden dan gewoon geluid. Daarnaast blijkt uit het onderzoek van het RIVM dat voormalige norm van 47 dB L_{den} voldoende rekening houdt met laagfrequent geluid. In dit plan-MER worden de effecten van laagfrequent geluid daarom niet specifiek onderzocht.

Tonaal geluid is geluid met een duidelijk waarneembaar tonaal karakter. Dit geluid wordt omschreven als ‘janken, gieren, brommen of trillen’, en wordt door omwonenden van windturbines vaak als extra hinderlijk ervaren. Tonaal geluid hoeft niet te ontstaan bij windturbines, maar komt voor als er een fout zit in de constructie van een windturbine door productiefouten of beschadigingen tijdens het gebruik. Omdat dit om een bijzondere situatie gaat, wordt hier in het plan-MER verder geen rekening mee gehouden. In de uitwerking van windinitiatieven kunnen voorwaarden opgenomen worden om omwonenden te beschermen tegen tonaal geluid. Bijvoorbeeld door in een vergunning op te nemen een toeslag van 0-6 dB te handhaven bij waarnemingen van tonaal geluid.

Onderzoeksaanpak

Representatieve turbines voor dit geluidonderzoek
Hoeveel geluid een windturbine maakt hangt af van verschillende factoren; de hoogte van de rotor, het vermogen van de turbine, de windsnelheid op die ashoogte en de vorm van de bladen spelen een grote rol. Voor het geluidonderzoek zijn verschillende windturbines onderzocht die passen binnen de bandbreedte van het milieuonderzoek. Uit deze windturbines zijn twee relatief stille windturbines gekozen die representatief zijn voor wat anno 2030 geplaatst kan worden. De specificaties van deze windturbines zijn te vinden in tabel 5.16. Met deze windturbines zijn de geluidberekeningen uitgevoerd. Onderstaande tekst en bijlage VI geven een toelichting op de gehanteerde uitgangspunten bij de selectie van de representatieve windturbines.

Tabel 5.16 Specificaties van de representatieve windturbines in de geluidonderzoeken, toegepast op de algemene referentieturbines van dit plan-MER

	120 m windturbine	166 m windturbine
naam	Nordex N133	Vestas V162
vermogen (MW)	4,8	6,2
ashoogte (m)	125,0	166,0
rotordiameter (m)	133,0	162,0
maximale geluidemissie (dB)	106,3	107,0

[1] RVO (2018). Geluidnorming windturbines. Geraadpleegd via: https://www.rvo.nl/onderwerpen/windenergie-op-land/geluid/geluidnormering-windmolens.

[2] RIVM 2021, Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid.

Samenvatting uitgangspunten selectie representatieve windturbines geluid
In een modelstudie naar geluid is een situatie onderzocht met een aantal windturbines in lijnopstelling op een willekeurige locatie in het plangebied. Hiermee kan de geluidhinder worden bepaald die is gebruikt bij het uitvoeren van de onderzoeken. Bij de windturbines in lijnopstelling speelt cumulatie van geluid tussen de windturbines onderling een rol, waardoor de contourafstand groter wordt. Bij de lijnopstelling is een scenario doorgerekend met vier windturbines met een tussenafstand van drie keer de rotordiameter (3D). Dit is de minimale afstand die de windturbines uit elkaar moeten staan. Het geluid van de windturbines onderling beïnvloeden elkaar dan het sterkst, waardoor cumulatie van geluid tussen windturbines het grootst is, dit levert een worst-case scenario op. De bodemfactor in het model is ingesteld op halfzacht, half hard (B=0,5). Dit betekent dat er uitgegaan wordt van een oppervlakte met 50 % landbouwgrond en natuur, en 50 % stedelijk gebied en water. Voor de windverdeling van de windturbines is uitgegaan van de KNMI-windgegevens voor provincie Gelderland.

Methode en contourafstanden
Van de 120 m en 166 m windturbines zijn verschillende contourafstanden berekend: 47 dB L_{den}, 45 dB L_{den} en 40 dB L_{den}. Daarnaast is in beeld gebracht in hoeverre de contourafstanden verkleinen na toepassing van mitigatie van 3 dB L_{den}, bij 47 dB L_{den} . De berekeningen zijn uitgevoerd in Geomilieu versie 5.20. Geomilieu is een softwarepakket voor het berekenen, presenteren, beoordelen en het voorspellen van onder andere geluidshinder. De contourafstanden bepalen de afstand die tussen een windturbine en een gevel moet zitten het betreffende geluidniveau niet te overschrijden.

De contouren zijn in het onderzoek geprojecteerd op de gevels van geluidsgevoelige bestemmingen. Hieronder vallen de volgende gebouwen:
- woningen;
- stand- en ligplaatsen (woonboten, stacaravans);
- gebouwen met een gezondheidszorgfunctie;
- gebouwen met een onderwijsfunctie.

In tabel 5.17 staan de contourafstanden van de referentieturbines bij de diverse geluidniveaus.

Tabel 5.17 contourafstanden en percentage ernstig gehinderden van de 120 m en 166 m windturbine bij diverse geluidniveaus

Percentage ernstig gehinderden (%)	Geluidbelasting (dB L_{den})	Afstand in (m) (lijnopstelling)	
		120 m windturbine	166 m windturbine
8.29	47 (inclusief mitigatie 3 dB L_{den})	265	255
8.29	47	435	435
5.41	45	575	585
1.46	40	1.030	1.070

Waarom zijn de geluidcontouren van de grote turbine vergelijkbaar of in sommige gevallen zelfs kleiner?
Uit de berekeningen (zie bijlage VI) blijkt dat windturbines met een grotere ashoogte, in dit geval de 166 m windturbines in veel gevallen een vergelijkbare geluidcontour heeft als de kleine windturbine (120 m met een lagere ashoogte. Dit komt doordat de bron van geluid bij de grotere windturbine op een grotere hoogte ligt. Door deze hogere ligging van de bron van geluid is de geluidscontour vergelijkbaar. Hier komt bij dat het van toepassen van 3 dB mitigatie bij de bron bij de grote turbine relatief gezien zorgt voor meer geluidreductie bij geluidgevoelige objecten, juist omdat de bronsterkte op een hogere ligging wordt aangepast. Dit zorgt ervoor dat bij het toepassen van mitigatie de contourafstand van de 166 m windturbine kleiner is dan bij de 120 m windturbine.

Om de hinder in beoordelen in dit plan-MER wordt gebruik gemaakt geluidbelasting bij voormalige Nederlandse norm (47 dB L_{den}), de *voorwaardelijke* advieswaarde van de WHO (45 dB L_{den}) met als ondergrens 40 dB $L_{den.}$ Vanwege de grote ruimtelijke consequenties van deze beoordeling, wordt in de beoordelingsschaal rekening met de mogelijkheid om geluidbelasting te verminderen met mitigerende maatregelen. Maatregelen als de toepassing van een geluidsreducerende modus of een nachtmodus kan geluidbelasting tot 3 dB Lden verminderen. Tabel 5.18 toont de beoordelingsschaal voor geluidbelasting op gevoelige bestemmingen. Positieve effecten zijn niet van toepassing omdat het plan-MER geen situaties onderzoekt waarbij afnames van geluid optreden (bijvoorbeeld door het verwijderen of anders inrichten van windparken).

Tabel 5.18 Beoordelingsschaal geluidbelasting op gevoelige bestemmingen windturbines

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Ligging binnen geluidcontour (L_{den})	Percentage ernstig gehinderden (%)
--	sterk negatief effect	> 47 dB L_{den} met mitigatie	> 8.29
-	negatief effect	45 - 47 dB L_{den} met mitigatie	5.41 - 8.29
0/-	beperkt negatief effect	40 - 45 dB L_{den} zonder mitigatie	1.46 - 5.41
0	neutraal	<40 dB L_{den}	< 1.46

Zonnepark
Voor wat betreft geluid van zonneparken zijn over het algemeen alleen de bijbehorende omvormers en transformatoren relevant. De zonnepanelen zelf zijn geen bron van geluid. Voor het geluid van de omvormers en transformatoren biedt de VNG-brochure 'Handreiking bedrijven en milieuzonering' inzicht in de minimaal aan te houden afstand tot geluidsgevoelige bebouwing. In de uitgave valt dit onder de activiteit 'electriciteitsdistributiebedrijven, met een transformatorvermogen'. Tabel 5.19 toont de aan te houden richtafstanden per aansluitvermogen.

Tabel 5.19 Aanbevolen richtafstanden per aansluitvermogen en omgevingstypering

	Omgevingstypering	
Aansluitvermogen	Rustige woonwijk	Gemengd gebied
<= 10 MVA (15ha)	30 m	10 m
10-100 MVA	50 m	30 m

De tabel toont de geadviseerde minimale afstand tot geluidsgevoelige bebouwing. De richtafstanden uit de VNG-brochure zijn gebaseerd op een rustige woonwijk, maar zijn ook voor een gemengd gebied toepasbaar. De tabel laat zien dat voor een aansluitvermogen tot 10 MVA een minimale afstand van 30 m (vanaf de grens van het terrein) zou moeten worden aangehouden in een rustige omgeving. Voor een drukker gebied kan in dit voorbeeld een kleinere afstand, van 10 m, worden aangehouden. Dan is de geluidnorm voor een goede ruimtelijke ordening namelijk minder streng (50 in plaats van 45 dB(A) etmaalwaarde). In dit stadium is nog niets bekend over een gewenste parkgrootte of beoogde capaciteit. In een inpassingsfase kan rekening gehouden worden met de geluidbelasting van zonneparken door geluidproducerende onderdelen van zonneparken op grotere afstand van bebouwing te plaatsen.

In dit plan-MER is een sterk negatieve beoordeling (--) van toepassing tot 10 m van een geluidsgevoelige bestemming. Van een negatieve beoordeling (-) is sprake als een geluidsgevoelige bestemming binnen 10-30 m ligt. Een beperkt negatieve beoordeling (0/-) wordt toegekend aan een afstand van 30 - 50 m van een geluidsgevoelig object (zie ook tabel 5.20). Positieve effecten zijn niet van toepassing omdat het plan-MER geen situaties onderzoekt waarbij afnames van geluid optreden (bijvoorbeeld door het verwijderen of anders inrichten van zonneparken).

Tabel 5.20 Beoordelingsschaal geluidbelasting op gevoelige bestemmingen zonneparken

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Specificatie voor criterium
--	sterk negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot een sterk negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonneparken binnen 10 m van een geluidsgevoelige bestemming
-	negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot een negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonneparken binnen 10 - 30 m van een geluidsgevoelige bestemming
0/-	beperkt negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot een beperkt negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonneparken binnen 30 - 50 m van een geluidsgevoelige bestemming
0	neutraal	de voorgenomen ontwikkeling leidt niet tot een negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonneparken op meer dan 50 m van een geluidsgevoelige bestemming

Effectbeschrijving

Windturbines

In de effectenstudie zijn contouren van 40, 45 en 47 dB L_{den} in kaart gebracht. Tabel 5.21 presenteert een samenvatting van de effectbeoordelingen op geluidbelasting op geluidgevoelige objecten.

Tabel 5.21 Effectbeoordeling geluidbelasting op geluidgevoelige objecten

				Afstand tot geluidgevoelige objecten	
	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	**Ligging binnen geluidcontour (L_{den})**	**Percentage ernstig gehinderden (%)**	**Windturbine ashoogte 120 m**	**Windturbine ashoogte 166 m**
--	sterk negatief effect	> 47 dB L_{den} met mitigatie	> 8.29	< 265 m	< 255 m
-	negatief effect	45 - 47 dB L_{den} met mitigatie	5.41 - 8.29	265 - 575 m	255 - 585 m
0/-	beperkt negatief effect	40 - 45 dB L_{den} zonder mitigatie	1.46 - 5.41	575 - 1.030 m	585 - 1.070 m
0	neutraal	<40 dB L_{den}	< 1.46	> 1.030 m	> 1.070 m

Bij de ontwikkeling van onderzoeksgebieden (geredeneerd vanuit belemmeringen) is deels rekening gehouden met geluidbelasting op de gevel. Zo is hierbij een afstand van 210 m aangehouden tot geluidgevoelige objecten in dichtbebouwd gebied. In het buitengebied is alleen rekening gehouden met contouren voor externe veiligheid om inzicht te geven in de effecten van toepassing van eventuele molenaarswoningen (zie ook paragraaf 4.3).

In deze gebieden treden sterk negatieve milieueffecten vanuit geluid (--) op, omdat de geluidbelasting daar 47 dB Lden of hoger is inclusief mitigatie, waarbij 8-10 % van de omwonenden hinder kan ondervinden. Ook rondom de woningen in stedelijk gebied treedt een sterk negatief (--) effect op. De 210 m waarop de onderzoeksgebieden gebaseerd zijn, is immers lager dan de 255 en 265 m die vanuit het geluidonderzoek als sterk negatief (--) beoordeeld worden.

In de gebieden tussen de 255 en 585 m (voor de turbine met een ashoogte van 166 m) en 265 en 575 m (voor de turbine met een ashoogte van 120 m) geldt een negatieve beoordeling (-). In deze zone ondervindt circa 5-8 % van de omwonenden ernstige hinder. Of dit aanvaardbaar is dient bepaald te worden in de nieuwe landelijke normstelling die voorbereid wordt en/of in lokale normen in de tussenliggende periode[1]. De hinder kan met mitigatie eventueel beperkt worden.

In de gebieden tussen de 585 en 1.070 m (voor variant met ashoogte van 166 m) en 575 en 1.030 m (voor variant met ashoogte van 120m) geldt een beperkt negatieve beoordeling (0/-). In dit gebied kan 1-5 % van de omwonenden geluidhinder ervaren. Hinder op omwonenden is beperkt en kan met mitigerende maatregelen eventueel verder beperkt worden.

De contouren van de 40, 45 en 47 dB Lden reiken een stuk verder dan de 47 dB Lden contouren met 3 dB mitigatie. Globaal gezien verdubbeld de geluidscontour zich met toename van 3 dB.

Zonneparken

Transformatoren of omvormers die opgesteld zijn in zonneparken kunnen geluid produceren. Dit geluid kan hinderlijk zijn voor omwonenden. De beoordeling van zonneparken in dit MER sluit aan op de VNG-brochure 'Handreiking bedrijven en milieuzonering'. Een sterk negatieve (--) beoordeling wordt toegekend aan zonneparken binnen 10 m tot woningen. Een negatieve beoordeling (-) wordt toegekend aan zonneparken binnen 30 m tot woningen, en een beperkt negatieve (0/-) beoordeling aan zonneparken binnen 50 m.

[1] Zie de impactanalyse van de voorgestelde normen uit het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving in hoofdstuk 11.3.

Doordat alleen transformatoren of omvormers geluid produceren is dit milieueffect goed te mitigeren. Transformatoren kunnen op een andere locatie in het zonnepark geplaatst worden zodat ze voldoende afstand houden tot woningen.

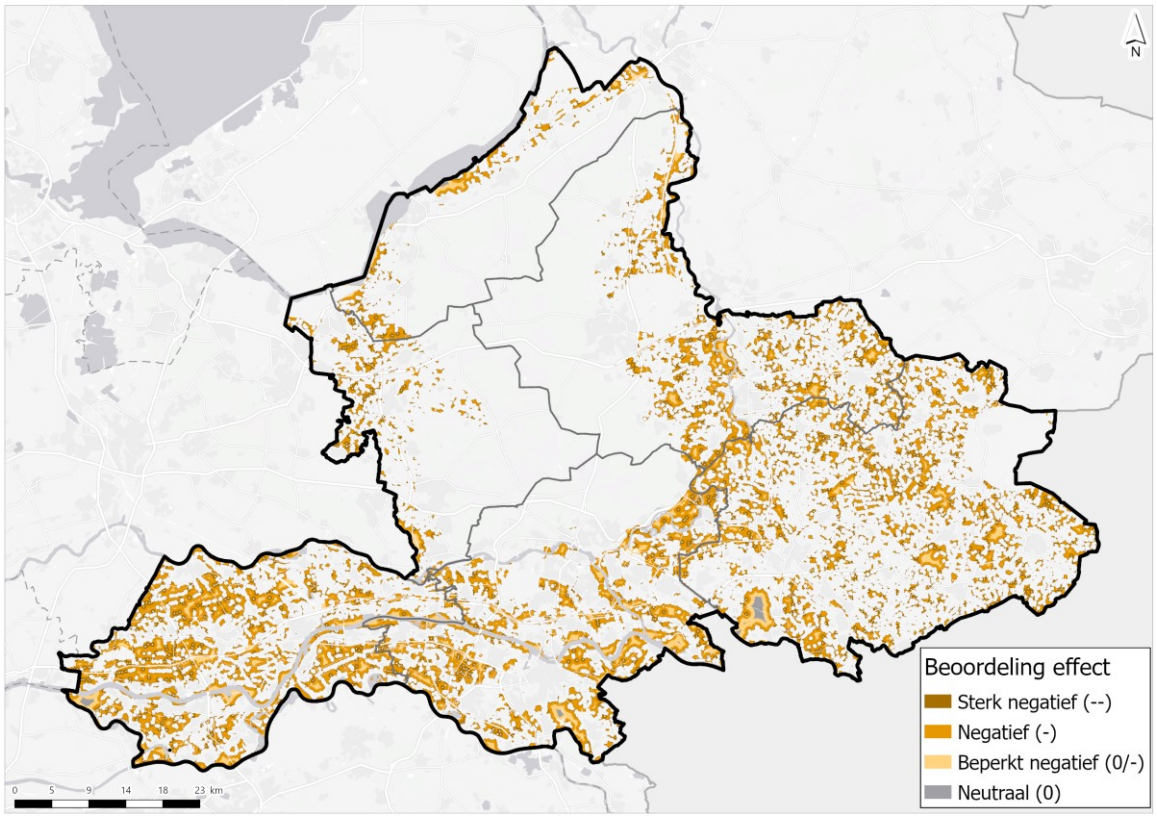
Effectbeoordeling

Windturbines

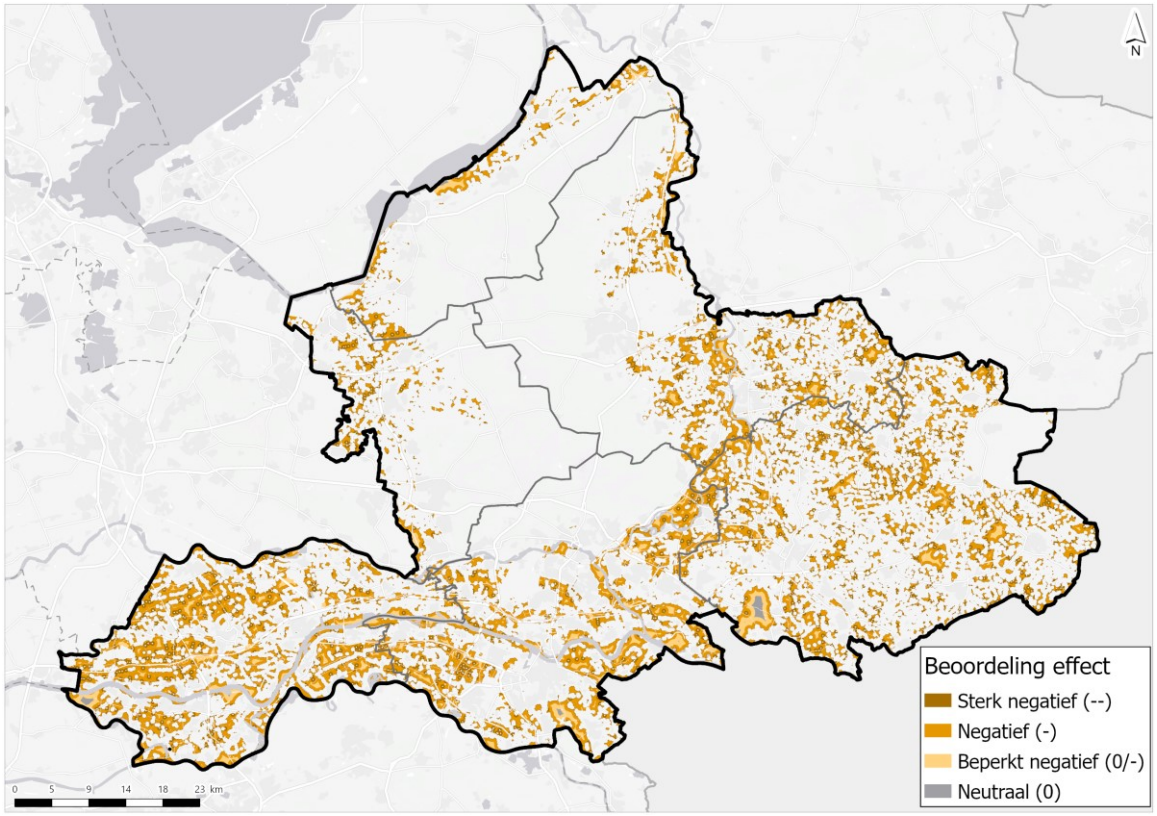
In afbeeldingen 5.11 en 5.12 is de milieubeoordeling van geluidbelasting op geluidgevoelige objecten op kaart weergegeven voor windturbines met ashoogte van 120 en 166 m. Opvallend is dat de kaarten weinig van elkaar verschillen. In de alinea's hierboven is al toegelicht dat de geluidbelasting van grotere turbines niet per se hoger ligt dan die van kleinere turbines. Hierdoor verschillen de contourafstanden te weinig om op provinciale schaal dit inzicht duidelijk op kaart te tonen.

Wat opvalt is dat een groot deel van het onderzoeksgebied als sterk negatief (--) wordt beoordeeld. Met name in het landelijk gebied van de Achterhoek en in de Gelderse Vallei staan relatief veel geïsoleerde woningen. In de belemmeringenkaarten zijn deze woningen aangemerkt als potentiële molenaarswoningen waardoor niet vooraf rekening is gehouden met contouren voor geluidbelasting. In een kleiner deel van het onderzoeksgebied treden negatieve of beperkt negatieve effecten op. Gebieden met een beperkt negatieve of neutrale beoordeling liggen in de omgeving van Groesbeek, Montferland, het oosten van de Bommelerwaard en gebieden rondom de grote rivieren.

Afbeelding 5.11 Effectbeoordeling van geluidbelasting op gevels voor windturbines met ashoogte van 120 m



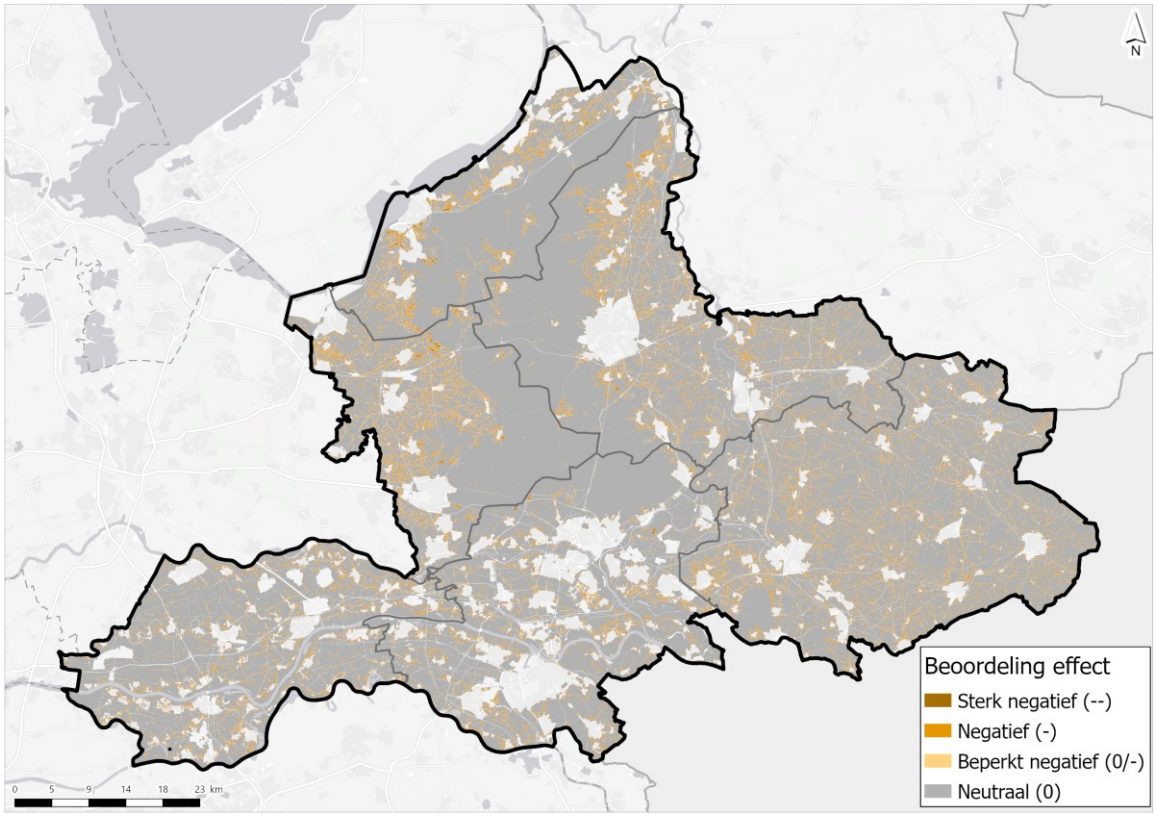
Afbeelding 5.12 Effectbeoordeling geluidbelasting boven de norm voor windturbines met ashoogte van 166 m



Zonneparken

In afbeelding 5.13 is de effectbeoordeling van geluidbelasting door zonneparken weergegeven op kaart. Zichtbaar is dat gebieden die in de nabije omgeving van bebouwing een sterk negatieve (--) beoordeling krijgen, vanwege de mogelijkheid op geluidshinder door transformatoren of omvormers. Dit effect is erg lokaal en kan door inpassing goed gemitigeerd worden. Uit het kaartbeeld blijkt dat in grote delen van het onderzoeksgebied vanuit het geluid als neutraal wordt beoordeeld. In grote delen van het onderzoeksgebied is een afstand van 50 m of meer tot het zonnepark mogelijk.

Afbeelding 5.13 Effectbeoordeling geluid voor zonne-energie



5.4 Grondwater - drinkwaterwinning

Deze paragraaf beschrijft de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling op het thema grondwater. Hierbij worden de effecten op het criterium effecten op drinkwaterwinning onderzocht.

5.4.1 Effecten op drinkwaterwinning

De aanleg van windturbines en zonneparken kan tot een negatief effect op drinkwaterwinning leiden. De grondwaterkwaliteit kan namelijk negatief beïnvloed worden door bemaling of het lekken van schadelijke stoffen. Daarnaast kan bij een calamiteit een omgevallen turbine ook schadelijk stoffen lekken en inzet van zwaar materieel vergen. Bij de aanleg kunnen bodemlagen die het grondwater beschermen worden verstoord, waardoor verontreinigingen met lekstromen in het diepere grondwater kunnen komen. Voor het thema grondwater wordt het criterium effecten op drinkwaterwinning onderzocht (zie ingreep-effectrelaties in paragraaf 4.4). Deze paragraaf beschrijft voor dit criterium achtereenvolgens de onderzoeksaanpak, de effectbeschrijving en de effectbeoordeling.

Onderzoeksaanpak

Voor de aanleg van de windturbines zijn grond- en funderingswerkzaamheden nodig tot een diepte van circa 30 m. Voor zonneparken is dit een diepte van 0,3 m. Drinkwaterwinning is sterk afhankelijk van een goede kwaliteit van het grondwater, en wordt door wetgeving en beleid beschermd tegen negatieve effecten. Dergelijke beschermde gebieden liggen in het zoekgebied, zoals aangegeven in hoofdstuk 3 (referentiesituatie).

Waterwingebieden

Het waterwingebied is het gebied rond waterwinputten. Hier wordt het drinkwater opgepompt. De bescherming van bodem en grondwater in deze gebieden is cruciaal voor de kwaliteit van het drinkwater.

Daarom zijn alleen activiteiten toegestaan die verband houden met waterwinning. Volgens artikel 4.19 van de Omgevingsverordening Gelderland geldt voor waterwingebieden een verbod voor het uitvoeren van grondroerende werkzaamheden dieper dan 2 m onder het maaiveld zonder omgevingsvergunning. De fundering van windturbines gaat dieper dan 2 m. Hierdoor geldt dat de ontwikkeling van windturbines een sterk negatief effect heeft op waterwingebieden. De fundering van zonneparken reikt minder diep dan 2 m. Bij het beoordelen van een omgevingsvergunning kijkt GS naar artikel 7.7 van de Omgevingsverordening welke stelt dat de activiteit geen nadelige gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van het grondwater.

Grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones

Grondwaterbeschermingsgebieden liggen als een schil rondom waterwingebieden. De buitengrens is de lijn van waar het grondwater een periode van 25 jaar nodig heeft om de winputten te bereiken. Vervuiling moet hier voorkomen worden omdat deze kan doorlekken naar het waterwingebied. In een boringsvrije zone bevindt zich een beschermende bodemlaag boven het watervoerend pakket waaruit drinkwater wordt gewonnen. Beperkingen zijn hier milder, maar diepe boringen vaak verboden. Voor grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones geldt een verbod voor het uitvoeren van grondroerende werkzaamheden voor een diepte van 3 m of meer onder het maaiveld zonder omgevingsvergunning. Dit staat in artikel 4.33 en 4.64 van de Omgevingsverordening. Bij het beoordelen van een omgevingsvergunning kijkt GS naar artikel 7.7 van de Omgevingsverordening welke stelt dat de activiteit geen nadelige gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van het grondwater.

Kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

Een kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied is een gebied waar het grondwater wordt beschermd voor potentiële drinkwaterwinning in de toekomst. In deze gebieden is geen beschermende kleilaag aanwezig, waardoor verontreiniging snel naar het drinkwater kan stromen. In kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden geldt een verbod voor het roeren van de bodem dieper dan 10 m onder het maaiveld volgens artikel 4.38 van de Omgevingsverordening Gelderland, tenzij wordt voldaan aan de voorschriften in de bijlage Grondwaterbedreigende activiteiten in kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden, lijst B. Hierbij moet de aanleg van windturbines voldoen aan de meldingsplicht door de diepe fundering. Funderingen voor zonneparken reiken niet verder dan 10 m diepte. Voor de aanleg is daarom geen melding voor grondwerkzaamheden nodig.

In de gebruiksfase van zonneparken gelden wel de volgende algemene regels:

- er dient rekening gehouden te worden met het op of in de bodem brengen van afstromend water voor zonneparken groter dan 1 ha. Regen die van de zonnepanelen afstroomt kan verontreinigd worden doordat het materiaal van de zonnepanelen en de bijbehorende constructie langzaam oplost (uitloging). Stoffen uit de zonnepanelen komen daardoor in de bodem en het grondwater terecht. Daarom is het van belang om materialen te kiezen die niet oplossen in het regenwater. Afstromend water van zonneparken valt onder het artikel ‘op of in de bodem brengen van afstromend water in kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden’;
- er dient rekening gehouden te worden met het schoonmaken van zonnepanelen. Het is niet wenselijk dat er schadelijke stoffen worden gebruikt die in het grondwater terechtkomen.

Minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

Bij minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is wél een beschermende kleilaag aanwezig. Hierdoor bestaan er minder aandachtspunten. In minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden geldt een verbod voor het roeren van de bodem dieper dan 30 m onder het maaiveld volgens artikel 4.46 van de Omgevingsverordening Gelderland. Hierbij moet de aanleg van windturbines voldoen aan de meldingsplicht door de diepe fundering. Funderingen voor windturbines reiken soms dieper dan 30 m. Funderingen voor zonneparken zullen niet meer dan 30 m diepgaan. Voor de aanleg zal daarom geen melding voor grondwerkzaamheden nodig zijn.

Beoordelingsschaal

Voor de beoordeling (tabel 5.22) van de invloed op drinkwaterwinning geldt een onderscheidende beoordeling voor windturbines en zonneparken.

Voor windturbines geldt een sterk negatieve (--) beoordeling voor werkzaamheden in een waterwingebied. Voor windturbines binnen grondwaterbeschermingsgebied, een boringsvrije zone of een kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied geldt een negatieve (-) beoordeling. In dergelijke gebieden geldt weliswaar een verbod voor grondroerende werkzaamheden, maar er zijn mogelijkheden tot het verkrijgen van een ontheffing. In minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is maatwerk mogelijk: funderingen voor windturbines komen afhankelijk van de bodemgesteldheid niet altijd 30 m diepte en het verkrijgen van een ontheffing is mogelijk. Deze gebieden krijgen een licht negatieve (-) beoordeling.

Voor zonneparken geldt geen sterk negatieve beoordeling (--) of negatieve (-) beoordeling, omdat de fundering niet dieper reikt dan circa 0,3 m. Wel geldt een beperkt negatieve (0/-) beoordeling voor plaatsing in een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en (minder) kwetsbare drinkwaterbeschermingsgebieden, omdat hier diverse aandachtspunten voor gelden.

Bij realisatie buiten de begrenzing van waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is een neutrale beoordeling van toepassing. Positieve effecten zijn niet van toepassing, omdat de drinkwaterwinning niet positief beïnvloedt wordt door de realisatie van wind of zon.

Tabel 5.22 Beoordelingsschaal invloed op drinkwaterwinning

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Specificatie voor criterium
--	sterk negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot sterk negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie. Grond- en/of funderingswerkzaamheden voor windturbines vinden plaats binnen waterwingebieden
-	negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie. Grond- en/of funderingswerkzaamheden voor realisatie van windturbines vinden plaats binnen een grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en/of een kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied
0/-	beperkt negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot beperkt negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie. Grond- en/of funderingswerkzaamheden voor realisatie van zonneparken vinden plaats binnen een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en/of een (minder) kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied. Funderingswerkzaamheden voor windenergie vinden plaats in een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied
0	neutraal	de voorgenomen ontwikkeling vindt plaats buiten waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en (minder) kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

Effectbeschrijving

De aanleg van windturbines en zonneparken kan tot een negatief effecten op drinkwaterwinning leiden. De effecten voor windturbines en zonneparken verschillen. Onderstaand wordt voor beide onderdelen de effecten op de drinkwaterwinning beschreven.

Windturbines

Om aantasting en verontreiniging te voorkomen geldt in waterwingebieden een maximale diepte voor grondroerende werkzaamheden van 2 m. Windturbines kennen een fundering die circa 30 m diep de grond in gaat. De ontheffingsmogelijkheden bieden geen mogelijkheid hiervan af te wijken. Realisatie van windturbines binnen de onderzoeksgebieden die overlappen met waterwingebieden leidt daarom tot een sterk negatieve (--) beoordeling.

Voor de grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden gelden weliswaar ook beperkingen ten aanzien van de diepte van grondroerende werkzaamheden, maar hierbij bestaan mogelijkheden om onder voorwaarden af te wijken. Realisatie van windturbines binnen de onderzoeksgebieden die overlappen met deze gebieden geldt daarom een negatieve (-) beoordeling.

In minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden gelden regels bij een boordiepte van meer dan 30 m. Naar verwachting reiken de funderingen van windturbines tot ongeveer 30 m. Er is een klein risico op een milieueffect in deze gebieden. Daarom geldt voor de realisatie van windturbines binnen deze gebieden een beperkt negatieve (0/-) beoordeling.

Zonneparken

De fundering van zonneparken reikt circa 0,3 m diep. Voor zonneparken geldt daarom bij ligging in win- of beschermingsgebieden geen sterk negatieve beoordeling. Toch kunnen milieueffecten niet uitgesloten worden. Door gebruik van schadelijke stoffen bij het onderhoud van zonnepanelen kan de waterkwaliteit beïnvloed worden. Voor zonneparken in waterwingebieden en de overige beschermingsgebieden voor grondwaterkwaliteit geldt daarom een beperkt negatieve (0/-) beoordeling, omdat zonneparken naar verwachting onder (beperkte) voorwaarden goed mogelijk zijn.

Effectbeoordeling

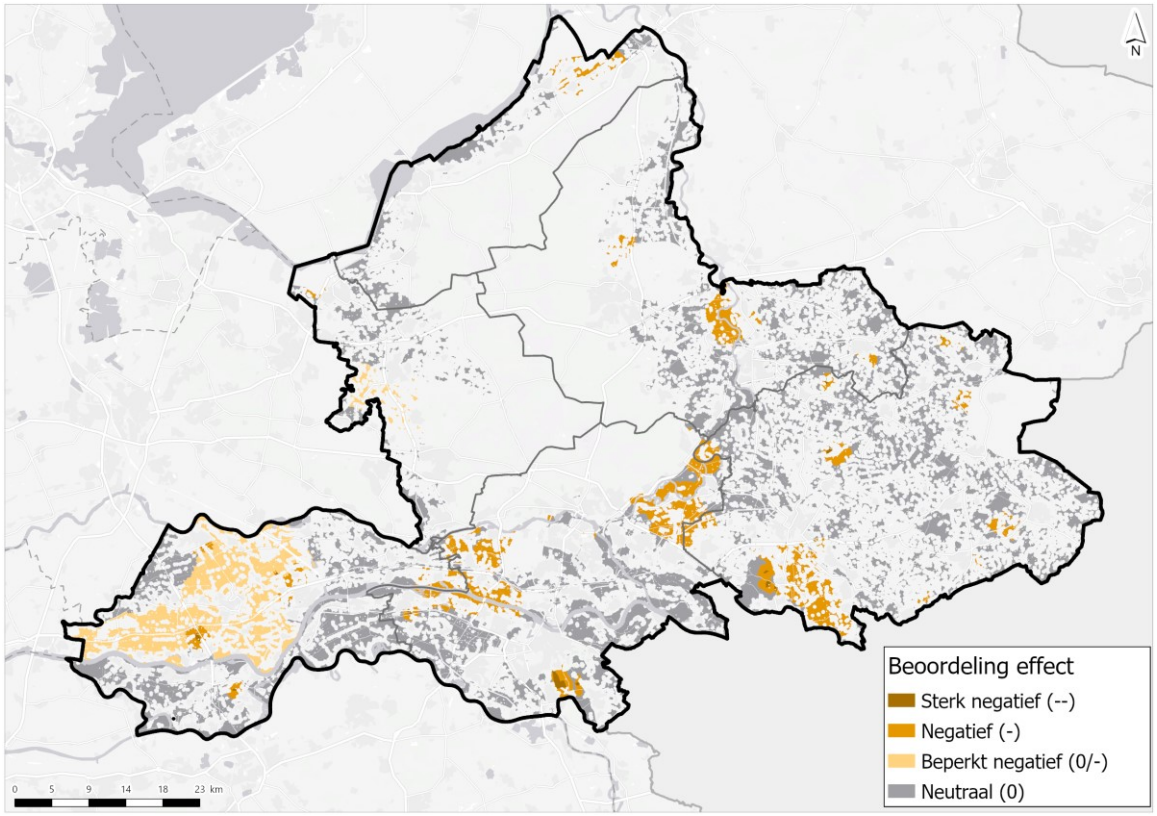
Tabel 5.23 toont de effectbeoordeling voor de invloed op drinkwaterwinning voor wind- en zonneparken.

Tabel 5.23 Effectbeoordeling invloed op drinkwaterwinning

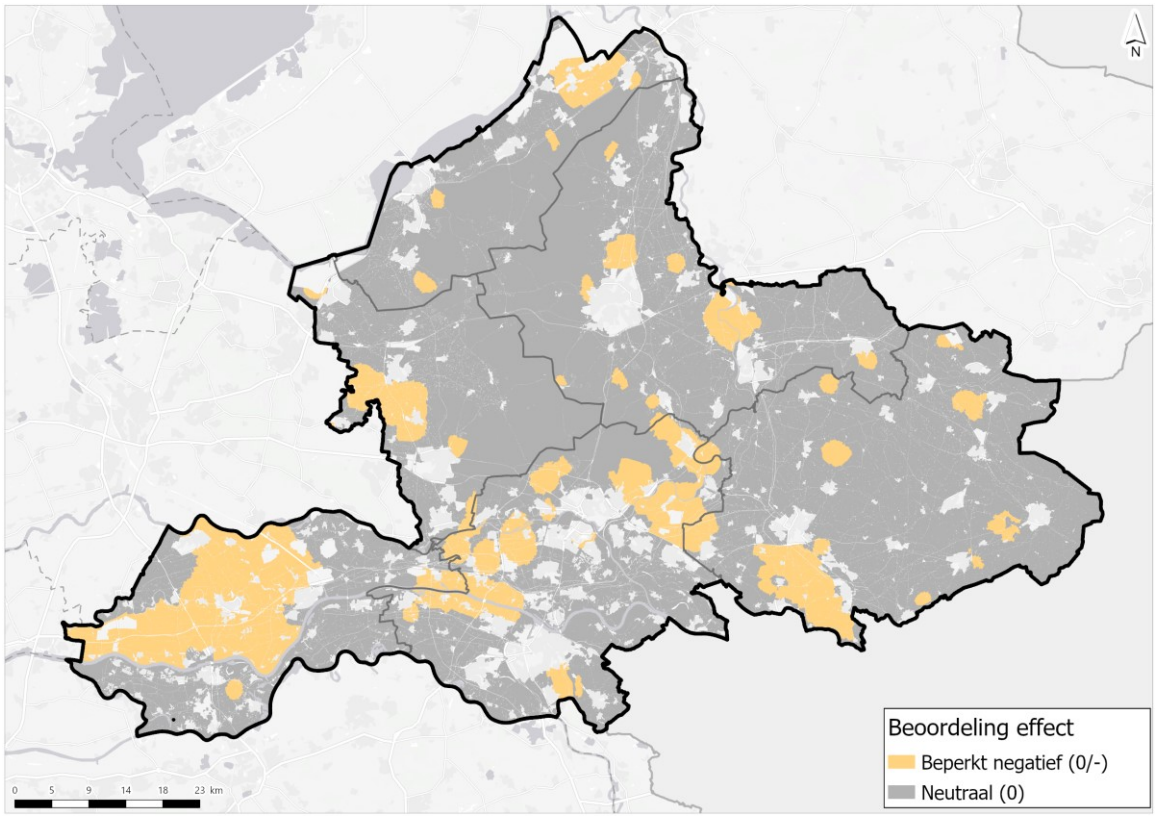
	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Effectbeschrijving
--	sterk negatief	ligging windturbines binnen waterwingebieden
-	negatief	ligging windturbines binnen een grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en/of een kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied
0/-	beperkt negatief	ligging zonneparken binnen een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en/of een (minder) kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied. Ligging windturbines binnen een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied
0	neutraal	ligging buiten waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en (minder) kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

Afbeelding 5.14 laat de effectbeoordeling voor de invloed op drinkwaterwinning door windturbines op kaart zien. De kaart illustreert de effectbeoordeling voor beide referentieturbines, omdat verschillen niet zichtbaar zijn op het schaalniveau van dit plan-MER. Afbeelding 5.15 laat de effectbeoordeling voor zonneparken zien.

Afbeelding 5.14 Basisbeoordeling effecten windenergie op drinkwater



Afbeelding 5.15 Basisbeoordeling effecten zonneparken op drinkwater



5.5 Veiligheid

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling op het thema veiligheid. Dit bestaat uit een effectanalyse op de criteria invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen (5.5.1), invloed op luchtvaartveiligheid en radar (5.5.2) en invloed op waterkeringsveiligheid (5.5.3).

De effectanalyse voor het thema veiligheid heeft enkel betrekking op windturbines. De effecten van zonneparken op veiligheid worden daarmee niet onderzocht. Dit omdat de criteria vanuit dit thema niet relevant zijn voor zonneparken. Zo hebben zonneparken geen invloed op externe veiligheid en luchtvaartveiligheid en radar. Bij nadere uitwerking op projectniveau is het mogelijk dat effecten op risico-objecten zoals hoogspanningskabels en -lijnen of de waterkeringsveiligheid onderzocht moeten worden. Dergelijke effecten vereisen maatwerk op locatieniveau, wat niet aansluit bij het detail- en schaalniveau van voorliggend plan-MER. Daarom worden de effecten van zonneparken op het thema veiligheid niet onderzocht.

5.5.1 Invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen

Onderzoeksaanpak

Het aspect externe veiligheid gaat over het beheersen van risico's voor mensen die zich in de nabijheid van risicobronnen (zoals windturbines) bevinden. Externe veiligheid maakt onderscheid tussen risicobronnen en risico-ontvangers, te specificeren als:

- risicobronnen zijn veroorzakers van een risico en zijn in twee groepen te verdelen:
  - transportassen, zoals buisleidingen, wegen en spoorwegen waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt;
  - inrichtingen waarin productie, gebruik, verstrekking en/of opslag van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Windturbines (op land) vallen ook onder inrichtingen (type B inrichtingen in Activiteitenbesluit);
- risico-ontvangers zijn beperkt kwetsbare objecten en kwetsbare objecten[1]. Individuen die zich bevinden in (beperkt) kwetsbare objecten moet worden beschermd volgens het Nederlandse externe veiligheidsbeleid. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen, scholen en grote kantoorpanden. Voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn winkels, restaurants, sporthallen en bedrijfswoningen. Woningen met een woningdichtheid van twee woningen per hectare of minder, worden beschouwd als een beperkt kwetsbaar object.

De effecten op externe veiligheid worden onderzocht aan de hand van twee criteria, namelijk de invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en de invloed op andere risicobronnen. Het eerste criterium heeft betrekking op risico-ontvangers, de tweede op risicobronnen. Voor beide criteria worden effecten onderzocht aan de hand van het plaatsgebonden risico.

[1] Een onderscheid tussen beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten is gegeven in artikel 1 van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi, staatssecretaris van VROM, 2004: laatst gewijzigd op 26-09-2012 zie staatsblad Jaargang 2012 Nr. 424).

Plaatsgebonden risico

Bij het vaststellen van nieuwe ruimtelijke plannen moet worden getoetst of het realiseren van het plan een onacceptabel extern veiligheidsrisico oplevert. Voor dit plan-MER wordt alleen het plaatsgebonden risico beschouwd[1]. Het plaatsgebonden risico (PR) is het risico uitgedrukt in kans per jaar dat één persoon die zich onafgebroken en onbeschermd op die plaats bevindt, overlijdt door een calamiteit waarbij een gevaarlijke stof of gevaarlijke afvalstof betrokken is. Het PR wordt weergegeven met behulp van de norm PR 10^{-6} voor kwetsbare objecten en met de norm PR 10^{-5} voor beperkt kwetsbare objecten. Hoe dichter bij de bron, hoe groter het plaatsgebonden risico:

- de PR 10^{-6} risicocontour is een gebied waar de kans gelijk of groter is dan 1 op de miljoen;
- de PR 10^{-5} risicocontour is een gebied waar de kans gelijk of groter is dan 1 op de honderdduizend.

Invloed op (beperkt) kwetsbare objecten

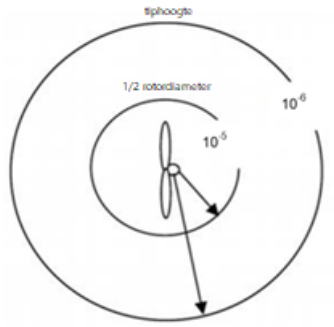
Effecten op (beperkt) kwetsbare objecten, zogenaamde risico-ontvangers, worden kwalitatief beoordeeld aan de hand van indicatief bereik PR10^{-5} voor beperkt kwetsbare objecten en PR10-6 voor kwetsbare objecten uit de Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW). Op basis van artikel 3.15a lid 1 van het Activiteitenbesluit milieubeheer (nu inactief, zie 4.3) is de PR-norm voor een kwetsbaar object 10-6. De HRW biedt richtlijnen voor het bepalen van de PR-10-6 contour, hierbij wordt de tiphoogte van een windturbine als bereik aangenomen. Het plaatsgebonden risico voor een beperkt kwetsbaar object mag niet groter zijn dan 10-5. Hierbij wordt ½ rotordiameter als bereik aangehouden. Tabel 5.24 toont de veiligheidsnormen die van toepassing zijn op windturbines. De beoordelingsschaal in tabel 5.33 is gebaseerd op deze normen en is gecombineerd met de beoordelingsschaal voor 'invloed op andere risicobronnen'.

Tabel 5.24 Veiligheidsnormen voor het plaatsgebonden risico (PR)

Type object	Omgevingsbesluit	Toetsingsafstand	Juridische status
kwetsbare objecten	grenswaarde PR10^{-6}	het maximum van: - ashoogte + ½ rotordiameter (=tiphoogte), of; - maximale werpafstand bij nominaal toerental	activiteitenbesluit
beperkt kwetsbare objecten	grenswaarde PR10^{-5} richtwaarde PR10^{-6}	½ rotordiameter zie boven	activiteitenbesluit

Afbeelding 5.16 toont een schematische weergave van de PR 10-6 en PR10-5 contour, zoals benoemd in tabel 5.31.

Afbeelding 5.16 Schematische weergave PR10^{-6} en PR10^{-5} contour



[1] Het groepsrisico is ook onderdeel van externe veiligheid. Voor deze fase is het groepsrisico niet bepalend voor de locatiekeuze en techniek. De projectMERen die mogelijk volgen voor nadere uitwerking op projectniveau zullen het groepsrisico wel beschouwen.

Invloed op andere risicobronnen

Effecten op (beperkt) kwetsbare objecten worden kwalitatief beoordeeld aan de hand van de aanwezige risicobronnen en daaruit volgende beperkingen. De aanwezigheid van windturbines heeft een risicoverhogende werking op andere risicobronnen, zoals het hoogspanningsnet, buisleidingen en wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Daarom zijn in de HRW2020 adviesafstanden opgenomen. Tabel 5.32 geeft een overzicht van de adviesafstanden tot andere risicobronnen. Een deel van deze afstanden is al verwerkt in de kaart met harde belemmeringen. In de tabel is aangegeven welke afstand is opgenomen als belemmering. Als windturbines zich binnen deze afstandscriteria bevinden, kunnen ze leiden tot een verhoogd risico op nabijgelegen kwetsbare objecten. Daarnaast hebben beheerders van infrastructurele werken wensen in de vorm van adviesafstanden voor situaties van uitval van belangrijke infrastructurele werken, zoals buisleidingen en hoogspanningsverbindingen. Om hier rekening mee te houden zal bij het plaatsen van windturbines binnen deze adviesafstanden gekeken moeten worden naar de invloed op de leveringszekerheid van de nabije infrastructurele werken. Wanneer windturbines worden geplaatst binnen de adviesafstand moet tevens uit aanvullend onderzoek blijken dat het veiligheidsrisico op omliggende (beperkt) kwetsbare objecten aanvaardbaar is en zo nodig moet dat risico verantwoord worden.

Tabel 5.25 Afstanden tussen windturbines en veelvoorkomende objecten (Bron: Handreiking Risicozonering Windturbines, 2020)

Type object	Adviesafstanden of normafstanden	Afstand als belemmering	Juridische status/beleid
rijkswegen	ten minste ½ rotordiameter uit de rand van de verharding *adviesafstand*	object + 15 m (fysieke belemmering voor fundering)	artikel 3 lid 3 van de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken
waterwegen	½ rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50 m *normafstand*	½ rotordiameter	artikel 4 lid 2 van de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken
spoorwegen	½ rotordiameter + 7,85 m, met een minimum van 30 m *adviesafstand*	object + 15 m (fysieke belemmering voor fundering)	artikel 19 Spoorwegwet
ondergrondse buisleidingen*	de grootste afstand van: - de maximale werpafstand bij een nominaal toerental - ashoogte + ½ rotordiameter *adviesafstand*	object + 15 m (fysieke belemmering voor fundering)	artikel 12 en 13 Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en advies door leidingbeheerder
	de PR 10^{-6} contour van de ondergrondse leiding reikt niet verder dan 5 m uit het hart van de leiding *normafstand*	object + 15 m (fysieke belemmering voor fundering)	artikel 12 en 13 Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb)
hoogspanningsinfrastructuur (≥110 kV)	- de grootste afstand van: · de maximale werpafstand bij een nominaal toerental · ashoogte + ½ rotordiameter, of; - op een afstand van meer dan 245 m *adviesafstand*	- ½ rotordiameter bij bovengrondse hoogspanningsverbinding - object + 15 m bij ondergrondse hoogspanningsverbinding	advies door TenneT
inrichtingen met opslag gevaarlijke stoffen, waaronder BRZO	afhankelijk van de inrichtingen grenswaarde PR10^{-5} als basis genomen	niet opgenomen als belemmering	artikel 13 besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)

Type object	Adviesafstanden of normafstanden	Afstand als belemmering	Juridische status/beleid
	normafstand		

* In het plangebied liggen ook buisleidingen van Defensie Pijpleiding Organisatie. Niet voor alle leidingen is de ligging openbaar, waardoor hier slechts beperkt rekening mee gehouden kan worden. Welke wel bekend zijn, zijn meegenomen in de analyse.

Beoordelingsschaal invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen

Voor de criteria 'invloed op (beperkt) kwetsbare objecten' en 'invloed op andere risicobronnen' is een gecombineerde beoordelingsschaal opgesteld. De veiligheidsnormen zijn vastgelegd in besluiten (voor (beperkt) kwetsbare objecten), wettelijke normafstanden (voor (vaar/spoor) wegen) en adviesafstanden door beheerders (voor buisleidingen en hoogspanningsinfrastructuur).

De ontwikkeling binnen normafstanden die vastgelegd zijn in besluiten en wetten zijn sterk negatief (--) beoordeeld, omdat deze leiden tot situaties met sterk negatieve effecten. Dit betekent dat bij een afstand minder dan ½ rotordiameter van een beperkt kwetsbaar object of de wettelijke normafstanden een sterk negatieve (--) beoordeling geldt. De ontwikkeling binnen de adviesafstanden van de beheerders zijn negatief (-) beoordeeld. Ligging binnen de PR 10^{-6} contour van beperkt kwetsbare objecten is beperkt negatief (0/-) beoordeeld, omdat het hier niet om een grenswaarde gaat, maar een richtwaarde en er mitigerende maatregelen beschikbaar zijn om effecten te voorkomen of beperken. Wel geldt hier een aandachtspunt bij ontwikkelingen. Ligging buiten de adviesafstanden (PR 10^{-6} van kwetsbare objecten en afstanden uit tabel 5.25) leidt tot een neutrale (0) beoordeling.

De beoordelingsschaal in 5.26 beschrijft hoe wordt beoordeeld op andere risicobronnen. Positieve effecten zijn hierbij niet van toepassing, omdat windturbines een risicobron vormt en dus vanuit het onderdeel veiligheid zorgt voor een verhoging van het risico.

Tabel 5.26 Beoordelingsschaal invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Specificatie voor criterium
--	sterk negatief	de ontwikkeling voldoet niet de grenswaarde van (beperkt) kwetsbare objecten en de wettelijke normafstanden voor (vaar/spoor) wegen en inrichtingen met opslag van gevaarlijke stoffen
-	negatief	de ontwikkeling voldoet niet aan de adviesafstanden voor buisleidingen en hoogspanningsverbindingen of de richtwaarde van beperkt kwetsbare objecten
0/-	beperkt negatief	aandachtspunten aanwezig, maar mitigerende maatregelen zijn beschikbaar om effecten te beperken
0	neutraal	geen knelpunten aanwezig van externe veiligheidsrisico's en zonder mitigerende maatregelen kan worden voldaan aan de afstandscriteria

Zonneparken rond infrastructuur

Hoewel de effecten van zonneparken voor het thema externe veiligheid niet worden onderzocht in dit plan-MER gelden er wel belemmeringen voor zonneparken. Zo kunnen zonneparken invloed hebben ten aanzien van het gebruik van spoorwegen, bijvoorbeeld door elektromagnetische beïnvloeding en lichthinder. De beïnvloeding geldt ook ten aanzien van hoogspanningsverbindingen en door weerkaatsing van licht kan scheepvaart en wegverkeer worden beïnvloed. Op de belemmeringenkaarten voor zonneparken zijn de wegen, waterwegen en hoogspanningslijnen als fysieke belemmering beschouwd. Voor de spoorlijnen is een afstand van 5 m aangehouden tot de spoorlijn. Op projectniveau dient onderzocht te worden wat de mogelijkheden zijn voor het realiseren van zonneparken nabij de genoemde infrastructurele objecten. Hierbij kan worden bekeken of maatwerk mogelijk is en onder welke voorwaarden zonneparken mogelijk zijn, bijvoorbeeld onder hoogspanningsverbindingen of direct naast snelwegen.

Effectbeschrijving

Invloed op (beperkt) kwetsbare objecten

Geen van de onderzoeksgebieden ligt binnen de $PR10^{-6}$ contour tot kwetsbare objecten of binnen de $PR\ 10^{-5}$ contour tot beperkt kwetsbare objecten. Dit komt omdat hier reeds rekening mee is gehouden bij het ontwikkelen van de onderzoeksgebieden. Daarom zijn deze $PR10^{-6}$ en $PR10^{-5}$ contouren rondom de (beperkt) kwetsbare objecten op voorhand uitgesloten voor de ontwikkeling van windturbines. Tabel 5.27 laat zien wat de minimale afstanden zijn tot (beperkt) kwetsbare objecten.

Tabel 5.27 Adviesafstanden tussen een windturbine en (beperkt) kwetsbare objecten

Type object	Adviesafstand	Afstand voor referentieturbine ashoogte 120 m	Afstand voor referentieturbine ashoogte 166 m
kwetsbare objecten	ashoogte + ½ rotordiameter[1]	178,5 m	246 m
beperkt kwetsbare objecten	½ rotordiameter	58,5 m	80 m

Invloed op andere risicobronnen

Plaatsing van windturbines binnen veiligheidszones van risicobronnen kan indirect zorgen voor vergroting van het plaatsgebonden risico voor (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen. De aanwezigheid van windturbines heeft een risico-verhogende werking op andere risicobronnen, zoals het hoogspanningsnet, buisleidingen, inrichtingen en (water- of spoor)wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Daarom zijn rondom deze objecten norm- of adviesafstanden bepaald, zie tabel 5.28. Tabel 5.28 laat de norm- en adviesafstanden zien die van toepassing zijn op de gehanteerde referentieturbines.

[1] Het Handboek Risicozonering windturbines geeft twee opties: ashoogte + ½ rotordiameter of de maximale werpafstand bij een nominaal toerental. Voor dit plan-MER zijn de werpafstanden niet berekend vanwege de diepgang van de milieuonderzoeken, maar wordt uitgegaan van de ashoogte + ½ rotordiameter. Op projectniveau dienen beide opties te worden uitgewerkt, waarbij de grootste afstand gehanteerd moet worden.

Tabel 5.28 Bepaling norm- en adviesafstanden tot risicobronnen voor de referentieturbines

Type object	Type afstand	Afstand tot object	Ref. turbine ashoogte 120 m	Ref. turbine ashoogte 166 m
rijkswegen	belemmering	object + 15 m	15 m	15 m
	adviesafstand	½ rotordiameter uit rand verharding	58,5 m	80 m
waterwegen	normafstand	½ rotordiameter uit rand vaarweg	58,5 m	80 m
spoorwegen	belemmering	object + 15 m	15 m	15 m
	adviesafstand	½ rotordiameter + 7,85 m, met een minimum van 30 m	66,35 m	87,85 m
ondergrondse buisleidingen	belemmering	object + 15 m	15 m	15 m
	adviesafstand	de grootste afstand van: - de maximale werpafstand bij een nominaal toerental, of; - ashoogte + ½ rotordiameter	178,5 m	246 m
hoogspanningsinfrastructuur (>110 kV)	normafstand en belemmering	- ½ rotordiameter (bovengronds) - object + 15 m (ondergronds)	58,5 m	80 m
	adviesafstand	de grootste afstand van: - de maximale werpafstand bij een nominaal toerental, of; - ashoogte + ½ rotordiameter, of; op een afstand van meer dan 245 m	245 m	246 m
inrichtingen met opslag gevaarlijke stoffen, waaronder BRZO	normafstand	afhankelijk van type inrichting, grenswaarde van $PR10^{-5}$ als basis*	58,5 m	80 m

* Afstanden moeten in eventuele uitwerking op projectniveau worden gespecificeerd.

De normafstanden geven een restrictiegebied rondom het object weer. Dit is onder andere van toepassing op waterwegen. Hiervoor is een minimale afstand van ½ rotordiameter tot de rand van de vaarweg bepaald om de veiligheid van het gebruik van de waterweg te garanderen. Windturbines op kortere afstand van waterwegen zijn daarmee niet toegestaan. De ontwikkeling van windturbines binnen normafstanden zijn vanuit externe veiligheid niet haalbaar. Hier is reeds rekening mee gehouden bij de ontwikkeling van de onderzoeksgebieden. Daarom zijn de objecten inclusief bijbehorende normafstand op voorhand uitgesloten voor de ontwikkeling van windturbines.

Voor ligging binnen de adviesafstanden rondom objecten geldt dat de ontwikkeling van windturbines mogelijk is, mits toestemming wordt verkregen van de beheerder. Afstemming is daarom nodig. Dit kan gaan om afstemming met Gasunie of Defensie voor buisleidingen, met TenneT voor hoogspanningslijnen en -kabels of met Rijkswaterstaat voor rijkswegen. In deze afstemming moet veelal worden aangetoond dat de ontwikkeling van de windturbines geen invloed hebben op de veiligheid en/of werking van het object. Zo geldt bijvoorbeeld dat voor een windturbine binnen een werpafstand van twee maal nominaal toerental tot een hoogspanningsverbinding of- station, een vergunning enkel kan worden verleend in afstemming met de netbeheerder. Deze afstemming met beheerders volgt bij eventuele uitwerking op projectniveau.

Effectbeoordeling

Voor het aspect externe veiligheid hangt de beoordeling af van de juridische status van de adviesafstanden tussen de windturbine en de veelvoorkomende objecten. Tabel 5.29 toont per object de beoordeling. Het is niet mogelijk om binnen wettelijk vastgelegde afstandseisen windturbines te realiseren. Dergelijke afstandseisen gelden tot (beperkt) kwetsbare objecten, wegen, vaarwegen en spoorwegen. Deze gebieden zijn als sterk negatief (--) beoordeeld. Afstanden tot hoogspanningsinfrastructuur en buisleidingen zijn niet wettelijk vastgelegd. Binnen de adviesafstanden tot deze objecten is het in overleg met de kabel- en leidingbeheerders mogelijk om windturbines te realiseren. Daarom zijn de gebieden overeenkomend met de adviesafstanden tot deze objecten als negatief (-) beoordeeld.

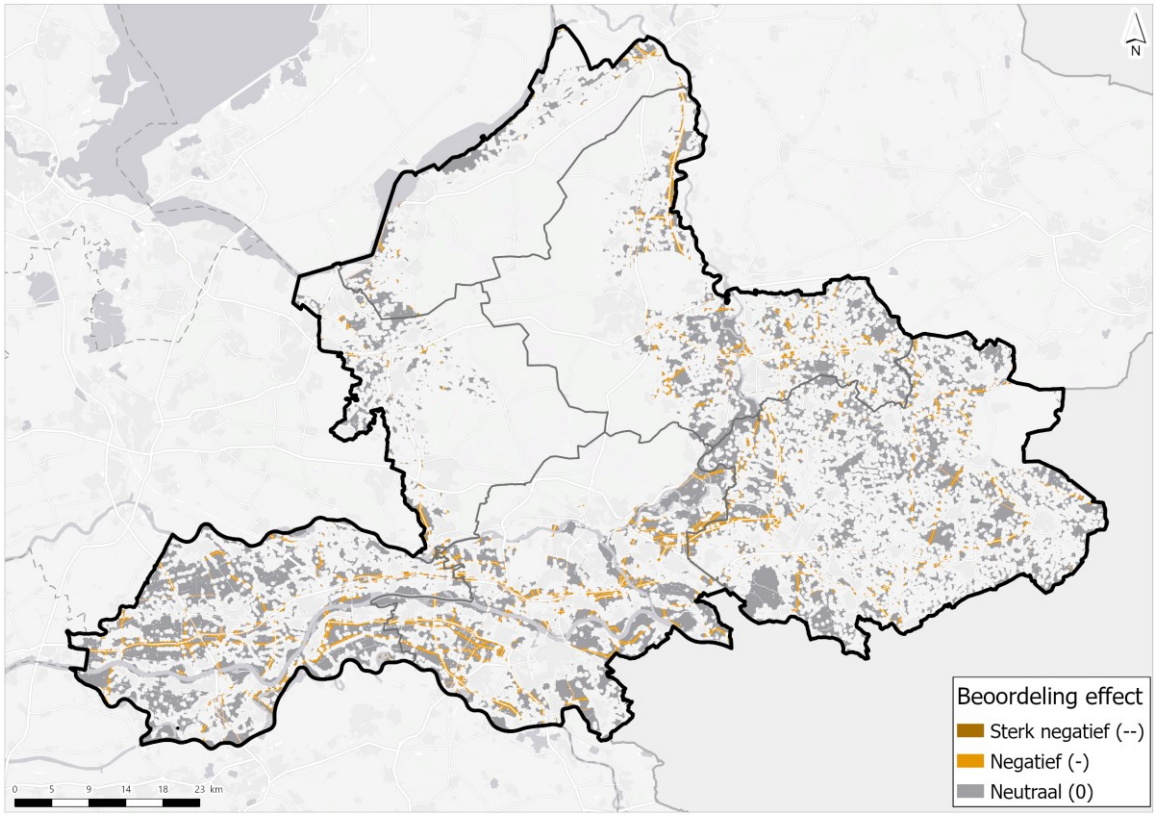
Tabel 5.29 Effectbeoordeling externe veiligheid

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Object	Type afstand
--	sterk negatief	kwetsbare objecten	n.v.t.
--	sterk negatief	beperkt kwetsbare objecten	n.v.t.
--	sterk negatief	rijkswegen	belemmering
-	negatief effect	rijkswegen	adviesafstand
--	sterk negatief	waterwegen	normafstand
-	negatief effect	spoorwegen	adviesafstand
--	sterk negatief	spoorwegen	belemmering
--	sterk negatief	ondergrondse buisleidingen	belemmering
-	negatief effect	ondergrondse buisleidingen	adviesafstand
--	sterk negatief	hoogspanningsinfrastructuur (>110 kV)	normafstand en belemmering
-	negatief effect	hoogspanningsinfrastructuur (>110 kV	adviesafstand
--	sterk negatief	inrichtingen met opslag gevaarlijke stoffen, waaronder BRZO	normafstand

* De objecten en afstanden die als sterk negatief zijn beoordeeld, zijn reeds uitgesloten en daarom niet terug te zien op de effectbeoordelingskaarten.

Afbeelding 5.17 laat de effectbeoordeling voor invloed op externe veiligheid op kaart zien. De kaart illustreert de effectbeoordeling voor beide referentieturbines, omdat verschillen niet zichtbaar zijn op het schaalniveau van dit plan-MER.

Afbeelding 5.17 Basisbeoordeling invloed op externe veiligheid voor windturbines



5.5.2 Invloed op luchtvaartveiligheid

Onderzoeksaanpak

Het realiseren van windturbines zorgt met de bouwhoogte voor een verticaal obstakel. Hiermee kunnen windturbines invloed hebben op het gebruik van gebieden voor de luchtvaart en radardetectie. Vanuit luchtvaartveiligheid zijn zowel effecten op burgerluchtvaart als op militaire luchtvaart relevant. Voor zowel luchtvaartveiligheid als radar gelden bouwhoogtebeperkingen binnen vastgestelde toetsingsgebieden. Bij de ontwikkeling van windturbines dient hieraan getoetst te worden. Daarnaast zijn voor vliegveld Teuge (burgerluchthaven), vliegveld Deelen (militaire luchthaven) en voor antennepark Eibergen restrictiegebieden vastgesteld met een maximale bouwhoogte. Windturbines binnen deze gebieden zijn op voorhand uitgesloten (zie bijlage V), waarmee deze locaties verder buiten beschouwing gelaten worden.

Beoordelingsschaal invloed op luchtvaartveiligheid en radar

Tabel 5.30 toont de beoordelingsschaal voor de invloed op luchtvaartveiligheid en radar. In de beoordeling is onderscheid gemaakt tussen toetsingsgebieden samenhangend met een algemene bouwhoogtebeperking (--) of een specifieke hoogtebeperking voor windturbines (-). Gebieden waar een algemene bouwhoogtebeperking geldt zijn onder andere militaire laagvlieggebieden, toetsingsvlakken rondom helikopterluchthavens of bouwbeperkingengebied rondom (militaire) radardetectiesystemen. Het landelijk dekkend radarverstoringsgebied kent een specifieke hoogtebeperking voor windturbines. Sterk negatieve effecten zijn niet van toepassing omdat gebieden waar restricties gelden op voorhand zijn uitgesloten in het plan-MER. Daarnaast zijn positieve effecten niet van toepassing, omdat de ontwikkeling van windturbines zorgt voor de toevoeging van verticale obstakels. Dit heeft per definitie geen positief effect op de luchtvaartveiligheid.

Tabel 5.30 Beoordelingsschaal invloed op luchtvaartveiligheid en radar

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Specificatie voor criterium
--	sterk negatief	niet van toepassing*
-	negatief	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot negatieve effecten op de (militaire) luchtvaartveiligheid of (militaire) radardetectie door ligging binnen gebied met algemene bouwhoogtebeperkingen. Afstemming met betrokken instanties is noodzakelijk.
0/-	beperkt negatief	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot mogelijk tot beperkt negatieve effecten op de (militaire) luchtvaartveiligheid of (militaire) radardetectie door ligging binnen gebied met specifieke hoogtebeperkingen voor windturbines. Afstemming met betrokken instanties is noodzakelijk.
-	neutraal	de voorgenomen ontwikkeling leidt niet tot wezenlijke effecten ten opzichte van de referentiesituatie.

* De gebieden waar sterk negatieve effecten optreden zijn reeds uitgesloten (laagvliegroute, restrictiegebieden rondom luchthavens en antennepark Eibergen).

Effectbeschrijving

Windturbines kunnen zorgen voor negatieve effecten op het gebruik van gebieden voor de luchtvaart en het functioneren van de radardetectie. De windturbines vormen een fysiek verticaal obstakel, wat effect kan hebben op de veiligheid van luchtvaartbewegingen. Daarnaast kan een radar verstoord worden door de aanwezigheid van bouwwerken boven een bepaalde hoogte. Voor de (zweefvlieg)luchthavens en radarstations zijn daarom beperkingen vastgelegd die de werking en veiligheid borgen. Hetzelfde geldt voor de gebieden die in gebruik zijn voor militaire luchtvaart. Ook hiervoor geldt dat windturbines een fysieke beperking vormen binnen de oefengebieden in gebruik voor vliegbewegingen.

Rondom vliegveld Teuge, de zweefvliegluchthavens (zoals Terlet en Malden) en helikopterluchthavens (zoals Nijmegen UMC) gelden hoogtebeperkingen met uiteenlopende hoogtes. Voor deze gebieden zijn negatieve effecten niet op voorhand uit te sluiten, omdat een windturbine het functioneren van deze luchthavens kan beperken. Daarom geldt in de gebieden rondom deze luchthavens een toetsingsverplichting en is afstemming met de beheerders vereist. Ten aanzien van radarverstoring geldt voor het gehele plangebied een maximale bouwhoogte. Dit komt voort uit de radarverstoringsgebieden van diverse radarstations in Nederland. Bij realisatie van windturbines kunnen (licht) negatieve effecten op het functioneren van de radars niet worden uitgesloten. Middels een radartoets kan worden aangetoond dat hiervan kan worden afgeweken. In het noordoosten van het plangebied, nabij Harderwijk, ligt een beperkingengebied vanuit luchthaven Lelystad. Hier zijn (conform het Luchthavenbesluit Lelystad) geen obstakels toegestaan die hoger zijn dan 146,3 m. Gebieden binnen deze zone zijn daarom als negatief beoordeeld.

Realisatie van windturbines binnen de drie laagvlieggebieden in gebruik door Defensie (Veluwe/Randmeren, Maas/Waal en Ginkelse Heide) kan leiden tot negatieve effecten op de militaire luchtvaartveiligheid. Binnen deze gebieden geldt een minimum vlieghoogte van 30 m boven hindernissen, of zoveel lager als voor het doel van de vlucht noodzakelijk of mogelijk is. Om de veiligheid van deze lage vliegbewegingen te borgen, gelden bouwhoogtebeperkingen in deze gebieden. Een windturbine binnen deze gebieden vormt een fysiek obstakel, met mogelijke effecten op de veiligheid en het gebruik van deze gebieden door defensie. Een windturbine kan daarmee effect hebben op de militaire luchtvaarveiligheid. Hetzelfde geldt voor windturbines binnen de detectiezones rondom de zend- en ontvangstinstallaties (onder andere Nieuw Milligen) en de laagvliegroute VO. Ondanks dat de route VO in de praktijk niet meer wordt gebruikt, kunnen eventuele vliegbewegingen beperkt worden door een windturbine als fysiek obstakel. Afstemming met Defensie is hier bij concrete ontwikkelingen noodzakelijk.

Voor zowel luchtvaartveiligheid als radar geldt dat nadere uitwerking en afstemming met de betrokken instanties op projectniveau noodzakelijk is.

Effectbeoordeling

Tabel 5.31 laat de effectbeoordeling voor invloed op luchtvaartveiligheid en radar zien. Ligging binnen een toetsingsvlak van een (militaire) luchthaven leidt mogelijk tot negatieve effecten (-). Daarnaast leidt ligging binnen een laagvlieggebied of binnen een radarverstoringsgebied van een (militair) radarstation tot negatieve effecten op de luchtvaartveiligheid of radardetectie. Voor alle onderzoeksgebieden geldt dat beperkt negatieve effecten (0/-) op het radarverstoringsgebied niet op voorhand uitgesloten kunnen worden.

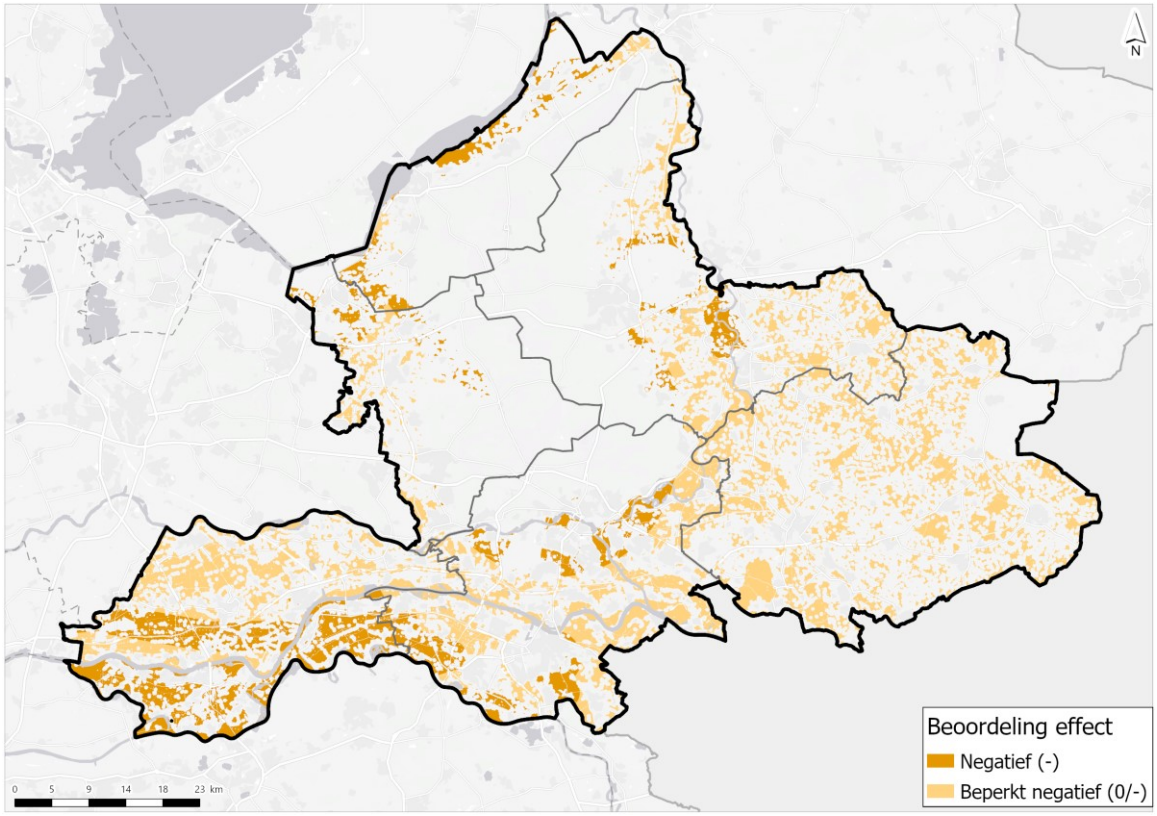
Tabel 5.31 Effectbeoordeling invloed op luchtvaartveiligheid en radar

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Object
--	sterk negatief	niet van toepassing*
-	negatief	de ontwikkeling zorgt voor een beperking ten aanzien van het huidige gebruik door ligging binnen een toetsingsvlak van een (zweefvlieg)luchthaven of helikopterluchthaven, binnen een laagvlieggebied of binnen een radarverstoringsgebied van een (militair) radarstation. Toetsing en afstemming met de betrokken instanties is noodzakelijk
0/-	beperkt negatief	ligging binnen een radarverstoringsgebied met een hoogtebeperking voor windturbines. Toetsing en afstemming met de betrokken instanties is noodzakelijk
0	neutraal	n.v.t. (radarverstoringsgebied is landelijk dekkend)

* Deze gebieden zijn reeds uitgesloten en daarom niet terug te zien op de effectbeoordelingskaarten.

Afbeelding 5.18 laat de effectbeoordeling voor invloed op luchtvaartveiligheid en radar op kaart zien. De kaart illustreert de effectbeoordeling voor beide referentieturbines, omdat verschillen niet zichtbaar zijn op het schaalniveau van dit plan-MER.

Afbeelding 5.18 Beoordeling invloed op luchtvaartveiligheid en radar voor windturbines (120 m en 166 m)



5.5.3 Invloed op waterkeringsveiligheid

Onderzoeksaanpak

Plaatsing van windturbines bij of op een waterkering is gebonden aan voorwaarden van de beheerder van de waterkering. In algemene zin geldt een 'nee, tenzij-principe'. Dit betekent dat een windturbine enkel wordt toegestaan indien dit geen negatieve gevolgen heeft voor de waterkerende functie en bijbehorende veiligheidsnormen. Uit de HRW2020 volgt dat er geen uniform beleid met betrekking tot de plaatsing van windturbines is. Niet alle beheerders van de (regionale) waterkeringen hanteren het 'nee, tenzij-principe' voor de kernzone en beschermingszone van de waterkering. Dit dient daarom per waterschap in het plangebied bij de concrete uitwerking van een project te worden onderzocht.

Beoordelingsschaal invloed op waterkeringsveiligheid

Tabel 5.32 toont de beoordelingsschaal voor de invloed op waterkeringsveiligheid. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen enerzijds de kernzone en beschermzone, en anderzijds de potentiële overdraai van windturbines over deze zones. Dit onderscheid hangt samen met een al dan niet geldende restrictie of het niet kunnen uitsluiten van (beperkt) negatieve effecten op de waterkeringsveiligheid.

Positieve effecten zijn hierbij niet van toepassing, omdat bij de ontwikkeling van windturbines nabij primaire waterkeringen in principe niet zorgt voor een verbetering van de waterkeringsveiligheid. Individuele waterschappen kunnen afwijkend beleid hebben voor waterkeringen, wat windturbines nabij waterkeringen mogelijk uitsluit. Ook zijn alleen de waterkeringen met een beschermingszone beschouwd. De overige (kleinere) waterkeringen dienen bij de uitwerking van concrete initiatieven eveneens in beschouwing genomen te worden.

Tabel 5.32 Beoordelingsschaal invloed op waterkeringsveiligheid

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Specificatie voor criterium
--	sterk negatief	niet van toepassing*
-	negatief	de voorgenomen ontwikkeling heeft mogelijk een negatief effect op de waterkeringsveiligheid.
0/-	beperkt negatief	de voorgenomen ontwikkeling heeft mogelijk een beperkt negatief effect op de waterkeringsveiligheid.
0	neutraal	geen knelpunten aanwezig voor waterkeringsveiligheid

* Een sterk negatieve (--) beoordeling is niet van toepassing vanwege het 'Nee, tenzij' principe dat wordt gehanteerd. Windturbines zijn niet op voorhand uitgesloten op of nabij primaire waterkeringen.

Effectbeschrijving

Windturbines kunnen effect hebben op de waterkerende functie van de primaire waterkeringen in het plangebied. Dit effect kan veroorzaakt worden door falen van de windturbines zelf. Een wiek kan afbreken en op de waterkering terecht komen. Daarnaast kan de bouw of fundering van de windturbines invloed hebben op de geotechnische stabiliteit van de waterkering. Dit maakt dat negatieve effecten op de waterkeringsveiligheid niet uitgesloten kunnen worden bij realisatie van een windturbine binnen de kernzone of beschermingszone van een waterkering.

Bij ligging binnen ½ rotordiameter van de beschermingszone van een waterkering kunnen negatieve effecten niet worden uitgesloten. Ondanks dat de windturbine buiten de vastgestelde beschermingszone staat, kan door veranderingen bodemstabiliteit of een turbinedefect de waterkeringsveiligheid beperkt negatief worden beïnvloedt.

Voor ligging nabij waterkeringen geldt dat op projectniveau nadere uitwerking en afstemming met de betrokken instanties noodzakelijk is.

Effectbeoordeling

Tabel 5.33 laat de effectbeoordeling voor invloed op waterkeringsveiligheid zien. Een sterk negatieve (--) beoordeling is niet van toepassing, omdat dit plan-MER uitgaat van het 'nee, tenzij-principe' (in lijn met de HRW2020). Ligging binnen de kernzone of beschermzone van een primaire waterkering leidt mogelijk tot negatieve effecten (-). Ligging binnen een ½ rotordiameter afstand van de kernzone en/of beschermzone is als beperkt negatief (0/-) beoordeeld, omdat effecten niet op voorhand uitgesloten kunnen worden.

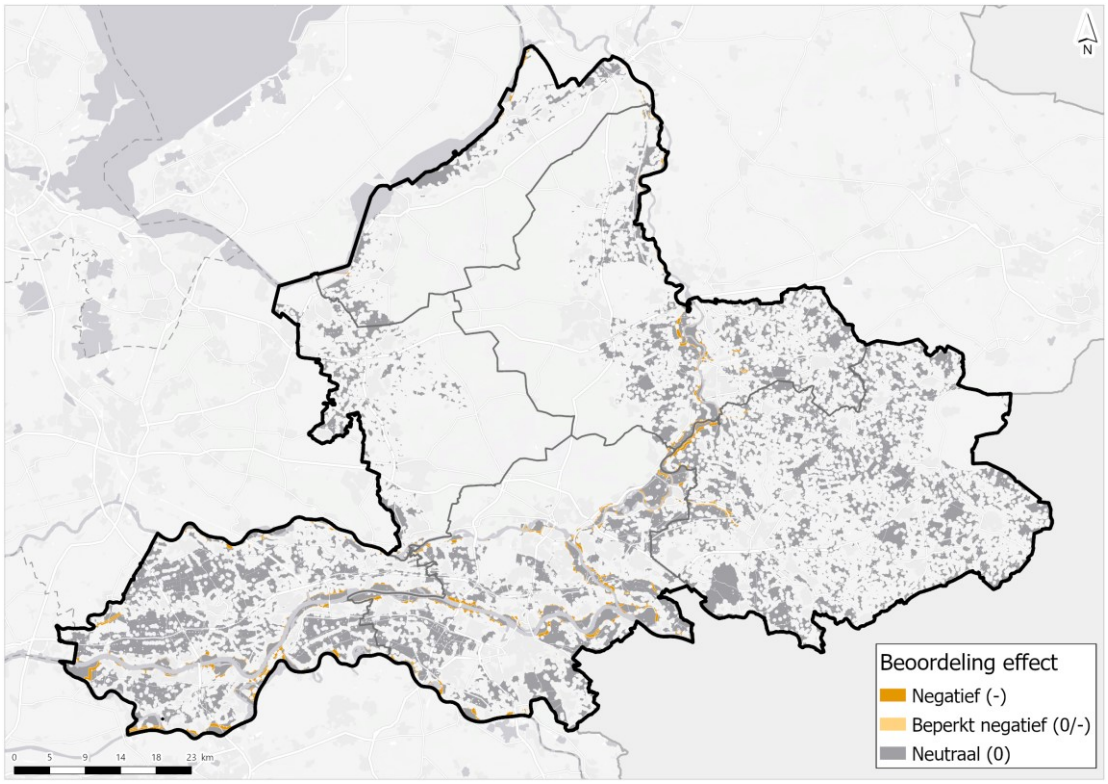
Tabel 5.33 Effectbeoordeling invloed op waterkeringsveiligheid

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Object
--	sterk negatief	niet van toepassing*
-	negatief	de voorgenomen ontwikkeling heeft mogelijk invloed op de waterkeringsveiligheid door het plaatsen van windturbines in de beschermzone en/of kernzone van primaire waterkeringen
0/-	beperkt negatief	de voorgenomen ontwikkeling heeft mogelijk invloed op de waterkeringsveiligheid door het overdraaien van windturbinebladen over de beschermzone en/of kernzone van primaire waterkeringen
0	neutraal	geen knelpunten aanwezig voor waterkeringsveiligheid

* Een sterk negatieve (--) beoordeling is niet van toepassing vanwege het 'nee, tenzij-principe' dat wordt gehanteerd.

Afbeelding 5.19 laat de effectbeoordeling voor invloed op waterkeringsveiligheid op kaart zien. De kaart illustreert de effectbeoordeling voor beide referentieturbines, omdat verschillen niet zichtbaar zijn op het schaalniveau van dit plan-MER.

Afbeelding 5.19 Beoordeling invloed op waterkeringsveiligheid op kaart voor windturbines (beide referentieturbines)



5.6 Gebruiksfuncties

Deze paragraaf beschrijft de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling op het thema gebruiksfuncties. Hierbij worden de effecten op het criterium invloed op ruimtegebruik onderzocht.

5.6.1 Invloed op ruimtegebruik

Onderzoeksaanpak

De opwek van duurzame energie middels zonneparken en windturbines op land leidt tot ruimtebeslag. Daardoor kan de ontwikkeling van wind- en zonne-energie leiden tot oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties. De invloed op het huidige ruimtegebruik wordt onderzocht in een kwalitatieve analyse.

Voor ruimtegebruik geldt dat hoofdzakelijk de keuze voor windturbines of zonneparken bepalend is voor het ruimtebeslag. Het ruimtebeslag van windturbines is relatief beperkt ten opzichte van zonneparken. Met een windturbine kan relatief veel energie worden opgewekt in relatie tot het benodigd ruimtebeslag. Zo behoeft een windturbine een fundering, een bouwweg en (tijdelijke) werkterreinen, maar kan de overige grond rondom de windturbine in gebruik blijven voor andere functies.

De locaties waar zonneparken worden gerealiseerd beïnvloeden het huidige ruimtegebruik. Zo kan de huidige functie tijdens de aanwezigheid niet of alleen op een andere manier worden voortgezet. Een voorbeeld hiervan is akkerbouwgrond die niet meer ingezet kan worden voor de teelt van gewassen. Daartegenover staat dat er met de ontwikkeling van zonneparken (en in mindere mate ook windturbines) koppelkansen bestaan, bijvoorbeeld ten aanzien van multifunctioneel ruimtegebruik of versterking van de biodiversiteit.

In de effectanalyse wordt per gebruiksfunctie in kaart gebracht in hoeverre de realisatie van windturbines of zonneparken leidt tot oppervlakte verlies of beperkingen ten aanzien van de huidige functie. Hierbij worden de effecten op recreatie- en agrarische functies beschouwd. Dit omdat infrastructuur en bebouwing reeds zijn uitgesloten in de ontwikkeling van het onderzoeksgebied. Daarnaast wordt de overlap met natuurgebieden beschouwd onder het thema natuur.

Beoordelingsschaal invloed op ruimtegebruik

Zonneparken kunnen leiden tot een grote mate van oppervlakteverlies en/of het verloren gaan van huidige gebruiksfuncties. Dit leidt tot negatieve effecten op het huidig ruimtegebruik. We zijn er mogelijkheden voor multifunctioneel ruimtegebruik, wat leidt minder verlies van huidige gebruiksfuncties. De negatieve effecten zin hierbij beperkter. De positieve effecten van zonneparken worden niet onder gebruiksfuncties beschouwd. Toevoeging van natuurwaarden met een positief effect op de biodiversiteit, worden beschouwd onder het thema natuur in de alternatievenstudie en regionale rapportages. Dit sluit beter aan bij het detail- en schaalniveau van deze studies en rapportages dan bij het detailniveau van de basisbeoordeling.

Windturbines kunnen leiden tot beperkt negatieve effecten op ruimtegebruik. Het fysiek ruimtebeslag is weliswaar klein, maar leidt toch tot een beperking van huidige gebruiksfuncties.

Tabel 5.34 toont de beoordelingsschaal voor het criterium invloed op ruimtegebruik. Eventuele positieve effecten op natuur en biodiversiteit door multifunctioneel ruimtegebruik worden onder het thema natuur beschouwd.

Tabel 5.34 Beoordelingsschaal invloed op ruimtegebruik

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Specificatie voor criterium
--	sterk negatief effect	niet van toepassing*
-	negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot negatieve effecten op het ruimtegebruik door een grote mate van oppervlakteverlies en/of het verloren gaan van huidige gebruiksfuncties
0/-	beperkt negatief effect	de voorgenomen ontwikkeling leidt tot licht negatieve effecten op het ruimtegebruik omdat het oppervlakteverlies beperkt is en/of er kansen zijn voor multifunctioneel ruimtegebruik
0	neutraal	geen wezenlijk oppervlakteverlies voor bestaande gebruiksfuncties

* Gebruiksfuncties zijn niet wettelijk beschermd, waardoor gebieden op basis van het criterium 'invloed op gebruiksfuncties' niet bij voorbaat niet haalbaar zijn vanuit milieuperspectief.

Effectbeschrijving

In de RES'en 1.0 hebben de zes regio's in het plangebied de ambitie vastgelegd om in 2030 6500 GWh duurzame energieopwek (elektriciteit) te realiseren. Van deze ambitie is reeds 1861 GWh gerealiseerd. Hiermee blijft een resterende ambitie van circa 4659 GWh over voor windturbines en zonneparken op land. De opwek van duurzame energie op land leidt tot ruimtebeslag waardoor de inpassing van wind en zon leidt tot oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties.

Tabel 5.35 toont het ruimtebeslag van de zonneparken en windturbines dat nodig is voor het opwekken van de resterende 4659 GWh. Voor het opwekken van circa 20 GWh[1] is circa 18 ha zonnepark (oost-west oriëntatie) of circa 28 ha (zuidoriëntatie) nodig. Daarnaast toont tabel 5.35 het fysiek ruimtebeslag van windturbines. Het directe ruimtebeslag van windturbines is ongeveer 170 tot 300 keer minder per opgewekte hoeveelheid energie.

Bij het bepalen van het aantal ha zonnepark is uitgegaan van maximaal ruimtegebruik door het zonnepark. In de praktijk kan het zijn dat een deel van de kavel niet benut wordt voor zonnepanelen. Dit kan door bijvoorbeeld door de aanleg van natuur rondom het zonnepark. In dit geval kan het uiteindelijk ruimtebeslag van een zonnepark groter zijn. Afbeelding 5.20 illustreert de omvang van een zonnepark op kaart.

Tabel 5.35 Ruimtebeslag van zonneparken en windturbines

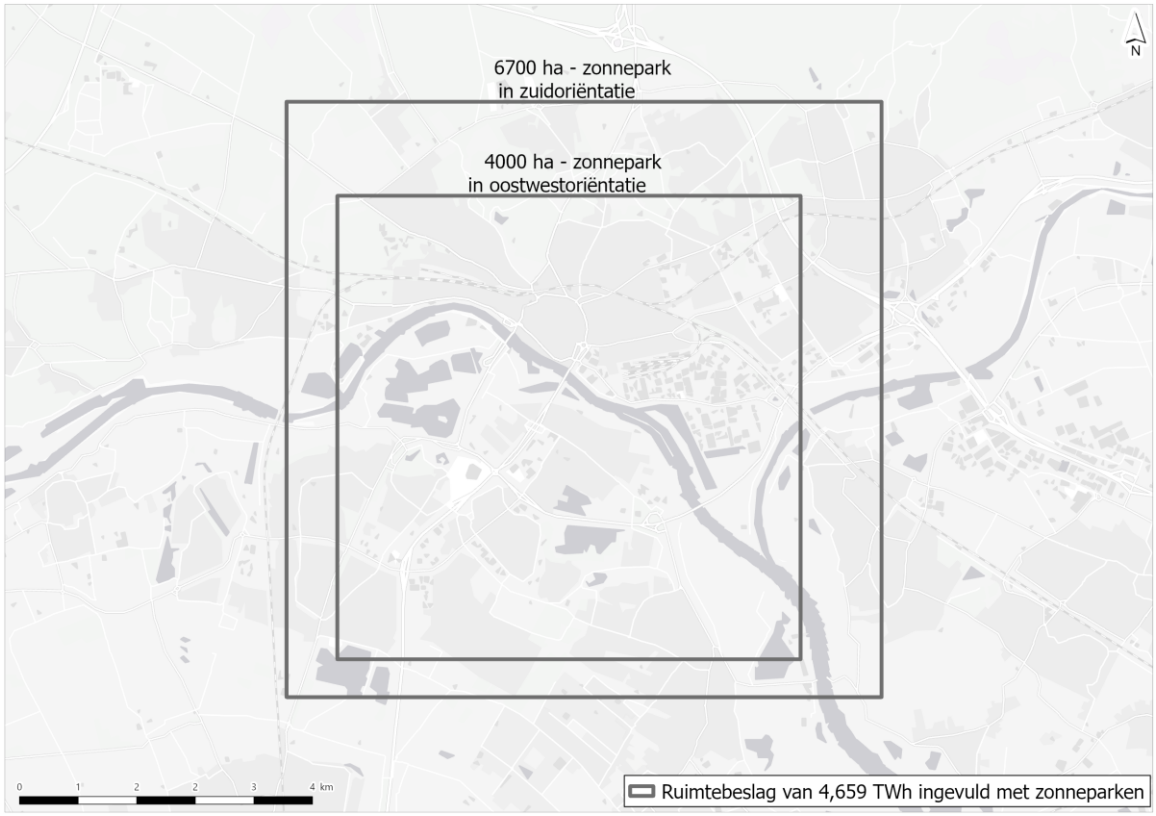
	4659 GWh komt overeen met:	**20 GWh komt overeen met:**	**Referentie: 1000 GWh komt overeen met:[2]**
zonnepark (oost-west oriëntatie)	3.960 à 5.125 ha	18 ha	850 à 1100 ha
zonnepark (zuidoriëntatie)	6.523 à 6.989 ha	28 ha	1400 à 1500 ha
166 m windturbine (7,0 MW)	231 turbines	1 windturbine	45 à 70 stuks
	20 ha	0,09 ha[3]	4,36 ha
120 m windturbine (3,6 MW)	448 turbines	2 windturbines	85 à 115 stuks
	28 ha	0,125 ha	5,89 ha

[1] Dit staat ongeveer gelijk aan de opwek van 1 windturbine met een ashoogte van 166 m met een vermogen van 7 MW, uitgaande van 2950 vollasturen. Zie paragraaf 4.2.1.

[2] Voor zonneparken is uitgegaan van de cijfers uit de Factsheet elektriciteit van het NPRES.

[3] Oppervlakte fundering van de 120 m windturbine is geschat op 625 m^2 (25 x 25 m). Voor de 166 m windturbine is dit ingeschat op 900 m^2 (30 x 30 m).

Afbeelding 5.20 Indicatie ruimtebeslag van de invulling van de opgave van 4659 GWh met enkel zonneparken, op een willekeurige locatie in de provincie (Arnhem in dit geval)



Invloed op defensieterreinen

Een zonnepark of windpark op defensieterreinen heeft invloed op de huidige gebruiksfunctie. De defensieterreinen zijn in gebruik voor oefeningen, munitieopslag of kazernes. Realisatie van een zonnepark of windpark op een militair oefenterrein, leidt tot beperkingen ten aanzien van het gebruik van het oefenterrein. Zo neemt de oppervlakte van het terrein af, en kan mens en materieel zich minder vrij verplaatsen. Daarnaast moet het zonnepark of windpark toegankelijk zijn voor onderhoud of reparaties. Defensieterreinen zij niet openbaar toegankelijk, waardoor dit tot beperkingen kan leiden. Daarom zijn windturbines en zonneparken op gronden in gebruik door Defensie niet zonder meer mogelijk.

De defensieterreinen zijn veelal ook aangemerkt als natuurgebied. De effecten van ruimtebeslag van wind- en zonne-energie op natuurgebieden worden beschouwd onder het thema natuur (zie 5.1). De defensieterreinen zijn niet los op kaart weergegeven omdat er geen downloadbare dataset beschikbaar is. Daarom zijn deze terreinen niet opgenomen op de kaart met effectbeoordeling. De uiteindelijke effectbeoordeling vindt indirect plaats via ruimtebeslag in natuurgebied. Daarnaast zijn kazernes (bebouwing) reeds uitgesloten in de ontwikkeling van het onderzoeksgebied.

Ruimtegebruik zonneparken

Voor de invloed op het ruimtegebruik door de realisatie van zonneparken geldt dat de keuze voor de oriëntatie (oost-west of zuid) medebepalend is voor het ruimtebeslag. Daarnaast is de verhouding tussen de opwek middels zonneparken ten opzichte van de opwek door windturbines van belang. Uiteindelijk geldt dat, afhankelijk van de locatie, een zonnepark in meer of minder mate invloed heeft op de bestaande of toekomstige gebruiksfuncties. Voor gronden met een agrarische functie geldt bij de ontwikkeling van zonneparken dat naar verwachting een groot landbouwareaal verloren gaat, omdat dit overwegend de gronden zijn met voldoende oppervlakte voor grootschalige zonneparken. Afbeelding 5.21 toont een indicatieve visualisatie van het ruimtebeslag van een 18 ha zonnepark (20 GWh) in een landschap met een agrarische functie. De agrarische functie wordt (deels) verhinderd door het ruimtebeslag van het zonnepark.

De effecten van een zonnepark op de agrarische functies verschillen per type functie. Zo zijn effecten van een zonnepark op graslanden relatief beperkt ten opzichte van een zonnepark op akkerbouwgrond. In geval van realisatie op grasland zijn er mogelijkheden voor multifunctioneel ruimtegebruik. Zo kunnen schapen grazen onder of tussen de zonnepanelen. Bij realisatie van een zonnepark op akkerbouwgrond gaat de akkerbouwfunctie verloren. De zonnepanelen nemen zonlicht weg, waardoor het gewas geen of onvoldoende zonlicht krijgt om te groeien. De effecten op de huidige gebruiksfunctie zijn hierdoor over het algemeen groter. De daadwerkelijke effecten hangen af van de specifiek omstandigheden.

Afbeelding 5.21 De ruimtelijke inpassing van een 18 ha zonnepark (20 GWh) in een akkerland (op 45 m afstand tot het zonnepark)



Ruimtegebruik 120 m windturbines

De 120 m windturbine heeft meer ruimte nodig dan de 166 m windturbine en minder ruimte dan zonneparken om dezelfde hoeveelheid energie op te wekken. Daarmee zorgt de 120 m windturbine voor minder oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties dan de zonneparken.

Afbeelding 5.22 toont het ruimtebeslag van twee 120 m windturbines (circa 20 GWh) in een landschap met een agrarische functie. De gebruiksfunctie agrarische functie wordt beperkt gehinderd door het ruimtebeslag van de 120 m windturbines.

Afbeelding 5.22 De ruimtelijke inpassing van twee 120 m windturbine (circa 20 GWh) in een akkerland (op 1,1 km afstand tot de linker windturbine, op 985 m afstand tot de rechter windturbine)



Ruimtegebruik 166 m windturbine

In vergelijking met de 120 m windturbine en zonneparken, heeft de 166 m windturbine de minste ruimte nodig om de energiedoelstelling te halen. Daarmee heeft een 166 m windturbine relatief gezien de minste invloed op het ruimtegebruik in de regio. Afbeelding 5.23 toont het ruimtebeslag van een 166 m windturbine (circa 20 GWh) in een landschap met een agrarische functie. Windturbines zijn over het algemeen goed te combineren met ander grondgebruik, zoals agrarisch gebruik.

Afbeelding 5.23 De ruimtelijke inpassing van een 166 m windturbine (circa 20 GWh) in een akkerland (op circa 1,1 km afstand tot de windturbine)



Effectbeoordeling

Zonneparken

Zonneparken op gronden met een recreatieve functie, bosgebieden en gronden die in gebruik zijn ten behoeve van (glas-)tuinbouw zorgen ervoor dat de huidige functie niet of slechts beperkt kan worden voortgezet. Dit leidt tot een groot oppervlakteverlies en de kansen op multifunctioneel ruimtegebruik zijn beperkt. Dit leidt tot negatieve effecten (--) op het huidig ruimtegebruik. Ook leiden zonneparken op defensieterreinen tot negatieve effecten, echter zijn deze niet op kaart weergegeven (zie kader).

Zonneparken op agrarische gronden leidt tot beperkt negatieve effecten (-). Dit omdat hier kansen zijn voor multifunctioneel ruimtegebruik, bijvoorbeeld door dieren te laten grazen of zacht fruit te verbouwen onder de zonnepanelen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen grasland en akkerbouwgrond. In veel gevallen wijzigt de functie van de agrarische grond met enige regelmaat (enkele jaren). Daardoor is niet op voorhand te zeggen welke agrarische grond tot meer of minder verlies van agrarische functie leidt in 2030. Dit dient op projectniveau nader te worden bepaald, omdat zonneparken op grasland meer kansen voor multifunctioneel ruimtegebruik bieden dan op akkerbouwgrond.

Voor de overige gronden geldt een neutrale (0) beoordeling. Hierbij geldt dat de harde belemmeringen al een groot deel van de ‘overige gronden’ uitsluit.

Windturbines ashoogte 120 m en 166 m

Hoewel windturbines met een ashoogte van 166 m een groter ruimtebeslag kennen dan windturbines met een ashoogte van 120 m, zorgt het ontwikkelen van 166 m windturbines in totaal voor minder ruimtebeslag. Dit komt omdat één windturbine van 166 m bijna twee keer zoveel vermogen heeft als een 120 m winturbine. De invloed op het ruimtegebruik is voor de windturbines echter wel op dezelfde wijze beoordeeld.

Voor windturbines geldt een beperkt negatieve (-) beoordeling voor gronden met een recreatieve functies, in bosgebieden en op defensieterreinen. Hier zijn er effecten op het huidige ruimtegebruik, maar het oppervlakteverlies is relatief beperkt en er bestaan mogelijkheden voor het behouden van de huidige functie. Omdat een deel van de huidige functie verloren gaat, is een beperkt negatieve (0/-) beoordeling van toepassing. Windturbines op agrarische gronden, zoals akkerbouw, (glas-)tuinbouw en grasland leidt niet tot wezenlijke effecten op het huidig ruimtegebruik. Deze effecten zijn daarom als neutraal (0) beoordeeld. Neutrale (0) beoordeling. Dit komt omdat het ruimtegebruik door windturbines beperkt is en het huidige gebruik na realisatie veelal grotendeels kan worden voortgezet. Hoewel realisatie op agrarische gronden eveneens leidt tot een ruimtebeslag, is over het algemeen de invloed minder dan op recreatieve gronden en bosgebieden. Dit komt doordat er meer agrarische grond beschikbaar is en dus in verhouding meer grond met een agrarische functie beschikbaar blijft na realisatie van de windturbines. Hierbij dient opgemerkt dat vanuit het criterium invloed op ruimtegebruik de ontwikkeling van 166 m windturbines een voorkeur heeft ten opzichte van 120 m windturbines en zonneparken.

Samenvatting effectbeoordeling

Tabel 5.36 laat een samenvatting zien van de effectbeoordelingen op het criterium invloed op ruimtegebruik.

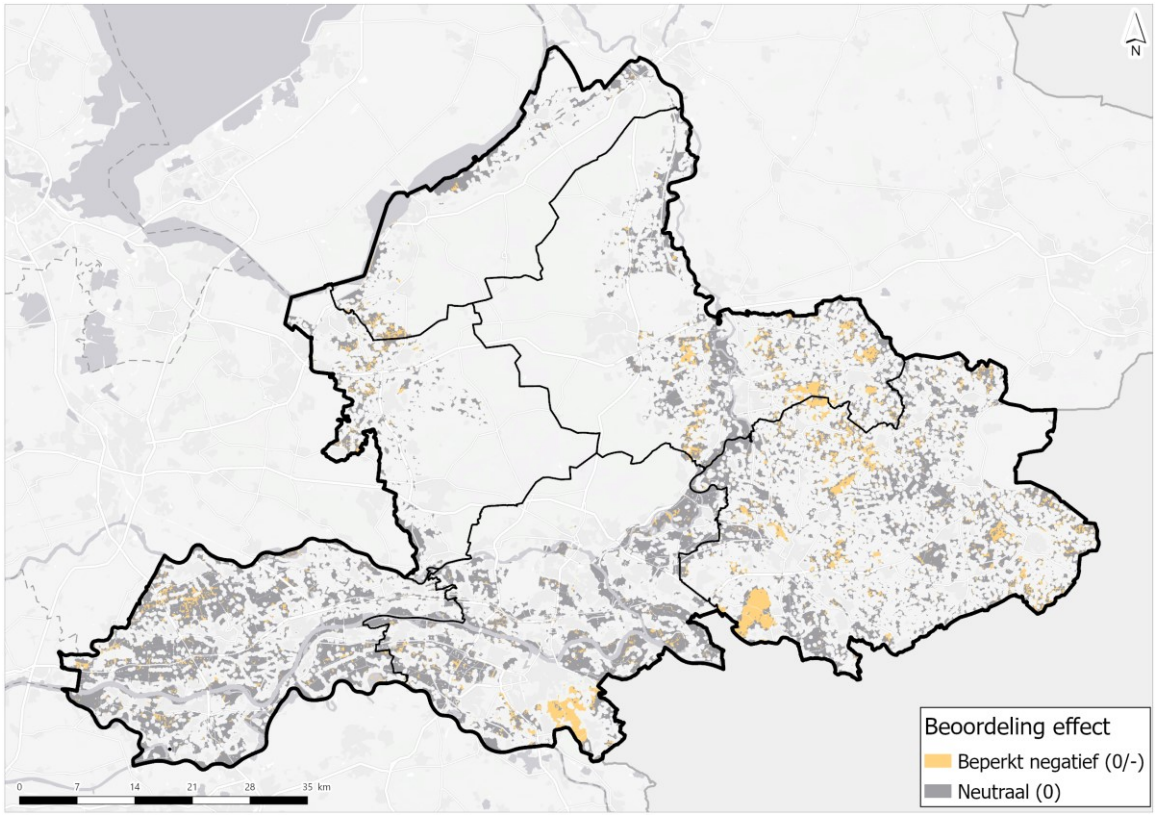
Tabel 5.36 Effectbeoordeling invloed op ruimtegebruik

	Oordeel t.o.v. de referentiesituatie	Zonneparken	Windturbines 120 m	Windturbines 166 m
-	negatief	de ontwikkeling vindt plaats op gronden met een recreatieve functie, bosgebieden en gronden die in gebruik zijn ten behoeve van (glas-)tuinbouw. Dit heeft een negatieve invloed op huidige gebruik	niet van toepassing door relatief beperkte ruimtebeslag en mogelijkheden tot voortzetten huidige gebruiksfunctie	niet van toepassing door relatief beperkte ruimtebeslag en mogelijkheden tot voortzetten huidige gebruiksfunctie
0/-	beperkt negatief	de ontwikkeling vindt plaats op agrarische gronden, waarbij er kansen zijn om de huidige functie voort te zetten en/of multifunctioneel ruimtegebruik. Uitwerking op projectniveau (t.b.v. onderscheid grasland/akkerbouw) is noodzakelijk	de ontwikkeling vindt plaats op recreatieve gronden, in bosgebieden en op gronden in gebruik door glastuinbouw en heeft invloed op het ruimtebeslag. Er bestaan mogelijkheden om huidige ruimtegebruik voort te zetten	de ontwikkeling vindt plaats op recreatieve gronden en in bosgebieden en heeft invloed op het ruimtebeslag. Er bestaan mogelijkheden om huidige ruimtegebruik voort te zetten
0	neutraal	de ontwikkeling zorgt voor beperkt oppervlakteverlies voor bestaande gebruiksfuncties, of de gebruiksfunctie is reeds beschouwd onder een ander thema (defensie onder natuur), of maakt geen onderdeel uit van dit plan-MER (water)	de ontwikkeling vindt plaats op gronden die in gebruik zijn ten behoeve van agrarische functies. Dit zorgt voor beperkt oppervlakteverlies voor bestaande gebruiksfuncties	de ontwikkeling vindt plaats op gronden die in gebruik zijn ten behoeve van agrarische functies. Dit zorgt voor beperkt oppervlakteverlies voor bestaande gebruiksfuncties

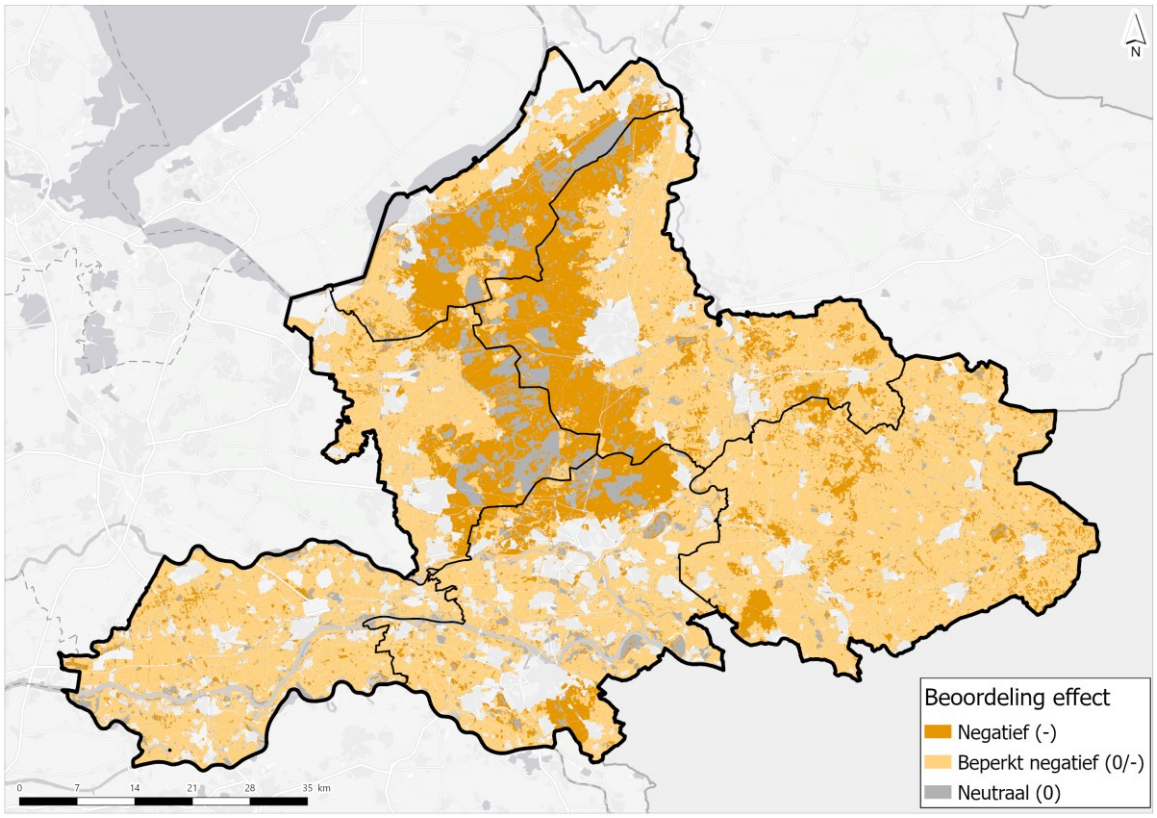
* Deze gebieden zijn reeds uitgesloten en daarom niet terug te zien op de effectbeoordelingskaarten.

De afbeeldingen 5.24 (windturbines) en 5.25 (zonneparken) laten de effectbeoordeling voor invloed op ruimtegebruik op kaart zien.

Afbeelding 5.24 Beoordeling effect van windturbines op huidige gebruiksfuncties



Afbeelding 5.25 Beoordeling van effect van zonneparken op huidige gebruiksfuncties



5.7 Duurzaamheid

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling van het thema duurzaamheid. De analyse gaat in op de impact op **klimaatverandering** en **overige impactcategorieën** en besteed tenslotte aandacht aan de mogelijkheden voor hergebruik van materialen: **circulariteit**.

Onderzoeksaanpak

De effectanalyse duurzaamheid vergelijkt de milieueffecten van wind op land en zon in veldopstelling over de gehele levenscyclus op hoofdlijnen met de effecten van fossiele energiebronnen. Daarmee is deze analyse globaler en niet locatiespecifiek zoals veel andere effectanalyse in dit plan-MER. Vanwege de vergelijking tussen energiebronnen worden effecten alleen beschreven en niet beoordeeld via een beoordelingsschaal zoals bij andere thema's.

De effectanalyse duurzaamheid gaat in op de impact op **klimaatverandering**, uitgedrukt in kilogram CO_2-equivalenten (kg CO_2e). Dit omdat overheden met name op de CO_2-uitstoot sturen. Met deze CO_2-equivalenten, worden ook andere milieueffecten - naast CO_2-uitstoot - beschouwd. Hiermee ontstaat een volledige beeld van de effecten op duurzaamheid. Zo zijn correleren effecten als **verzuring & vermesting (onder andere stikstofdepositie), smogvorming, en uitstoot van giftige stoffen en fijnstof** sterk met het aantal CO_2-equivalenten. Verder zijn de **uitputting van metalen** en mate van **landgebruik** relevant om inzicht te krijgen in mogelijke knelpunten in de toekomst. Tenslotte wordt aandacht besteed aan **circulariteit** van wind en zon: de mogelijkheden voor hergebruik van materialen.

In de effectanalyse duurzaamheid worden alle levensfases meegenomen. Deze zijn op te delen in de productie en installatie, gebruik en onderhoud, en ontmanteling en verwerking. Behalve wind en zon worden ook twee fossiele energiebronnen, kolen en gas, meegenomen in dit onderzoek om een duidelijker perspectief te schetsen op de milieuwinst die deze energiebronnen leveren.

In deze analyse worden reeds bestaande studies naar de naar de impact van energieproductie uit wind of zon naast elkaar gelegd. Op basis van de resultaten wordt op hoofdlijnen een beeld gegeven van de belangrijkste milieu-impact van elk van de technieken over de levenscyclus, afgezet tegen de impact van fossiele energiebronnen.

Effectbeschrijving

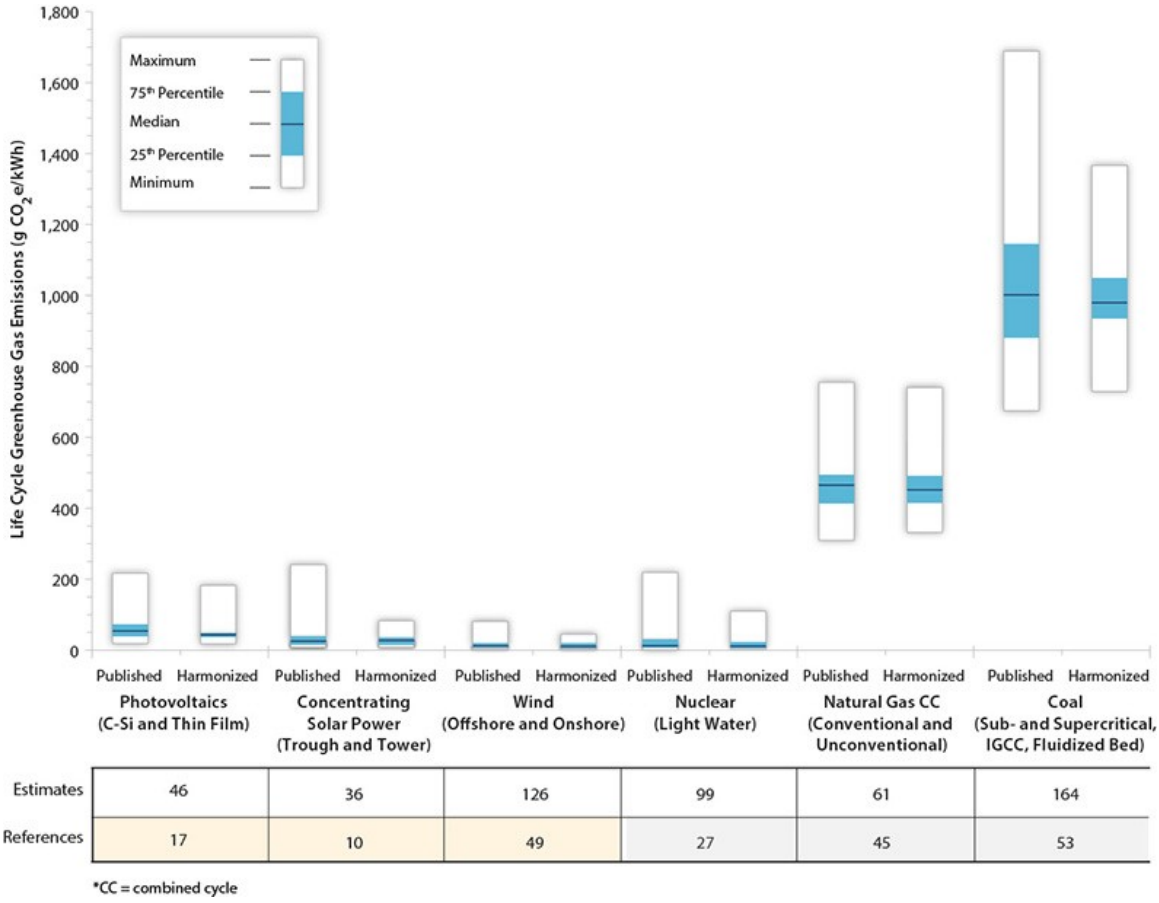
Klimaatverandering

Er zijn veel studies gedaan naar de CO_2e-uitstoot[1] per geleverde kWh van verschillende energiebronnen, maar studies gebruiken niet altijd dezelfde aannames in hun methode. Als deze studies geharmoniseerd worden, dat wil zeggen dat overal dezelfde aannames worden toegepast, ontstaat een goed beeld van de typische CO_2e-uitstoot/kWh. Deze geharmoniseerde resultaten van meerdere LCA-studies[2] wereldwijd zijn te zien in afbeelding 5.26 (NREL, 2021). Uit 17 studies (references) naar zonnestroom (categorie photovoltaics) met in totaal 46 schattingen (estimates) blijkt dat de mediane CO_2e-uitstoot 45 gram per kWh is. Voor windenergie (categorie wind) geldt dat de mediane CO_2e-uitstoot uit 49 studies ongeveer 12 gram per kWh is. Stroom uit gas (categorie natural gas CC) produceert circa 400 gram CO_2e/kWh en kolen (Coal) 1.000 gram CO_2e/kWh. De invloed op klimaatverandering is dus factor 10 tot 100 kleiner voor wind en zon ten opzichte van gas en kolen.

[1] CO_2e: De impact op klimaatverandering van verschillende broeikasgassen wordt uitgedrukt in verhouding tot de impact van CO_2, dit heet CO_2-equivalent.

[2] LCA: Life cycle assessment, de analyse van milieu-impact over de gehele levenscyclus van een product of proces.

Afbeelding 5.26 Vergelijking van resultaten verschillende LCA studies op broeikasgasuitstoot in gram CO_2/kWh van verschillende energiebronnen, bron: (NREL, 2021)



	Photovoltaics (C-Si and Thin Film)		Concentrating Solar Power (Trough and Tower)		Wind (Offshore and Onshore)		Nuclear (Light Water)		Natural Gas CC (Conventional and Unconventional)		Coal (Sub- and Supercritical, IGCC, Fluidized Bed)	
	Published	Harmonized	Published	Harmonized	Published	Harmonized	Published	Harmonized	Published	Harmonized	Published	Harmonized
Estimates	46		36		126		99		61		164	
References	17		10		49		27		45		53	

*CC = combined cycle

Omdat de zonnepanelen of windmolens in Gelderland geplaatst worden, kan de uiteindelijke CO_2e-uitstoot per kWh nog verschillen van het wereldwijde gemiddelde zoals hierboven beschreven is. Een studie gericht op de uitstoot van zon en wind in Duitsland, met naar verwachting vergelijkbare omstandigheden en klimaat als Gelderland, komt op vergelijkbare resultaten uit als de geharmoniseerde wereldwijde resultaten (Hengstler, et al., 2021). Voor onshore wind in Duitsland ligt de CO_2e-uitstoot per kWh tussen 5,2 en 15,6 gram, afhankelijk van omstandigheden zoals windkracht. Voor zonnepanelen in Duitsland ligt de uitstoot per kWh tussen 36 en 63 gram CO_2-equivalent per kWh, afhankelijk van het type paneel en de hoeveelheid zon. Dit komt dus overeen met het wereldwijd gemiddelde.

Het grote verschil in uitstoot tussen fossiele en niet-fossiele energiebronnen wordt met name verklaard doordat er bij verbranding van fossiele brandstoffen broeikasgassen vrijkomen, en bij de productie van stroom uit wind- en zonne-energie niet. Bij kolenenergie komt bijvoorbeeld 98 % van de totale uitstoot vrij tijdens de energieproductie en maar 2 % bij installatie, onderhoud en ontmanteling. Bij zonne-energie komt 21 % tot 26 % vrij tijdens gebruik en onderhoud en 60 % tot 70 % van de uitstoot vindt plaats tijdens productie en installatie van de panelen. Bij wind is dit verschil nog groter. Circa 86 % van de uitstoot vindt plaats bij productie en installatie van de windmolens. Na de installatie kunnen zonnepanelen en windmolens stroom produceren voor ten minste 20 tot 30 jaar, waarbij alleen nog uitstoot vrijkomt tijdens onderhoud en uiteindelijk ontmanteling. Over de totale levenscyclus is de invloed op klimaatverandering van wind- en zonne-energie dus veel kleiner dan die van kolen en gas. Ook het verbeterpotentieel is hierdoor groter bij wind en zon, omdat de productie van de gebruikte materialen nu voornamelijk nog plaatsvindt met fossiele energie. Hoe meer duurzame energie beschikbaar komt, hoe minder uitstoot plaatsvindt tijdens het delven en verwerken van de grondstoffen die nodig zijn voor de productie van zon- en windenergie.

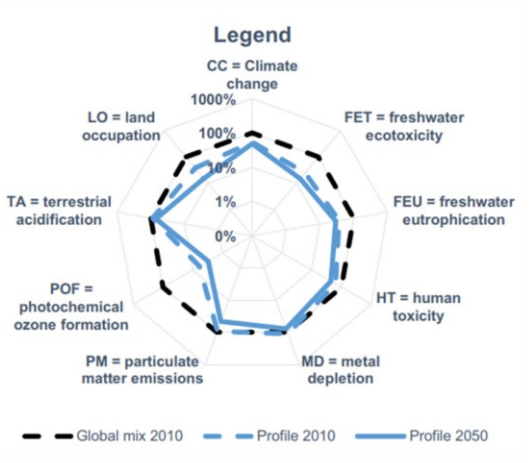
Overige impactcategorieën

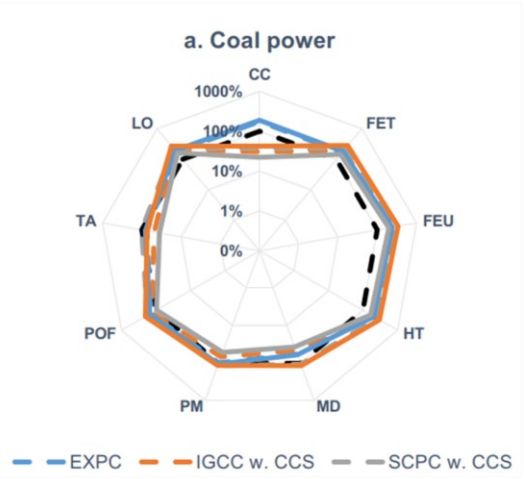
Om een compleet beeld te krijgen van de effecten op het milieu van verschillende energiebronnen, worden ook andere impactcategorieën dan enkel klimaatverandering vergeleken. Afbeelding 5.27 (Gibon, Arvesen, & Hertwich, 2017) laat de resultaten zien van een LCA studie naar verschillende energiebronnen. Deze energiebronnen geven een mooi overzicht van de impact op verschillende categorieën, te zien in de radardiagrammen. Op de spaken van deze diagrammen staan de verschillende impactcategorieën, namelijk:

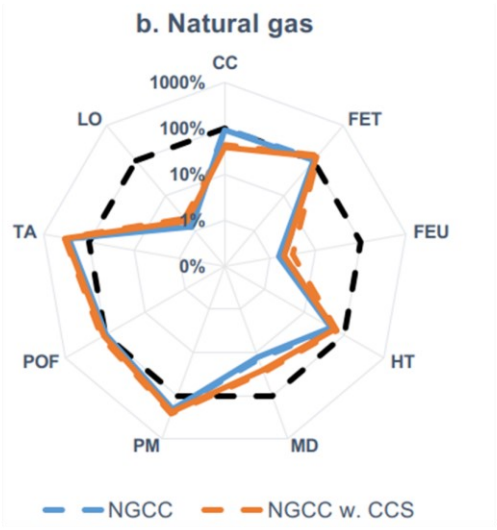
- klimaatverandering (CC);
- uitstoot van giftige stoffen naar zoetwater (FET);
- vermesting van zoetwater (FEU);
- uitstoot van voor mensen giftige stoffen (HT);
- uitputting van metalen (MD);
- uitstoot van fijnstof (PM);
- smogvorming (POF);
- bodemverzuring (TA);
- landgebruik (LO).

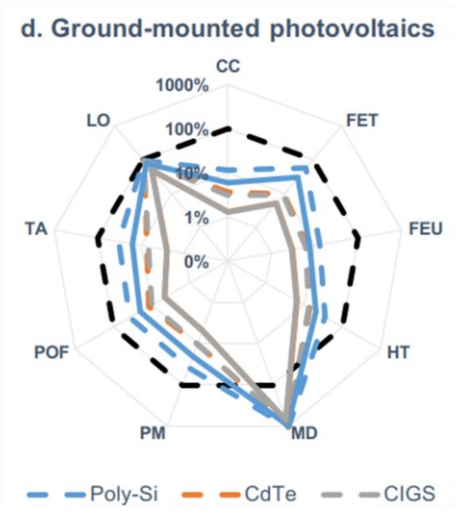
De impact op elk van deze categorieën per kWh van de wereldwijd gemiddelde elektriciteitsmix in 2010 is in deze diagrammen als 100 % aangegeven, te zien in de zwarte onderbroken ring. De verschillende energiebronnen worden dus op elke impact vergeleken met dit wereldwijde gemiddelde. De relevante energiebronnen in deze studie zijn kolen (coal power), gas (natural gas), zonnepanelen in veldopstelling (ground-mounted photovoltaics), en wind (wind power). Voor elke energiebron worden ook verschillende productie-opstellingen vergeleken in de diagrammen. Met name relevant zijn huidige kolencentrales zonder CO_2-afvang (EXPC, blauwe stippellijn), stoom- en gascentrales (NGCC, blauwe stippellijn), poly-silicium zonnepanelen (Poly-Si, blauwe stippellijn), en wind op land (onshore, blauwe stippellijn).

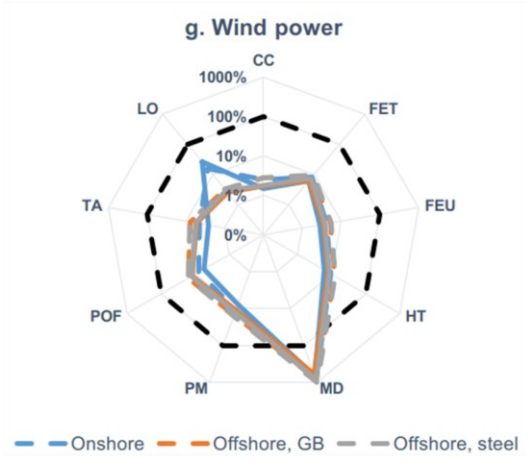
Afbeelding 5.27 Radardiagrammen met de impact op verschillende categorieën van kolen-, gas-, zon-, en windenergie relatief aan het wereldgemiddelde in 2010, aangegeven door de zwarte stippellijn. De verhouding is aangegeven op logaritmische schaal. Het gaat voor alle alternatieven in dit diagram om de blauwe stippellijn (EXPC bij kolen, NGCC bij gas, Poly-Si voor zon, en Onshore voor wind). Bron: (Gibon, Arvesen, & Hertwich, 2017)











Net als de eerder aangehaalde LCA-studies toont ook deze studie aan dat zon- en windenergie een veel kleinere impact hebben op klimaatverandering dan de huidige energiemix die met name bestaat uit kolen en gas. Op de meeste andere categorieën scoren zonne- en windenergie ook beter ten opzichte van de gemiddelde elektriciteitsmix in 2010, met name verzuring, vermesting en smogvorming.

Op landgebruik scoren zon en wind allebei minder goed dan gas. Zon is vergelijkbaar met de gemiddelde wereldwijde elektriciteitsmix in 2010, maar wind verbruikt minder landoppervlak. Kolen heeft een iets hoger landverbruik dan gemiddeld, wat verklaard wordt door de grote oppervlakken die nodig zijn voor de mijnen. Voor gas is maar beperkt ruimte nodig voor de pomp- en verbrandingsinstallaties. Zonneparken bedekken grote stukken land, en hebben relatief meer materialen nodig zoals uitgelegd in de vorige paragraaf, die ook gemijnd moeten worden. Belangrijke kanttekening voor wind is dat bij deze studie de ruimte tussen windmolens niet is meegenomen, omdat de aanname is dat dit oppervlak ook voor andere functies kan worden gebruikt, bijvoorbeeld als landbouwgrond.

Een andere LCA-studie naar energiebronnen toont dit verschil duidelijker aan, het direct benodigde landverbruik voor productie en plaatsing van windmolens is 0,4 vierkante meters-jaar per megawattuur (m^2a/MWh)[1], maar als de ruimte tussen de molens wordt meegerekend is dit gemiddeld 99 m^2a/MWh (Ritchie, 2022). Voor kolenenergie is dit gemiddeld 15 m^2a/MWh, voor zonneparken 19 m^2a/MWh en voor gas ongeveer 1 m^2a/MWh (UNECE, 2022).

Een andere categorie waar zon- en windenergie minder goed op presteren dan het wereldwijd gemiddelde is uitputting van metalen. Deze categorie geeft de vraag naar metalen aan, gewogen naar schaarste. Voor windmolens zijn grote hoeveelheden staal nodig, maar met name de schaarse metalen zoals chroom, nikkel, en zink dragen bij aan de impact op deze categorie (IEA, 2021). Voor zonnepanelen op land zijn dit vooral het gebruik van goud en zilver en in de zonnecellen en elektronica (UNECE, 2022).

Circulariteit

In de vorige paragraaf werd duidelijk dat uitputting van metalen de impactcategorie is waar zowel zon- als windenergie minder goed op presteren dan de huidige energiemix. Dit staat haaks op de Nederlandse ambities een circulaire economie te worden. Deze paragraaf geeft daarom een nadere toelichting op de circulariteit van windmolens en zonnepanelen.

Voor windmolens is ongeveer 85 % van het gewicht goed te recyclen (Mishnaevsky, 2023). Dit zijn met name het staal en koper uit de mast en turbine. De uitdaging bij windmolens zijn de zeldzame metalen gebruikt in de legeringen en turbine, en de composieten wieken. De wieken worden momenteel voornamelijk nog verbrand of gestort en in een enkel geval gebruikt in de productie van beton, maar dit is een relatief laagwaardige oplossing. Hoogwaardige recyclingtechnieken als pyrolyse (het verbranden van polymeren en hergebruiken van de vezels) en solvolyse (chemisch oplossen van vezels) zijn in ontwikkeling maar worden nog niet commercieel toegepast. Ook voor zonnepanelen wordt zeker 80 % van het gewicht gerecycled, namelijk de aluminium frames en glazen panelen. Het hoogwaardig terugwinnen van het gebruikte silicium en zilver is wel moeilijker, doordat deze aan elkaar gehecht zijn met polymeren (Peplow, 2022). Voor beide uitdagingen wordt wel op grote schaal gezocht naar oplossingen en is zijn potentieel voor verbetering.

Toekomstige ontwikkelingen

Toekomstige ontwikkelingen veranderen hoogstwaarschijnlijk de specifieke impacts van de verschillende energiebronnen, maar naar verwachting niet de conclusies in deze analyse. De grootste potentiële verbetering voor kolen en gas is het afvangen en opslaan van CO_2 (carbon capture & storage, CCS), in afbeelding 5.27 weergeven met de oranje lijn. Die laat zien dat de impact op klimaatverandering hiermee flink vermindert, maar nog steeds groter is dan van wind en zon, terwijl de impact op andere categorieën groter wordt door de speciale installaties die hiervoor nodig zijn.

[1] Landverbruik heeft twee componenten: het landoppervlak, en de duur van de bezetting. Een oppervlak van 1 vierkante meter dat 2 jaar wordt gebruikt, of van 2 vierkante meter dat 1 jaar wordt gebruikt, hebben dus allebei een landverbruik van 2 vierkante meter-jaar (annum), of m^2a.

Tegelijkertijd zal de impact op klimaatverandering van nieuwe zon- en windinstallaties ook afnemen, omdat het grootste deel van de uitstoot vrijkomt bij de productie van de materialen. Hoe meer duurzame energie beschikbaar wordt, hoe minder uitstoot vrijkomt bij de productie. Dit geldt voor zowel wind als zon, dus de verwachting is niet dat zonne-energie in de komende tien jaar een lagere uitstoot per kilowattuur gaat bereiken dan windenergie.

Conclusie

Uit de effectanalyse blijkt dat zowel windenergie als zonne-energie veel minder bijdragen aan klimaatverandering dan fossiele bronnen. Windenergie heeft hierbij de laagste uitstoot van circa de 12 gram CO_2e/kWh en zonne-energie 50 gram CO_2e/kWh, ten opzichte van 1.000 en 400 gram CO_2e/kWh voor kolen en gas.

Op vrijwel alle andere milieueffecten is de impact van zonne-energie en windenergie ook kleiner dan van fossiele brandstoffen. Zonne-energie kent relatief grootste ruimtebeslag, en draagt bij aan uitputting van metalen door toepassing van schaarse metalen. Windenergie draagt ook bij aan metaaluitputting, maar heeft ruimtebeslag (zie ook het ruimtegebruik in paragraaf 5.6). Gas draagt weinig bij aan landverbruik en vermesting en uitputting van metalen, maar is op alle andere milieueffecten een slechter alternatief dan zonne-energie en windenergie.

Hoewel volledige recycling van zonnepanelen en windturbines nog een uitdaging is, is dit bij kolen en gas inherent niet mogelijk omdat deze energiebronnen uitputbaar zijn.

Samenvattend zijn windenergie en zonne-energie duidelijk duurzamer dan fossiele energiebronnen. Een onderlinge vergelijking van windenergie en zonne-energie maakt duidelijk dat windenergie - in principe - duurzamer is dan zonne-energie vanwege de lagere bijdrage aan klimaatverandering, minder landgebruik en vergelijkbare tot iets betere recyclingmogelijkheden. Tabel 5.37 illustreert dit.

Tabel 5.37 Overzichtstabel impact duurzaamheid over de gehele levenscyclus van energiebronnen

	Wind	Zon	Gas	Kolen
Klimaatverandering [CO_2e/kWh]	12	45	400	1.000
	grotendeels bij productie, onderhoud en ontmanteling		grotendeels bij energieproductie	
Negatieve impact overige categorieën [groot / klein]				
uitstoot van giftige stoffen naar zoetwater (FET);	klein	klein	groot	groot
vermesting van zoetwater (FEU);	klein	klein	klein	groot
uitstoot van voor mensen giftige stoffen (HT);	klein	klein	groot	groot
uitputting van metalen (MD);	groot	groot	klein	klein
uitstoot van fijnstof (PM);	klein	klein	groot	groot
smogvorming (POF);	klein	klein	groot	groot
bodemverzuring (TA);	klein	klein	groot	groot
landgebruik (LO);	klein	groot	klein	groot
Circulariteit [percentage goed te recyclen materialen]	85 %	80 %	niet van toepassing	niet van toepassing

5.8 Netinpassing

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak, effectbeschrijving en -beoordeling van het thema netinpassing. De analyse gaat in op de **capaciteit van het elektriciteitsnet,** zodat inzichtelijk is welke onderzoekslocaties voor wind- en zonneparken naar verwachting in 2030 aan te sluiten zijn op het elektriciteitsnet. Vervolgens wordt bekeken welke **wind/zon-verhouding** te behalen is als rekening gehouden wordt met de beperkingen vanuit netcapaciteit. De informatie in dit hoofdstuk is een samenvatting van het onderzoeksrapport Netinpassing uit bijlage III.

Onderzoeksaanpak

Als basis voor de analyses is de netcapaciteit in referentiesituatie in 2030 gehanteerd (zie paragraaf 3.2). Deze situatie is houdt rekening de investeringsplannen van netbeheerder Liander en de verwachte ontwikkelingen op gebied van energiegebruik en -opwek die binnen en buiten het RES-proces verwacht wordt. Daarmee geeft het een versimpeld maar wel waarheidsgetrouw beeld van de situatie in 2030. Zie bijlage III hoofdstuk 1, 2 en 6 voor een nadere toelichting op de methode, uitgangspunten en beperkingen.

In de analyse worden de volgende criteria gehanteerd:
- opwekpotentie bij volledige inzet op windenergie;
- wind/zonverhouding bij volledige inzet op windenergie;
- opwekpotentie bij volledige inzet op zonne-energie;
- wind/zonverhouding bij volledige inzet op zonne-energie.

Hierbij wordt per criteria onderzocht of er invulling gegeven kan worden aan het openstaande deel van de RES-opgave (zie tabel 5.38) door uitsluitend nog in te zetten op ofwel windenergie of zon op veld. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de beschikbare onderzoekslocaties uit het onderzoeksgebied (zie hoofdstuk 4.3).

Tabel 5.38 Openstaande deel van de RES-opgave

Regio	Openstaand deel RES-opgave[1] (aantal GWh)
Rivierenland	409
Foodvalley	351
Noord-Veluwe	218
Stedendriehoek	190
Achterhoek	496
Arnhem-Nijmegen	484
Totaal	**2.148**

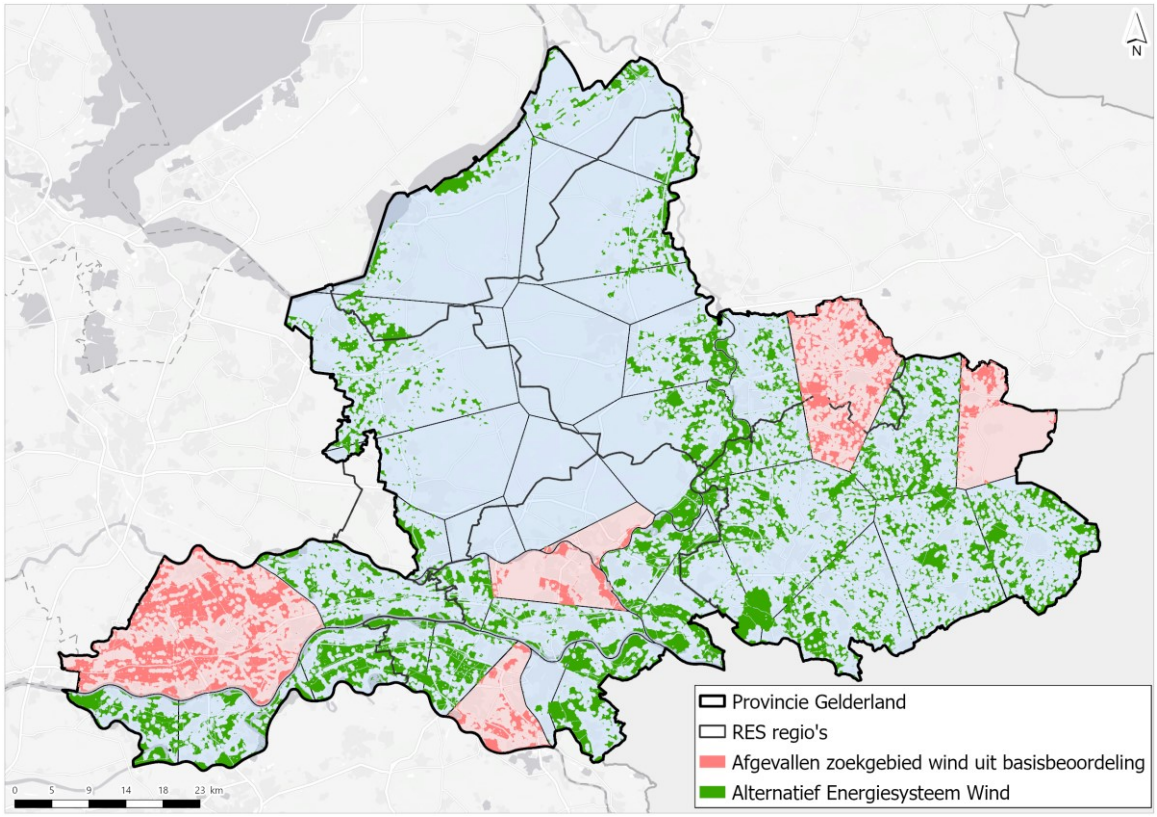
Nota bene, het openstaande deel van de RES-opgave dat in de studie Netinpassing is gehanteerd (circa 2.100 GWh) wijkt af van het openstaande deel van het RES-bod dat in de rest van het plan-MER wordt gehanteerd (circa 4659 GWh). Dit heeft de maken met methodologische verschillen. Belangrijkste verschil is dat in het plan-MER het deel van de opgave dat nog behoort tot de pijplijn geheel meeneemt (conservatieve benadering), terwijl in de studie netinpassing een genuanceerder beeld is opgenomen.

[1] Deze openstaande opgave wijkt af van het openstaande bod dat elders in het plan-MER wordt gebruikt. Dit komt doordat in de analyse netinpassing ook rekening gehouden is met de prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van Gelderse Basis ZonPV-op-dak

5.8.1 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Afbeelding 5.28 toont in welke gebieden het onderstation in 2030 naar verwachting geen capaciteit beschikbaar heeft op het onderstation. In gebieden waar die capaciteit wel beschikbaar is, betekent dit niet dat alle locaties onbeperkt aan te sluiten zijn. Zoals getoond op afbeelding 5.16, zijn er ook gebieden met beperkte restcapaciteit op het onderstation. In deze gebieden kan maar een beperkt deel van de onderzoeklocaties daadwerkelijk benut worden. De analyse houdt hier rekening mee.

Afbeelding 5.28 Beschikbare en niet beschikbare onderzoekslocaties voor windenergie



Wanneer het openstaande deel van de RES-opgave volledig met windenergie[1] wordt ingevuld blijkt dat in alle regio's voldoende onderzoeklocaties gelegen zijn in een gebied waarin capaciteit op het onderstation beschikbaar is conform afbeelding 3.16. Er is met andere woorden nog keuzeruimte over om aan de hand van andere belangen een locatieafweging te maken.

[1] In deze analyse is de 3.6 MW windturbine gebruikt omdat deze turbine per GWh meer ruimte vraagt en dus worstcase is.

Tabel 5.39 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Regio	Openstaand deel RES-opgave (GWh)	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	409	53 %	7 %
Foodvalley	351	0 %	14 %
Noord-Veluwe	218	0 %	7 %
Stedendriehoek	190	45 %	4 %
Achterhoek	496	10 %	3 %
Arnhem-Nijmegen	484	15 %	5 %
Totaal	**2.148**	26 %	5 %

Tabel 5.40 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in de meeste regio's niet te behalen is. Ook niet wanneer uitsluitend wordt ingezet op windenergie. Er is in die gevallen al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd (of in de pijplijn) wat de verhouding sterk beïnvloedt.

Tabel 5.40 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	64 - 36
Foodvalley	48 - 52
Noord-Veluwe	56 - 44
Stedendriehoek	23 - 77
Achterhoek	50 - 50
Arnhem-Nijmegen	49 - 51
Gemiddeld	48 - 52

Waarom is een scheve wind/zon-verhouding ongewenst?
Een scheve wind/zonverhouding zorgt voor grotere fluctuaties in de beschikbaarheid van hernieuwbare energie en een inefficiënte benutting van het elektriciteitsnetwerk (zie bijlage III, hoofdstuk 2). Door het energiesysteem met een groot aandeel zon in te richten is er in de zomer overdag een groot overschot aan energie, en op bijna alle andere momenten een tekort aan energie omdat het kleine aandeel windenergie niet in de vraag kan voorzien. Om toch aan de energievraag te voldoen op deze momenten moet er energie van buiten de regio en provincie komen. Dit is dus niet in lijn met het streven om productie en gebruik van energie lokaal te houden. Volledige inzet op zon kan dus ook redelijkerwijs niet aangemerkt worden als een wenselijk energiesysteem, door de grote afhankelijk van (fossiele) back-up elders. Ook leidt tot hogere maatschappelijke kosten en indirect tot meer milieu-impact (zie ook paragraaf 5.7) omdat er meer opslag, infrastructuur en/of overcapaciteit van zonne-energie nodig is om jaarrond te voorzien in een stabiele hoeveelheid hernieuwbare energie.

5.8.2 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met zonne-energie

Wanneer het openstaande deel van de RES-opgave volledig met zonne-energie wordt ingevuld met zon op veld, blijkt dat in alle regio's voldoende onderzoeklocaties liggen in een gebied met een onderstation waarop capaciteit beschikbaar is. Er is met andere woorden nog keuzeruimte over om aan de hand van andere belangen een locatieafweging te maken. Wel leidt dit tot een scheve wind/zonverhouding.

Tabel 5.41 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met zonne-energie

Regio	Openstaand deel RES-opgave	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	409	49 %	11 %
Foodvalley	351	0 %	5 %
Noord-Veluwe	218	0 %	4 %
Stedendriehoek	190	25 %	2 %
Achterhoek	496	14 %	4 %
Arnhem-Nijmegen	484	17 %	7 %
Totaal	**2.148**	18 %	5 %

Tabel 5.42 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in de meeste regio's verder verslechtert en bij lange na niet bereikt wordt. Dit vergroot de onbalans in het energiesysteem.

Tabel 5.42 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	29 - 71
Foodvalley	1 - 99
Noord-Veluwe	15 - 85
Stedendriehoek	4 - 96
Achterhoek	13 - 87
Arnhem-Nijmegen	18 - 82
Gemiddeld	15 - 85

5.8.3 Synthese: koppeling tussen elektrificatie en warmte

In deze paragraaf wordt het onderzoeksrapport Warmte (bijlage IV) samengevat. Daarnaast geeft het een aantal extra algemene inzichten over de rol van warmte in de energietransitie en principes voor inzet van verschillende warmtetechnieken.

Positie van het onderzoeksrapport warmte

In het onderzoeksrapport warmte worden de verschillende warmtetechnieken die beschouwd worden in het plan-MER beschreven. Het onderzoeksrapport bevat ook een globale effectbeschrijving van elk van deze technieken voor bronnen, distributie en opslag van warmte. De effecten worden zowel op principe-niveau als waar mogelijk ruimtelijk weergegeven op kaart voor Gelderland. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat in gebieden met een functie voor drinkwaterwinning veel van de technieken een milieurisico's of -aandachtspunt vormen. Het rapport gaat niet in op de potenties van de warmtebronnen in Gelderland maar bevat de belemmeringen vanuit een milieuperspectief. Die informatie over potentie is in andere studies in beeld gebracht. Denk bij potenties aan het aanbod van bronnen (bijvoorbeeld restwarmte of gebieden die geschikt zijn voor aquathermie) of de vraag door afnemers als bewoners of bedrijven.

Rol van warmte in de energietransitie

Het belang van de warmtetransitie in tegengaan klimaatverandering

Om klimaatverandering te beperken is onder andere in het klimaatakkoord afgesproken om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Onderdeel daarvan is de uitstoot van broeikasgassen die vrijkomt bij het verbranden van fossiele brandstoffen voor de energiebehoefte van de gebouwde omgeving en industrie. In het verduurzamen van deze energiebehoefte is warmte een belangrijk onderdeel. Ongeveer 40 % van de energiebehoefte bestaat uit elektriciteit. Hiervoor wordt gekeken naar hernieuwbare bronnen als wind en zon. Ongeveer 60 % van de energiebehoefte bestaat uit warmte. Warmte om gebouwen te verwarmen, maar ook voor allerlei productieprocessen. Hiervoor is een scala van technieken denkbaar.

Warmte heeft een sterke samenhang met de elektriciteitsbehoefte

De verduurzaming van elektriciteitsbehoefte en warmtebehoefte staat niet los van elkaar, maar is sterk met elkaar verbonden. Als bedrijven en huishoudens 'van het gas af gaan' leidt dit in sommige gevallen tot een toename van de vraag naar elektriciteit. In het gunstige geval wordt overgeschakeld naar alternatieve warmtebronnen en neemt de elektriciteitsvraag slecht beperkt toe als gevolg van het transporteren of opwaarderen van warmte. In een ongunstig geval wordt grotendeels overgeschakeld op elektriciteit om tapwater, verwarming en productieprocessen gaande te houden. In die gevallen neemt de vraag naar elektriciteit zeer sterk toe.

Slimme warmtetransitie is nodig om netcongestie te beperken

Een sterke toename van de vraag naar elektriciteit is niet altijd gewenst omdat het leidt tot extra belasting van het elektriciteitsnet. Hier bovenop komt dat er in de komende jaren in grote delen van Nederland en ook Gelderland al belemmeringen zijn door netcongestie. Elke vorm van extra vraag naar elektriciteit leidt tot extra congestie en vraagt extra investeringen in het netwerk en de opwek van elektriciteit met bijbehorende impact op de leefomgeving en bijbehorende grote maatschappelijke kosten. Complicerende factor hierbij is dat elektriciteit zich moeilijk laat opslaan in tegenstelling tot warmte. Het aanbod van wind en met name zon sterk fluctueert over het etmaal en door seizoensinvloeden. Het is daarmee van groot maatschappelijk belang dat de warmtetransitie zo plaatsvindt dat de elektriciteitsvraag minimaal toeneemt.

Collectieve warmtetechnieken meestal beter dan individuele warmtetechnieken

De centralisatie van de warmtevraag met behulp van collectieve warmtetechnieken draagt bij aan het centraliseren van de elektriciteitsvraag. Los van de exacte techniek hebben ze als voordeel dat ze door hun schaal en omvang in principe efficiënter zijn dan individuele oplossingen als (individuele) warmtepompen. Er zijn bovendien meer mogelijkheden voor opslag en buffering van warmte met meer balans in het energiesysteem en lagere maatschappelijke kosten als gevolg.

Ter illustratie: Als individuele huishoudens kiezen om 'van het gas af te gaan' kiezen ze vaak voor een individuele warmtepomp in combinatie met extra maatregelen om de warmtevraag te verminderen door middel van woningisolatie. Een warmtepomp is in staat warmte uit de buitenlucht (water of ondergrond) te halen en efficiënt op te waarderen tot warm water dat voor tapwater of verwarming kan worden gebruikt. De warmtepomp kan met elke KWh elektriciteit wel 3-4 KWh aan energie in de vorm van warmwater creëren. Daarmee is het op het niveau van een individueel huishouden een logische oplossing om te verduurzamen. Keerzijde is dat de warmtepomp vooral in de winter veel meer elektriciteit vraagt om de woning te verwarmen.

Dat terwijl juist in de winter het aanbod van hernieuwbare energie vanuit met name zon nihil is. Daarmee kan het juist collectief leiden tot een suboptimale maatschappelijke uitkomst.

Enkele principes voor keuze uit warmtetechnieken

Hoewel de warmtetransitie op verschillende beleidsniveaus wordt vastgelegd, zijn er wel enkele algemene principes te geven om optimaal omgaan met beschikbare warmte. Dit is zeker geen volledig overzicht, maar slecht enkele pointers. Ook zijn het principe die meestal gelden, geen wetmatigheden.

Verdeling temperatuur bronnen

Het is het meest doelmatig om (middel)hoge temperatuur warmte in te zetten bij slecht te isoleren woningen en voor goed geïsoleerde (of te isoleren) woningen juist lage temperatuur warmte in te zetten. Het verdient aanbeveling om hier een bovenlokaal perspectief op te hanteren, zodat een optimale toedeling van warmtebronnen kan plaatsvinden. Het risico bestaat anders dat vooral de meest aantrekkelijke of voor de hand liggende businesscases worden benut, terwijl daarmee voor andere wijken of gebieden haalbare opties wegvallen. Denk hierbij het inzetten restwarmte uit een RWZI voor een naastgelegen wijk met goed geïsoleerde woningen. Deze restwarmte is mogelijk beter te koppelen aan een iets oudere wijk met minder goed te isoleren woningen die net een kilometer verder ligt.

Verstedelijkingsgraad

Naast isolatie is ook de verstedelijkingsgraad of dichtheid van de gebouwde omgeving relevant. Gebieden waarin hoge woning- of gebouwendichtheden zijn lenen zich beter voor collectieve warmteoplossingen. Niet alleen is hiervoor relatief minder infrastructuur nodig, ook zijn transportverliezen kleiner en zijn kosten van de infrastructuur over meer objecten/gebruikers te verdelen. Daarmee zijn de kansen voor een businesscase tegen lagere (maatschappelijke) kosten ook groter dan in gebieden met lage dichtheden. Voor verspreide bebouwing in het buitengebied ligt het daarom ook meer voor de hand om individuele oplossingen toe te passen zoals een warmtepomp.

Duurzaam beheer ondergrond

Vanwege de in de ondergrond besloten functies en waarden zoals drinkwaterwinning is duurzaam beheer wenselijk. Daarbij geldt dat een wildgroei van kleinschalige individuele boringen voor bodemwarmte onwenselijk is. Daarmee zijn meer doorsnijdingen van bodemlagen en kunnen interacties tussen bronnen optreden op grote schaal. Ook is het moeilijken te monitoren welke ingrepen precies welke effecten hebben. Daarom verdient het aanbeveling om het aantal boringen te beperken, goed op voorhand te onderzoeken op milieueffecten en gedurende de exploitatie goed te monitoren en onderhouden.

Karakteristieken van warmtepotentie in Gelderland

Hoewel niet de focus in het onderzoeksrapport Warmte (bijlage IV), is bekend dat provincie Gelderland meerdere potentiële bronnen heeft voor warmte. Zo is de ondergrond op veel plekken geschikt voor geothermie. En door de verschillende grote rivieren en wateren in de provincie heeft ook aquathermie potentieel. Verspreid over de provincie zijn ook verschillende clusters van bedrijven met de komende jaren een fors aanbod van restwarmte. Gelderland beschikt daarentegen momenteel niet over grootschalige infrastructuur voor het transporteren van warmte zoals bijvoorbeeld de WarmtelinQ in Zuid-Holland. Een dergelijke centrale infrastructuur ligt ook minder voor hand. De haalbaarheid van decentrale (boven)lokale oplossingen lijkt groter. Voor meer informatie over de potenties in provincie Gelderland zie de Potentieonderzoek Geothermie Gelderland en de Gelderse Warmteatlas.

5.9 Niet-maatgevende effecten

Deze paragraaf presenteert de effectbeschrijvingen van de niet-maatgevende effecten. Deze effecten volgen uit de ingreep-effectrelaties (zie 4.4) en het beoordelingskader (zie 4.5). De niet-maatgevende effecten zijn effecten die minder sterk van invloed zijn op de keuze voor een bepaalde energietechniek of locatie. Daarmee betreft het onderzoekscriteria die voornamelijk inzicht geven in locatiespecifieke aandachtspunten. De niet-maatgevende effecten zijn hiermee niet per definitie minder belangrijk dan de maatgevende effecten. Zo kunnen de effecten door slagschaduw aanzienlijke milieueffecten vormen bij realisatie van windturbines. Echter zijn dit effecten die uitwerking op projectniveau behoeven, en waarover op het schaal- en detailniveau van dit plan-MER geen passend onderzoek mogelijk is. De niet-maatgevende effecten moeten daarmee nader uitgewerkt worden op projectniveau. De niet-maatgevende effecten zijn hiermee niet integraal beoordeeld, maar onderstaand wel beschreven als opmaat naar nader onderzoek bij eventuele uitwerking in projecten. De niet-maatgevende effecten hebben betrekking op de volgende thema's:

- gezonde leefomgeving (zie 5.9.1), met effecten op 'cumulatieve geluidbelasting op geluidgevoelige objecten', 'slagschaduw' en 'lichthinder';
- bodem (zie 5.9.2), met effecten op bodemkwaliteit en het risico op zettingen;
- grondwater (zie 5.9.3), met effecten op verzilting.

5.9.1 Gezonde leefomgeving - gecumuleerd geluid, slagschaduw en lichthinder

Deze paragraaf beschrijft de effecten op de niet-maatgevende criteria vanuit het thema gezonde leefomgeving. Dit betreft de cumulatieve geluidbelasting, slagschaduw en lichthinder. Deze criteria zijn relevant en dragen bij aan het in beeld brengen van de algehele effecten op gezondheid als gevolg van windturbines. Daarom geven onderstaande alinea's een relatief uitgebreide toelichting middels tekst en kaart op deze gezondheidscriteria. Echter dragen deze criteria in deze fase niet bij aan de keuze voor een locatie of energietechniek. Mitigatie is namelijk in veel gevallen mogelijk, of de effecten hangen dusdanig samen met de inrichting van één of meerdere (nabijgelegen) projecten, dat in deze fase nog geen betrouwbare effectanalyse mogelijk is. Hierbij wordt benadrukt dat in eventuele uitwerking op projectniveau, onderstaande criteria in detail moeten worden onderzocht om daarmee de effecten op een gezonde leefomgeving zo volledig mogelijk inzichtelijk te maken.

Cumulatieve geluidbelasting op geluidgevoelige objecten

In Nederland bestaan geen wettelijke kaders met betrekking tot het maximaal aanvaardbare cumulatieve geluidniveau. Wel zijn er in sommige gemeenten grenswaarden opgenomen in het lokale geluidbeleid. In het kader van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat is ook van belang om het cumulatieve geluidniveau te beoordelen.

Vaak wordt bij de beoordeling van cumulatief geluid aangesloten de methode Miedema. Deze rekent het geluidniveau per brontype (bijvoorbeeld ten gevolge van wegverkeer, treinverkeer, industrie, luchtvaart en windturbines) naar een niveau van 'equivalente hinder', de Lcum. Dit wordt gedaan op basis van vastgestelde dosis-respons relaties. Het geluid van de ene brontype wordt namelijk anders ervaren dan het geluid van een ander brontype. Bijvoorbeeld: men beoordeelt een geluidniveau van 40 dB door windturbines namelijk hinderlijker dan geluid van een weg bij 40 dB. Na omrekening en sommering van de verschillende brontypen wordt het cumulatieve geluidniveau verkregen. Methode Miedema beoordeelt deze akoestische kwaliteit conform de onderstaande classificering.

Tabel 5.43 Methode Miedema - classificering milieukwaliteit

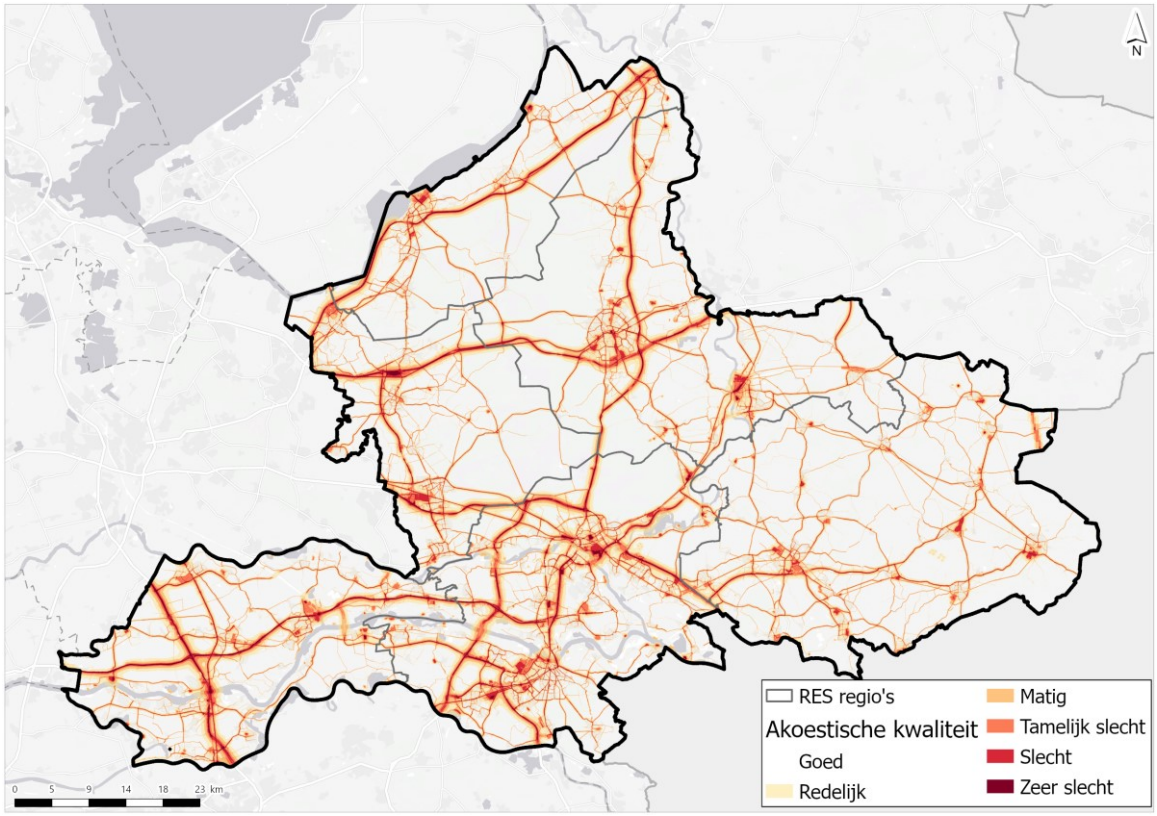
Gecumuleerde L_{den}	Classificering milieukwaliteit
< 50	goed
50 - 55	redelijk
55 - 60	matig
60 - 65	tamelijk slecht
65 - 70	slecht
> 70	zeer slecht

Dit criterium heeft als doel de akoestische effecten van het voornemen in beeld te brengen. Daarvoor is het eerst noodzakelijk om de cumulatieve geluidbelasting in het plangebied te bepalen in de referentiesituatie. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de openbaar beschikbare geluidbelastingskaarten die zijn opgesteld door het RIVM. Op de kaart is te zien hoeveel geluid de verschillende bronnen samen veroorzaken. Het gaat hier om het gemiddelde geluidniveau van wegverkeer, treinverkeer, vliegtuigen, industrie en windturbines, en is uitgedrukt in Lden. Deze geeft inzicht in de gebieden waar in de referentiesituatie al een hoog geluidniveau heerst, en waar het omgevingsgeluid laag is.

In voorliggend plan-MER zijn de aandachtsgebieden op basis van expert judgement inzichtelijk gemaakt. De meer kwalitatieve analyse van het gebied is pas mogelijk als de ontwikkelingen in het gebied concreter zijn. Een (kwantitatieve) beoordeling van de gebieden blijft daarom achterwege. Bij het toepassen van maatwerk in specifieke gebieden kunnen verschillende overwegingen een rol spelen. Denk daarbij aan
In stille gebieden (lage cumulatieve geluidbelasting) is het ontwikkelen van windenergie onwenselijk omdat het de kwaliteit van stilte ondermijnt. Anderzijds kunnen dit ook locaties zijn waar extra geluid vanuit windturbines niet leidt tot een hoge cumulatieve geluidbelasting voor de omgeving. In gebieden met een bestaande hoge cumulatieve geluidbelasting, vaak langs infrastructuur, kan enerzijds het extra geluid van windturbines ‘wegvallen’ in het bestaande achtergrondgeluid. Anderzijds kan het ook zorgen voor een verhoging (zij het zeer geringe) van de bestaande geluidbelasting en daarmee hinder of hinderbeleving door de zichtbaarheid van turbines (niet-akoestische factoren).

In afbeelding 5.29 is de akoestische kwaliteit van de leefomgeving in provincie Gelderland weergeven. Hoe deze kwaliteit samenvalt met het onderzoeksgebied is opgenomen in tabel 5.44.

Afbeelding 5.29 Akoestische kwaliteit van de leefomgeving in Gelderland, beoordeeld met kwaliteitsklassen van methode Miedema



Tabel 5.44 Methode Miedema - percentage onderzoeksgebied dat binnen een klasse valt

Kwaliteitsklasse	Percentage onderzoeksgebied binnen klasse
Goed	80,2 %
Matig	5,6 %
Redelijk	9,8 %
Slecht	1,3 %
Tamelijk slecht	2,9 %
Zeer slecht	0,4 %

Slagschaduw

De rotorbladen van een windturbine draaien rond. Hierdoor ontstaan schaduwen, die meebewegen met het ronddraaien van de windturbine. De schaduw die een windturbine veroorzaakt heet slagschaduw. Deze slagschaduw reikt het verst als de zon laag staat. Dit is het geval gedurende de winter, tijdens de ochtenduren en de avonduren.

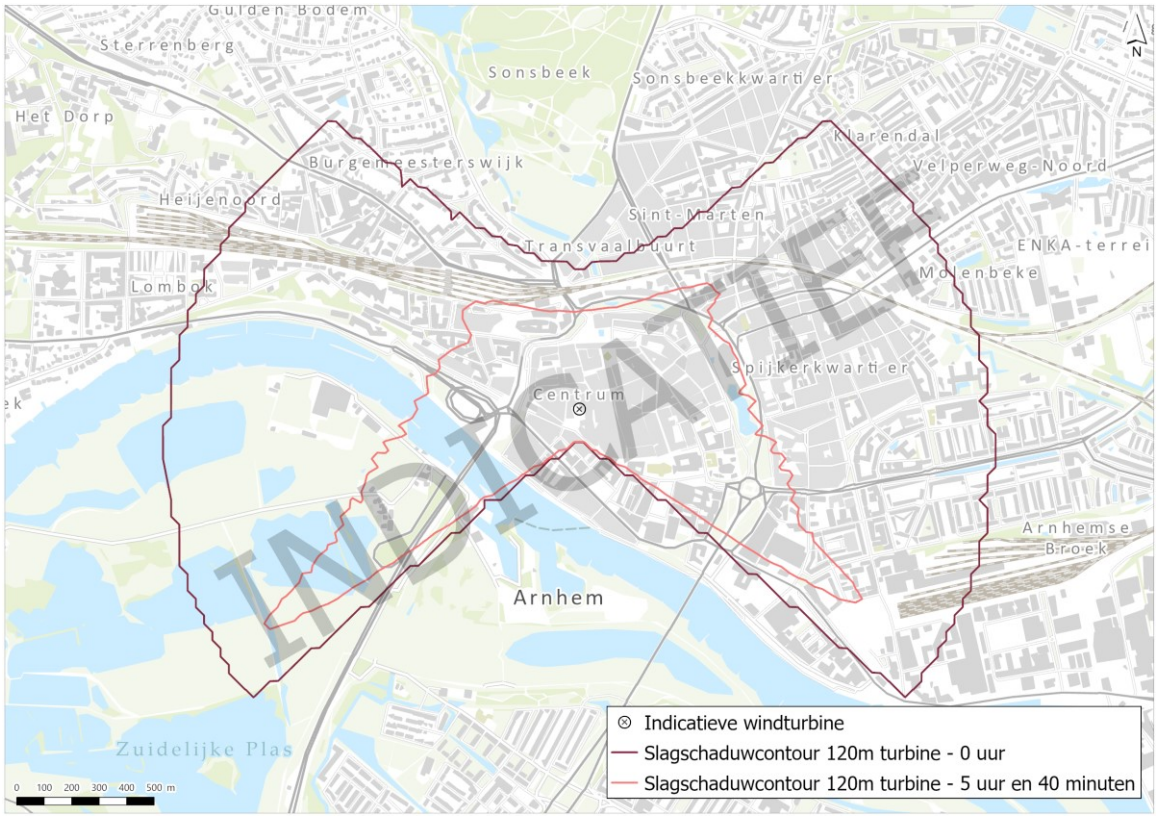
Invloed op gevoelige objecten door slagschaduw

Het verschijnen en verdwijnen van de schaduw in een woning kan als zeer hinderlijk worden ervaren. Daarom zijn normen opgesteld die bepalen hoe lang (uren per jaar) slagschaduw op een gevoelige bestemming (zoals een woning) mag optreden.

In het Activiteitenbesluit[1] is vastgesteld dat een stilstandvoorziening is vereist wanneer de afstand tussen gevoelige objecten, zoals woningen, en een windturbine minder dan twaalfmaal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw optreedt. Deze 20 minuten per dag voor niet meer dan 17 dagen is gemakshalve omgerekend naar een maximale periode van 5 uur en 40 minuten op jaarbasis. Een 166 m windturbine heeft een groter rotordiameter en dus grotere slagschaduwcontouren. Dit betekent dat een 166 m windturbine resulteert in meer slagschaduwhinder. De daadwerkelijke hinder is afhankelijk van het aantal windturbines en de specifieke positie van de windturbines in relatie tot woningen en/of andere gevoelige objecten.

In de praktijk vormen slagschaduwcontouren rondom een windturbine de vorm van een 'vlinder' (zie afbeelding 5.30). De omvang van deze 'vlinder' neemt toe met de grootte (rotordiameter en ashoogte) van de windturbine. Door een verhoogd landoppervlakte (bijvoorbeeld door heuvelachtig landschap of hoogbouw) kan de slagschaduwcontour een andere vorm aannemen Bij de ontwikkeling van specifieke windturbineposities moet rekening gehouden worden met de slagschaduwcontour en de hinder op omwonenden. Als niet voldaan kan worden aan de eisen uit het Activiteitenbesluit, moet een stilstandvoorziening toegepast worden.

Afbeelding 5.30 Slagschaduwcontour van windturbine met ashoogte van 120 m op een willekeurige locatie in Arnhem bedoeld om de effecten te illustreren. In beeld gebracht zijn de contour van 0 uur slagschaduw, waarbuiten geen overlast ervaart kan worden, en van 5 uur en 40 minuten, de wettelijke norm uit het Activiteitenbesluit



[1] Voor onder andere het bepalen van passende slagschaduwnormen in het Activiteitenbesluit wordt landelijk een plan-MER opgesteld.

Windturbines veroorzaken dus een slagschaduwcontour. Slagschaduw kan hinderlijk zijn voor omwonenden. Daarom moet per project de slagschaduwcontour in beeld gebracht worden en moet aangetoond worden dat voldaan wordt aan de eisen van het Activiteitenbesluit. Als dit niet het geval is, moeten mitigerende maatregelen genomen worden. Voor het plan-MER op provinciaal niveau is het criterium echter niet-maatgevend, omdat mitigerende maatregelen over het algemeen mogelijk zijn. Tevens valt een deel van de slagschaduwcontouren veelal binnen de geluidscontouren van windturbines.

Lichthinder

Windturbines met een tiphoogte hoger dan 150 m moeten voorzien worden van obstakelverlichting voor vliegveiligheid. Deze obstakelverlichting straalt overdag wit licht uit en in de avond en nacht rood licht. Het licht is met name 's avonds goed zichtbaar en kan zorgen voor een onrustig beeld.

Invloed op omwonenden door lichthinder turbineverlichting

Omwonenden ervaren knipperende obstakelverlichting als een negatief effect op hun leefomgeving. De plaatsing van windturbines leidt voor alle locaties en gebieden tot deze negatieve effecten. Hierdoor zijn de effecten door lichthinder niet onderscheidend. Wel kan de mate van verstoring verschillen per locatie, afhankelijk van de hoeveelheid omliggende woningen of andere locaties waar mensen verblijven of zich bewegen. De mate van verstoring (duur en aantal kwetsbare objecten) is niet onderzocht in het plan-MER en dient nader onderzocht te worden in het vervolg. Er zijn namelijk verschillende mitigerende maatregelen mogelijk om het effect van windturbineverlichting op de omgeving te verminderen. Zo kan er voor permanente verlichting gekozen worden in plaats van de reguliere knipperende verlichting. Ook is het mogelijk om de lichtintensiteit aan te passen op de weersomstandigheden. Daarnaast is het mogelijk om obstakelverlichting in te schakelen op het moment dat er een vliegtuig nadert of via transpondertechniek vliegtuigen te waarschuwen voor de obstakels.

5.9.2 Bodem

Invloed op bodemkwaliteit

Op grond van de Wet bodembescherming (Wbb) dient, in verband met de uitvoerbaarheid van een plan of project, rekening te worden gehouden met de bodemgesteldheid. De Wbb is erop gericht bodemkwaliteit te waarborgen of te verbeteren indien nodig. De wet schrijft voor dat eenieder die de bodem verontreinigt verplicht is maatregelen te nemen om deze verontreiniging tegen te gaan. Eventuele aanwezige (spoedeisende) gevallen van bodemverontreiniging binnen het zoekgebied moeten volgens de Wbb gesaneerd of beheerd worden. Verspreiding van een verontreiniging kan bijvoorbeeld plaatsvinden via stroming van grond- en oppervlaktewater. Wanneer sprake is van een te hoge concentratie van een bepaalde stof, maar niet aangetoond kan worden dat het risico van verspreiding aanwezig is, dient sanering uitgevoerd te worden bij nieuwe ontwikkelingen in het gebied. Dit geldt zowel voor de bouw van windturbines als zonneparken.

Aangezien het wettelijk niet is toegestaan de kwaliteit van de bodem te verslechteren en/of verontreiniging zonder meer te verplaatsen of verspreiden, is geen sprake van een negatieve beïnvloeding van de bodemkwaliteit. Daarmee draagt dit criterium niet bij aan het in beeld brengen van onderscheidende aspecten die ten grondslag liggen aan de locatiekeuze of een keuze voor een techniek.

Chemische en fysische kwaliteit van de bodem
In dit plan-MER worden de chemische, fysische en biologische kwaliteit van de bodem niet beoordeeld. De volgende onderdelen zijn bij de uitwerking van plannen echter wel relevant om te beschouwen, maar zorgen op het regionale schaalniveau van dit plan-MER niet voor onderscheidende effecten. Daarom worden hieronder kort de aandachtspunten benoemd.

Chemische kwaliteit:
- afspoeling of uitloging van gebruikte materialen, bijvoorbeeld zink van de draagconstructie van zonnepanelen;
- invloed op reeds aanwezige bodemverontreiniging, bijvoorbeeld bij het doorboren van afdichtende bodemlagen.

Fysische en biologische kwaliteit:
- zettingen en verdichting van de bodem, bijvoorbeeld door het gebruik van zwaar materieel bij de aanleg (zie volgende paragraaf 'zettingen');
- achteruitgang organisch stofgehalte, diverse mineralen en de biodiversiteit door onvoldoende licht, lucht en water.

Achteruitgang treedt op als de bodem chemisch en fysisch niet in goede conditie is. Om te zorgen voor een goed functionerende bodem na het verwijderen van de windturbines en zonneparken dient de chemische, fysische en biologische kwaliteit zoveel mogelijk in stand gehouden te worden tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase.

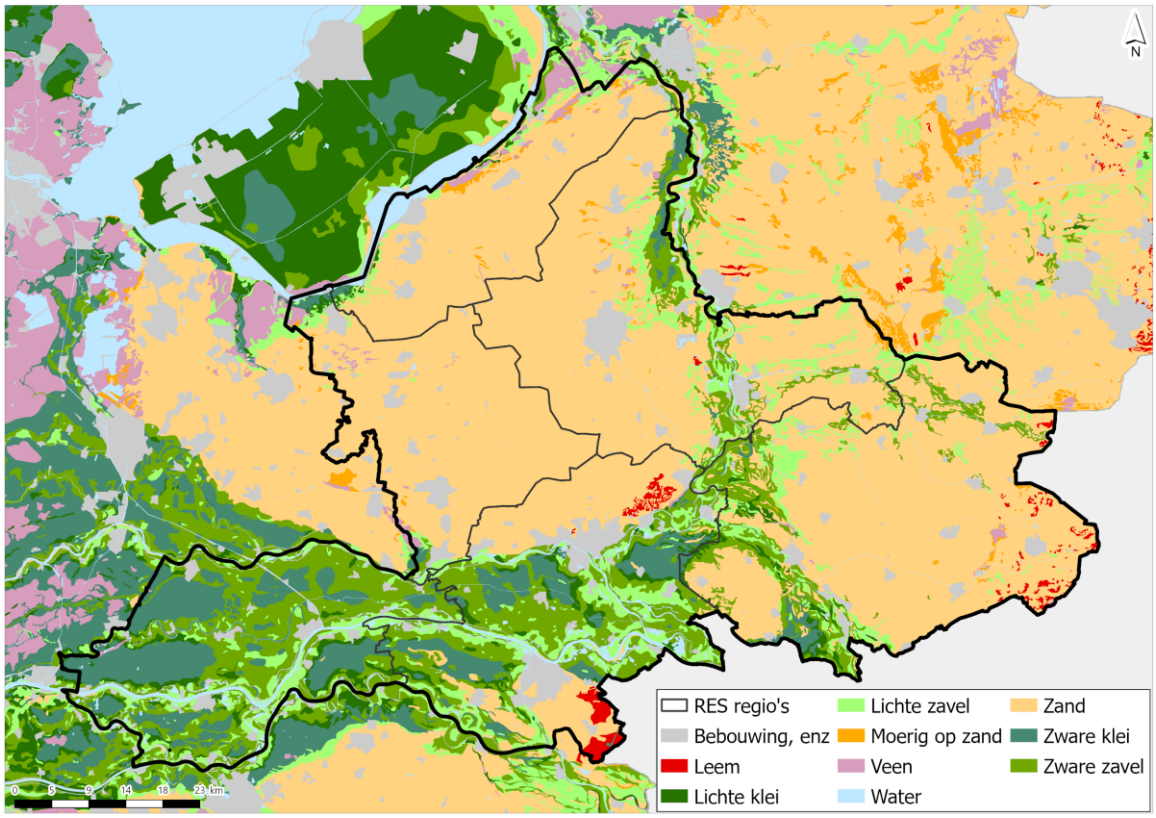
Bodemkwaliteit bij toekomstige ontwikkelingen
Wel dient ter voorbereiding van de uitvoering van een initiatief inzicht verkregen te worden in (mogelijke) aanwezigheid van bodemverontreinigingen. Hierbij gelden de volgende, algemene, aandachtspunten:
- indien ook daadwerkelijk grondroerende werkzaamheden ter plaatse van deze locaties plaatsvinden, dan is de kans aanwezig dat er sanerende werkzaamheden moeten plaatsvinden, hetgeen de bodemkwaliteit doet verbeteren. Grondroerende werkzaamheden zijn in ieder geval te verwachten voor:
  - de fundering van windturbines (graafdiepte van 5 m onder maaiveld), heipalen voor windturbines (tot 30 m diep op land);
  - de fundering van zonneparken (circa 0,30 m-mv);
- om een beter beeld te krijgen van de actuele bodemkwaliteit in een volgende fase is inzage van beschikbare rapportages aan te raden. Voor de verdachte locaties binnen zoekgebieden voor wind en zon wordt een historisch vooronderzoek geadviseerd om uit te voeren conform NEN 5725 en als op basis daarvan aanleiding is voor vervolgonderzoek is een verkennend bodemonderzoek noodzakelijk conform de NEN 5740;
- vanuit milieuperspectief is bodemkwaliteit niet bepalend voor de keuze van een locatie en/of techniek, omdat effecten door sanering volledig te voorkomen zijn en omdat bij sanering zelfs sprake is van een verbetering van de bodemkwaliteit. Het aantreffen van (grootschalige) bodemverontreinigingen brengt wel een risico voor planning en kosten met zich mee.

Risico op zettingen
Zettingen kunnen optreden als gevolg van ingrepen in de bodem/ondergrond. Bovengrondse en ondergrondse constructies kunnen, indien zwaarder dan de omliggende lithologie, tot zettingen leiden. Ook een aanpassing in de dominante bodemopbouw kan (op termijn) leiden tot zettingen. Omgekeerd kunnen zettingen ook leiden tot negatieve gevolgen aan boven- en ondergrondse functies. Dit kan onder meer effecten hebben op de waterbergingscapaciteit van de bodem. Dit criterium draagt niet bij aan het in beeld brengen van onderscheidende aspecten die ten grondslag liggen aan de locatiekeuze of een keuze voor een techniek.

Gevoeligheid van bodemtypen

Het risico op zettingen houdt sterk verband met de lithologische samenstelling van de bodem, waar in meer of mindere mate druk op wordt uitgeoefend. Hierbij zijn textuur, structuur en het watergehalte van de grond belangrijke parameters. Door lucht en water uit poriënruimte te persen (consolidatie) klinkt de grond in. Veen is zeer gevoelig voor zetting, aangezien dit veel water en lucht bevat (groot volume dat makkelijk kan worden samengedrukt). Klei en zand zijn aanmerkelijk beter bestand tegen zetting, waarbij geldt dat zand vanwege de gunstige textuur en structuur en een laag watergehalte (water stroomt makkelijk weg uit de poriën tussen zandkorrels) het minst gevoelig is voor zetting. Onderstaande afbeelding 5.31 laat de bodemtypen binnen het plangebied zien.

Afbeelding 5.31 Bodemtypen in het plangebied[1]



Het plangebied bestaat voor een groot deel uit zandgronden, wat minder gevoelig is voor zettingen. De gebieden met kleigronden (voornamelijk rondom de rivieren) is gevoeliger voor zettingen. Veengronden zijn nauwelijks aanwezig in het plangebied.

Uit bovenstaande beschrijving en afbeelding volgen de volgende algemene aandachtspunten voor het risico op zettingen die relevant zijn voor de uitwerking van eventuele projecten in de regio:

- er wordt aanbevolen om zettingsgevoelige gebieden (zoals klei en veen) zo veel mogelijk te vermijden bij de locatiekeuze van windturbines. Als zettingsgevoelige gronden niet kunnen worden vermeden dan is het mogelijk om de effecten te mitigeren. Met mitigerende maatregelen kan een stabiele bodem worden gecreëerd door voorbelasting. Voorbelasting houdt een kunstmatige inklinking in door het verwijderen van de zettingsgevoelige laag en het toevoegen van een zandlaag. De creatie van een stabiele bodem zorgt voor het volgende risico:
  - ontstaan van heterogene zettingen waardoor kabels moeilijker kunnen worden geplaatst door het hoogteverschil. Kabels kunnen dan worden geplaatst in een zandbed. Een zandbed heeft ook als voordeel dat de kabels hun warmte beter kunnen afgeven;

[1] WUR-Alterra 2006: dataset Grondsoortenkaart van Nederland 2006. Wageningen.

- zonneparken zijn mogelijk op zettingsgevoelige gebieden, omdat de risico op zettingen laag is.

5.9.3 Grondwater - verzilting

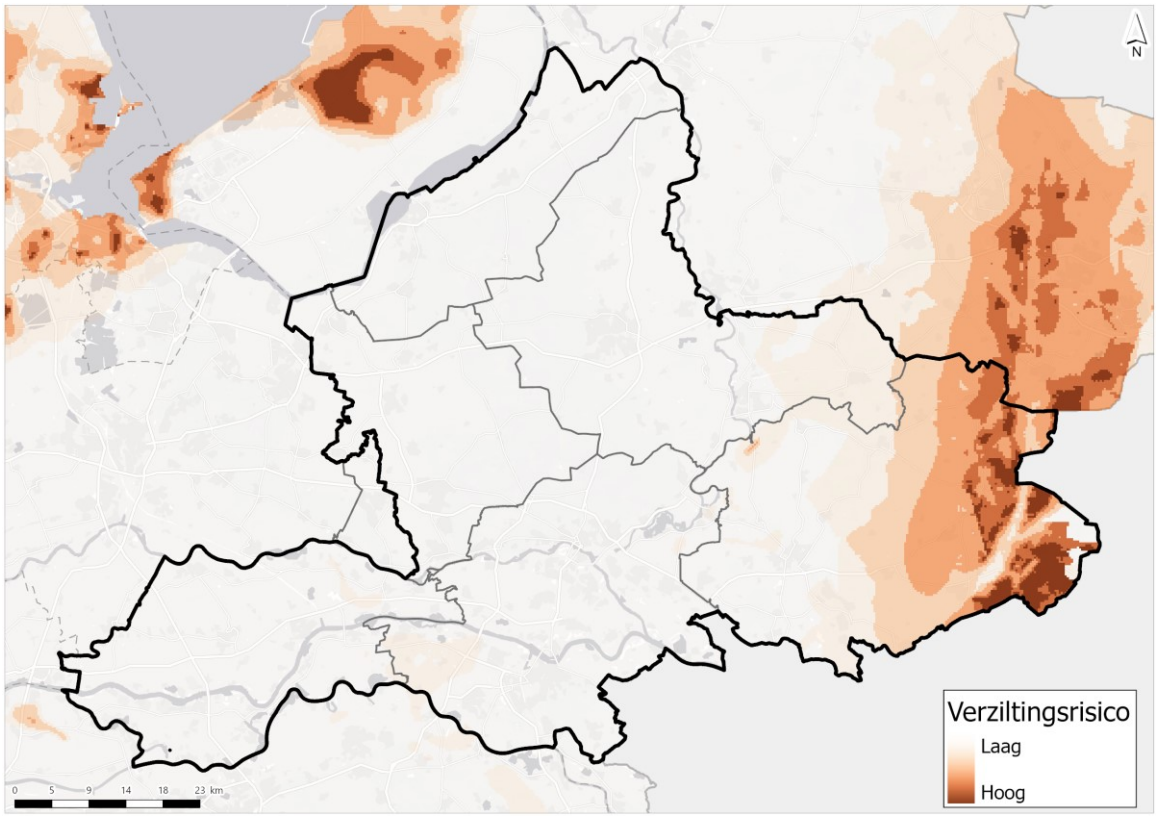
Verzilting is de toename van het zoutgehalte in de bodem, het grondwater en oppervlaktewater. Verzilting vindt plaats door indringing van zeewater en zoute kwel. De beschikbaarheid van zoet grond- en oppervlaktewater is van belang voor gebruiksfuncties als landbouw, industrie, drinkwaterwinning en natuur. De toename van het zoutgehalte in het water kan een groot effect hebben op deze gebruiksfuncties.

De aanleg van windturbines en zonneparken kan verzilting veroorzaken of verergeren. Bij bemaling voor het aanbrengen van fundatie voor windturbines kan brak water door een drukverschil verder richting het maaiveld komen. Daarnaast kan bemaling voor de aanleg van kabels behorende bij het zonnepark of windpark verzilting veroorzaken. Ook het doorboren van bodemlagen met een fundering kan de genoemde effecten veroorzaken. Het risico op verzilting is groter op het moment dat de overgang tussen zoet en zout grondwater ondiep aanwezig is. Het echte effect van bemaling en boringen op verzilting zal door geohydrologisch modelonderzoek in een vervolgfase beter geduid moeten worden.

Verziltingsrisico

In het oosten van Gelderland zit steenzout in de bodem. Deze lagen zijn ontstaan door verdamping van water in ondiepe, deels afgesloten zoutmeren in vroegere tijden. Ze bevinden zich in de gesteentelagen van de Zechstein Groep en Röt Formatie. Door deze ondergrond is een deel van het grondwater in de Achterhoek zout, en is het risico op verzilting hoger dan elders in de provincie (zie afbeelding 5.32). Literatuuronderzoek naar de huidige status van deze problematiek in de Achterhoek heeft weinig uitgewezen: er wordt op dit moment geen overlast beschreven van brak of zout grondwater.

Afbeelding 5.32 Verziltingsrisicokaart. In de donkere gebieden is een hoog risico op verzilting door bemaling, omdat de grenslijn tussen zoet en zout water relatief ondiep in de bodem zit (Deltares 2012)



Windturbines

Bij bemaling voor het aanbrengen van fundatie voor windturbines of bij diepe boringen kan brak water door een drukverschil verder richting het maaiveld komen. Dit kan negatieve gevolgen hebben voor de natuur, landbouw en drinkwaterwinning. Bij het voornemen horen twee activiteiten waarvoor bemaling nodig is: de aanleg en verwijdering van windturbines en het aanbrengen van bekabeling op land.

De bemaling in de aanlegfase van windturbines is dieper dan in de verwijdering. Bij de verwijdering van windturbines wordt het betonblok verwijderd. De heipalen in de grond blijven achter. Hierdoor is alleen bemaling nodig tot de onderzijde van de betonnen fundering.

In praktijk wordt in de aanlegfase tot circa 5 m-mv bemaald en maximaal 3 m-mv in de verwijderingsfase. Kabels worden in het buitengebied over het algemeen op een diepte van 1,8 m-mv aangelegd. In gebieden waar het brakke grondwater ondieper zit dan de bemalingsdiepte heeft de aanleg van windturbines mogelijk een negatief effect op verzilting.

Ook diepe boringen kunnen effect hebben op verzilting. Het doorboren van beschermende kleilagen kan voor een toename van het zoutgehalte in de bodem zorgen. Het risico hierop is kleiner dan bij actieve bemaling. De realisatie van windturbines in gebieden waar het brakke grondwater ondieper zit dan de boringdiepte voor windturbinefunderingen kan licht negatief (0/-) effect veroorzaken op verzilting.

Voor de gebieden waar het brakke grondwater dieper zit dan de diepte van de fundering, is het risico op verzilting door tijdelijke bemaling beperkt.

Zonneparken

Voor de aanleg van zonneparken is bemaling over het algemeen niet noodzakelijk. Zonneparken hebben namelijk een fundering van circa 30 cm diep die voornamelijk met pinnen in de grond wordt gezet. Daarom is het risico op verzilting beperkt. Aanleg van kabels behorende bij het zonnepark, kunnen wel verzilting veroorzaken.

Om mogelijke effecten van bemaling goed in beeld te brengen en ernstige milieueffecten te voorkomen moet op projectniveau een bemalingsadvies conform de BRL worden opgesteld en ter beoordeling aan het waterschap worden voorgelegd. Hierbij wordt onder andere beoordeeld of een grondwateronttrekking effect heeft op het zoet-zoutgrensvlak.

6

ONDERZOEKSLOCATIES WINDENERGIE

Dit hoofdstuk presenteert de onderzoekslocaties voor windenergie. Paragraaf 6.1 beschrijft de aanleiding en het doel van de ontwikkeling van de onderzoekslocaties. Paragraaf 6.2 geeft een toelichting op de ontwikkeling van de onderzoekslocaties en paragraaf 6.3 presenteert de onderzoekslocaties op kaart. Tot slot laat paragraaf 6.4 de modelmatige opwekpotentie binnen de onderzoekslocaties zien.

6.1 Aanleiding en doel onderzoekslocaties wind

Onderzoekslocaties zijn die locaties uit het onderzoeksgebied (zie paragraaf 4.3) die (samen) potentiële windparken kunnen vormen. Hiermee blijven enkel de onderzoekslocaties over die in theorie tot een windpark kunnen behoren. Hierdoor ontstaat inzicht in de theoretische opwekpotentie met windenergie op provinciaal en regionaal niveau. De aanleiding en het doel van het ontwikkelen van onderzoekslocaties is drieledig:

1 inzicht in de opwekpotentie: met de onderzoekslocaties ontstaat inzicht in de opwekpotentie door windenergie. De onderzoekslocaties zijn tot stand gekomen aan de hand van realistische 'rekenregels' voor de ontwikkeling van een windpark. Dit biedt meer inzicht dan een gestandaardiseerde aanname over een aantal MW per oppervlakte-eenheid. Met de onderzoekslocaties ontstaat inzicht in de opwekpotentie op provinciaal en regionaal niveau, wat gespiegeld wordt aan de mate waarin de CO_2-reductie- en RES-doelstellingen behaald kunnen worden;
2 opmaat naar kwantificeren en relatief beoordelen: in de rapportages per RES-regio (zie paragraaf 4.1 en de bijlagen) worden per RES-regio de onderzoekslocaties relatief beoordeeld (milieuscore per GWh). Om deze vergelijking - met oog voor zowel negatieve als positieve milieueffecten - te kunnen maken, zijn te vergelijken locaties nodig waarbinnen een windpark ontwikkeld kan worden. De onderzoekslocaties voorzien hierin;
3 advies Commissie mer: de Commissie mer heeft in haar advies op de concept-NRD[1] een verzoek opgenomen om een nadere afbakening te maken in gebieden en de geschiktheid voor wind- en zonne-energie. De Commissie stelt dat dit de RES-regio's helpt bij 'het samenstellen, begrijpen, onderbouwen en afwegen van gebieden'. Daarnaast is het volgens de Commissie 'essentieel voor de navolgbaarheid en latere verantwoording van het zoekproces'. De verdieping naar onderzoekslocaties sluit aan bij dit advies.

6.2 Ontwikkeling onderzoekslocaties wind

De onderzoekslocaties zijn in een GIS-script ontwikkeld aan de hand van zogenaamde 'rekenregels'. Deze rekenregels hebben betrekking op twee variabelen, namelijk het type opstelling van het windpark en de maximale onderlinge afstand tussen windturbines om tot hetzelfde windpark te behoren. De turbineposities binnen het GIS-script zijn enkel indicatief, en uitsluitend bedoeld om onderzoekslocaties in te kunnen tekenen. Dit betekent dat de turbineposities niet inzichtelijk zijn, maar enkel de onderzoekslocaties in beeld worden gebracht.

[1] Zie: https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p37/p3705/a3705rd.pdf

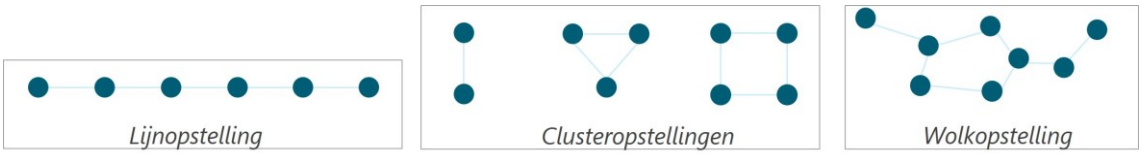
Daarnaast is in de analyse geen rekening gehouden met de windrichting en de daaruit volgende variatie in opstellingen[1]. Zowel het intekenen van turbineposities als het afwegen van de opstelling op basis van de overheersende windrichting volgt bij nadere uitwerking op projectniveau.

Om te komen tot onderzoekslocaties zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- het GIS-script heeft gezocht naar potentiële windparken in drie typen opstellingen, namelijk **lijnopstellingen, clusteropstellingen en wolkopstellingen.** Lijnopstellingen en clusteropstellingen zijn geordende opstellingen vanuit landschappelijk perspectief. Hierin is sprake van een logische ordening op basis van een ruimtelijk patroon. Een wolkopstelling kent geen herkenbaar patroon of logische ordening;
- de maximale onderlinge afstand tussen windturbines om tot hetzelfde windpark te behoren is **zes maal de rotordiameter (6D)**. Voor de referentieturbines betekent dit een maximale onderlinge afstand van 702 m (ashoogte 120 m) en 960 m (ashoogte 166 m). De maximale onderlinge afstand van 6D is gebaseerd op praktijkvoorbeelden in de Nederlandse windenergiemarkt.

Toelichting lijn-, cluster- en wolkopstellingen

Een windpark kan gerealiseerd worden in verschillende opstellingen. Afbeelding 6.1 laat een illustratie van de in dit plan-MER beschouwde opstellingen zien. In de praktijk is veelal sprake van de bouw in geordende opstellingen, waarbij sprake is van een herkenbaar patroon. Dit patroon kan wanneer het landschappelijk zichtbaar is bijdragen aan het ervaren van een rustiger beeld van het windpark. Zo kan een lijnopstelling - gezien vanuit het voor- of zijaanzicht - een rustiger beeld vormen dan een windpark zonder ordening.

Afbeelding 6.1 Opstellingen potentiële windparken



Een lijnopstelling is in dit plan-MER gedefinieerd als een lijn van drie of meer windturbines. Dit omdat een opstelling van twee turbines landschappelijk niet herkenbaar is als lijn. Een opstelling van twee turbines (het minimum om het als windpark te definiëren) behoort daarom tot een clusteropstelling. Een clusteropstelling kan daarnaast bestaan uit een driehoeksopstelling (in een hoek van 60°), een vierkant, een ruit of een combinatie van deze. Uitgangspunt hierbij is dat sprake is van een opstelling die gebaseerd is op gelijke onderlinge afstand tussen de turbines.

Naast bovengenoemde geordende opstellingen, kan een windpark ook gebouwd worden in een wolkopstelling. Hierbij is geen sprake van een herkenbaar patroon of een logische opstelling. De onderlinge afstand tussen windturbines kan binnen het windpark variëren en de turbines staan niet in een lijn, driehoek of vierkant. Hierdoor kan het windpark ervaren worden als landschappelijk minder rustig. Echter leidt een wolkopstelling tot een hogere energieopbrengst dan een windpark gebouwd in een geordende opstelling (zie verder paragraaf 6.4). Dit omdat ofwel het windpark eenvoudiger ingepast kan worden in de (soms beperkt) beschikbare ruimte, ofwel omdat er simpelweg meer turbines binnen hetzelfde oppervlakte passen.

[1] De windturbines in een windpark staan in praktijk vaak of haaks op de overheersende inrichting, of met de overheersende windrichting mee. Dit heeft impact op de energieopwek (onder andere windafvang). Dit vraagt om uitwerking op projectniveau.

Toelichting maximale onderlinge afstand van 6D

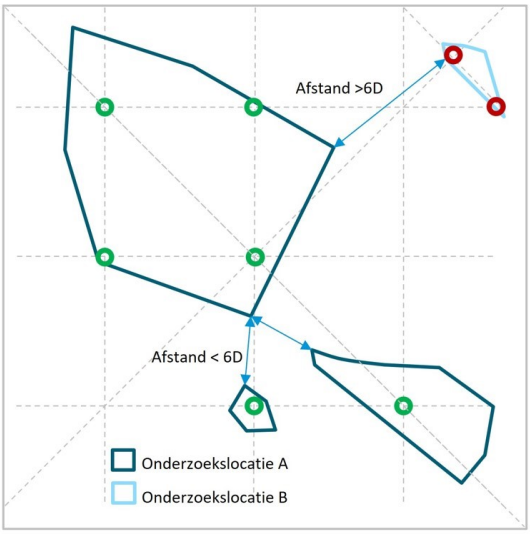
Een windpark bestaat uit twee of meer windturbines, die samen enige mate van samenhang hebben om tot hetzelfde windpark te behoren. Een belangrijke voorwaarde voor deze samenhang is de onderlinge afstand tussen de windturbines binnen het windpark. Een te grote onderlinge afstand maakt dat de twee (of meer) windturbines niet meer herkenbaar zijn als windpark, maar als solitaire windturbines. Daarom wordt in de praktijk een onderlinge afstand van zes maal de rotordiameter (6D) als maximum gehanteerd[1]. Voor de referentieturbines betekent dit een maximale onderlinge afstand van 702 m (ashoogte 120 m) en 960 m (ashoogte 166 m).

6.2 illustreert een drietal voorbeelden de uitwerking van de maximale onderlinge afstand van 6D bij de ontwikkeling van onderzoekslocaties. De lijn- en clusteropstellingen komen tot stand aan de hand van rechte en diagonale lijnen ('schaakbord') of in een driehoekspatroon. De wolkopstelling laat zien dat hier geen sprake is van ordening of een herkenbaar patroon.

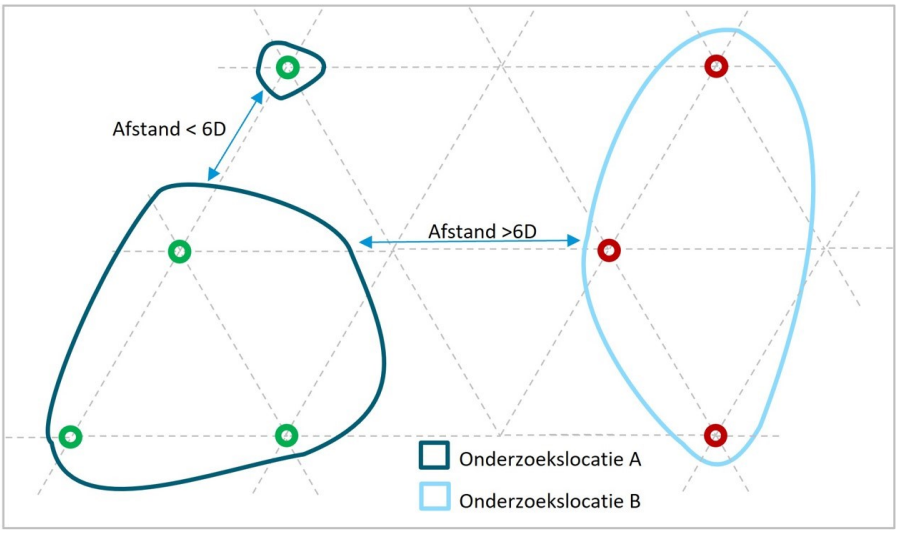
[1] Ook vanuit energie-opwek: een grotere onderlinge afstand zorgt voor minder onderlinge windafvang, echter zijn er minder windturbines mogelijk op eenzelfde oppervlakte. Dit verschilt per project, wat vraagt om maatwerk buiten dit plan-MER.

Afbeelding 6.2 Illustratieve voorbeelden van de totstandkoming van onderzoekslocaties met een maximale onderlinge afstand van 6D en op basis van ordening (schaakbord en driehoek) of een wolkopstelling

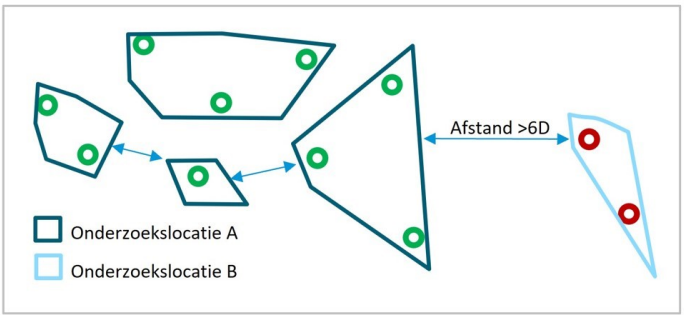
Ordening o.b.v. 'schaakbord'



Ordening o.b.v. 'driehoek'



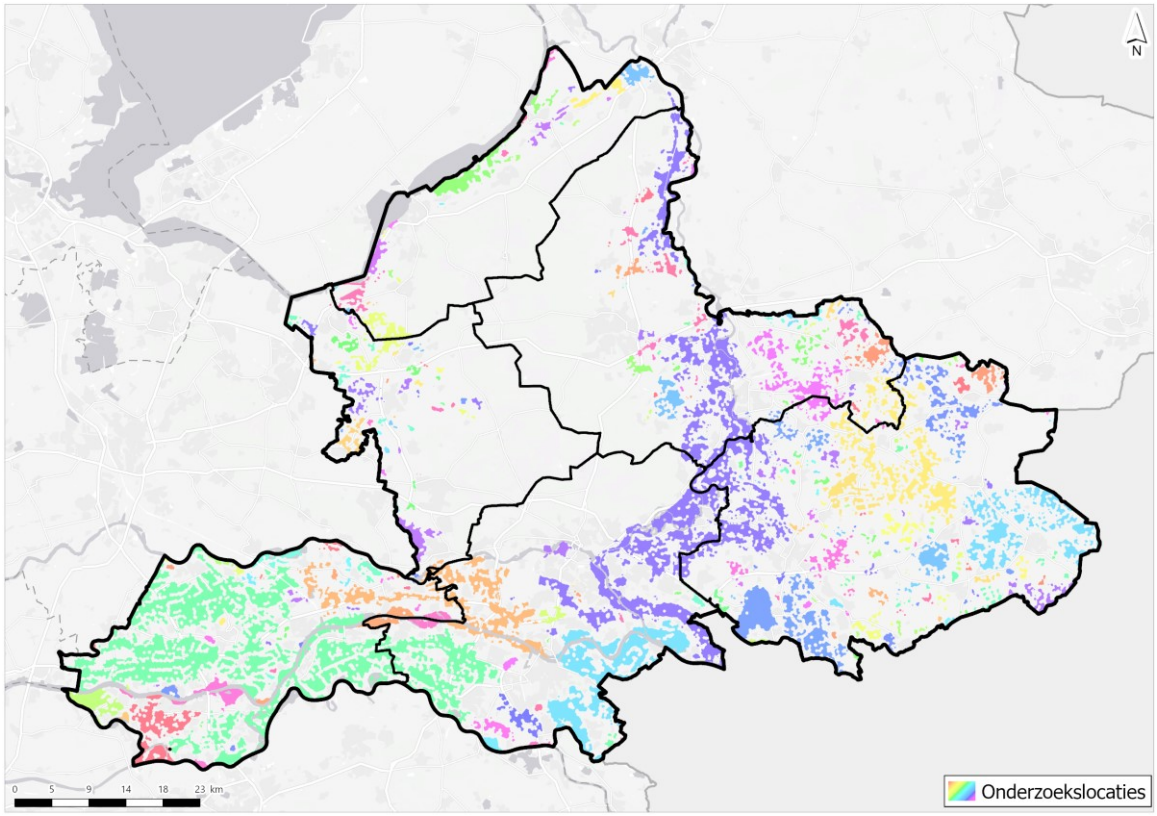
Wolkopstelling



6.3 Beschrijving onderzoekslocaties wind

Binnen het gehele onderzoeksgebied zijn, op basis van de uitgangspunten zoals beschreven in paragraaf 6.2, circa 350 onderzoekslocaties ontwikkeld. Dit betekent dat er 350 locaties gevonden zijn waar potentieel een windpark ontwikkeld kan worden. Afbeelding 6.3 laat de onderzoekslocaties zien bij de uitgevoerde analyse voor windturbines met een ashoogte van 120 m op basis van een geordende opstelling. Deze kaart is tevens representatief voor de analyse met de grotere windturbines (ashoogte 166 m) en de wolkopstelling. De selectie van onderzoekslocaties bij deze analyses verschilt slechts op details, wat niet zichtbaar is op provinciale schaal.

Afbeelding 6.3 Onderzoekslocaties windenergie voor windturbines (ashoogte 120 m) op basis van een geordende opstelling (kleuren enkel ter visualisatie om onderscheid in onderzoekslocaties te laten zien)



Bovenstaande afbeelding laat een grote variatie aan onderzoekslocaties zien. In met name de RES-regio Rivierenland en rondom de IJssel is sprake van zeer omvangrijke onderzoekslocaties. Binnen deze onderzoekslocaties in theorie ruimte voor honderden windturbines die in te passen zijn binnen een geordende opstelling met een maximale onderlinge afstand van 6 maal de rotordiameter (6D). In onder andere de RES-regio Achterhoek en Foodvalley liggen hoofdzakelijk veel kleinere onderzoekslocaties die ruimte bieden voor enkele windturbines. Veel locaties uit het onderzoeksgebied (zie paragraaf 4.3.4) zijn aangemerkt als onderzoekslocaties, wat maakt dat veel ruimte overblijft voor potentiële windparken.

De onderzoekslocaties laten zien waar theoretisch windparken ontwikkeld kunnen worden. Dit wil zeggen dat hier geen belemmeringen (zie paragraaf 4.3.2) zijn die windenergie op deze locaties op voorhand onmogelijk maken. Wel is op deze locaties sprake van milieueffecten, zie hoofdstuk 5 (basisbeoordeling). Dit maakt dat het in de praktijk een overschatting is van het aantal locaties en turbines is dat daadwerkelijk te realiseren is als rekening wordt gehouden met deze effecten. Echter laat de analyse wel zien dat de provincie Gelderland in potentie voldoende ruimte biedt voor de ontwikkeling van windenergie. Paragraaf 6.4 biedt inzicht in deze modelmatige opwekpotentie.

6.4 Modelmatige opwekpotentie

De onderzoekslocaties bieden ruimte voor potentiële windparken waar hernieuwbare energie wordt opgewekt. Elke onderzoekslocatie heeft daarmee een modelmatige opwekpotentie. De modelmatige opwekpotentie is gebaseerd op de oppervlakte van de onderzoekslocatie, gecombineerd met het type opstelling (geordend of wolk) en het daaruit volgende maximale aantal windturbines. De modelmatige opwekpotentie gaat daarmee uit van de optimale invulling van alle onderzoekslocaties. In de praktijk is dit - met oog op de doelstellingen - onnodig en onrealistisch. Immers is altijd sprake van een locatie-afweging en spelen op elke locatie meer belangen (milieu, omgeving, etc.) dan enkel het opwekken van hernieuwbare energie.

Deze modelmatige opwekpotentie kan vergeleken worden met het nog te realiseren deel van de RES-doelstelling. Het nog te realiseren deel van de RES-doelstelling omvat zowel de pijplijnprojecten als het openstaande deel van de doelstelling uit tabel 2.1.

De modelmatige opwekpotentie laat zien dat bij een optimale invulling van alle onderzoekslocaties de RES-doelstelling in theorie ruimschoots behaald kunnen worden. Daarnaast laat de analyse zien dat binnen de onderzoekslocaties:

- met grote windturbines (ashoogte 166 m) circa 23 % meer energie kan worden opgewekt dan met kleine windturbines (ashoogte 120 m);
- er circa 57 % minder grote windturbines (ashoogte 166 m) dan kleine windturbines (ashoogte 120 m) nodig zijn om deze 23 % meer energie-opwek te kunnen realiseren;
- met windparken in een wolkopstelling circa 17 % meer windturbines geplaatst kunnen worden dan in een geordende opstelling.

De tabellen 6.1 (windturbines ashoogte 120 m) en 6.2 (windturbines ashoogte 166 m) laten de modelmatige opwekpotentie binnen de onderzoekslocaties zien. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de modelmatige opwekpotentie met een geordende opstelling en met een wolkopstelling. Daarnaast laten de tabellen voor beide situaties (ordening of wolk) zien welk percentage van de RES-doelstelling kan worden behaald.

Belangrijk hierbij is dat deze aantallen (GWh[1]) en percentages puur theoretisch zijn en uitgaan van een optimale en maximale invulling en de onderzoekslocaties. Eventuele milieueffecten of andere belangenafwegingen zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. De alternatievenstudie (hoofdstuk 7 en 8) biedt inzicht in de afweging op milieueffecten en de gevolgen daarvan voor de modelmatige opwekpotentie.

Tabel 6.1 Theoretische jaarlijkse opwekpotentie van windturbines (120 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

RES-regio	Doelstelling (GWh)[2]	Theoretische opwek ordening (GWh)	Theoretische opwek wolk (GWh)	% behalen RES-doelstelling ordening	% behalen RES-doelstelling wolk
Noord-Veluwe	415	3.027	3643	729 %	878 %
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	12.638	15.154	1.056 %	1.266 %
Foodvalley	593	3.218	3.865	543 %	652 %
FruitDelta Rivierenland	773	14.325	17.172	1.853 %	2.221 %
Achterhoek	975	18.033	21.612	1.850 %	2.217 %
Stedendriehoek	760	9.092	10.906	1.196 %	1.435 %
Totaal provincie	**4.659**	**60.333**	**72.352**	**1.294 %**	**1.552 %**

[1] Gebaseerd op een generiek aantal vollasturen van 2.950. Zie paragraaf 4.2.

[2] Het nog te realiseren deel van de RES-doelstelling omvat zowel de pijplijnprojecten als het openstaande deel van de doelstelling uit tabel 2.1.

Tabel 6.2 Theoretische jaarlijkse opwekpotentie windturbines (166 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

RES-regio	Doelstelling (GWh)	Theoretische opwek ordening (GWh)	Theoretische opwek wolk (GWh)	% behalen RES-doelstelling ordening	% behalen RES-doelstelling wolk
Noord-Veluwe	530	3.738	4.502	1.030 %	1.240 %
GMR Arnhem-Nijmegen	1.620	15.591	18.709	1.302 %	1.563 %
Foodvalley	750	3.965	4.770	669 %	804 %
FruitDelta Rivierenland	1.200	17.676	21.187	2.287 %	2.741 %
Achterhoek	1.350	22.261	26.680	2.283 %	2.736 %
Stedendriehoek	1.070	11.213	13.464	1.475 %	1.772 %
Totaal provincie	**6.520**	**74.443**	**89.311**	**1.597 %**	**1.916 %**

7

ALTERNATIEVEN

Dit hoofdstuk presenteert de alternatieven die gehanteerd zijn in de alternatievenstudie op de onderzoekslocaties in dit plan-MER. Paragraaf 7.1 beschrijft de alternatievenontwikkeling en paragraaf 7.2 geeft een toelichting op de vijf alternatieven voor zowel wind als zon.

Hoofstukken 8 t/m 10 gaan in op doelbereik, effecten en een vergelijking van de alternatieven voor wind. De alternatieven voor zon wordt in het plan-MER niet verder beoordeeld en vergeleken omdat het geen onderscheidende beslisinformatie geeft. Er zijn voldoende onderzoeksgebieden beschikbaar in alle alternatieven (hoofdstuk 7) en beperkte (zwaarwegende) milieueffecten zo blijkt uit de basisbeoordeling (hoofdstuk 5).

7.1 Alternatievenontwikkeling

Deze paragraaf presenteert de alternatieven en de stappen die zijn doorlopen om te komen tot deze alternatieven. Het startpunt daarbij zijn de onderzoekslocaties gebaseerd op de 120 referentieturbine in een geordende opstelling, zie hoofdstuk 6. Binnen deze onderzoekslocaties zijn, op basis van principes die aansluiten bij het thema van het alternatief, alternatieven samengesteld die worden onderzocht in dit plan-MER.

Bij de alternatievenontwikkeling voor dit plan-MER is breder gekeken dan de zoekgebieden die in de RES 1.0 zijn vastgelegd. Dit is ook nodig om met milieu-informatie te kunnen onderbouwen waarom bepaalde locaties of gebieden wel of niet zijn opgenomen in de RES-en[1]. Sommige regio's hebben een niet gealloceerd deel in hun doelstelling of zouden vanuit netcongestie en wind/zonverhouding een groter aandeel wind kunnen overwegen; daar zijn mogelijk extra locaties voor nodig. De alternatievenstudie brengt daarom via het alternatief RES 1.0 in beeld wat de milieueffecten zijn van de in de RES 1.0 opgenomen afspraken en zoekgebieden. Daarnaast verkent het plan-MER ook andere gebieden dan de gebieden die opgenomen zijn in RES 1.0 om te zien of deze gebieden andere effecten hebben.

Bij de alternatievenontwikkeling zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1 het overzicht met belemmeringen en aandachtspunten, het daar uit volgende onderzoeksgebied (zie paragraaf 4.3), de ingreep-effectrelaties en de onderzoekslocaties vormen de basis voor de alternatievenontwikkeling;
2 binnen de alternatieven worden ook locaties en gebieden onderzocht die geen onderdeel uitmaken van de zoekgebieden uit de RES'en 1.0;
3 de alternatievenstudie is toegepast op de onderzoekslocaties, waarmee inzicht ontstaat in de verschillen in potentiële energie-opwek bij verschillende alternatieven. Daarmee laat de alternatievenstudie de relatie zien tussen doelbereik, energie-opwek en keuzes om gebieden of locaties vanuit een milieuthema extra te ontzien;

[1] Naast een algemene verplichting tot motiveren van een besluit is er specifiek vanuit de mer-regelgeving de verplichting om alternatieve locaties in beschouwing te nemen in een plan-MER (Artikel 11.3 Omgevingsbesluit).

4 het plan-MER onderzoekt vijf alternatieven. Drie van de alternatieven zijn ontwikkeld voor milieuthema's: natuur, landschap en gezonde en veilige leefomgeving. Deze alternatieven hebben als doel zo min mogelijk effecten op het betreffende thema te veroorzaken. De andere twee alternatieven zijn ontwikkeld vanuit zoekgebieden vanuit de RES (alternatief RES 1.0) en vanuit de netinfrastructuur (alternatief energiesysteem). De vijf alternatieven tezamen brengen de bandbreedte aan mogelijkheden in beeld;
5 naast de vijf alternatieven binnen de onderzoekslocaties is het volledig onderzoeksgebied onderzocht in de basisbeoordeling. Daarmee zijn alle mogelijke onderzoeksgebieden onderzocht op milieueffecten, zonder weging (zo min mogelijk effecten op…) van een van de alternatieven;
6 de drie thematische alternatieven zijn gebaseerd op bestaand beleid. Dit betekent dat de kansrijke gebieden in het alternatief natuur de locaties zijn waar vanuit natuurwetgeving en -beleid geen wezenlijke (of positieve) effecten te verwachten zijn;
7 de drie thematische alternatieven zijn op een aantal punten aangescherpt naar aanleiding van de basisbeoordeling. Hiermee vormt de basisbeoordeling tezamen met de uitgangspunten vanuit bestaand beleid de basis voor de principes waarop de alternatieven zijn gebaseerd. Te denken valt aan het aanvullend uitsluiten van een gebied omdat uit de basisbeoordeling volgt dat een windturbine op deze locatie leidt tot sterk negatieve milieueffecten op het betreffende thema;
8 de alternatieven in het plan-MER voldoen niet per definitie aan de in de RES'en gestelde energiedoelstelling. Eén van de criteria in het plan-MER is daarom de 'toetsing aan de energiedoelstelling'.

Bij de alternatieven wordt rekening gehouden met een andere grootte van zoekgebieden voor wind en zon, vanwege de verstoringscontour van windturbines op bijvoorbeeld woningen en natuurgebieden,

Ad 3 en Ad 4 Toelichting alternatieven vanuit belemmeringen en vanuit voorkeurslocaties
Voor wind- en zonne-energie onderzoekt het plan-MER vijf alternatieven: RES 1.0, natuur, landschap, leefomgeving en energiesysteem. Uit de ingreep-effectrelaties blijken de effecten op natuur, landschap en leefomgeving vanuit milieu het meest bepalend voor de locatiekeuze van de energiebronnen. De alternatieven natuur, landschap en leefomgeving hebben tot doel om effecten op het betreffende milieuaspect zoveel mogelijk te voorkomen. Bij de ontwikkeling van de alternatieven zijn eerst vanuit beleid en wetgeving randvoorwaarden en eisen bepaald (bijvoorbeeld: vermijden van Natura 2000-gebieden en NNN gebieden voor het alternatief natuur). De gebieden die voldoen aan de randvoorwaarden en eisen voor het betreffende aspect, zijn in het alternatief opgenomen als zoekgebieden.

Naast natuur, landschap en leefomgeving zijn ook draagvlak en inpasbaarheid in het energiesysteem belangrijke voorwaarden voor de uitvoerbaarheid van het voornemen. Daarom onderzoekt het plan-MER ook de alternatieven RES 1.0 en het energiesysteem. Het alternatief RES 1.0 is gebaseerd op de resultaten van zoekgebieden in de verschillende RES'en 1.0. Het alternatief energiesysteem is mede gebaseerd op data van de regionale netbeheerder Liander.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten zijn binnen het volledig onderzoeksgebied de volgende alternatieven geformuleerd:
- **alternatief RES 1.0**: een alternatief dat uitgaat van de zoekgebieden uit de RES 1.0;
- **alternatief gezonde en veilige leefomgeving**: een alternatief waarin de leefomgeving leidend is, dus waar gestreefd wordt naar extra bescherming van de leefomgeving van de mens;
- **alternatief landschap**: een alternatief waarin het landschap leidend is, dus er sprake is van zo min mogelijk landschappelijke effecten;
- **alternatief natuur:** een alternatief met zo min mogelijk ecologische effecten;
- **alternatief energiesysteem:** een alternatief op basis van de bestaande en toekomstige netinfrastructuur in de provincie Gelderland. Het alternatief houdt rekening met huidige en toekomstige ruimte op het net en met een zo evenwichtig mogelijke verdeling tussen wind- en zonne-energie en rekening houdend met de benodigde netinfrastructuur. Hierbij ligt de focus op systeemefficiëntie.

7.2 Beschrijving alternatieven

7.2.1 Alternatief RES 1.0

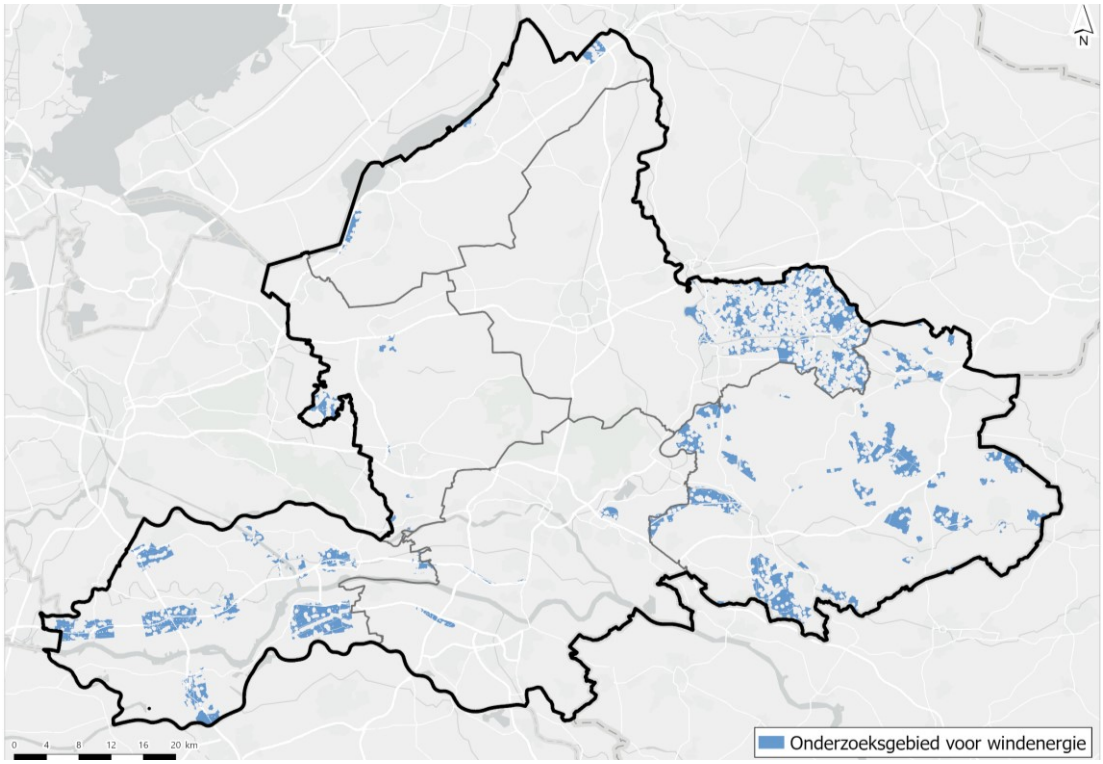
Alternatief RES 1.0

Het alternatief RES 1.0 onderzoekt de milieueffecten van de zoekgebieden voor wind en/of zon die in de RES 1.0 zijn beschreven. De gebieden die in de RES'en 1.0 zijn aangewezen als zoekgebied voor windenergie en de gebieden die zijn aangewezen als zoekgebied voor zonne-energie vormen de basis voor dit alternatief. In afbeelding 2.3 is voor de RES-zoekgebieden onderscheid gemaakt naar de specifieke status van deze gebieden, voorkomend uit het bestuurlijk-politiek proces. In het milieuonderzoeken worden alle in de RES 1.0 opgenomen zoekgebieden onderzocht als onderzoeksgebied voor het alternatief RES 1.0, ongeacht de in de RES 1.0 aangeduide status van deze zoekgebieden. Dit onderscheid in status per RES 1.0-zoekgebied komt daarmee niet terug in dit alternatief.

De in de RES 1.0 opgenomen gebieden gelden als de uitgangspunten voor dit alternatief. Door de RES 1.0 als alternatief op te nemen kunnen de milieueffecten van de andere vier alternatieven goed worden vergeleken met de zoekgebieden uit de RES 1.0. Daarnaast worden hiermee de zoekgebieden uit de RES 1.0 onderzocht op milieueffecten en worden eventuele risico's voor de haalbaarheid vanuit milieuperspectief inzichtelijk.

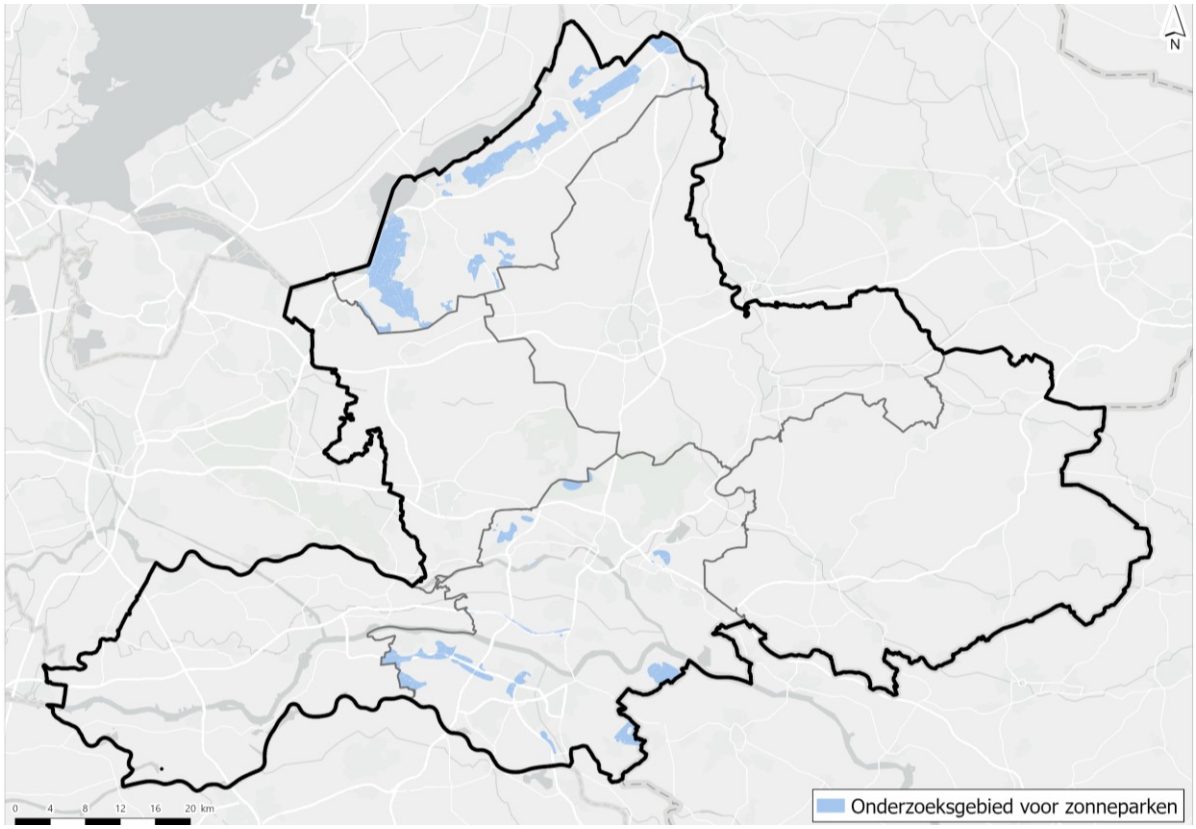
Afbeelding 7.1 laat het alternatief RES 1.0 zien voor windenergie. De opgenomen zoekgebieden in de RES'en 1.0 vormen hiervoor de input, ongeacht bestuurlijk-politieke status. Daarmee wordt het onderzoeksgebied binnen dit alternatief zo breed en objectief mogelijk gehouden. Afbeelding 7.2 laat het alternatief RES 1.0 zien voor zonne-energie, waarvoor hetzelfde uitgangspunt geldt.

Afbeelding 7.1 Alternatief RES 1.0[1] - onderzoeksgebied windenergie



[1] In deze afbeelding is alleen het onderzoeksgebied opgenomen dat binnen de RES 1.0-zoekgebieden overblijft na toepassing van de harde belemmeringen. Afbeelding 2.3 bevat de complete zoekgebieden uit de RES-1.0.

Afbeelding 7.2 Alternatief RES 1.0 - onderzoeksgebieden zonne-energie (enkel de zoekgebieden opgenomen voor RES-regio's die in de RES 1.0 zoekgebieden hebben aangewezen als zoekgebied voor zonneparken)



7.2.2 Alternatief gezonde en veilige leefomgeving

Het alternatief gezonde en veilige leefomgeving heeft als doel onderzoeksgebieden voor wind en zon te definiëren die - meer dan (voorheen) vanuit het Activiteitenbesluit vereist - rekening houden met een gezonde en veilige leefomgeving van de mens. Om kansrijke gebieden voor wind en zon te definiëren die aansluiten bij het doel van dit alternatief, vermijdt dit alternatief aan de hand van een strengere geluidsnorm (45 dB) en veiligheids-adviesafstanden zoveel mogelijk gebieden die vanuit geluidhinder en externe veiligheid enige hinder kunnen veroorzaken voor bewoners en gebruikers in het gebied. Daarmee wordt in dit alternatief aan de hand van deze geluidsnorm en adviesafstanden de potentiële hinder op de leefomgeving extra beperkt. Het alternatief houdt niet expliciet rekening met slagschaduw. De slagschaduwcontour is afhankelijk van de windturbine-eigenschappen en -positie. De effecten door slagschaduw zijn goed te mitigeren door bijvoorbeeld een stilstand voorziening. Provincie Gelderland verzoekt ontwikkelaars altijd om 0 uur slagschaduw te hanteren op gevoelige bestemmingen. De effecten door geluid zijn daarmee maatgevend voor de te bepalen afstand tot (beperkt) kwetsbare objecten. De effecten door slagschaduw worden wel beschreven en beoordeeld in de effectanalyse in het plan-MER paragraaf 5.9.1.

De belangrijkste sturende criteria die aan de basis liggen voor dit alternatief zijn:
- windturbines in dit alternatief niet geplaatst binnen de geluidscontouren die voortkomen uit toepassing van een 45 dB (L_{den}) geluidcontour op basis van de voorwaardelijke advieswaarde van de WHO. Hiermee wordt een strengere waarde gehanteerd dan de voormalige 47 dB (L_{den}) geluidnorm op de gevel van een geluidgevoelig object;
- er wordt rekening gehouden met de veiligheidscontouren en adviesafstanden. Omdat in sommige gevallen van deze adviesafstanden afgeweken kan worden, zijn ze niet op voorhand voor alle alternatieven uitgesloten (zie ook 4.3.3). De afstanden zijn vastgesteld in de Handreiking Risicozonering Windturbines (Rijkswaterstaat, 2020) en omvatten:

- rijkswegen: 58 m (halve rotordiameter) conform Wet Rijkswaterstaatwerken;
- spoorwegen: 66 m (halve rotordiameter + 7,85 m) conform Spoorwegenwet;
- vaarwegen: 58 m (halve rotordiameter) conform Waterwet en/of Wet rijkswaterstaatwerken.

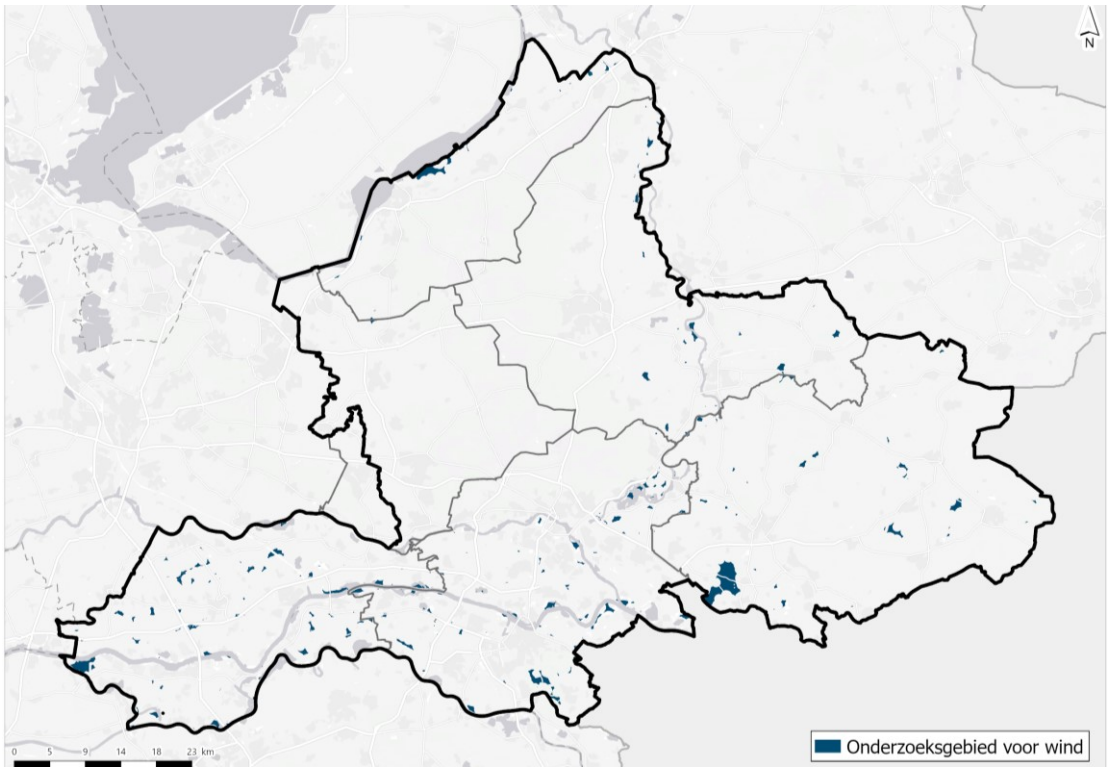
Gebieden die worden vermeden in dit alternatief, naast de harde belemmeringen voor wind en zon, zijn de volgende:

- externe veiligheid met -indien van toepassing- bijbehorende veiligheidscontouren: rijkswegen, spoorwegen, hoofdwaterwegen, waterkeringen, buisleidingen, BRZO-bedrijven en inrichtingen; de gebruikers van de infrastructuur en bedrijven worden hiermee extra beschermd;
- geluidhinder: 45 dB L_{den}[1] rond alle geluidgevoelige objecten;
- stiltegebieden.

Voor zonne-energie gelden geen normen omtrent het aanhouden van minimale afstanden tot woningen. Hinder door zonneparken concentreert zich met name in lichtreflectie, wat sterk afhangt van onder andere de opstelling en oriëntatie van het zonnepark. Effecten zijn hierdoor dusdanig te mitigeren dat dit alternatief hier niet op voorhand gebieden voor uitsluit.

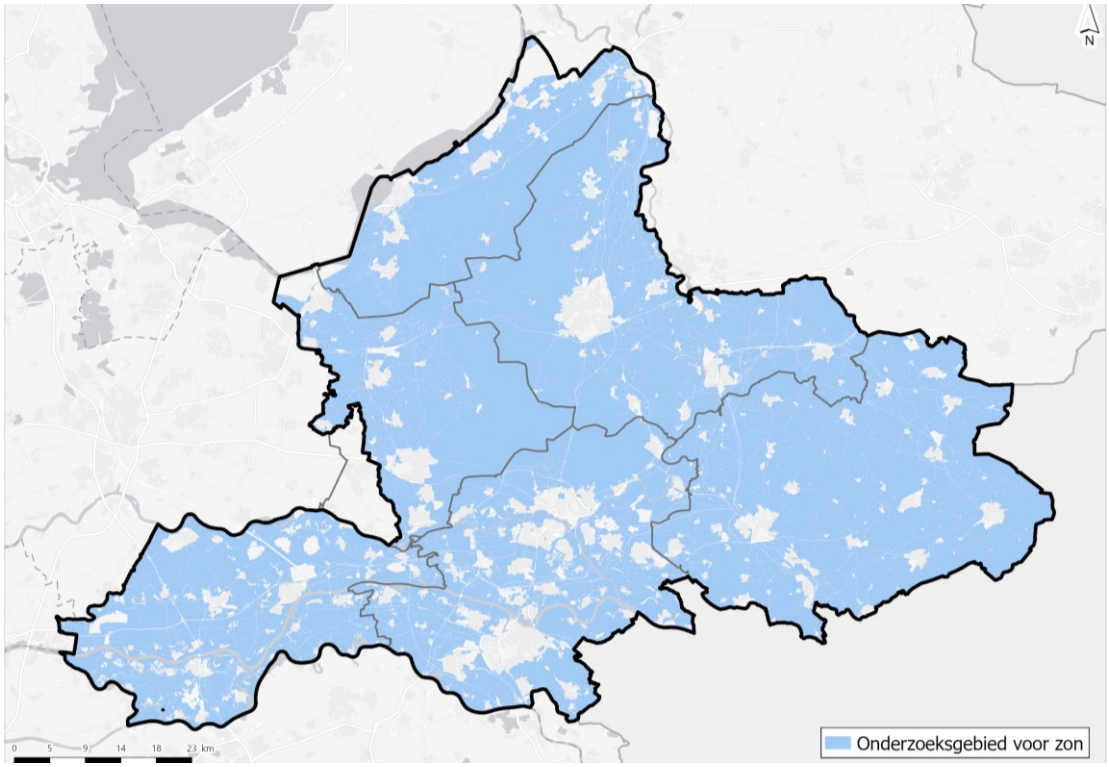
Afbeelding 7.3 laat het alternatief Gezonde en veilige leefomgeving zien voor windenergie (120 m) en afbeelding 7.4 voor zonneparken. Afbeelding 7.3 laat zien dat dit alternatief weinig ruimte biedt voor windturbines. Dit komt voort uit het toepassen van de 45 dB L_{den} geluidcontouren (585 m). Dit alternatief biedt hiermee weliswaar weinig ruimte, echter sluit het wel aan bij het doel van het alternatief: zoveel mogelijk rekening houden met de leefomgeving.

Afbeelding 7.3 Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving - windenergie



[1] 2 dB strenger betekent 585 m afstand in plaats van 385 m afstand. Zie paragraaf. 5.3.

Afbeelding 7.4 Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving - zonneparken*



*Bovenstaande kaart laat alle mogelijke onderzoeksgebieden zien na uitsluiting van de belemmeringen voor zonne-energie. Daarmee zijn ook onderzoeksgebieden opgenomen binnen, onder andere, de bebouwde kom. Dit zijn onrealistische onderzoeksgebieden voor grootschalige zonneparken voor de RES'en. In het plan-MER worden de onderzoeksgebieden binnen dit alternatief gefilterd, waarbij alleen realistische onderzoeksgebieden overblijven voor grootschalige opwek van zonne-energie.

7.2.3 Alternatief landschap

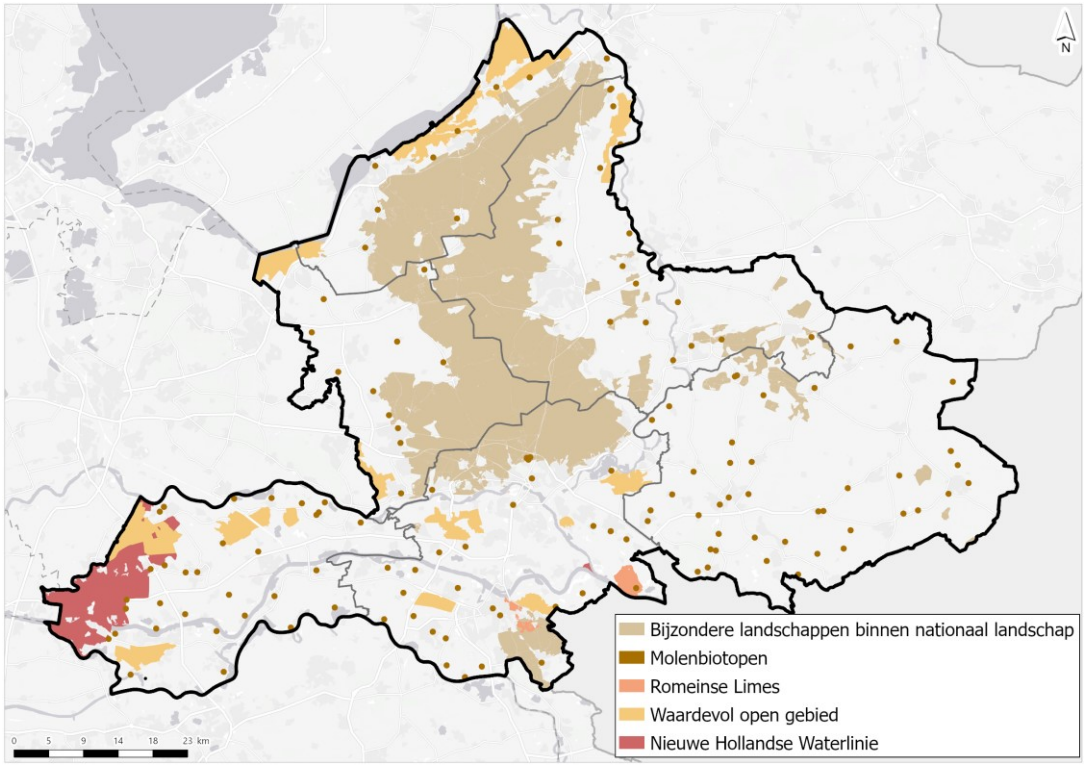
Het alternatief Landschap heeft als doel onderzoeksgebieden voor wind en zon te definiëren waarbij waardevolle en kwetsbare landschappelijke waarden worden vermeden. Om kansrijke gebieden voor wind en zon te definiëren die aansluiten bij het doel van dit alternatief, wordt in dit alternatief aangesloten bij de landschappelijke kernkwaliteiten uit landschappelijke referentiekaders.

Voor het alternatief Landschap wordt uitgegaan van het niet opnemen van de (inter)nationaal en provinciaal beschermde landschappen voor de ontwikkeling van wind- en grootschalige zonneparken. Dit betreft:
- nationale landschappen: in de basisbeoordeling is voor delen van nationale landschappen geconstateerd dat windenergie daar niet tot nauwelijks in te passen en daarmee tot negatieve effecten leidt. De betreffende gebieden uit tabel 5.11 en zoals getoond op afbeelding 5.5. en 5.6 zijn vermeden in dit alternatief;
- UNESCO-werelderfgoed: Nieuwe Hollandse Waterlinie[1] en Romeinse Limes;
- molenbiotopen;
- omgevingsverordening Gelderland: waardevolle open gebieden.

Afbeelding 7.5 laat bovenstaande niet opgenomen gebieden voor het alternatief Landschap op kaart zien.

[1] In het Afwegingskader energieopwekking Hollandse Waterlinies (Land-id, 2021) is nader uitgewerkt onder welke voorwaarden windenergie binnen de Hollandse Waterlinie ingepast kan worden. Dit is ook op kaart weergegeven. Met deze nuances uit het afweegkader is in de selectie van gebieden voor het alternatief Landschap geen rekening gehouden.

Afbeelding 7.5 Niet meegenomen gebieden in het alternatief Landschap (relevant voor wind en zon)



In de milieubeoordeling uit paragraaf 5.2 en bijlage II wordt aan de hand van de landschapstypen zoals gedefinieerd door het Compendium voor de Leefomgeving[1] (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed) en de verdieping hierop door de provincie Gelderland[2], in beeld gebracht wat milieueffecten zijn van de ontwikkeling van wind- en zonne-energie in de verschillende sublandschappen met bijbehorende kernkwaliteiten. Waar mogelijk worden bovenstaande referentiekaders aangevuld en/of onderbouwd met informatie uit andere kaders, zoals het Panorama Landschap (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed) of landschapsateliers die hebben plaatsgevonden bij de totstandkoming van de RES'en 1.0. Het plan-MER neemt voor zonne-energie de ZonneWIJzer, Gelderse gebiedsgids voor zonneparken (Gelders Energieakkoord, 2019[3]) in beschouwing. Dit is een handreiking met aanbevelingen om tot een goed ontwerp van een grond- of watergebonden zonnepark te komen. De ZonneWIJzer geeft handvatten voor een goede ruimtelijke inpassing, rekening houdend met landschappelijke karakteristieken. Ook maakt de ZonneWIJzer mogelijke functiecombinaties inzichtelijk, zoals gecombineerde functies met agrarisch grondgebruik, waterberging en/of recreatie.

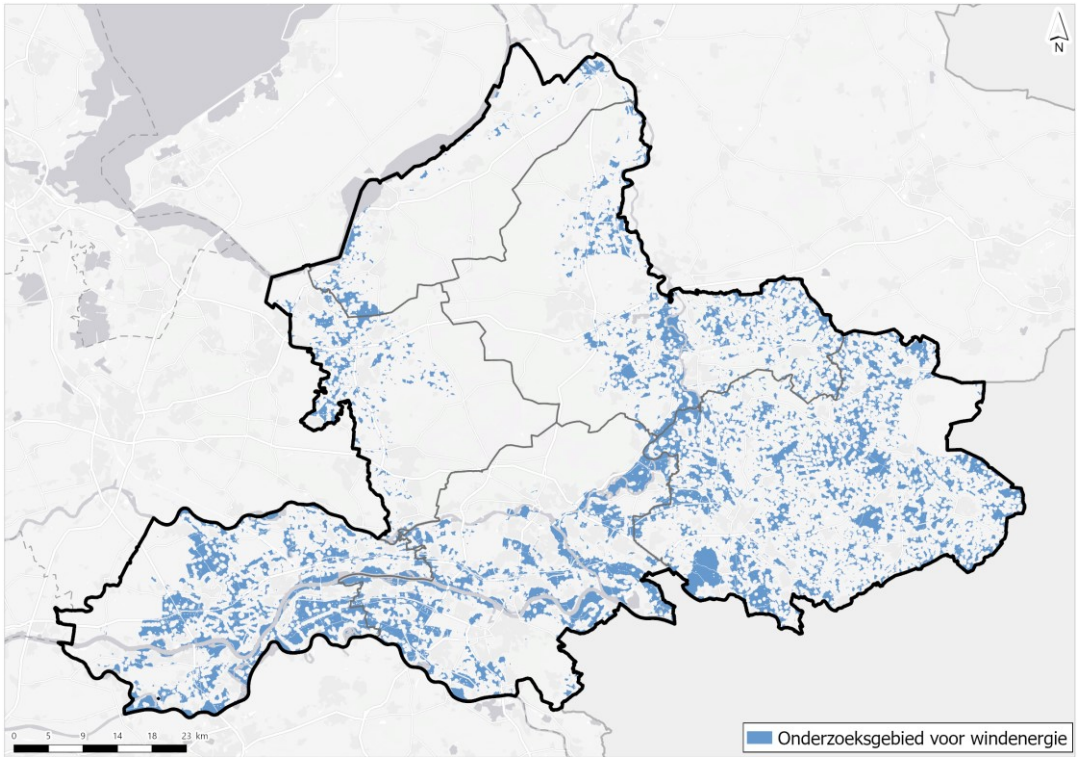
Afbeelding 7.6 laat het alternatief Landschap zien voor windenergie (120 m). Afbeelding 7.7 laat het alternatief Landschap zien voor zonneparken. Zoals aangegeven vermijdt het alternatief waardevolle en kwetsbare landschappelijke waarden. Het is dus geen selectie van gebieden die landschappelijk het meest optimaal is. Dit vraagt een nadere analyse op lager schaalniveau, rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden.

[1] https://www.clo.nl/indicatoren/nl1005-landschapstypologie.

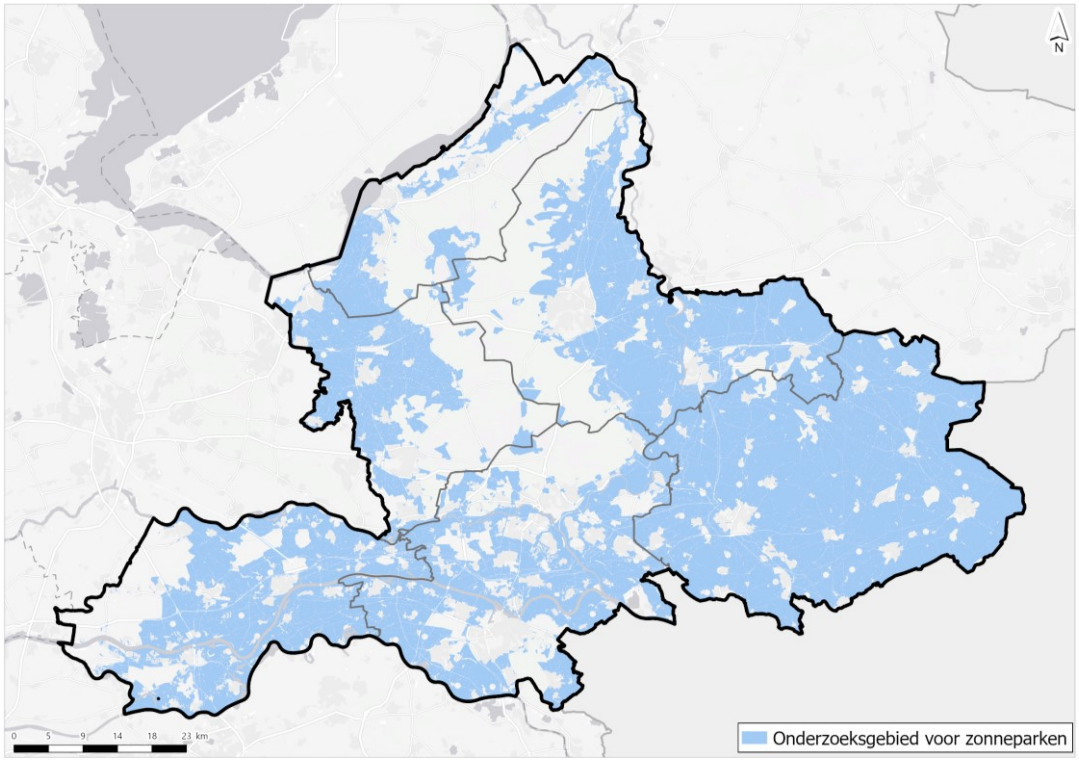
[2] Uitgewerkt in de Koepelgids Gelderland Ruimtelijke Kwaliteit en Landschap (De Gelderse Streekgidsen), via: https://media.gelderland.nl/Koepelgids_Gelderland_ef88b3027e.pdf.

[3] https://www.geldersenergieakkoord.nl/downloads/KC-001-1_GelderseZonneWijzer_v15.pdf.

Afbeelding 7.6 Alternatief Landschap - windenergie



Afbeelding 7.7 Alternatief Landschap - zonneparken



7.2.4 Alternatief natuur

Het alternatief Natuur heeft als doel onderzoeksgebieden voor wind en zon te definiëren die rekening houden met de meest waardevolle gebieden vanuit het thema natuur. Om kansrijke gebieden voor wind en zon te definiëren die aansluiten bij het doel van dit alternatief, worden in het alternatief de volgende gebieden niet meegenomen:

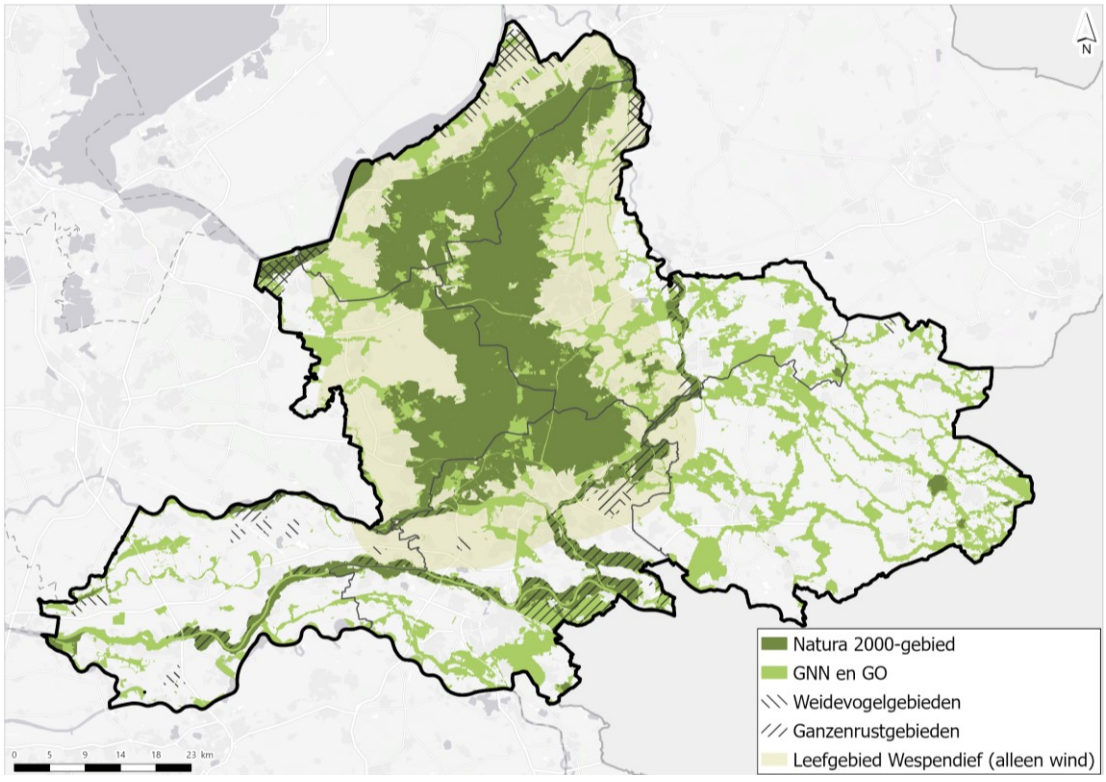
- alle Natura 2000-gebieden;
- alle GNN-gebieden (inclusief de gebieden die in de provinciale Omgevingsverordening zijn opgenomen als 'Gelders natuurnetwerk windturbines onder voorwaarden mogelijk');
- een zone van 8 km rondom Natura 2000-gebied de Veluwe om verstoring van het leefgebied van de wespendief tegen te gaan (alleen wind);
- weidevogelgebieden, inclusief 333 m rondom deze gebieden op grond van de basisbeoordeling (zie 5.1.2);
- groene ontwikkelingszones;
- ganzenrustgebieden.

Voor de natuurgebieden geldt ten aanzien van windenergie dat rekening is gehouden met het voorkomen van overdraai. Hiervoor is ½ rotordiameter afstand aangehouden.

Gebieden met beschermde soorten niet uitgesloten in alternatief natuur - nader onderzoek vereist
De grenzen van de gebieden met een hoge concentratie van beschermde soorten zijn onzeker waardoor de concentraties van beschermde soorten niet zijn uitgesloten in het alternatief Natuur. In het plan-MER onderzoeken wij op basis van openbare data of deze beschermde soorten wel daadwerkelijk in die gebieden voorkomen en wat de mogelijke effecten zijn van wind- en zonneparken op de beschermde soorten.

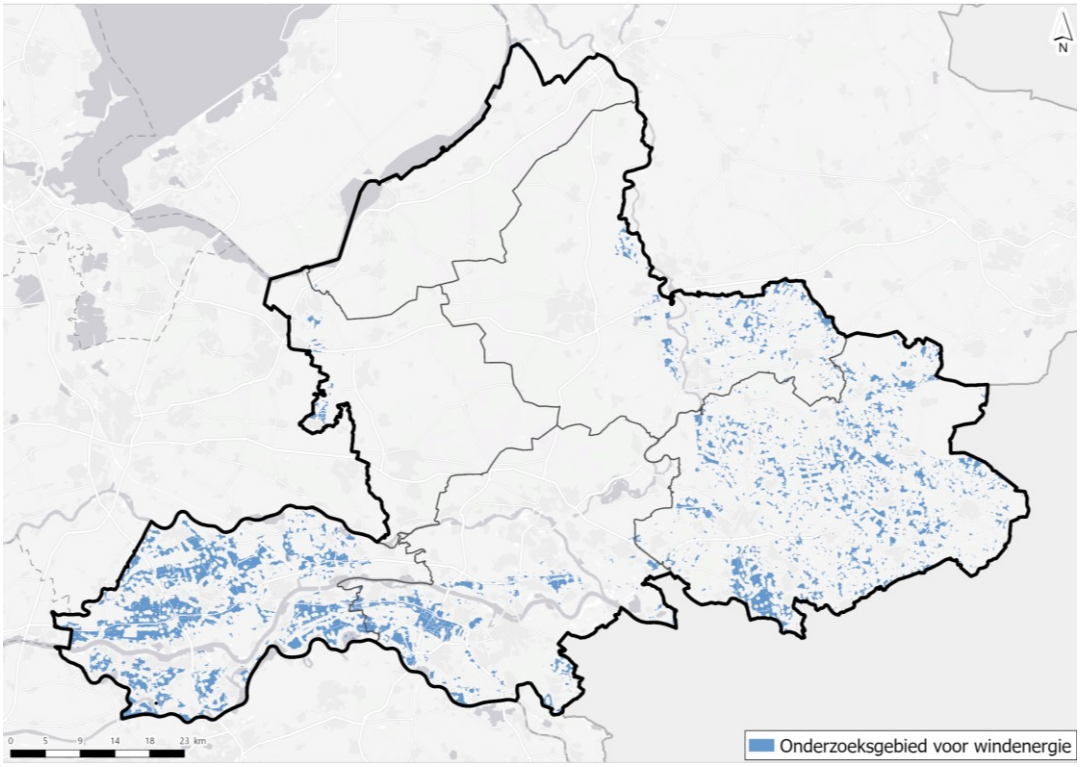
Afbeelding 7.8 laat bovenstaande niet opgenomen gebieden voor het alternatief Natuur op kaart zien.

Afbeelding 7.8 Niet meegenomen gebieden in het alternatief Natuur

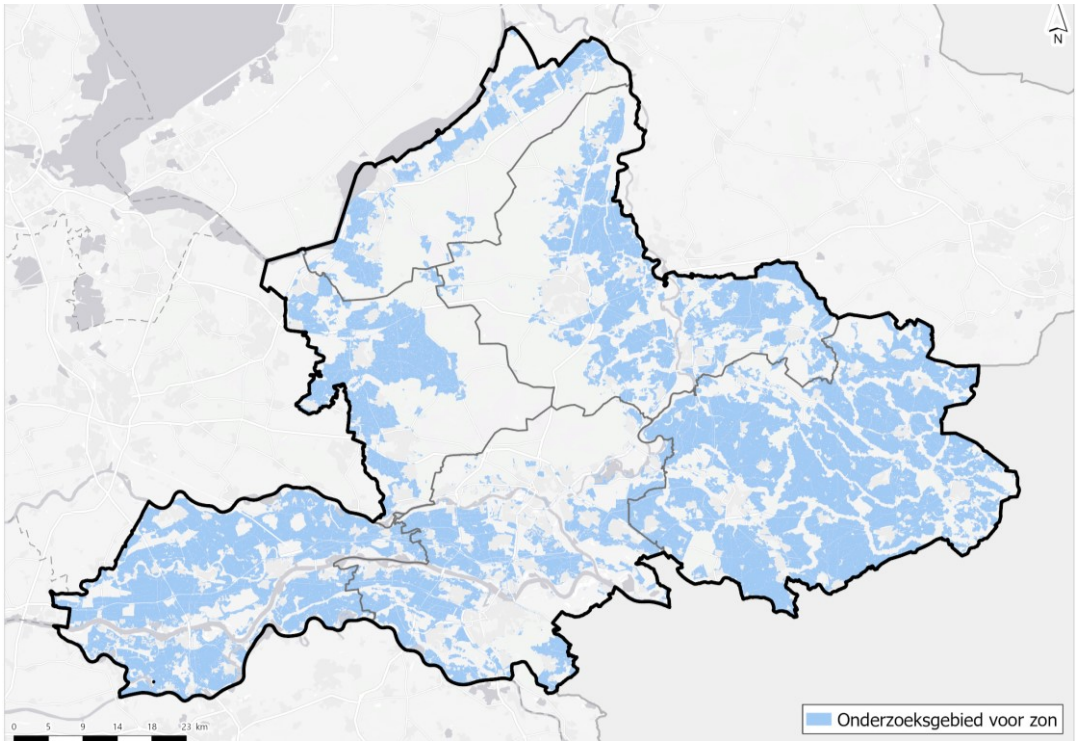


Afbeelding 7.9 laat het alternatief Natuur zien voor windenergie. Afbeelding 7.10 laat het alternatief Natuur zien voor zonneparken.

Afbeelding 7.9 Alternatief Natuur - windenergie



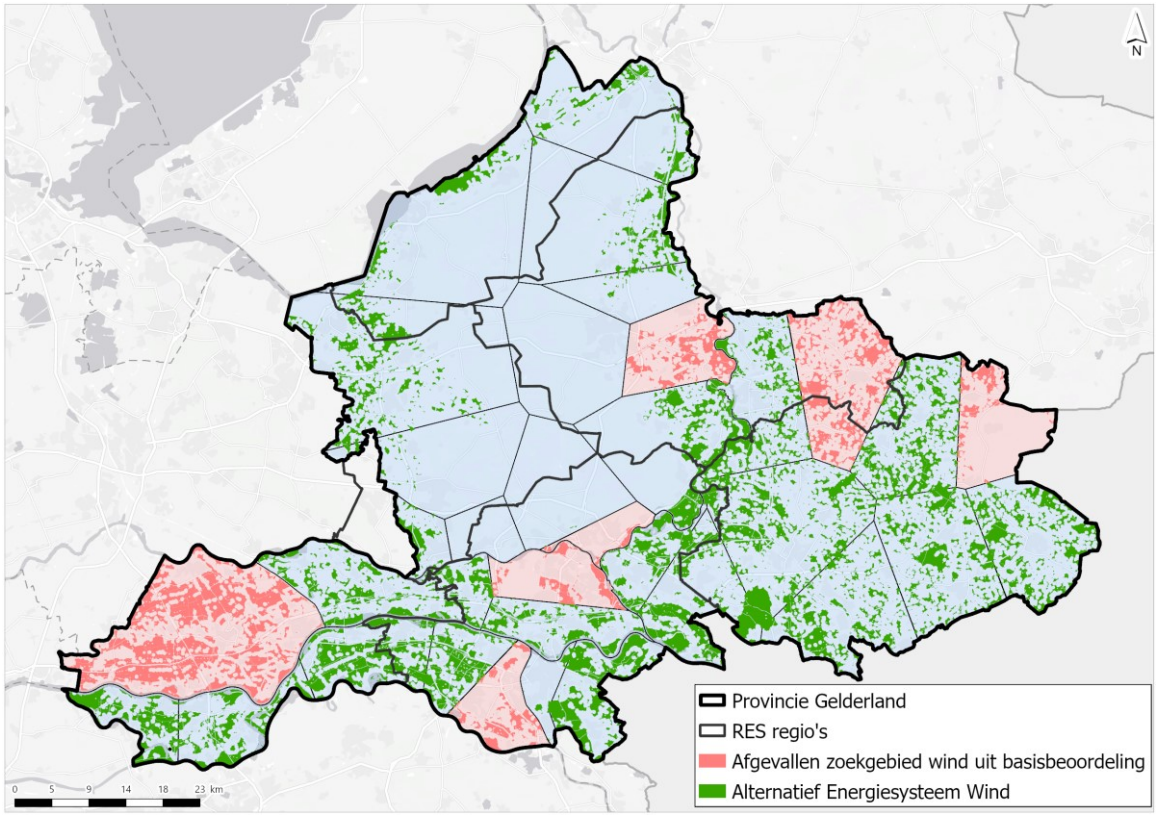
Afbeelding 7.10 Alternatief Natuur - zonneparken



7.2.5 Alternatief energiesysteem

Het alternatief energiesysteem bevat onderzoeksgebieden die naar verwachting in 2030 aan te sluiten zijn op het energienetwerk, zonder . Dit is het resultaat van de analyses in hoofdstuk 3.2 en 5.8[1]. Onderstaande afbeelding toont het onderzoeksgebied dat in dit alternatief is opgenomen.

Afbeelding 7.11 Onderzoeksgebied alternatief energiesysteem



[1] Door fout in geo-data is het verzorgingsgebied Woudhuis tussen Apeldoorn en Zutphen bij het samenstellen van het alternatief ten onrechte aangemerkt als gebied waar geen capaciteit beschikbaar is. Dit betekent informatie over dit gebied binnen de Stedendriehoek in het alternatief energiesysteem in hoofdstuk 9.5 op dit punt vertekend zijn. De overige analyses in hoofdstuk 5 en 9 zijn niet beïnvloed door deze fout omdat daarbij wel de juiste informatie is gehanteerd.

8

DOELBEREIK ALTERNATIEVEN

Dit hoofdstuk heeft als doel inzicht te geven in het doelbereik per alternatief. Dit resulteert in inzicht van de belangenafweging op (milieu)thema's en de gevolgen hiervan op de theoretisch potentiële energie-opwek. Het doelbereik laat zien hoeveel energie kan worden opgewekt met uitsluitend windenergie (uitgedrukt in GWh), hoeveel procent van de het nog te realiseren deel van de RES-doelstelling[1] hiermee behaald kan worden en wat de CO_2-reductie (Megaton; Mt) is. Ter vergelijking: 1 Megaton is de jaarlijkse CO_2-uitstoot van 52.600 huishoudens. Dit is ongeveer de grootte van gemeente Ede. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de ontwikkeling van windparken in een geordende opstelling en in een wolkopstelling. Het hoofdstuk gaat niet in op het doelbereik met zon omdat vanuit de basisbeoordeling (hoofdstuk 5) en de alternatieven (hoofdstuk 7) blijkt dat er ruim voldoende onderzoeksgebied is voor het ontwikkelen van zon op veld. Met het beschikbare onderzoeksgebied kan in alle regio's gemakkelijk minimaal enkele malen de doelstelling behaald worden.

De CO_2-reductie laat zien wat de vermeden CO_2-emissie is zodra de windturbines eenmaal in gebruik zijn. De totaal vermeden emissies over de gehele levensduur is toegelicht in paragraaf 5.7. Voor de vermeden CO_2-emissies van geproduceerde hernieuwbare elektriciteit is gerekend met het meest recente kental voor *CO_2-emissiefactor elektriciteitsproductie* (vastgesteld en voorgenomen beleid) uit de Klimaat- en Energieverkenning 2022 van het Planbureau voor de Leefomgeving[2]. Daarbij is het kental aangehouden van de referentieparkmethode (de geadviseerde benadering voor hernieuwbare opwek)[3], met als zichtjaar 2030 (0,29 kg CO_2/kWh). In dit kental is geen rekening gehouden met profieleffecten van opwek uit zon of wind en afnemende productie over de levensduur van de installatie, welke op langere termijn kunnen leiden tot een lagere CO_2-besparing per geproduceerde kWh elektriciteit[4].

Leeswijzer bij deze analyse

De analyse brengt in beeld of de RES-doelstelling met uitsluitend wind behaald zou kunnen worden. De getallen in de tabellen zijn gebaseerd op hetgeen nu gerealiseerd is en wat nog in de pijplijn zit en zijn gebaseerd op de voortgangsrapportages van de RES-regio's (peildatum januari 2023, zie ook paragraaf 2.4). Dit is een analyse voor onderzoeksdoeleinden. Dat neemt niet weg dat er in regionaal verband afspraken bestaan over het bod wind en zon zoals opgenomen in paragraaf 2.5. Daarnaast is in deze analyse nog geen rekening gehouden met beperkingen die voortkomen uit het energiesysteem. Zie hiervoor paragraaf 10.6.

[1] Dit omvat zowel de pijplijnprojecten als het openstaande deel van de doelstelling uit tabel 2.1.

[2] Planbureau voor de Leefomgeving, 2022. *Klimaat- en Energieverkenning 2022*, tabel 23.

[3] Agentschap NL et al., 2012. *Berekening van de CO2-emissies, het primair fossiel energiegebruik en het rendement van elektriciteit in Nederland.*

[4] Planbureau voor de Leefomgeving, 2022. *Eindadvies basisbedragen SDE++ 2022*, p. 259.

8.1 Doelbereik alternatief RES 1.0

Het alternatief RES 1.0 onderzoekt de milieueffecten van de zoekgebieden voor wind en/of zon die in de RES 1.0 zijn beschreven. In deze paragraaf zijn de onderzoekslocaties (zie hoofdstuk 6) op de onderzoeksgebieden van het alternatief RES 1.0 (zie paragraaf 7.2.1) geprojecteerd. Dit betekent dat binnen het onderzoeksgebied (het plangebied minus de belemmeringen) enkel de locaties overblijven waar in potentie een windpark gerealiseerd kan worden: de onderzoekslocaties. Hieruit ontstaat een beeld van de opwekpotentie per RES-regio als alleen windenergie wordt gerealiseerd binnen de zoekgebieden zoals opgenomen in de RES'en 1.0. Daaruit volgt een indicatie van het doelbereik van dit alternatief. De tabellen 8.1 (ashoogte 120 m) en 8.2 (ashoogte 166 m) laten het doelbereik zien voor het alternatief RES 1.0.

Doelbereik met windturbines (ashoogte 120 m)

Tabel 8.1 laat zien dat met windturbines met een ashoogte van 120 m de opwekdoelstellingen in de helft van de regio's behaald kan worden. Zo zijn de onderzoekslocaties binnen de onderzoeksgebieden in de RES-regio's Noord-Veluwe, GMR Arnhem-Nijmegen en Foodvalley niet toereikend om de resterende doelstelling met uitsluitend windenergie te behalen. Dit betekent dat het resterend bod met zonne-energie gerealiseerd moet worden, of dat het aantal zoekgebieden moet worden uitgebreid. In de overige RES-regio's kan de doelstelling ruimschoots worden behaald met alleen windenergie.

Tabel 8.1 Doelbereik alternatief RES 1.0 - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (120 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling[1] (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	297	72 %	0,09	361	87 %	0,10
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	266	22 %	0,08	329	28 %	0,10
Foodvalley	593	467	79 %	0,14	563	95 %	0,16
FruitDelta Rivierenland	773	3.218	416 %	0,93	3.866	500 %	1,12
Achterhoek	975	4.875	500 %	1,41	5.852	600 %	1,70
Stedendriehoek	760	3.515	463 %	1,02	4.216	555 %	1,22
Totaal provincie	**4.713**	**12.638**	**268 %**	**3,66**	**15.187**	**322 %**	**4,40**

Doelbereik met windturbines (ashoogte 166 m)

Tabel 8.2 laat zien dat met windturbines met een ashoogte van 166 m de opwekdoelstellingen in tweederde van de regio's behaald kan worden. Regio Foodvalley kan met realisatie van windturbines met een ashoogte van 166 m in geordende opstelling 98 % van hun doelstelling behalen. Windenergie is daarmee voor deze regio bijna toereikend. Regio GMR Arnhem-Nijmegen behaald slechts 28 - 35 % van haar doelstelling met windenergie. In de overige RES-regio's zou de doelstelling ruimschoots worden behaald kunnen worden met alleen windenergie.

[1] Het nog te realiseren deel van de RES-doelstelling omvat zowel de pijplijnprojecten als het openstaande deel van de doelstelling uit tabel 2.1.

Tabel 8.2 Doelbereik alternatief RES 1.0 - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (166 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	372	90 %	0,11	434	105 %	0,13
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	330	28 %	0,10	413	35 %	0,12
Foodvalley	593	578	98 %	0,17	702	118 %	0,20
FruitDelta Rivierenland	773	3.965	513 %	1,15	4.770	617 %	1,38
Achterhoek	975	6.009	616 %	1,74	7.228	741 %	2,10
Stedendriehoek	760	4.337	571 %	1,26	5.204	685 %	1,51
Totaal provincie	**4.713**	**15.591**	**331 %**	**4,52**	**18.750**	**398 %**	**5,44**

Conclusie doelbereik alternatief RES 1.0

Voor de RES-regio's FruitDelta Rivierenland, Achterhoek en Stedendriehoek biedt windenergie (ashoogte 120 m of 166 m) ruimschoots voldoende potentie om de opwekdoelstellingen te behalen. In de RES-regio's Noord-Veluwe en Foodvalley kan meer dan 90 % van de doelstelling gehaald worden, mits realisatie van windparken met windturbines met een ashoogte van 166 m. Voor de GMR Arnhem-Nijmegen is windenergie niet toereikend. Provinciebreed kan de totale doelstelling (alle 6 regionale doelstellingen bijeen) ruimschoots behaald worden.

8.2 Doelbereik alternatief gezonde en veilige leefomgeving

Het alternatief gezonde en veilige leefomgeving heeft als doel onderzoeksgebieden voor wind en zon te definiëren die - meer dan (voorheen) vanuit het Activiteitenbesluit vereist - rekening houden met een gezonde en veilige leefomgeving van de mens. Daarmee heeft dit alternatief ten doel zoveel mogelijk rekening te houden met een gezonde en veilige leefomgeving. Het onderzoeksgebied binnen die alternatief is gebaseerd op de 45 dB L_{den} geluidscontour, wat leidt tot een grotere afstand tot geluidgevoelige bestemmingen en biedt daardoor op voorhand relatief weinig ruimte.

In deze paragraaf zijn de onderzoekslocaties (zie hoofdstuk 6) op de onderzoeksgebieden van het alternatief gezonde en veilige leefomgeving (zie paragraaf 7.2.2) geprojecteerd. Dit betekent dat binnen het onderzoeksgebied (het plangebied minus de belemmeringen) enkel de locaties overblijven waar in potentie een windpark gerealiseerd kan worden: de onderzoekslocaties. Hieruit ontstaat een beeld van de opwekpotentie per RES-regio als alleen windenergie wordt gerealiseerd binnen de gebieden die op grote afstand van geluidgevoelige gebouwen liggen. Daaruit volgt een indicatie van het doelbereik van dit alternatief. De tabellen 8.3 (ashoogte 120 m) en 8.4 (ashoogte 166 m) laten het doelbereik zien voor het alternatief gezonde en veilige leefomgeving.

Doelbereik met windturbines (ashoogte 120 m)

Tabel 8.3 laat zien dat met windturbines met een ashoogte van 120 m de opwekdoelstellingen in bijna geen van de regio's behaald kan worden. Dit betekent dat de onderzoekslocaties binnen de gebieden in dit alternatief onvoldoende opwekpotentie bieden om de RES-doelstellingen te behalen, met uitzondering van de regio Rivierenland (102 % met wolkopstelling). Voor de regio Foodvalley kan maximaal 5 % (wolkopstelling) van de doelstelling behaald worden. Voor de RES-regio Noord-Veluwe is dit 87 %. Dit betekent dat maximaal rekening houden met de leefomgeving (45 dB L_{den} geluidscontour) bij de

ontwikkeling van enkel windenergie in 5 van de 6 regio's leidt tot het niet behalen van de RES-doelstellingen. Voor overige RES-regio's betekent dit dat een relatief groot van de doelstelling met zonne-energie gerealiseerd moet worden.

Tabel 8.3 Doelbereik alternatief gezonde en veilige leefomgeving - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (120 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	Doelstelling (GWh)	Theoretische opwek (GWh)	% behalen doelstelling	CO2-reductie (Mt/jaar)	Theoretische opwek wolk (GWh)	% behalen RES-doelstelling wolk	CO2-reductie (Mt)
Noord-Veluwe	415	297	72 %	0,09	361	87 %	0,10
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	573	48 %	0,17	690	58 %	0,20
Foodvalley	593	21	4 %	0,01	32	5 %	0,01
FruitDelta Rivierenland	773	648	84 %	0,19	786	102 %	0,23
Achterhoek	975	648	66 %	0,19	786	81 %	0,23
Stedendriehoek	760	234	31 %	0,07	287	38 %	0,08
Totaal provincie	**4.713**	**2.421**	**51 %**	**0,70**	**2.942**	**62 %**	**0,85**

Doelbereik met windturbines (ashoogte 166 m)

Tabel 8.4 laat zien dat ook met windturbines met een ashoogte van 166 m de opwekdoelstellingen in ongeveer de helft van de regio's behaald kan worden. Bij een geordende opstelling geldt dit alleen voor regio FruitDelta Rivierenland. Bij een wolkopstelling ook voor de regio's Noord-Veluwe en Achterhoek. In de regio's GMR Arnhem-Nijmegen (59-71 %), Stedendriehoek (38-46 %) en met name Foodvalley (3-7 %) is het afhankelijk van de opstelling niet mogelijk om de openstaande RES-opgave met alleen windenergie te behalen als rekening gehouden wordt met onder meer de 45 dB L_{den} geluidscontour.

Tabel 8.4 Doelbereik alternatief gezonde en veilige leefomgeving - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (166 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	Doelstelling (GWh)	Theoretische opwek (GWh)	% behalen doelstelling	CO2-reductie (Mt)	Theoretische opwek wolk (GWh)	% behalen RES-doelstelling wolk	CO2-reductie (Mt)
Noord-Veluwe	415	372	90 %	0,11	434	105 %	0,13
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	702	59 %	0,20	847	71 %	0,25
Foodvalley	593	21	3 %	0,01	41	7 %	0,01
FruitDelta Rivierenland	773	805	104 %	0,23	971	126 %	0,28
Achterhoek	975	805	83 %	0,23	971	100 %	0,28
Stedendriehoek	760	289	38 %	0,08	351	46 %	0,10
Totaal provincie	**4.659**	**2.994**	**64 %**	**0,87**	**3.614**	**78 %**	**1,05**

Conclusie doelbereik alternatief gezonde en veilige leefomgeving

Voor vrijwel alle regio's biedt windenergie (ashoogte 120 m of 166 m) onvoldoende potentie om de opwekdoelstellingen te behalen als enkel gebieden worden ingevuld die rekening houden met de 45 dB L_{den} geluidscontour tot geluidgevoelige gebouwen. In enkele RES-regio's (bijvoorbeeld Noord-Veluwe of FruitDelta Rivierenland) biedt zonne-energie mogelijk voldoende potentie om het resterend bod alsnog in te kunnen vullen. Wel kan dit tot knelpunten op het elektriciteitsnet leiden (zie paragraaf 5.8), waardoor het halen van de doelstelling met enkel zonne-energie niet realistisch is. Indien het bod uitsluitend met windenergie ingevuld moet worden, is de windpotentie in de overige regio's te laag. Provinciebreed kan de totale doelstelling (alle 6 regionale doelstellingen bijeen) ook niet behaald worden met enkel windenergie. Dit betekent dat ofwel het resterend bod met zonne-energie gevuld moet worden, ofwel dat concessies moeten worden gemaakt in de belangenafweging tussen verschillende (milieu)thema's.

8.3 Doelbereik alternatief landschap

Het alternatief Landschap heeft als doel onderzoeksgebieden voor wind en zon te definiëren die zoveel mogelijk rekening houden met de landschappelijke waarden. In deze paragraaf zijn de onderzoekslocaties (zie hoofdstuk 6) op de onderzoeksgebieden van het alternatief landschap (zie paragraaf 7.2.3) geprojecteerd. Dit betekent dat binnen het onderzoeksgebied (het plangebied minus de belemmeringen) enkel de locaties overblijven waar in potentie een windpark gerealiseerd kan worden: de onderzoekslocaties. Hieruit ontstaat een beeld van de opwekpotentie per RES-regio als alleen windenergie wordt gerealiseerd binnen de gebieden die zoveel mogelijk rekening houden met landschappelijke waarden. Daaruit volgt een indicatie van het doelbereik van dit alternatief. De tabellen 8.5 (ashoogte 120 m) en 8.6 (ashoogte 166 m) laten het doelbereik zien voor het alternatief landschap.

Doelbereik met windturbines (ashoogte 120 m)

Tabel 8.5 laat zien dat met windturbines met een ashoogte van 120 m de opwekdoelstellingen in alle regio's ruimschoots behaald kunnen worden. Dit betekent dat de onderzoekslocaties binnen de gebieden in dit alternatief ruim voldoende opwekpotentie bieden (soms meer dan het tienvoudige) om de RES-doelstellingen te behalen met enkel windenergie.

Tabel 8.5 Doelbereik alternatief landschap - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (120 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	1.678	404 %	0,49	2.018	486 %	0,59
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	11.300	944 %	3,28	13.541	1.131 %	3,93
Foodvalley	593	2.782	469 %	0,81	3.345	564 %	0,97
FruitDelta Rivierenland	773	10.163	1.315 %	2,95	12.181	1.576 %	3,53
Achterhoek	975	17.958	1.842 %	5,21	21.516	2.207 %	6,24
Stedendriehoek	760	8.655	1.139 %	2,51	10.376	1.365 %	3,01
Totaal provincie	**4.713**	**52.537**	**1.115 %**	**15,24**	**62.977**	**1.336 %**	**18,26**

Doelbereik met windturbines (ashoogte 166 m)

Tabel 8.6 laat zien dat ook met windturbines met een ashoogte van 166 m de opwekdoelstellingen in alle regio's ruimschoots behaald kunnen worden. Dit betekent dat de onderzoekslocaties binnen de gebieden in dit alternatief ruim voldoende opwekpotentie bieden (soms meer dan het tienvoudige) om de RES-doelstellingen te behalen met enkel windenergie. Wel betekent dit dat naar verwachting meer effecten optreden op andere thema's, zoals de leefomgeving.

Tabel 8.6 Doelbereik alternatief landschap - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (166 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	2.065	498 %	0,60	2.499	602 %	0,72
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	13.959	1.166 %	4,05	16.727	1.397 %	4,85
Foodvalley	593	3.428	578 %	0,99	4.130	696 %	1,20
FruitDelta Rivierenland	773	12.555	1.624 %	3,64	15.033	1.945 %	4,36
Achterhoek	975	22.178	2.275 %	6,43	26.577	2.726 %	7,71
Stedendriehoek	760	10.676	1.405 %	3,10	12.803	1.685 %	3,71
Totaal provincie	**4.713**	**64.862**	**1.376 %**	**18,81**	**77.768**	**1.650 %**	**22,55**

Conclusie doelbereik alternatief landschap

Voor alle RES-regio's biedt windenergie (ashoogte 120 m of 166 m) ruimschoots voldoende potentie om de opwekdoelstellingen te behalen als enkel gebieden worden ingevuld waarbij zoveel mogelijk rekening is gehouden met landschappelijke waarden[1]. Provinciebreed kan de totale doelstelling (alle 6 regionale doelstellingen bijeen) ook ruimschoots behaald worden.

8.4 Doelbereik alternatief natuur

Het alternatief natuur heeft als doel onderzoeksgebieden voor wind en zon te definiëren die rekening houden met verschillende typen natuur gebieden. In deze paragraaf zijn de onderzoekslocaties (zie hoofdstuk 6) op de onderzoeksgebieden van het alternatief natuur (zie paragraaf 7.2.4) geprojecteerd. Dit betekent dat binnen het onderzoeksgebied (het plangebied minus de belemmeringen) enkel de locaties overblijven waar in potentie een windpark gerealiseerd kan worden: de onderzoekslocaties. Hieruit ontstaat een beeld van de opwekpotentie per RES-regio als alleen windenergie wordt gerealiseerd binnen de gebieden die zoveel mogelijk rekening houden met natuurgebieden. Daaruit volgt een indicatie van het doelbereik van dit alternatief. De tabellen 8.7 (ashoogte 120 m) en 8.8 (ashoogte 166 m) laten het doelbereik zien voor het alternatief natuur.

Doelbereik met windturbines (ashoogte 120 m)

Tabel 8.7 laat zien dat met windturbines met een ashoogte van 120 m de opwekdoelstellingen in vier van de zes regio's ruimschoots behaald kunnen worden. In de RES-regio's Noord-Veluwe (8 %) en Foodvalley (47 %) biedt dit alternatief onvoldoende ruimte om de opwekdoelstellingen te kunnen halen. Dit komt door ligging nabij de Veluwe. In dit alternatief is het gebied tot 8 km rondom de Veluwe vermeden (vanwege de

[1] Landschappelijke inpassing op projectniveau volgt in een latere fase bij uitwerking van concrete projecten.

Wespendief), wat maakt dat weinig ruimte voor windenergie resteert in deze regio's. Daarmee laat dit alternatief ook de impact zien van volledige uitsluiting van windenergie in de zone van 8 km rondom de Veluwe.

Tabel 8.7 Doelbereik alternatief natuur - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (120 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	21	5 %	0,01	32	8 %	0,01
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	2.570	215 %	0,75	3.090	258 %	0,90
Foodvalley	593	223	38 %	0,06	276	47 %	0,08
FruitDelta Rivierenland	773	7.827	1.013 %	2,27	9.388	1.214 %	2,72
Achterhoek	975	7.880	808 %	2,29	9.452	969 %	2,74
Stedendriehoek	760	1.890	249 %	0,55	2.273	299 %	0,66
Totaal provincie	**4.713**	**20.412**	**433 %**	**5,92**	**2.4511**	**520 %**	**7,11**

Doelbereik met windturbines (ashoogte 166 m)

Tabel 8.8 laat zien dat ook met windturbines met een ashoogte van 166 m de opwekdoelstellingen in vier van de zes regio's ruimschoots behaald kunnen worden. In de RES-regio's Noord-Veluwe (10 %) en Foodvalley (56 %) biedt dit alternatief ook met grote windturbines onvoldoende ruimte om de opwekdoelstellingen te kunnen halen.

Tabel 8.8 Doelbereik alternatief natuur - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (166 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	21	5 %	0,01	41	10 %	0,01
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	3.180	266 %	0,92	3.820	319 %	1,11
Foodvalley	593	268	45 %	0,08	330	56 %	0,10
FruitDelta Rivierenland	773	9.664	1.250 %	2,80	11.585	1.499 %	3,36
Achterhoek	975	9.726	998 %	2,82	11.667	1.197 %	3,38
Stedendriehoek	760	2.333	307 %	0,68	2.808	370 %	0,81
Totaal provincie	**4.713**	**25.193**	**535 %**	**7,31**	**30.252**	**642 %**	**8,77**

Conclusie doelbereik alternatief natuur

Voor twee RES-regio's (Noord-Veluwe en Foodvalley) biedt windenergie (ashoogte 120 m of 166 m) onvoldoende potentie om de opwekdoelstellingen te behalen als zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met natuurgebieden met bijbehorende waarden. Dit komt door ligging nabij de Veluwe en overlap met de zone van 8 km rondom de Veluwe (vanwege de Wespendief), waardoor weinig ruimte resteert in deze regio's. Voor de overige vier regio's kunnen de doelstellingen ruimschoots behaald worden. Ook provinciebreed kan de totale doelstelling alle 6 regionale doelstellingen bijeen) ruimschoots behaald worden.

8.5 Doelbereik alternatief energiesysteem

In deze paragraaf zijn de onderzoekslocaties (zie hoofdstuk 6) op de onderzoeksgebieden van het alternatief energiesysteem (zie paragraaf 7.2.5) geprojecteerd. Dit betekent dat binnen het onderzoeksgebied (het plangebied minus de belemmeringen) enkel de locaties overblijven waar in potentie een windpark gerealiseerd kan worden: de onderzoekslocaties. Hieruit ontstaat een beeld van de opwekpotentie per RES-regio als alleen windenergie wordt gerealiseerd binnen de gebieden die zoveel mogelijk rekening houden met het energiesysteem. Daaruit volgt een indicatie van het doelbereik van dit alternatief. De tabellen 8.9 (ashoogte 120 m) en 8.10 (ashoogte 166 m) laten het doelbereik zien voor het alternatief energiesysteem.

Doelbereik met windturbines (ashoogte 120 m)

Tabel 8.9 laat zien dat met windturbines met een ashoogte van 120 m de opwekdoelstellingen in alle regio's ruimschoots behaald kunnen worden. Dit betekent dat de onderzoekslocaties binnen de gebieden in dit alternatief ruim voldoende opwekpotentie bieden (soms meer dan het tienvoudige) om de RES-doelstellingen te behalen met enkel windenergie.

Tabel 8.9 Doelbereik alternatief energiesysteem - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (120 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (Mt)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (Mt)**
Noord-Veluwe	415	2.995	722 %	0,87	3.600	867 %	1,04
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	8.039	672 %	2,33	9.643	806 %	2,80
Foodvalley	593	3.186	537 %	0,92	3.823	645 %	1,11
FruitDelta Rivierenland	773	4.800	621 %	1,39	5.756	745 %	1,67
Achterhoek	975	15.293	1.568 %	4,43	18.330	1.880 %	5,32
Stedendriehoek	760	3.940	518 %	1,14	4.726	622 %	1,37
Totaal provincie	**4.713**	**38.253**	**812 %**	**11,09**	**45.878**	**973 %**	**13,30**

Doelbereik met windturbines (ashoogte 166 m)

Tabel 8.10 laat zien dat ook met windturbines met een ashoogte van 166 m de opwekdoelstellingen in alle regio's ruimschoots behaald kunnen worden. Dit betekent dat de onderzoekslocaties binnen de gebieden in dit alternatief ruim voldoende opwekpotentie bieden (soms meer dan het tienvoudige) om de RES-doelstellingen te behalen met enkel windenergie. Wel betekent dit dat naar verwachting meer effecten optreden op andere thema's, zoals de leefomgeving.

Tabel 8.10 Doelbereik alternatief energiesysteem - Theoretische jaarlijkse opwekpotentie en CO_2-reductie van windturbines (166 m) in geordende en wolkopstelling, gespiegeld aan RES-doelstelling

		Geordende opstelling			Wolkopstelling		
RES-regio	**Doelstelling (GWh)**	**Theoretische opwek (GWh)**	**% behalen doelstelling**	**CO2-reductie (kg/GWh)**	**Theoretische opwek wolk (GWh)**	**% behalen RES-doelstelling wolk**	**CO2-reductie (kg/GWh)**
Noord-Veluwe	415	3.696	891 %	1,07	4.440	1.070 %	1,29
GMR Arnhem-Nijmegen	1.197	9.933	830 %	2,88	11.915	995 %	3,46
Foodvalley	593	3.924	662 %	1,14	4.708	794 %	1,37
FruitDelta Rivierenland	773	5.927	767 %	1,72	7.104	919 %	2,06
Achterhoek	975	18.874	1.936 %	5,47	22.632	2.321 %	6,56
Stedendriehoek	760	4.853	639 %	1,41	5.823	766 %	1,69
Totaal provincie	**4.713**	**47.206**	**1.002 %**	**13,69**	**56.622**	**1.201 %**	**16,42**

Conclusie doelbereik alternatief energiesysteem

Voor alle RES-regio's biedt windenergie (ashoogte 120 m of 166 m) ruimschoots voldoende potentie om de opwekdoelstellingen te behalen als enkel gebieden worden ingevuld waarbij zoveel mogelijk rekening is gehouden met het energiesysteem. Provinciebreed kan de totale doelstelling (alle 6 regionale doelstellingen bijeen) ook ruimschoots behaald worden. De theoretische opwekmogelijkheid verschilt wel sterk van de aansluitmogelijkheden per RES-regio. In paragraaf 5.8 is aandacht besteedt aan de aansluitmogelijkheden per RES-regio.

8.6 Gevoeligheidsanalyse bestaande en autonome windturbines op doelbereik

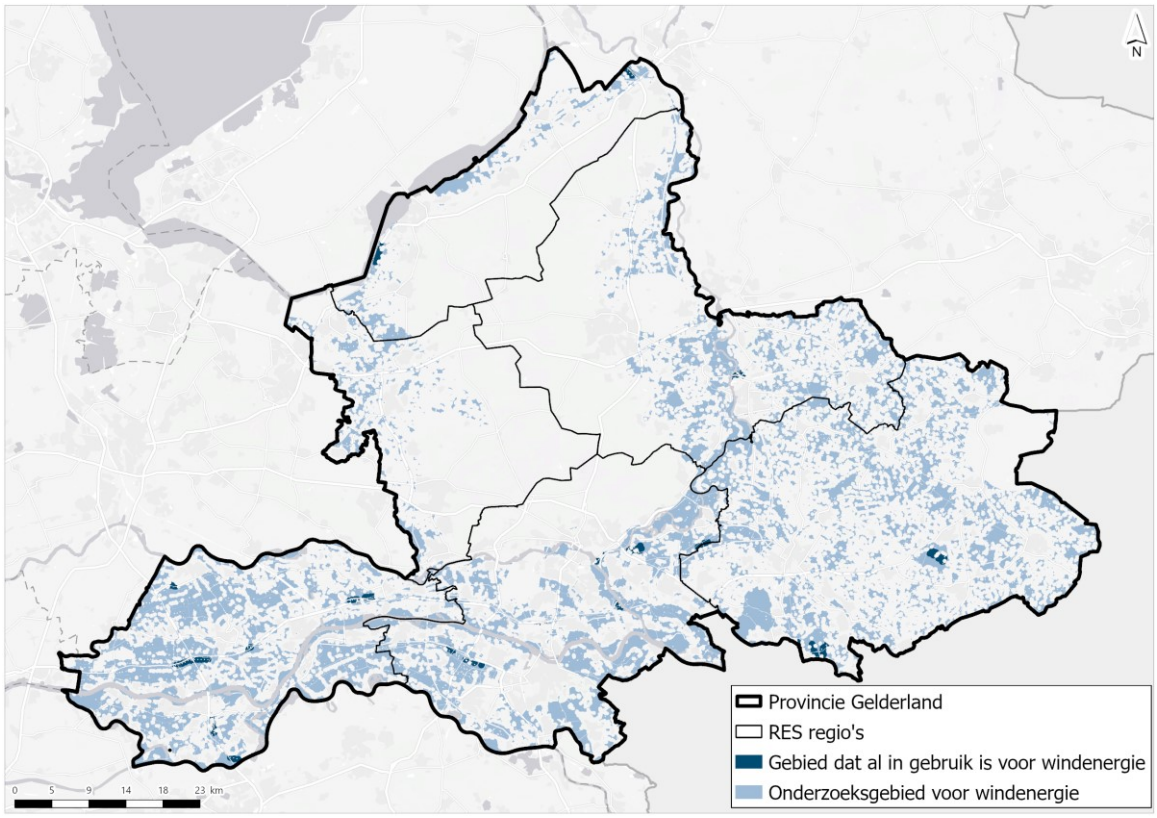
Bij het samenstellen van het onderzoeksgebied (paragraaf 4.3) is geen rekening gehouden met bestaande of autonome windturbines (zie paragraaf 3.2). Daarom zijn in de basisbeoordeling (hoofdstuk 5) en daaruit volgende alternatieven (hoofdstuk 7,8, 9 en 10) ook locaties beschouwd die in de praktijk niet beschikbaar zijn.

In onderstaande afbeelding 8.1 is zichtbaar welk deel van het onderzoeksgebied wegvalt door de bestaande en autonome windturbines. In tabel 8.9 is weergeven wat de impact is van bestaande en autonome windturbines op de energieopbrengst in de RES-regio's. De impact is beperkt van 0-6 % minder energieopbrengst. In regio Noord-Veluwe is de impact met 6 % afname van potentiële energieopbrengst het grootst. Deze regio heeft een laag beschikbaar oppervlakte voor windenergie, en met de bestaande en autonome windparken wordt een deel van het geschikte gebied al ingevuld.

Tabel 8.11 Overzicht afname van onderzoeksgebied (en potentiële energieopbrengst) als gebieden waar al windturbines staan niet worden meegenomen in de analyse

Regio	Oppervlakte onderzoeksgebied (km2)	Oppervlakte al in gebruik (km2)	Percentage van onderzoeksgebied	Verlies van energieopbrengst (GWh)
Achterhoek	302,14	5,59	2 %	3.334
Arnhem/Nijmegen	228,05	4,91	2 %	272
Stedendriehoek	148,44	0,63	0 %	38
Foodvalley	44,66	0,01	0 %	1
FruitDelta Rivierenland	255,54	7,14	3 %	401
Noord-Veluwe	42,00	2,51	6 %	181

Afbeelding 8.1 Overzichtskaart met gebieden die door beïnvloeding met al aanwezige of autonome windturbines niet geschikt zijn voor windenergie



9

EFFECTEN ALTERNATIEVEN

Dit hoofdstuk beschrijft de effecten van vijf alternatieven voor windenergie die in hoofdstuk 7 staan omschreven. Daarbij zijn maatgevende effecten via een zestal thema's beschreven. Onderstaande tabel toont welke aspecten per thema zijn behandeld. Dit kader is een versimpelde weergave van het beoordelingskader in hoofdstuk 4.

Tabel 9.1 Beoordelingskader effecten op alternatieven voor windenergie

Thema	Aspecten
natuur	Natura 2000-gebieden overige beschermde gebieden (Natuurnetwerk Nederland, Groene Ontwikkelingszone, weidevogel- en ganzenrustgebieden) beschermde soorten
landschap en cultuurhistorie	landschap (bovengrondse) cultuurhistorie archeologie
gezonde leefomgeving	geluid
veilige leefomgeving	externe veiligheid luchtvaartveiligheid waterkeringsveiligheid
gebruiksfuncties	ruimtegebruik drinkwaterwinning
netinpassing	Beschikbare onderzoekslocaties bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie Wind/zonverhouding bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Weergave effecten op thema-niveau op kaart en in tabel

Per thema is een kaart en tabel opgenomen waarin de beoordeling van effecten per aspecten en criterium uit de basisbeoordeling zijn samengevoegd. Daarbij geldt dat de meest negatieve score wordt gehanteerd omdat deze het grootste risico op negatieve effecten signaleert. Deze keuze is gemaakt met het oog op de leesbaarheid van het plan-MER. Door het aantal kaarten en tabellen per alternatief te bepreken tot thema-niveau ontstaat een goed overzicht in de effecten per alternatieven. Ook maakt het een vergelijking tussen alternatieven in hoofdstuk 10 beter mogelijk. Een volledige beoordeling per criterium is via de verschillende kaarten op criterium-niveau te vinden in hoofdstuk 5.

In de tabel zijn effecten uitgedrukt in de hoeveelheid energieopbrengst (GWh) per beoordelingsklasse en het percentage in het onderzoeksgebied (%). Het percentage onderzoeksgebied staat gelijk aan het aandeel energieopbrengst. Bij de analyse is de 166 m referentieturbine in een wolkopstelling gebruikt omdat dit de maximale energieopbrengst toont.

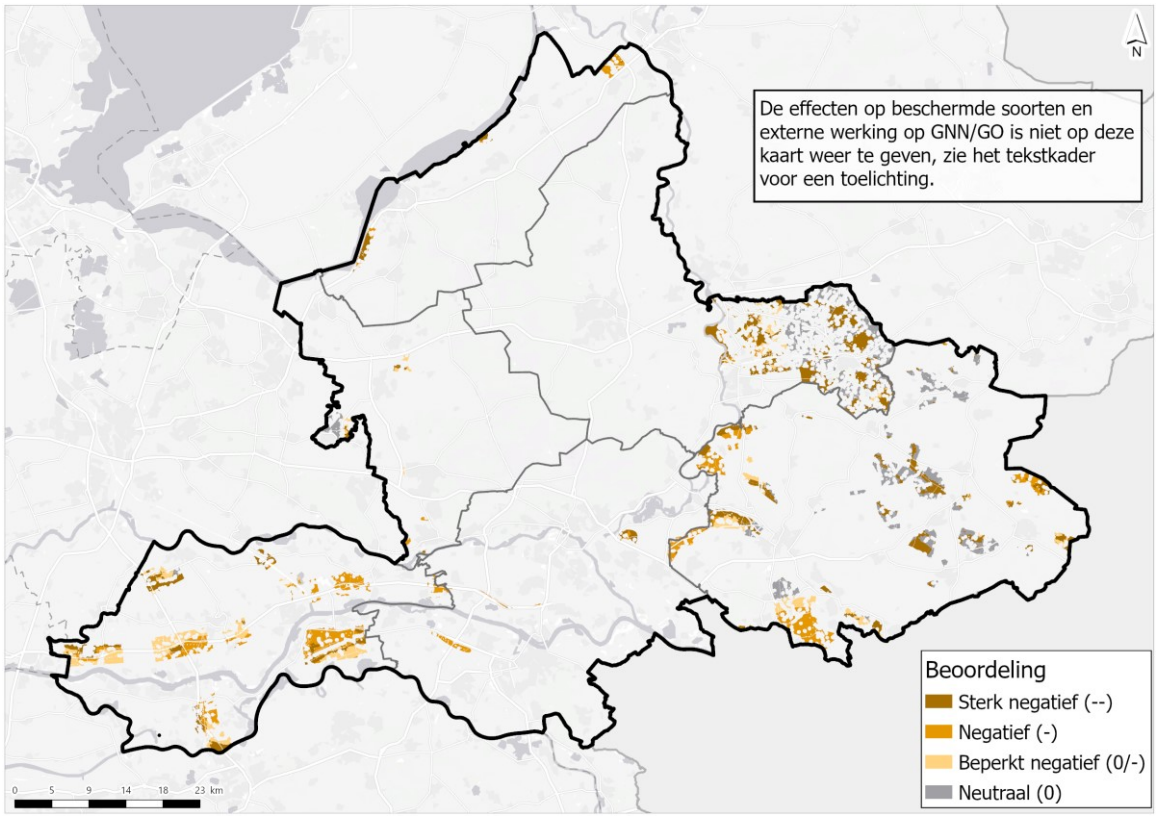
9.1 Alternatief RES 1.0

Deze paragraaf presenteert de milieueffecten van de realisatie van windenergie binnen de gebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief RES 1.0 (zie paragraaf 7.2.1 voor een beschrijving van het alternatief). Achtereenvolgens worden de effecten op de thema's natuur, landschap en cultuurhistorie, gezonde leefomgeving, veilige leefomgeving, gebruiksfuncties en netinpassing beschreven en op kaart gepresenteerd.

9.1.1 Natuur

Afbeelding 9.1 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief RES 1.0 op het thema natuur.

Afbeelding 9.1 Effecten van alternatief RES 1.0 op het thema Natuur



Effecten op beschermde soorten en externe werking op GNN/GO

De effecten op beschermde soorten zijn op provinciale schaal niet ruimtelijk onderscheidend te maken (zie paragraaf 5.1.3). De externe werking op Natura 2000-, weidevogel- en ganzenrustgebieden is betrokken in hoofdstuk 5.1. Voor het deel van het GNN/GO- dat buiten bovengenoemde gebieden valt, is ook ruimtelijk geen onderscheid te maken op provinciale schaal. Voor zowel soortenbescherming als de betreffende delen van het GNN/GO is bij concrete initiatieven nader onderzoek nodig.

Tabel 9.2 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.2 Effecten van alternatief RES 1.0 op thema Natuur

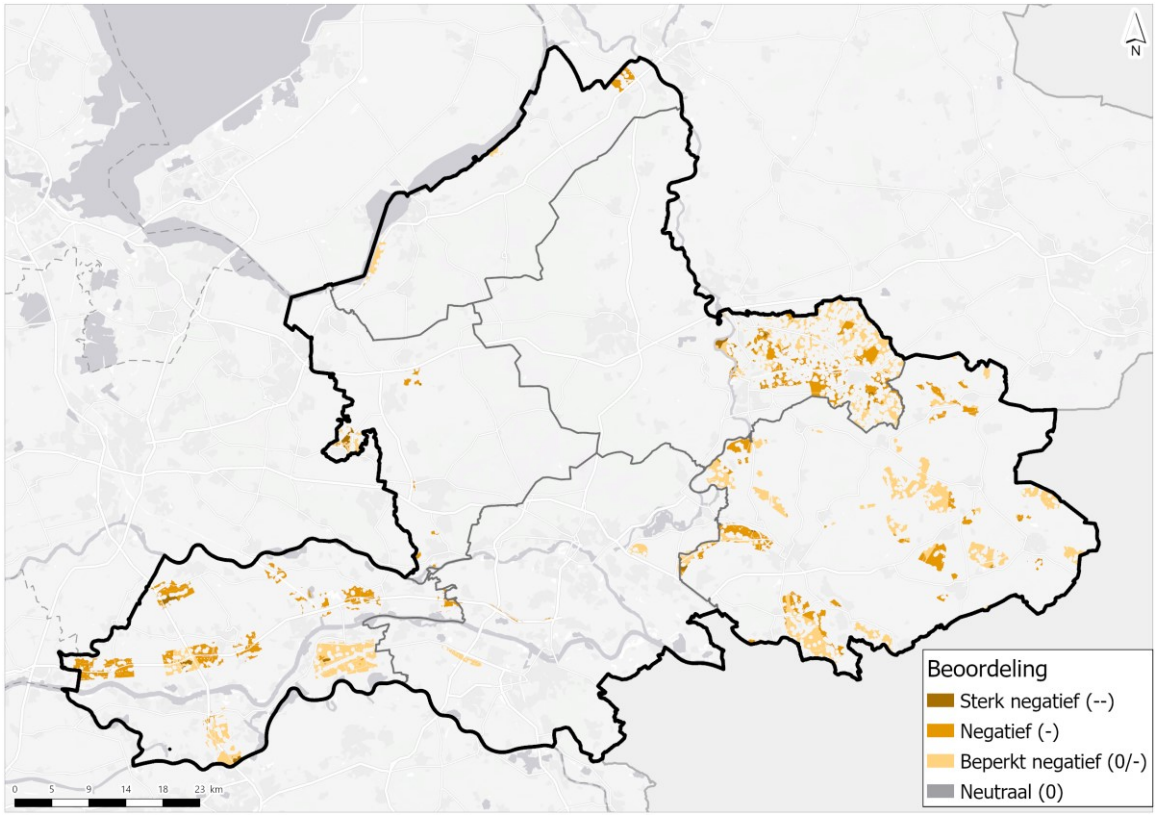
Beoordeling	Alternatief RES 1.0	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	15.591	100
neutraal	3.700	24
beperkt negatief	2.564	16
negatief	3.932	25
sterk negatief	5.396	35

Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen variëren van sterk negatief (--) tot neutraal (0). De sterk negatieve effecten treden op door mogelijk significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden, GNN-gebieden of ganzenrustgebieden (weidevogelgebieden zijn reeds uitgesloten als belemmering, zie paragraaf 4.3.2). Tabel 9.2 laat zien dat 24 % van het onderzoeksgebied neutraal scoort. De kaart (afbeelding 9.1) laat zien dat deze locaties met name liggen in de RES-regio's Stedendriehoek en Achterhoek. De neutrale effectbeoordeling wil niet zeggen dat geen sprake kan zijn van ecologische effecten. Zoals in bovenstaande kader beschreven, kan sprake zijn van effecten op beschermde soorten of van externe werking op GNN of GO-gebieden. Daarom is nader ecologisch onderzoek altijd noodzakelijk.

9.1.2 Landschap en cultuurhistorie

Afbeelding 9.2 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief RES 1.0 op het thema landschap en cultuurhistorie.

Afbeelding 9.2 Effecten van alternatief RES 1.0 op het thema Landschap en cultuurhistorie



Tabel 9.3 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.3 Effecten van alternatief RES 1.0 op thema Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Beoordeling	Alternatief RES 1.0	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	15.591	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	8.769	56
negatief	6.359	41
sterk negatief	463	3

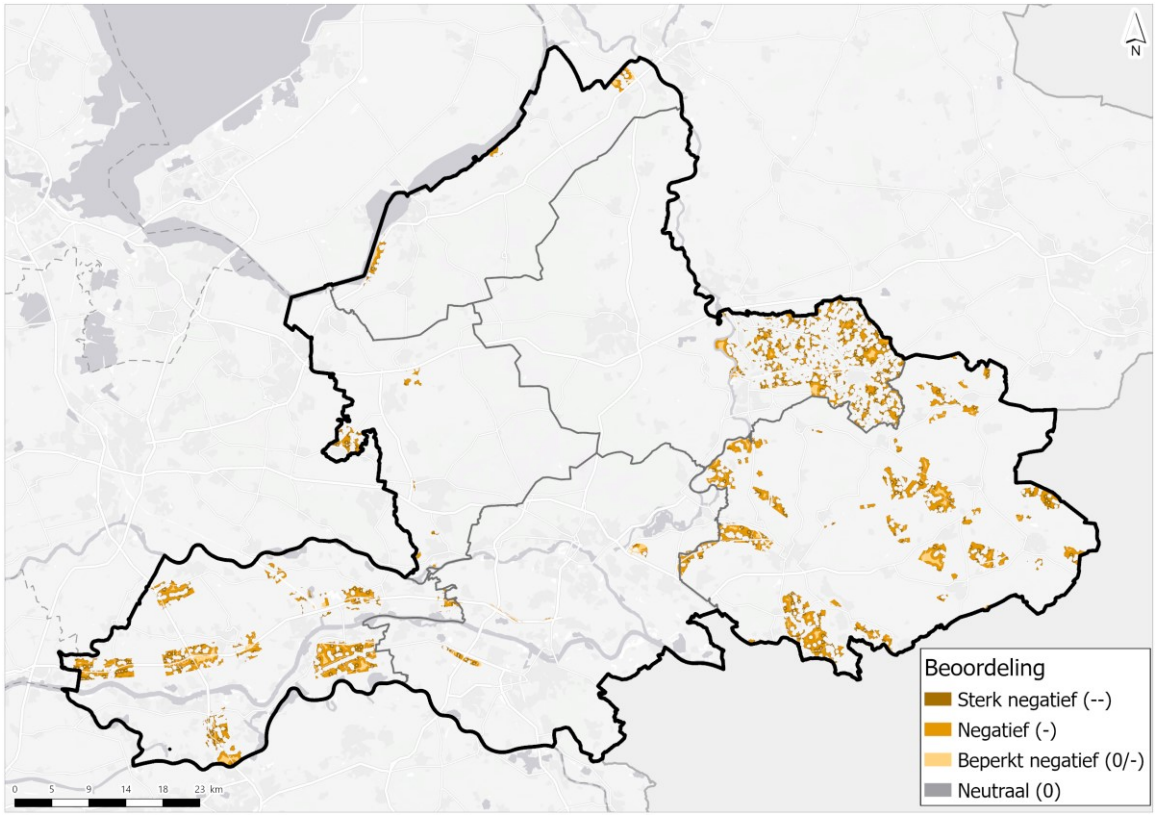
Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen met name negatief (-) en bepekt negatief (0/-) zijn. Sterk negatieve effecten (--) treden op enkele locaties (3 % van het onderzoeksgebied) op en komen voort uit effecten op cultuurhistorie. Dit gaat om ligging gebieden of locaties met hoge cultuurhistorische waarden, zoals landschappelijk groen erfgoed of Rijksmonumenten (zie ook afbeelding 3.5 en paragraaf 5.2.2 van dit plan-MER). Daarnaast valt op dat het westelijk deel van de RES-regio Rivierenland negatief beoordeeld is. Dit komt door de ligging binnen de Nieuwe Hollandse Waterlinie (Werelderfgoedlijst UNESCO)[1]. Overige negatieve effecten komen voornamelijk door mogelijke effecten op archeologische waarden.

9.1.3 Gezonde leefomgeving

Afbeelding 9.3 toont de effecten van alternatief RES 1.0 op het thema gezonde leefomgeving.

[1] In het Afwegingskader energieopwekking Hollandse Waterlinies (Land-id, 2021) is nader uitgewerkt onder welke voorwaarden windenergie binnen de Hollandse Waterlinie ingepast kan worden. Dit is ook op kaart weergegeven.

Afbeelding 9.3 Effecten van alternatief RES 1.0 op het thema Gezonde leefomgeving



Tabel 9.4 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.4 Effecten van alternatief RES 1.0 op thema Gezonde leefomgeving

Beoordeling	Alternatief RES 1.0	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	15.591	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	909	6
negatief	8.416	54
sterk negatief	6.266	40

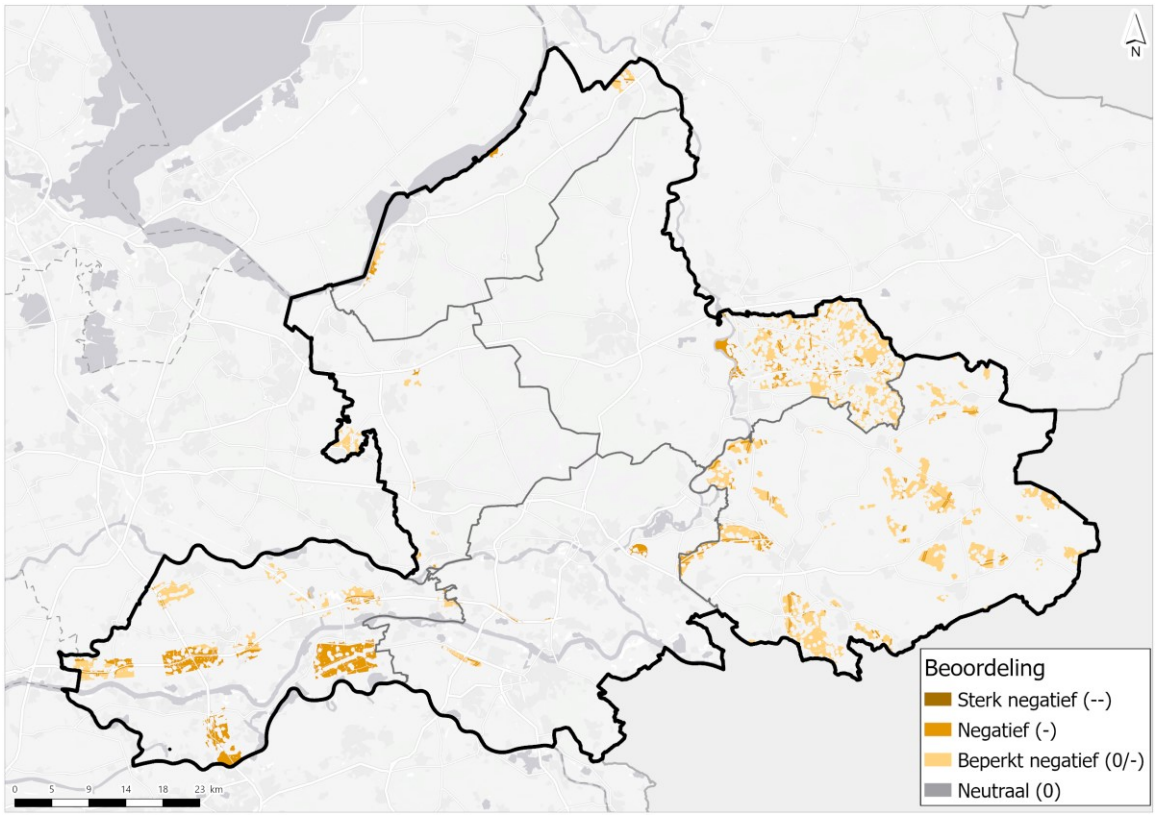
Op de kaart valt op dat er overwegend veel gebieden zijn met (sterk) negatieve effecten. De tabel geeft aan dat er geen gebieden voorkomen in dit alternatief waar geen effect op de gezonde leefomgeving optreedt. Paragraaf 5.3 beschrijft het milieuonderzoek van dit thema. Effecten op gezonde leefomgeving treden op rondom woningen en komen voornamelijk voort uit geluidseffecten. In de provincie zijn woningen verspreid aanwezig, waardoor sterk negatieve en negatieve effecten verspreid door het onderzoeksgebied aanwezig zijn.

Tabel 9.4 laat zien dat 94 % van het zoekgebied voor windenergie binnen de RES-zoekgebieden voor (sterk) negatieve impact op de gezonde leefomgeving zorgt. Geluidbelasting en de daarmee samenhangende hinder is daarmee een belangrijk milieueffect om rekening mee te houden in de planvorming met betrekking windenergie in dit alternatief.

9.1.4 Veilige leefomgeving

Afbeelding 9.4 toont de effecten van alternatief RES 1.0 op het thema veilige leefomgeving.

Afbeelding 9.4 Effecten van alternatief RES 1.0 op het thema Veilige leefomgeving



Tabel 9.5 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.5 Effecten van alternatief RES 1.0 op thema Veilige leefomgeving

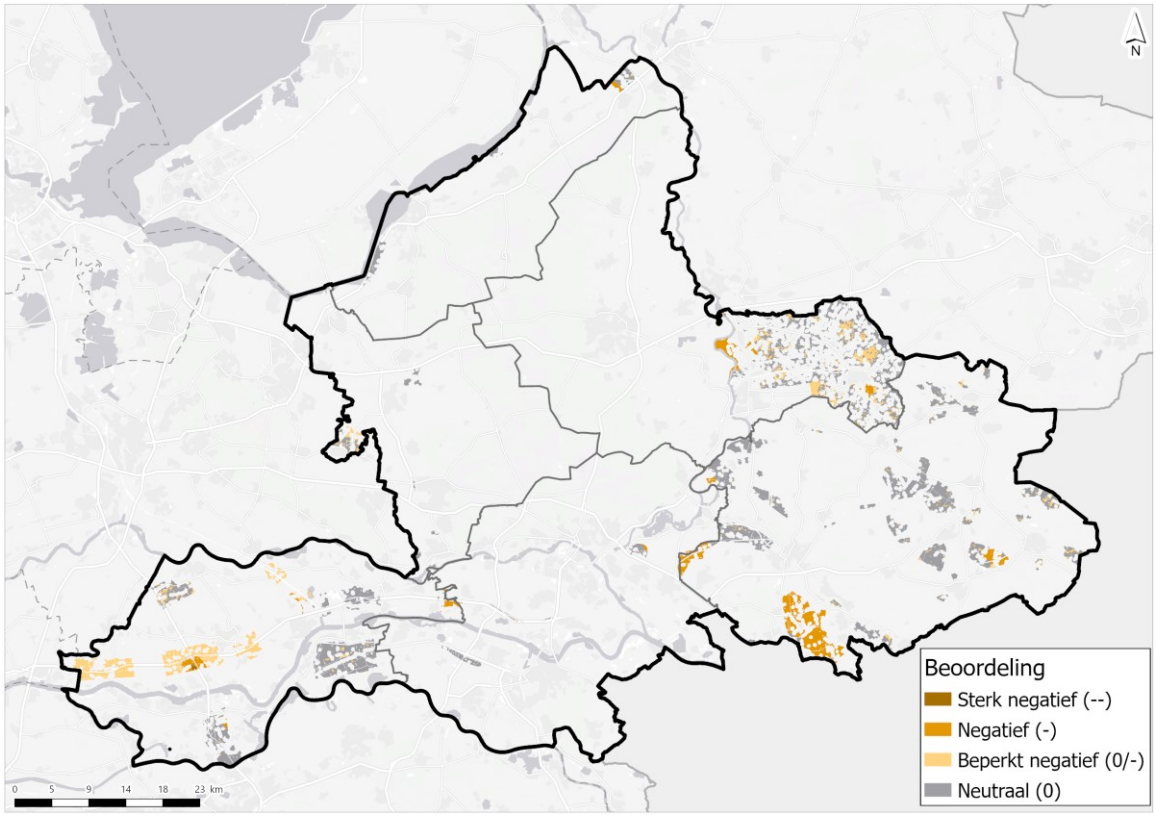
Beoordeling	Alternatief RES 1.0	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	15.591	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	10.597	68
negatief	4.994	32
sterk negatief	0	0

De kaart toont dat er voornamelijk beperkt negatieve effecten vanuit het thema veiligheid optreden. Verspreid door het plangebied, maar vooral in het oosten, treden ook negatieve effecten op. Negatieve effecten treden op in de laagvlieggebieden van Defensie in het oosten van het plangebied en rondom infrastructuur en waterwegen. Deze effecten treden lokaal op, en zijn niet zichtbaar door het detailniveau van de kaart. Voor deze effecten geldt dat afstemming met Defensie of de infrastructuurbeheerder nodig is. Beperkt negatieve effecten komen voort uit in de risico's van windturbines op de radardekking boven Nederland. In projecten moet altijd getoetst worden of deze dekking voldoende blijft. Tabel 9.5 laat zien dat geen sprake is van neutrale effecten. Ook een sterk negatief effect ontbreekt. Externe veiligheid is namelijk als harde belemmering opgenomen in de totstandkoming van het onderzoeksgebied (zie 4.3.2).

9.1.5 Gebruiksfuncties

Afbeelding 9.5 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief RES 1.0 op het thema gebruiksfuncties.

Afbeelding 9.5 Effecten van alternatief RES 1.0 op het thema Gebruiksfuncties en drinkwater



Tabel 9.6 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.6 Effecten van alternatief RES 1.0 op thema Gebruiksfuncties

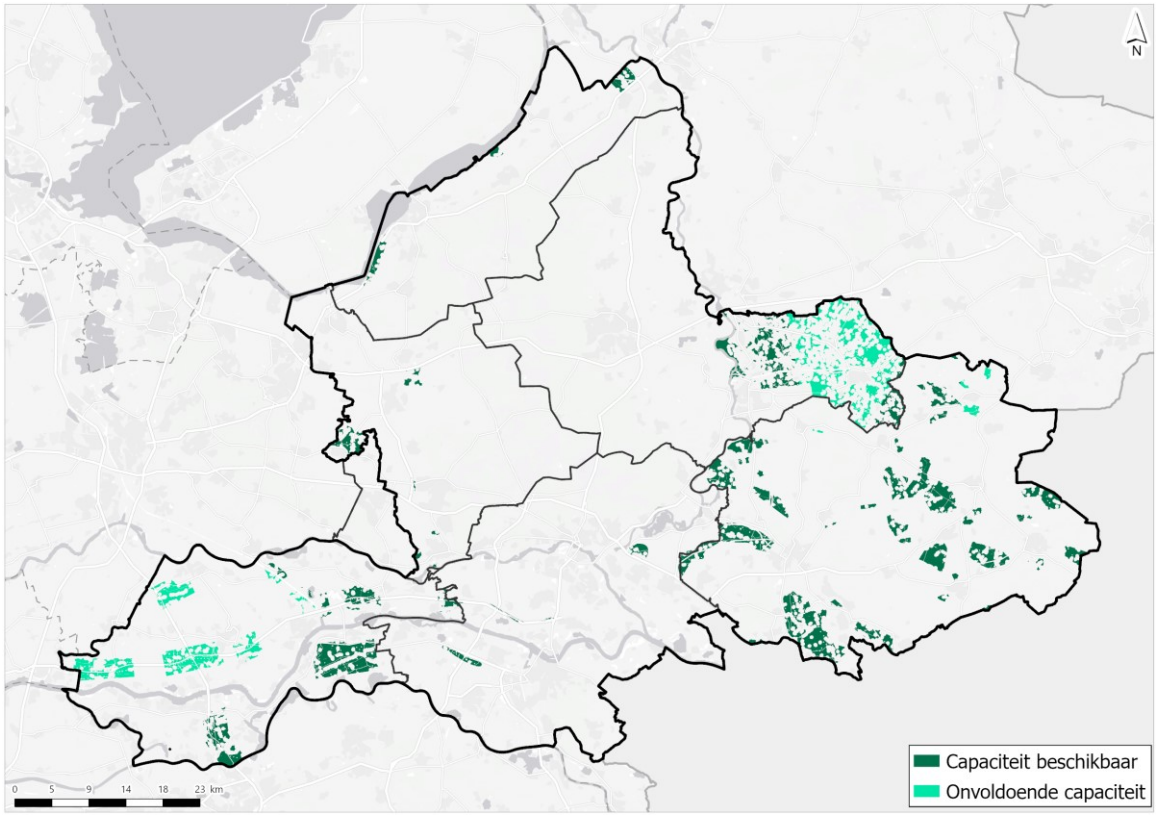
Beoordeling	Alternatief RES 1.0	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	15.591	100
neutraal	10.385	67
beperkt negatief	3.040	19
negatief	2.144	14
sterk negatief	21	0

De kaart en tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen 67 % van de onderzoeksgebieden in dit alternatief mogelijk is met beperkte impact op gebruiksfuncties. Windturbines binnen deze gebieden kunnen wel overlappen met bestaande agrarische gebruiksfuncties. De effecten op de bestaande agrarische gebruiksfunctie zijn echter zeer beperkt door het geringe ruimtebeslag van een windturbine. Deze effecten zijn daarom als neutraal beoordeeld. De negatieve effecten komen door ligging binnen grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zones of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden. Beperkt negatieve effecten komen door overlap met bos- of recreatiegebieden, of door ligging binnen een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied.

9.1.6 Netinpassing

Afbeelding 9.6 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief RES 1.0 op het thema netinpassing. Zie voor een toelichting op de methode en uitgangspunten hoofdstuk 5.8.

Afbeelding 9.6 Effecten van alternatief RES 1.0 op het thema Netinpassing



Beschikbare onderzoekslocaties bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

In het alternatief RES 1.0 zijn in veel regio's voldoende onderzoekslocaties beschikbaar. Stedendriehoek en Achterhoek hebben hier zelfs een ruime hoeveelheid locaties, waardoor het, binnen deze analyse, voor deze regio's gemakkelijk is de openstaande opgave in te vullen met wind. Voor de andere regio's is het krapper of, in het geval van Arnhem-Nijmegen, niet mogelijk om het openstaande deel van de RES-opgave hiermee te halen (slechts 60 % van de opgave kan behaald worden). Ook Foodvalley en Noord-Veluwe hebben relatief weinig locaties beschikbaar, wat betekent dat een groot deel van de locaties gebruikt zal moeten worden om voldoende energie op te wekken en keuzeruimte dus beperkt is.

Tabel 9.7 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave (GWh)[1]	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	ja	409	45 %	24 %
Foodvalley	ja	351	0 %	85 %
Noord-Veluwe	ja	218	0 %	51 %
Stedendriehoek	ja	190	62 %	16 %
Achterhoek	ja	496	3 %	9 %
Arnhem-Nijmegen	nee	484	0 %	100 %
Totaal		2.148	34 %	22 %

Wind/zonverhouding bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Tabel 9.8 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in de meeste regio's behaald of benaderd wordt als uitsluitend ingezet wordt op wind. In regio Stedendriehoek en Arnhem-Nijmegen ligt het streefdoel buiten bereik, ook als uitsluitend ingezet wordt op wind. Voor Arnhem-Nijmegen komt dit voornamelijk door onvoldoende onderzoekslocaties voor windenergie binnen RES 1.0. In regio Stedendriehoek geldt dat er al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd (of in de pijplijn) is wat de verhouding sterk beïnvloedt.

Tabel 9.8 Wind/zon-verhouding bij inzet op windenergie

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	64 -36
Foodvalley	48 - 52
Noord-Veluwe	56 - 44
Stedendriehoek	22 - 78
Achterhoek	50 - 50
Arnhem-Nijmegen	41 - 59
Gemiddeld	46 - 54

[1] Deze openstaande opgave wijkt af van het openstaande bod dat elders in het plan-MER wordt gebruikt. Dit komt onder meer doordat in de analyse netinpassing ook rekening gehouden is met de prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van Gelderse Basis ZonPV-op-dak. (zie ook de toelichting in hoofdstuk 12.2)

9.2 Alternatief gezonde en veilige leefomgeving

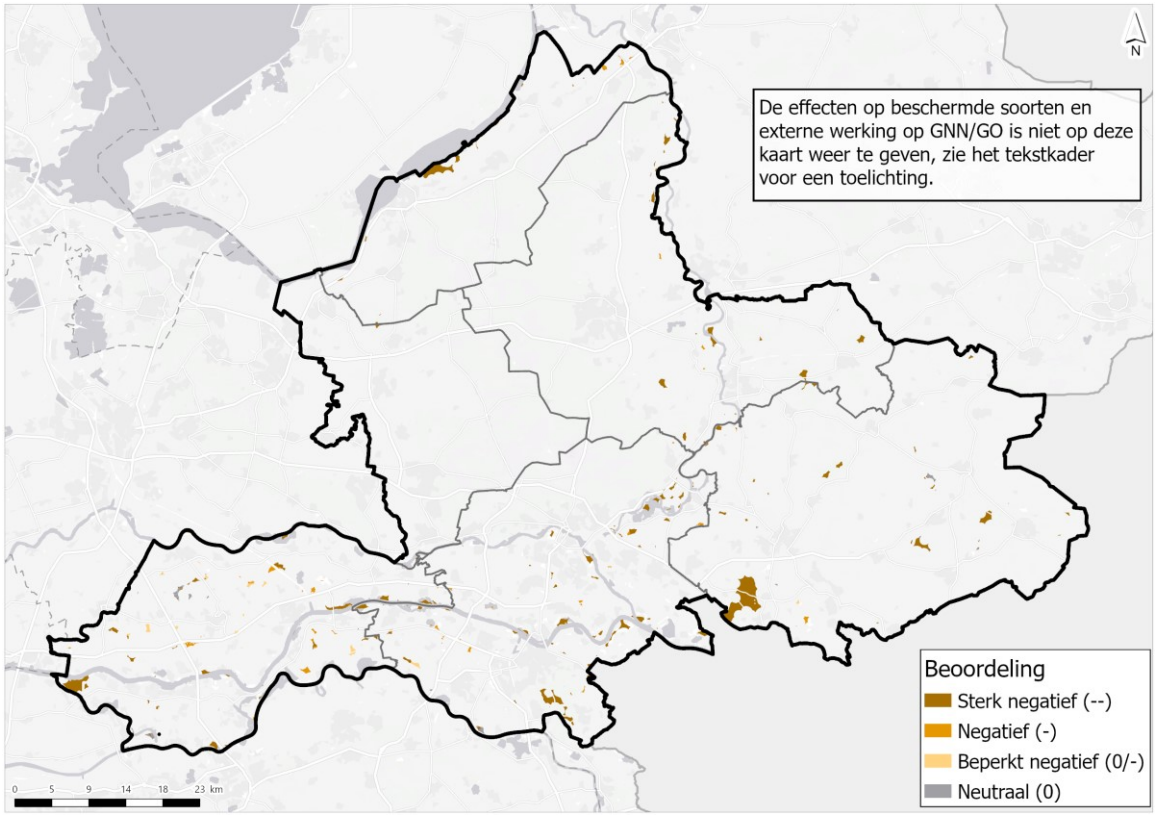
Deze paragraaf presenteert de milieueffecten van de realisatie van windenergie binnen de gebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief gezonde en veilige leefomgeving (zie paragraaf 7.2.2 voor een beschrijving van het alternatief). Achtereenvolgens worden de effecten op de thema's natuur, landschap en cultuurhistorie, gezonde leefomgeving, veilige leefomgeving, gebruiksfuncties en netinpassing beschreven en op kaart gepresenteerd.

Het realiseren van windturbines leidt in algemene zin tot gezondheidswinst door een betere luchtkwaliteit en het beperken van de schadelijke gevolgen van klimaatverandering. Wel kunnen locatiegebonden negatieve effecten optreden. Deze paragraaf beschouwt met name deze negatieve effecten, omdat deze direct samenhangen met de ingreep (het realiseren van een windturbine) en de positieve effecten breder minder locatiegebonden zijn. In paragraaf 5.3 leest u hierover meer informatie.

9.2.1 Natuur

Afbeelding 9.7 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief gezondheid en veilige leefomgeving op het thema natuur.

Afbeelding 9.7 Effecten van alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema Natuur



Effecten op beschermde soorten en externe werking op GNN/GO
De effecten op beschermde soorten zijn op provinciale schaal niet ruimtelijk onderscheidend te maken (zie paragraaf 5.1.3). De externe werking op Natura 2000-, weidevogel- en ganzenrustgebieden is betrokken in hoofdstuk 5.1. Voor het deel van het GNN/GO- dat buiten bovengenoemde gebieden valt, is ook ruimtelijk geen onderscheid te maken op provinciale schaal. Voor zowel soortenbescherming als de betreffende delen van het GNN/GO is bij concrete initiatieven nader onderzoek nodig.

Tabel 9.9 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.9 Effecten van alternatief Gezonde en Veilige Leefomgeving op thema Natuur

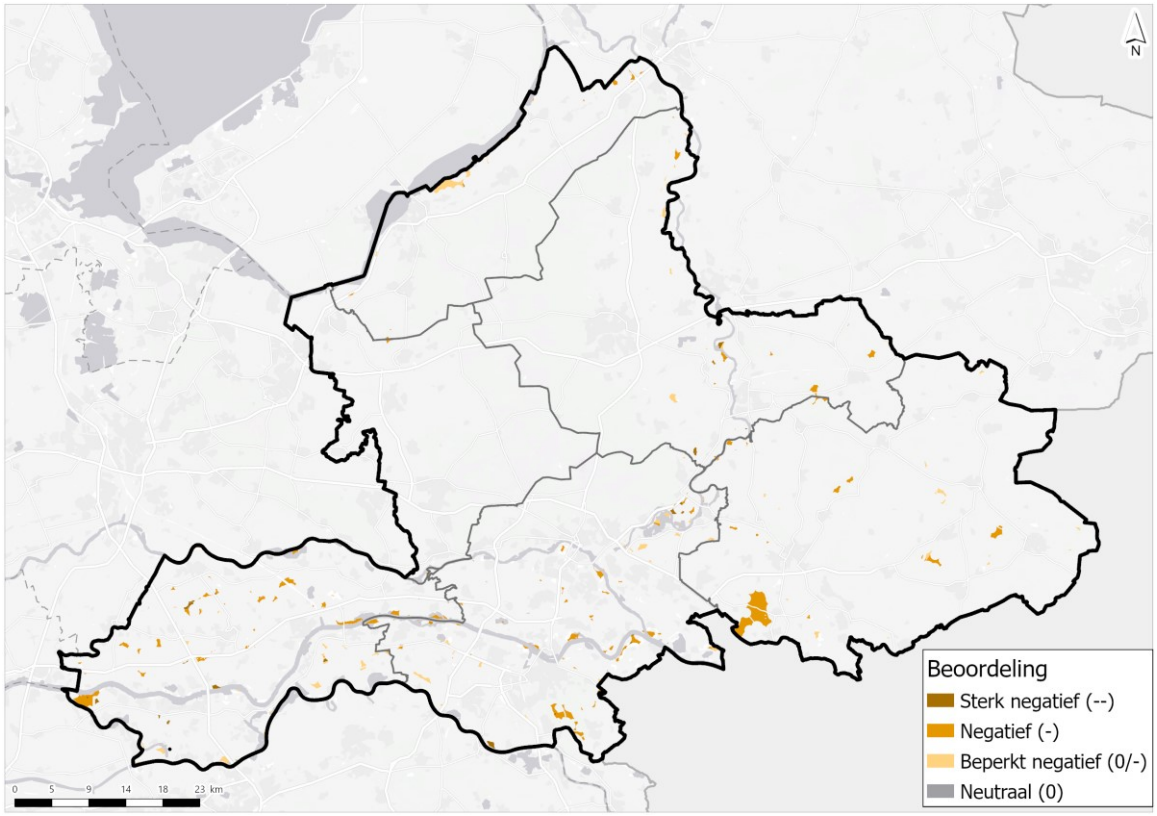
Beoordeling	Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	2.994	100
neutraal	134	4
beperkt negatief	141	5
negatief	284	9
sterk negatief	2.436	81

Op de kaart en in de tabel valt op dat de onderzoeksgebieden voornamelijk (81 %) als sterk negatief (--) beoordeeld zijn. Dit is verklaarbaar doordat het alternatief gezonde en veilige leefomgeving afstand houdt tot woningen. De onderzoeksgebieden binnen dit alternatief liggen daardoor op afstand van woningen, en daarmee automatisch meer in of nabij natuurgebieden. Realisatie van windturbines binnen de onderzoeksgebieden binnen dit alternatief leidt daardoor tot sterk negatieve effecten op natuur. Denk hierbij aan mogelijk significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden, GNN-gebieden of ganzenrustgebieden (weidevogelgebieden zijn reeds uitgesloten als belemmering, zie paragraaf 4.3.2). Het alternatief maakt hiermee inzichtelijk dat afstand houden tot woningen kan leiden tot meer ecologische effecten. Dit vormt input voor de locatie-afweging om te komen tot zoekgebieden voor windenergie.

9.2.2 Landschap en cultuurhistorie

Afbeelding 9.8 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief gezondheid en veilige leefomgeving op het thema landschap en cultuurhistorie zien.

Afbeelding 9.8 Effecten van alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema Landschap en cultuurhistorie



Tabel 9.10 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.10 Effecten van alternatief Gezonde en Veilige Leefomgeving op thema Gezonde leefomgeving

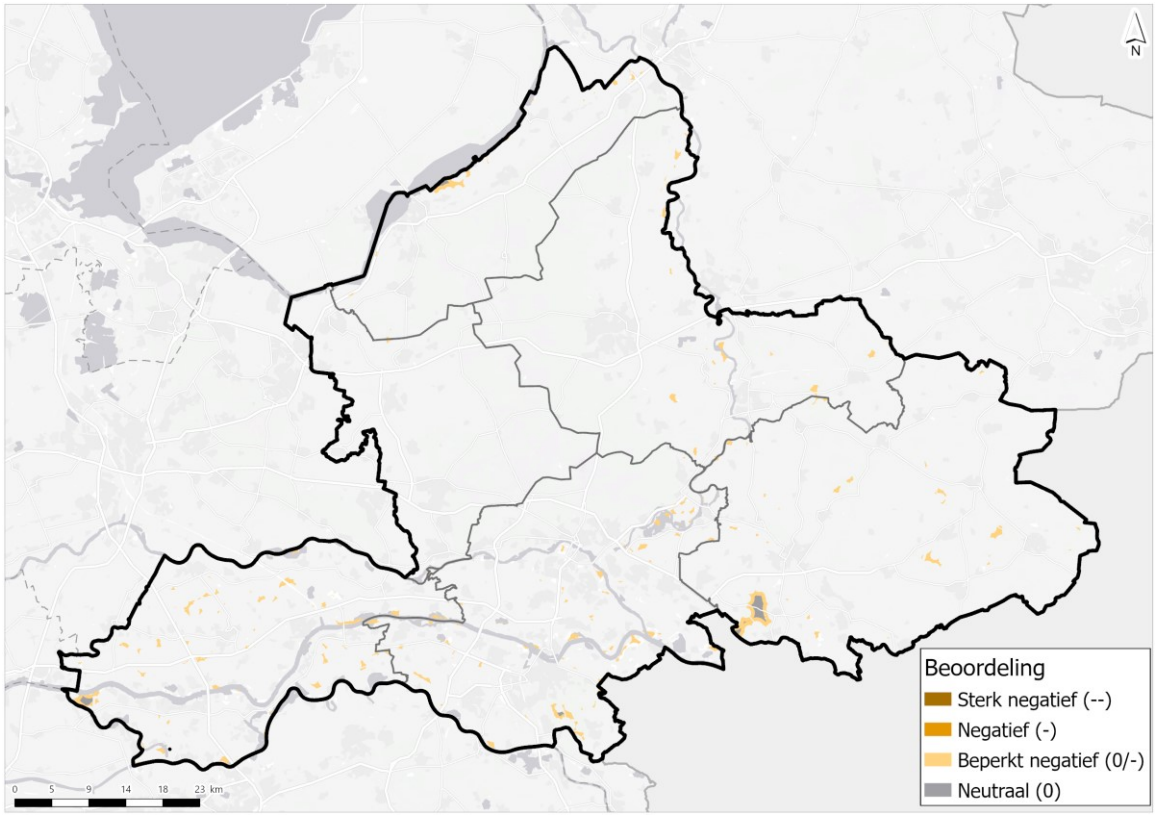
Beoordeling	Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	2.994	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	825	28
negatief	1.978	66
sterk negatief	191	6

Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen met name negatief (-) en bepekt negatief (0/-) zijn. Sterk negatieve effecten (--) treden op enkele locaties (6 % van het onderzoeksgebied) op en komen voort uit effecten op cultuurhistorie. Dit gaat om ligging gebieden of locaties met hoge cultuurhistorische waarden, zoals landschappelijk groen erfgoed of Rijksmonumenten (zie ook afbeelding 3.5 en paragraaf 5.2.2 van dit plan-MER). Overige negatieve effecten, zoals het gebied in de RES-regio Achterhoek (ten zuidwesten van Doetinchem), komen voornamelijk door mogelijke effecten op archeologische waarden.

9.2.3 Gezonde leefomgeving

Afbeelding 9.9 toont de effecten van alternatief Gezonde en veilige leefomgeving op het thema gezonde leefomgeving.

Afbeelding 9.9 Effecten van alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema Gezonde leefomgeving



Tabel 9.11 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.11 Effecten van alternatief Gezonde en Veilige Leefomgeving op thema Gezonde leefomgeving

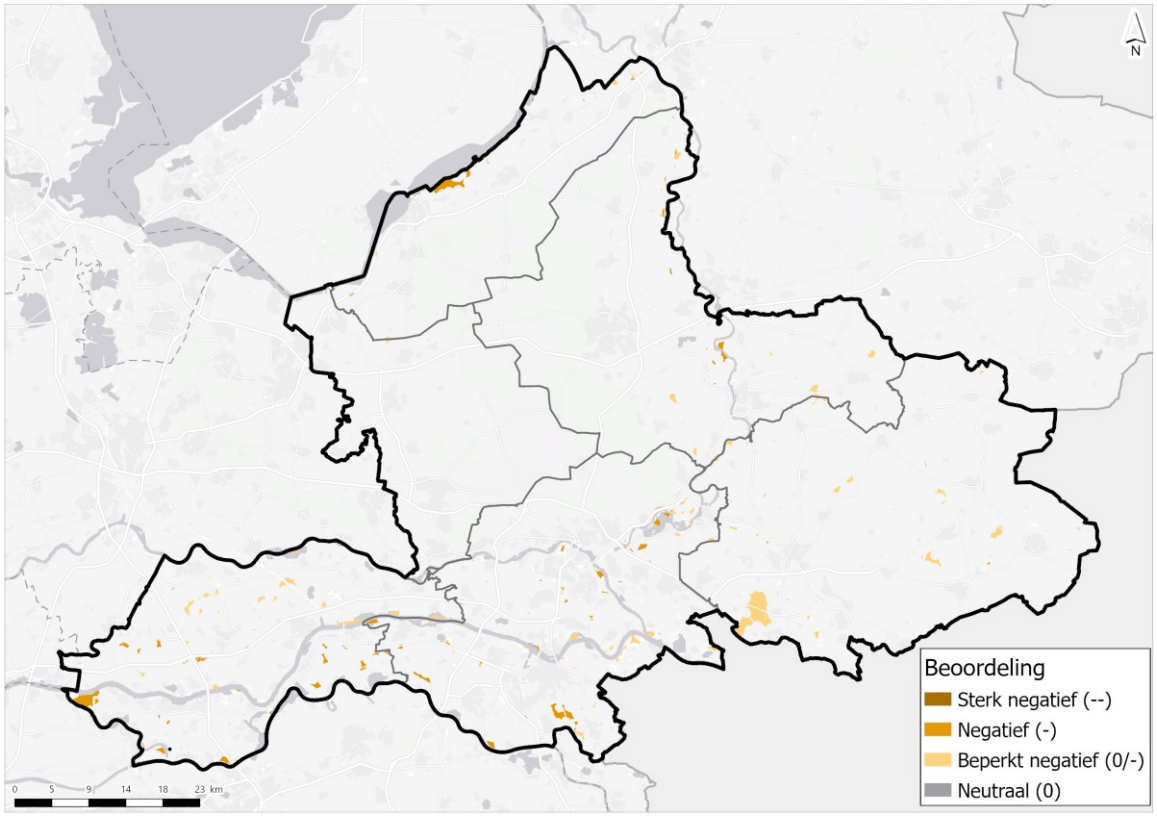
Beoordeling	Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	2.994	100
neutraal	275	9
beperkt negatief	2.719	91
negatief	0	0
sterk negatief	0	0

De kaart en tabel laten zien dat er gebieden zijn met beperkt negatieve (0/-) of neutrale (0) effecten. In dit alternatief komen geen gebieden voor waar (sterk) negatieve (-/--) effecten op de gezonde leefomgeving optreden. In het ontwikkeling van het alternatief is rekening gehouden met geluidbelasting van 45 dB L_{den} op binnenstedelijke woningen en woningen in het buitengebied. Hierdoor zijn (sterk) negatieve (-/--) effecten op milieuthema Gezonde leefomgeving bij voorbaat uitgesloten. De tabel laat zien dat binnen dit alternatief grofweg 2.719 GWh energie gerealiseerd kan worden in de provincie in gebieden met een beperkt negatieve (0/-) of neutrale beoordeling op het thema gezonde leefomgeving. Dit is onvoldoende om de RES-doelstellingen (4659 GWh resterend[1]) te behalen.

9.2.4 Veilige leefomgeving

Afbeelding 9.10 toont de effecten van alternatief Gezonde en Veilige Leefomgeving op het thema veilige leefomgeving.

Afbeelding 9.10 Effecten van alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema Veilige leefomgeving



Tabel 9.12 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

[1] Het nog te realiseren deel van de RES-doelstelling omvat zowel de pijplijnprojecten als het openstaande deel van de doelstelling uit tabel 2.1.

Tabel 9.12 Effecten van alternatief Gezonde en Veilige Leefomgeving op thema Veilige leefomgeving

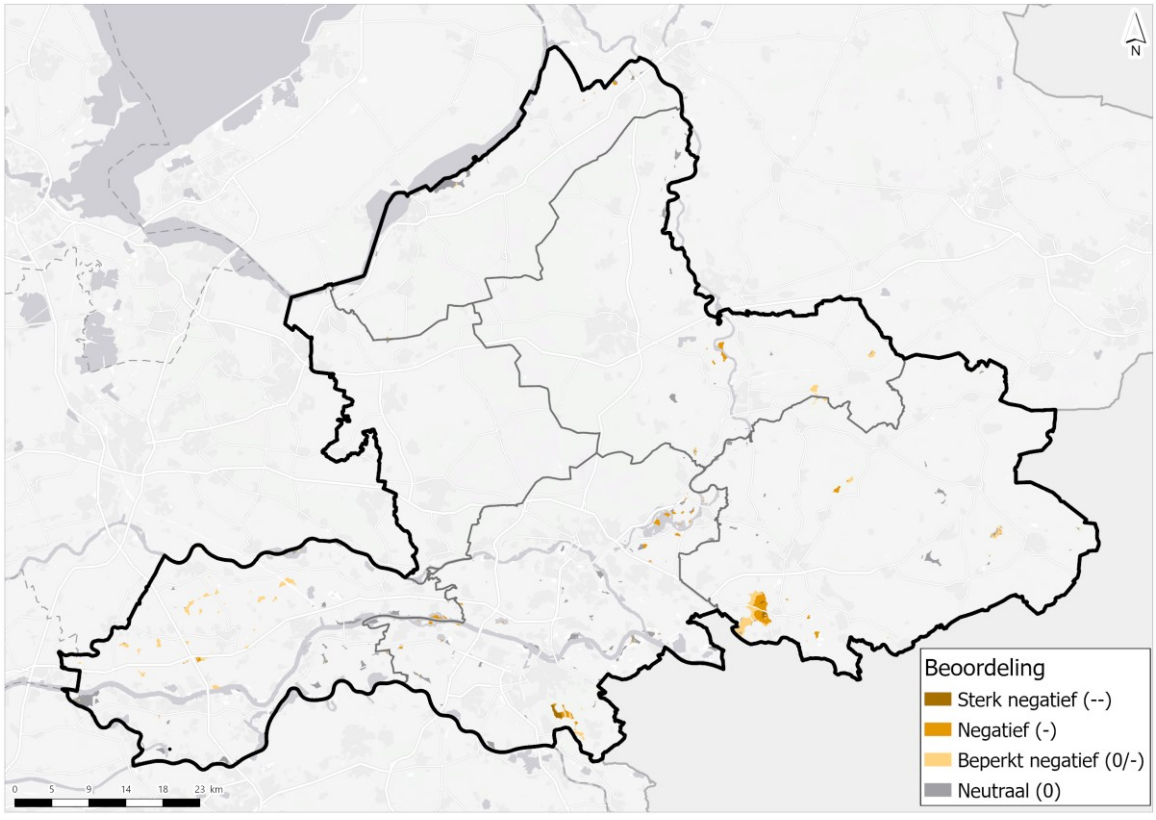
Beoordeling	Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	2.994	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	1.863	62
negatief	1.132	38
sterk negatief	0	0

De kaart en tabel laten zien dat de ontwikkeling van windturbines binnen de onderzoeksgebieden in dit alternatief leiden tot (beperkt) negatieve effecten op het thema veilige leefomgeving. Sterk negatieve effecten zijn uitgesloten, omdat hier reeds rekening mee is gehouden in de totstandkoming van het onderzoeksgebied (zie paragraaf 4.3.2). Negatieve effecten treden met name op langs infrastructuur. Door het beperkt aantal onderzoeksgebieden in dit alternatief, is dit (in tegenstelling tot de basisbeoordeling in paragraaf 5.5) echter niet goed zichtbaar.

9.2.5 Gebruiksfuncties

Afbeelding 9.11 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema gebruiksfuncties.

Afbeelding 9.11 Effecten van alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema Gebruiksfuncties



Tabel 9.13 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.13 Effecten van alternatief Gezonde en Veilige Leefomgeving op thema Gebruiksfuncties

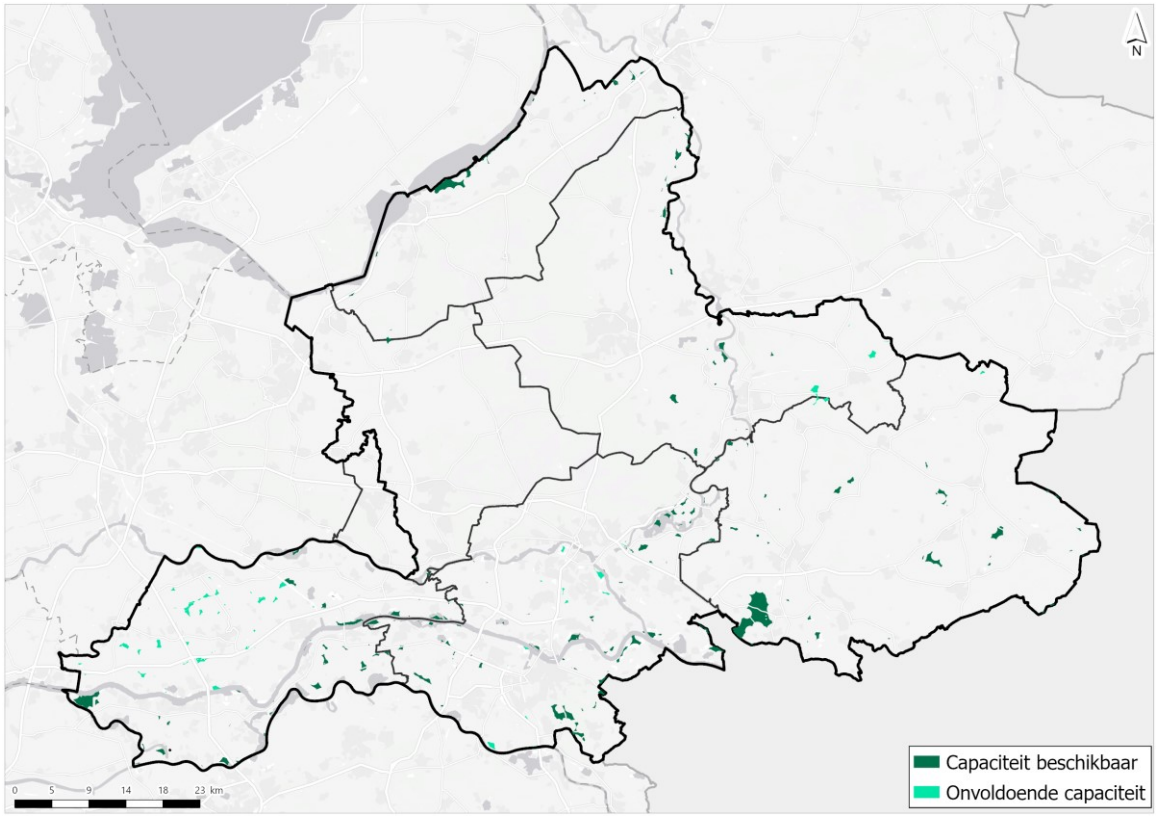
Beoordeling	Alternatief Gezonde en veilige leefomgeving	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	2.994	100
neutraal	1.510	50
beperkt negatief	841	28
negatief	567	19
sterk negatief	76	3

De kaart en tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen 50 % van de onderzoeksgebieden in dit alternatief kan met geen of nauwelijks effecten op gebruiksfuncties. Windturbines binnen deze gebieden kunnen wel overlappen met bestaande agrarische gebruiksfuncties. De effecten op de bestaande agrarische gebruiksfunctie zijn echter zeer beperkt door het geringe ruimtebeslag van een windturbine. Deze effecten zijn daarom als neutraal beoordeeld. De negatieve effecten komen door ligging binnen grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zones of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden. Beperkt negatieve effecten komen door overlap met bos- of recreatiegebieden, of door ligging binnen een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied.

9.2.6 Netinpassing

Afbeelding 9.12 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema netinpassing. Zie voor een toelichting op de methode en uitgangspunten hoofdstuk 5.8.

Afbeelding 9.12 Effecten van alternatief gezonde en veilige leefomgeving op het thema Netinpassing



Beschikbare onderzoekslocaties bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

In het alternatief gezonde en veilige leefomgeving zijn er in veel regio's voldoende onderzoeklocaties beschikbaar, maar is er relatief weinig keuzeruimte. In alle gevallen is de helft of meer van alle aansluitbare onderzoekslocaties nodig om het openstaande deel van de RES-opgave met windenergie in te vullen. Voor regio Foodvalley geldt dat er in dit alternatief vrijwel geen ruimte is voor windenergie. Invullen van het openstaande deel van de RES-opgave met wind is hierdoor voor deze regio niet haalbaar.

Tabel 9.14 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave (GWh)[1]	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	ja	409	34 %	73 %
Foodvalley	nee	351	0 %	>100 %
Noord-Veluwe	ja	218	0 %	69 %
Stedendriehoek	ja	190	37 %	70 %
Achterhoek	ja	496	3 %	47 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	13 %	54 %
Totaal		**2.148**	17 %	59 %

[1] Deze openstaande opgave wijkt af van het openstaande bod dat elders in het plan-MER wordt gebruikt. Dit komt doordat in de analyse netinpassing ook rekening gehouden is met de prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van Gelderse Basis ZonPV-op-dak

Wind/zonverhouding bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Tabel 9.15 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in de meeste regio's behaald of benaderd wordt als uitsluitend ingezet wordt op wind. In regio Stedendriehoek en Foodvalley ligt het streefdoel ook buiten bereik, ook als uitsluitend ingezet wordt op wind. Voor Foodvalley komt dit door onvoldoende ruimte voor windenergie. In regio Stedendriehoek geldt dat er al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd (of in de pijplijn) is wat de verhouding sterk beïnvloedt.

Tabel 9.15 Wind/zon-verhouding bij inzet op windenergie

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	64 - 36
Foodvalley	3 - 97
Noord-Veluwe	60 - 40
Stedendriehoek	22 - 78
Achterhoek	50 - 50
Arnhem-Nijmegen	49 - 51
Gemiddeld	46 - 54

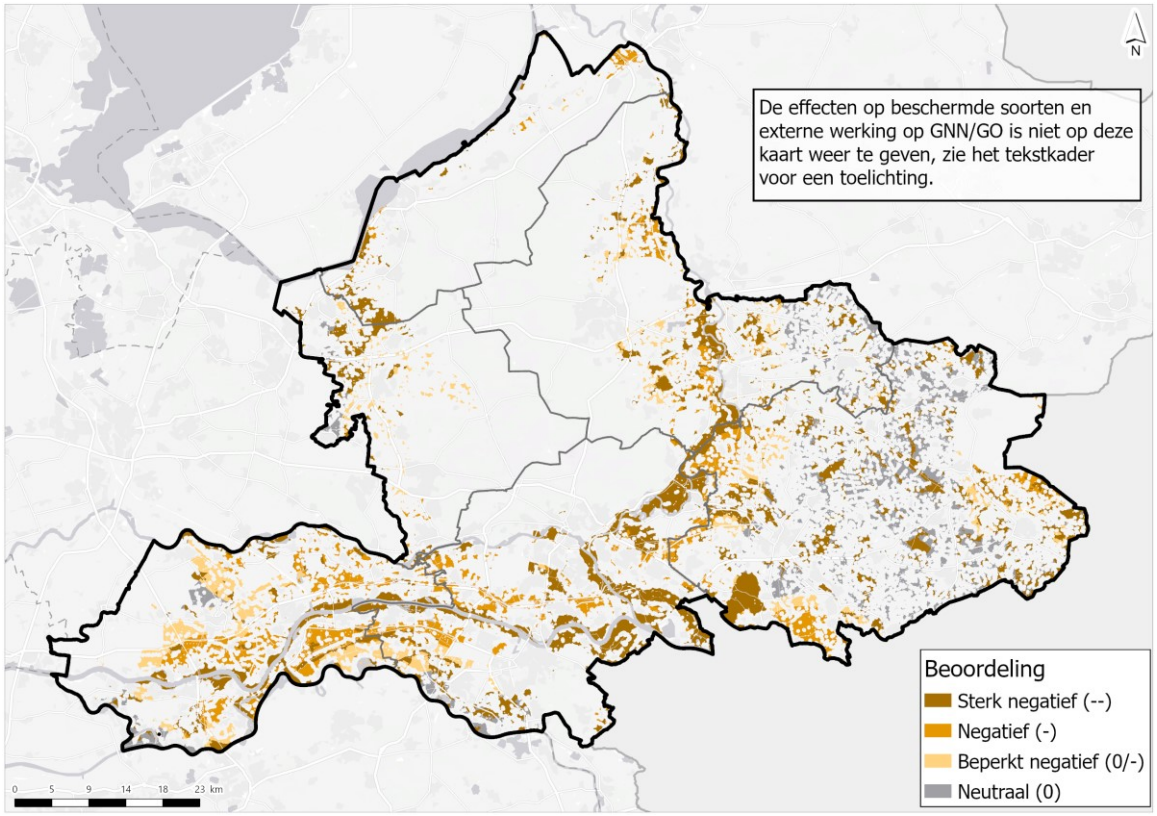
9.3 Alternatief landschap

Deze paragraaf presenteert de milieueffecten van de realisatie van windenergie binnen de gebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief landschap (zie paragraaf 7.2.3 voor een beschrijving van het alternatief). Achtereenvolgens worden de effecten op de thema's natuur, landschap en cultuurhistorie, gezonde leefomgeving, veilige leefomgeving, gebruiksfuncties en netinpassing beschreven en op kaart gepresenteerd.

9.3.1 Natuur

Afbeelding 9.13 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief landschap op het thema natuur.

Afbeelding 9.13 Effecten van alternatief landschap op het thema Natuur



Effecten op beschermde soorten en externe werking op GNN/GO

De effecten op beschermde soorten zijn op provinciale schaal niet ruimtelijk onderscheidend te maken (zie paragraaf 5.1.3). De externe werking op Natura 2000-, weidevogel- en ganzenrustgebieden is betrokken in hoofdstuk 5.1. Voor het deel van het GNN/GO- dat buiten bovengenoemde gebieden valt, is ook ruimtelijk geen onderscheid te maken op provinciale schaal. Voor zowel soortenbescherming als de betreffende delen van het GNN/GO is bij concrete initiatieven nader onderzoek nodig.

Tabel 9.16 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.16 Effecten van alternatief Landschap op thema Natuur

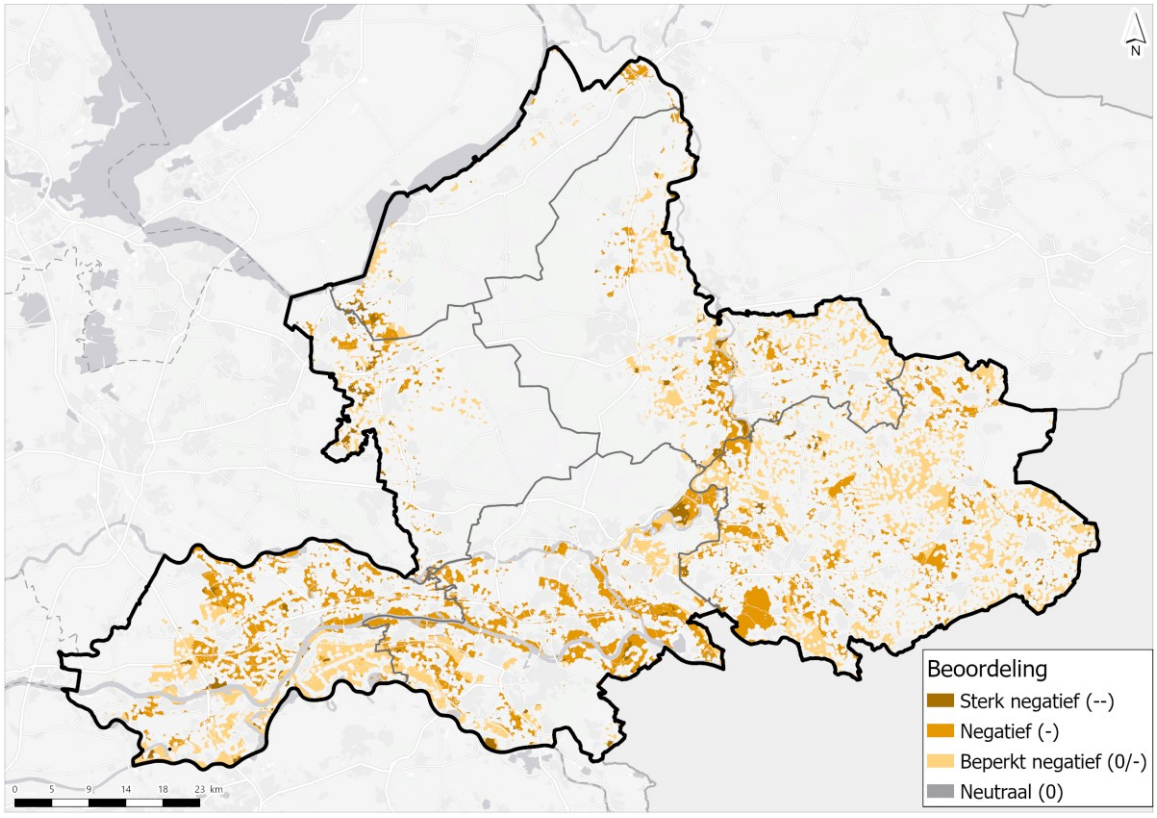
Beoordeling	Alternatief Landschap	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	64.862	100
neutraal	11.588	18
beperkt negatief	9.042	14
negatief	13.381	21
sterk negatief	30.851	48

Op de kaart en in de tabel valt op dat de onderzoeksgebieden voornamelijk (48 %) als sterk negatief (--) beoordeeld zijn. Deze effecten treden op De sterk negatieve effecten treden op door mogelijk significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden, GNN-gebieden of ganzenrustgebieden (weidevogelgebieden zijn reeds uitgesloten als belemmering, zie paragraaf 4.3.2). De kaart laat zien dat deze effecten met name optreden langs de rivieren, omdat deze gebieden zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. Tabel 9.15 laat zien dat 24 % van het onderzoeksgebied neutraal scoort. De kaart (afbeelding 9.1) laat zien dat dit met name speelt in de RES-regio's Stedendriehoek en Achterhoek. De neutrale effectbeoordeling wil niet zeggen dat geen sprake kan zijn van ecologische effecten. Zoals in bovenstaande kader beschreven, kan sprake zijn van effecten op beschermde soorten of van externe werking op GNN of GO-gebieden. Daarom is nader ecologisch altijd noodzakelijk.

9.3.2 Landschap en cultuurhistorie

Afbeelding 9.14 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief landschap op het thema landschap en cultuurhistorie zien.

Afbeelding 9.14 Effecten van alternatief landschap op het thema Landschap en cultuurhistorie



Tabel 9.17 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.17 Effecten van alternatief Landschap op thema Landschap en cultuurhistorie

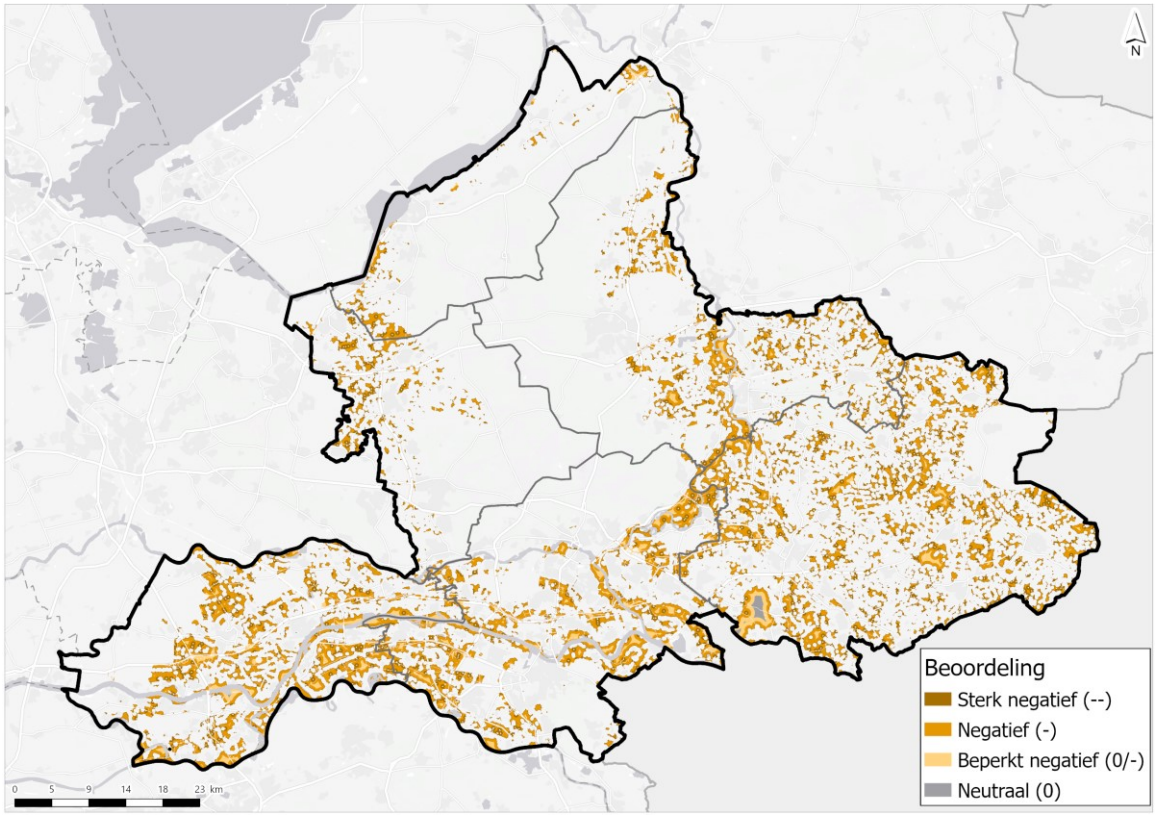
Beoordeling	Alternatief Landschap	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	64.862	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	31.568	49
negatief	29.451	45
sterk negatief	3.844	6

Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen met name negatief (-) en bepekt negatief (0/-) zijn. Hoewel dit alternatief zoveel mogelijk rekening houdt met waarden vanuit landschap en cultuurhistorie, treden op enkele plekken toch sterk negatieve effecten (--) op. Deze effecten worden veroorzaakt door onderzoeksgebieden die overlappen met cultuurhistorische waarden. Dit gaat overlap met landschappelijk groen erfgoed of Rijksmonumenten (zie ook afbeelding 3.5 en paragraaf 5.2.2 van dit plan-MER). Daarnaast valt op dat de gebieden rondom de rivieren als negatief beoordeeld zijn. Hier zijn negatieve effecten op archeologie niet uit te sluiten. Nader onderzoek is hier noodzakelijk om te bepalen in hoeverre deze effecten beperkt of voorkomen kunnen worden.

9.3.3 Gezonde leefomgeving

Afbeelding 9.15 toont de effecten van alternatief Landschap op het thema gezonde leefomgeving.

Afbeelding 9.15 Effecten van alternatief landschap op het thema Gezonde leefomgeving



Tabel 9.18 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.18 Effecten van alternatief Landschap op thema Gezonde leefomgeving

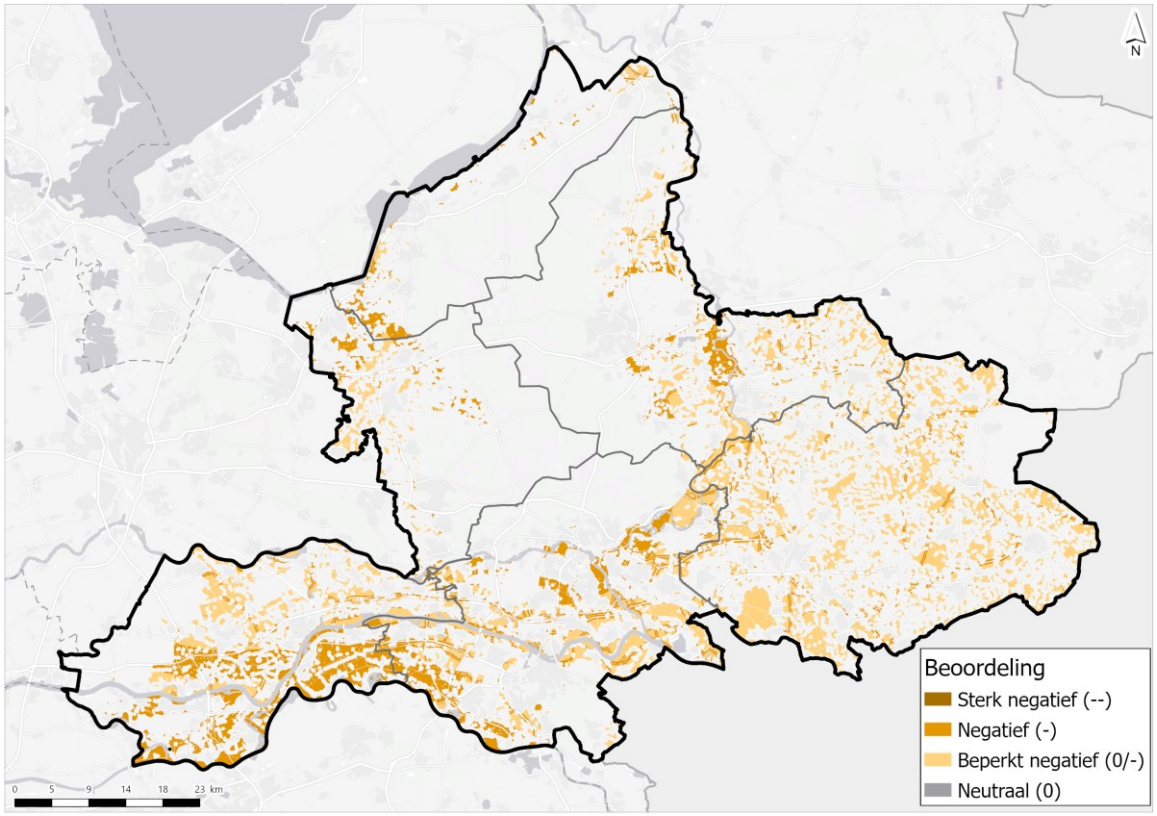
Beoordeling	Alternatief Landschap	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	64.862	100
neutraal	286	0
beperkt negatief	3.771	6
negatief	32.807	51
sterk negatief	27.998	43

De kaart en de tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen de onderzoeksgebieden van het alternatief landschap leiden tot sterk negatieve (43 %) en negatieve (51) effecten op het thema gezonde leefomgeving. Dit is verklaarbaar doordat het alternatief gebieden vermijdt dit waardevol zijn vanuit landschap. De onderzoeksgebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief, liggen verspreid door het plangebied en grenzen veelal aan verspreid liggende woningen. Realisatie van windturbines in deze gebieden leidt tot (sterk) negatieve effecten op het thema gezonde leefomgeving. Met de realisatie van windturbines in onderzoeksgebieden met een neutrale of beperkt negatieve (0/-) beoordeling, kan in theorie slechts 4.057 GWh energieopbrengst gerealiseerd worden. Dit is ruim minder dan de RES-doelstelling van 4.659 GWh (resterend bod).

9.3.4 Veilige leefomgeving

Afbeelding 9.16 toont de effecten van alternatief Landschap op het thema veilige leefomgeving.

Afbeelding 9.16 Effecten van alternatief landschap op het thema Veilige leefomgeving



Samenvattende tabel 9.19 toont welke percentages van het alternatief binnen een bepaalde beoordelingsklasse vallen, en wat de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh) is.

Tabel 9.19 Effecten van alternatief Landschap op thema Veilige leefomgeving

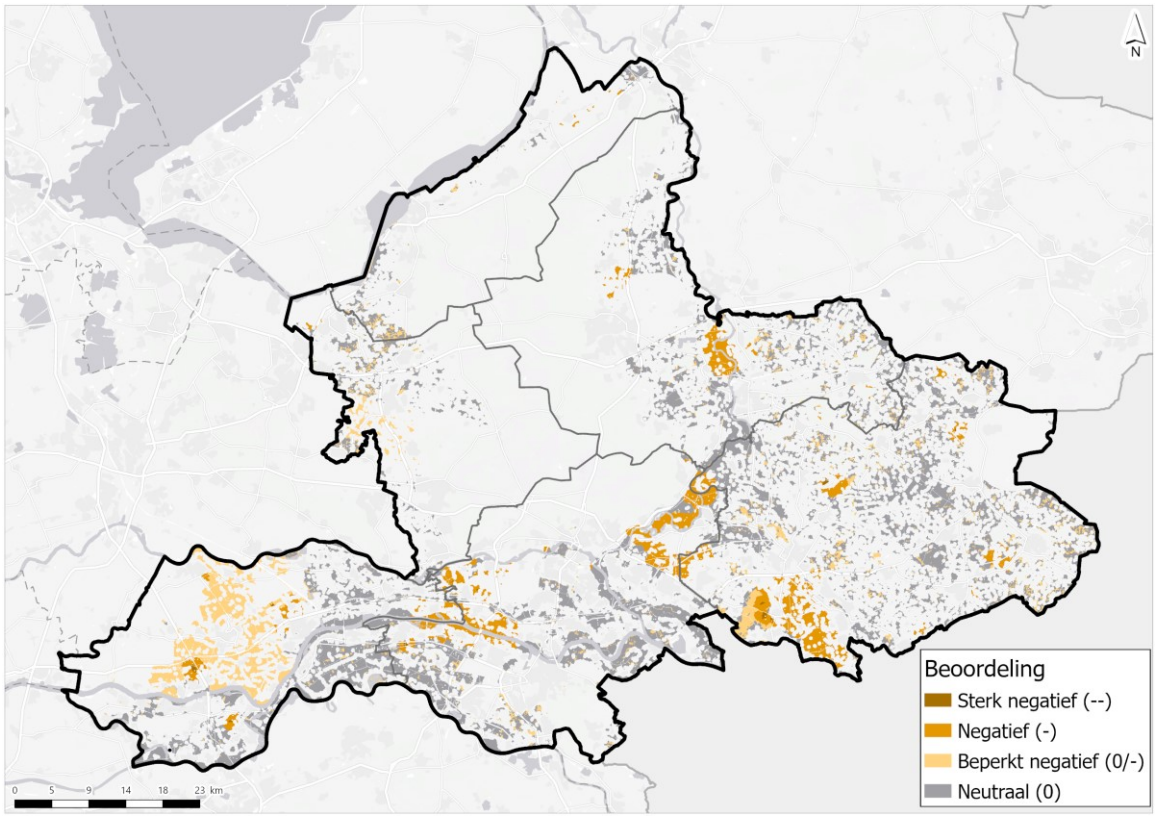
Beoordeling	Alternatief Landschap	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	64.862	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	40.593	63
negatief	24.269	37
sterk negatief	0	0

De kaart en tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen de onderzoeksgebieden binnen dit alternatief leidt tot negatieve (37 %) en beperkt negatieve (63 %) effecten op het thema veilige leefomgeving. Deze verhouding komt ook in andere alternatieven terug. De negatieve (-) effecten komen voor op locaties langs infrastructuur, waar laagvlieggebieden voor militaire vliegtuigen of helikopters aanwezig zijn, of waar landingsgebieden zijn voor vliegtuigen of helikopters. Dit is in het zuiden van de provincie waar een laagvlieggebied van Defensie ligt. Daarnaast treden deze effecten op rondom vliegvelden Deelen, Teuge en Malden, en bij de ziekenhuizen in Nijmegen en Tiel. In gebieden waar beperkt negatieve effecten optreden gelden toetsingsregels voor radardekking. Afstemming met de beheerder (Defensie of burgerluchtvaart) is hierbij noodzakelijk.

9.3.5 Gebruiksfuncties

Afbeelding 9.17 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief landschap op het thema gebruiksfuncties.

Afbeelding 9.17 Effecten van alternatief landschap op het thema Gebruiksfuncties



Tabel 9.20 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.20 Effecten van alternatief Landschap op thema Gebruiksfuncties

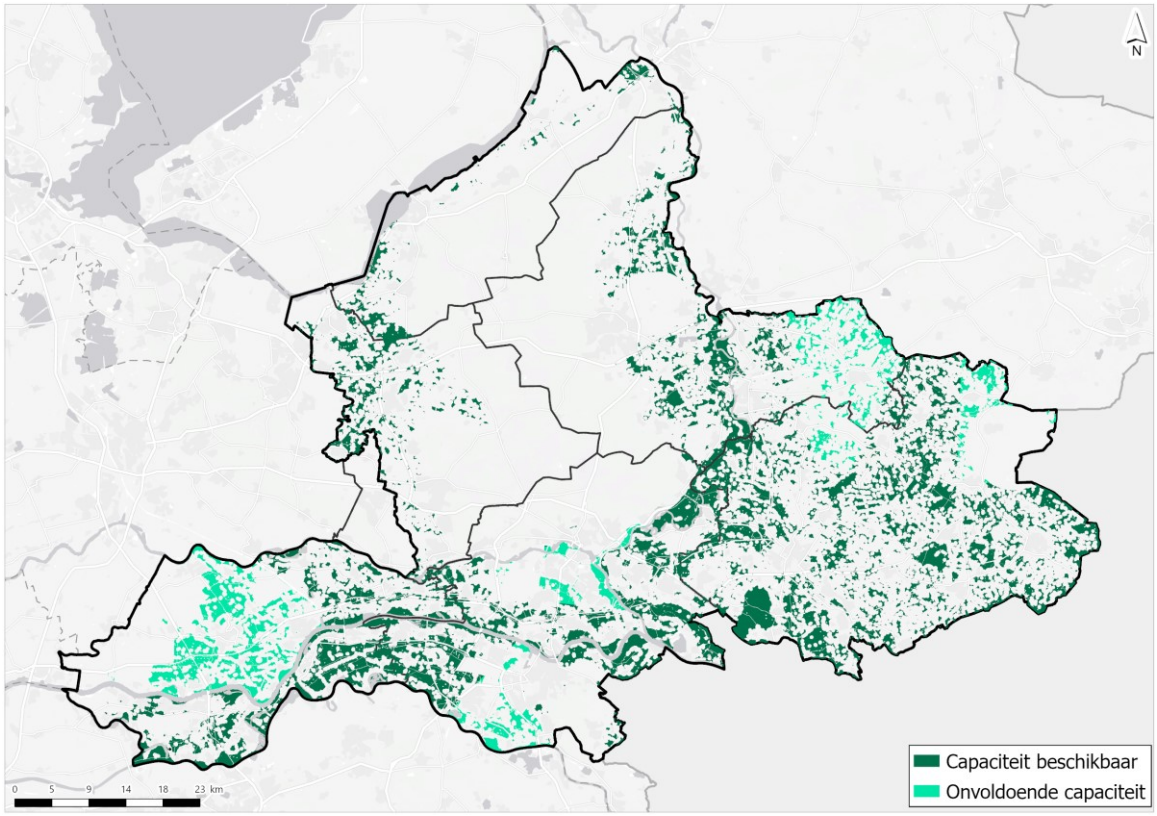
Beoordeling	Alternatief Landschap	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	64.862	100
neutraal	43.864	68
beperkt negatief	11.706	18
negatief	9.135	14
sterk negatief	158	0

De kaart en tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen 68 % van de onderzoeksgebieden in dit alternatief kan met geen of nauwelijks effecten op gebruiksfuncties. Windturbines binnen deze gebieden kunnen wel overlappen met bestaande agrarische gebruiksfuncties. De effecten op de bestaande agrarische gebruiksfunctie zijn echter zeer beperkt door het geringe ruimtebeslag van een windturbine. Deze effecten zijn daarom als neutraal beoordeeld. De negatieve effecten komen door ligging binnen grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zones of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden. Beperkt negatieve effecten komen door overlap met bos- of recreatiegebieden, of door ligging binnen een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied.

9.3.6 Netinpassing

Afbeelding 9.18 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief landschap op het thema netinpassing. Zie voor een toelichting op de methode en uitgangspunten hoofdstuk 5.8.

Afbeelding 9.18 Effecten van alternatief landschap op het thema Netinpassing



Beschikbare onderzoekslocaties bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie
In het alternatief landschap zijn in alle regio's voldoende onderzoekslocaties beschikbaar en is er grote keuzeruimte.

Tabel 9.21 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave (GWh)[1]	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	ja	409	42 %	8 %
Foodvalley	ja	351	0 %	18 %
Noord-Veluwe	ja	218	0 %	13 %
Stedendriehoek	ja	190	44 %	6 %
Achterhoek	ja	496	7 %	3 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	18 %	6 %
Totaal		**2.148**	21 %	6 %

Wind/zonverhouding bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Tabel 9.22 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in de alle regio's behaald of benaderd wordt als uitsluitend ingezet wordt op wind. Uitzondering hierop is regio Stedendriehoek. Dit komt doordat er in deze regio al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd (of in de pijplijn) is wat de verhouding sterk beïnvloedt.

Tabel 9.22 Wind/zon-verhouding bij inzet op windenergie

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	64 - 36
Foodvalley	48 - 52
Noord-Veluwe	56 - 44
Stedendriehoek	22 - 78
Achterhoek	49 - 51
Arnhem-Nijmegen	49 - 51
Gemiddeld	48 - 52

9.4 Alternatief natuur

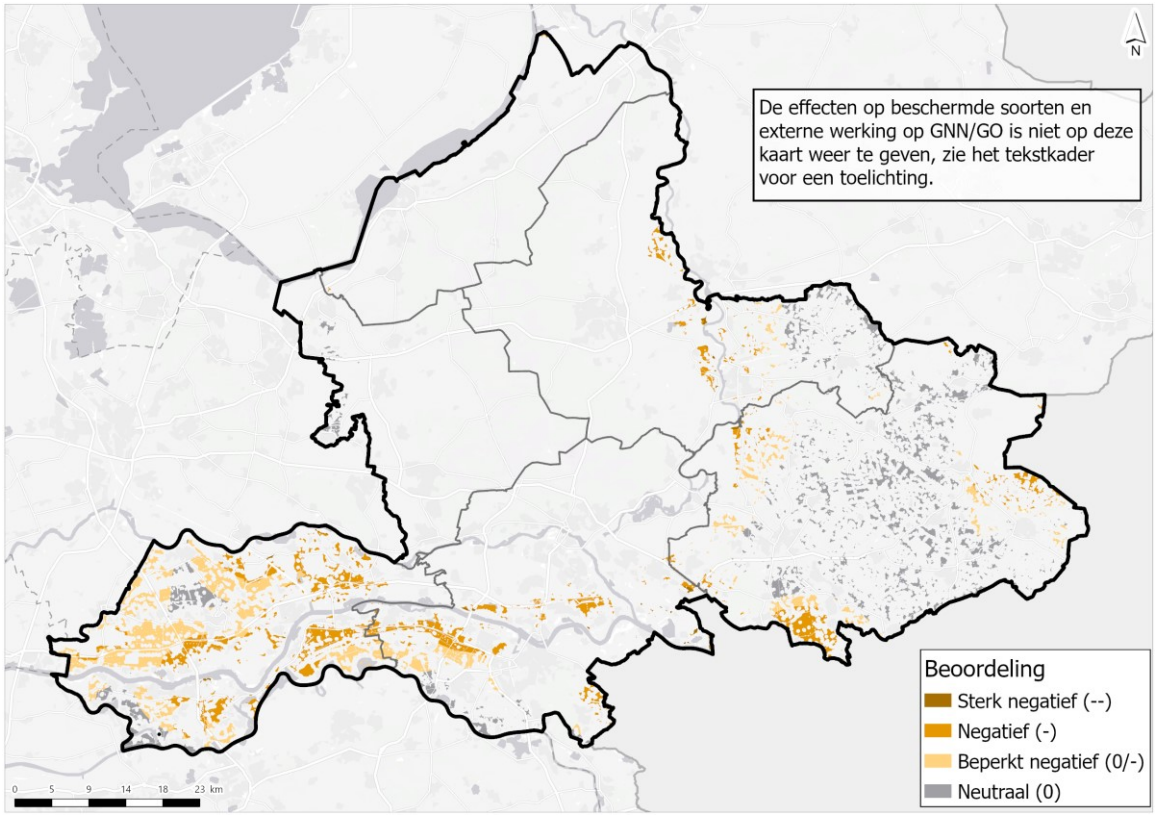
Deze paragraaf presenteert de milieueffecten van de realisatie van windenergie binnen de gebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief natuur (zie paragraaf 7.2.4 voor een beschrijving van het alternatief). Achtereenvolgens worden de effecten op de thema's natuur, landschap en cultuurhistorie, gezonde leefomgeving, veilige leefomgeving, gebruiksfuncties en netinpassing beschreven en op kaart gepresenteerd.

9.4.1 Natuur

Afbeelding 9.19 laat de effectbeoordeling van het alternatief natuur op het thema natuur.

[1] Deze openstaande opgave wijkt af van het openstaande bod dat elders in het plan-MER wordt gebruikt. Dit komt doordat in de analyse netinpassing ook rekening gehouden is met de prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van Gelderse Basis ZonPV-op-dak

Afbeelding 9.19 Effecten van alternatief natuur op het thema Natuur



Effecten op beschermde soorten en externe werking op GNN/GO

De effecten op beschermde soorten zijn op provinciale schaal niet ruimtelijk onderscheidend te maken (zie paragraaf 5.1.3). De externe werking op Natura 2000-, weidevogel- en ganzenrustgebieden is betrokken in hoofdstuk 5.1. Voor het deel van het GNN/GO- dat buiten bovengenoemde gebieden valt, is ook ruimtelijk geen onderscheid te maken op provinciale schaal. Voor zowel soortenbescherming als de betreffende delen van het GNN/GO is bij concrete initiatieven nader onderzoek nodig.

Tabel 9.23 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.23 Effecten van alternatief Natuur op thema Natuur

Beoordeling	Alternatief Natuur	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	25.193	100
neutraal	8.778	35
beperkt negatief	8.280	33
negatief	7.798	31
sterk negatief	337	1

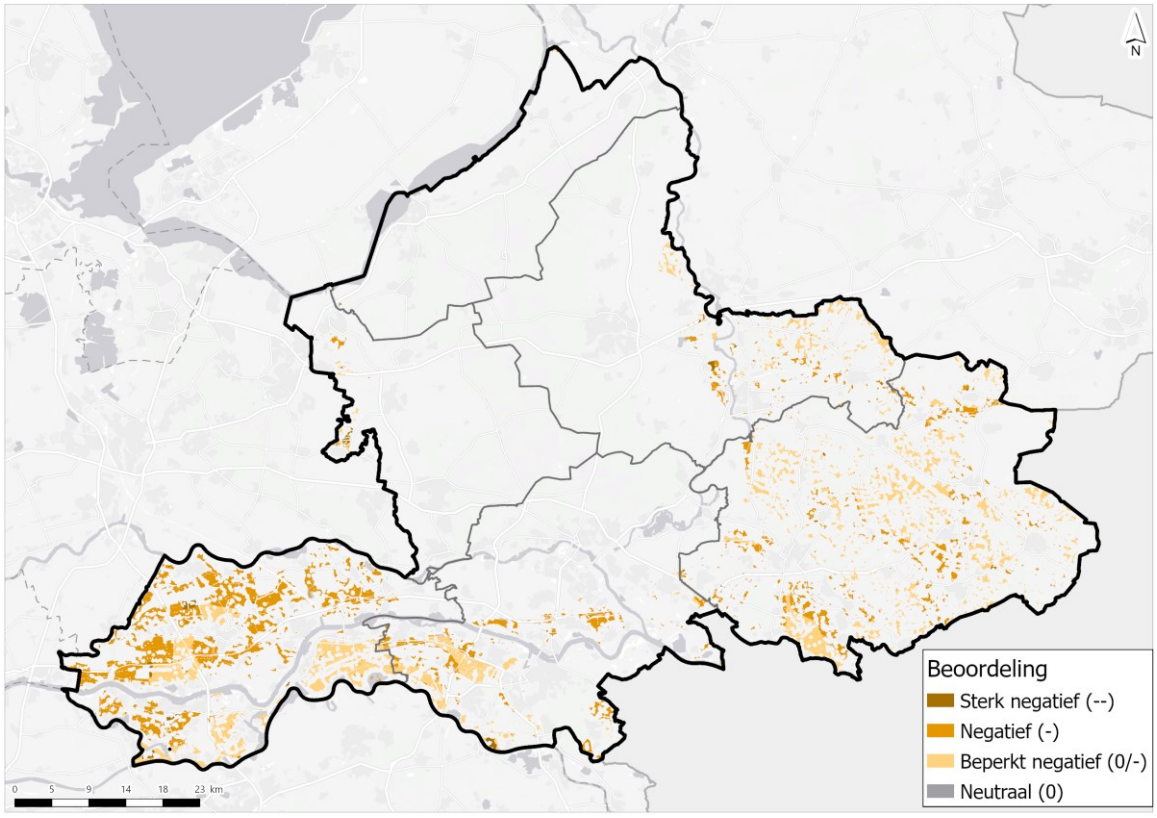
De kaart en tabel laten zien dat de effecten voor realisatie van windturbines in de onderzoeksgebieden binnen dit alternatief in grofweg een gelijke verhouding beoordeeld zijn als negatief, beperkt negatief of

neutraal. Sterk negatieve effecten treden op een enkele locatie (1 %) van het onderzoeksgebied op. Dit zijn de zones binnen 333 m van ganzenrustgebieden waar vanwege externe werking op deze gebieden sterk negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden[1]. De (beperkt) negatieve effecten treden op door effecten op natuurgebieden die leiden tot een mogelijke aantasting van de natuurwaarden in Natura 2000-, GNN- of GO-gebieden. De neutrale effectbeoordeling wil niet zeggen dat geen sprake kan zijn van ecologische effecten. Zoals in bovenstaande kader beschreven, kan sprake zijn van effecten op beschermde soorten of van externe werking op GNN of GO-gebieden. Daarom is nader ecologisch altijd noodzakelijk.

9.4.2 Landschap en cultuurhistorie

Afbeelding 9.20 laat de effectbeoordeling van het alternatief natuur op het thema landschap en cultuurhistorie zien.

Afbeelding 9.20 Effecten van alternatief natuur op het thema Landschap en cultuurhistorie



Tabel 9.24 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

[1] Deze zone is per abuis niet opgenomen in het alternatief Natuur in tegenstelling tot externe werking op weidevogelgebieden.

Tabel 9.24 Effecten van alternatief Natuur op thema Landschap en cultuurhistorie

Beoordeling	Alternatief Natuur	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	25.193	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	12.565	50
negatief	12.113	48
sterk negatief	515	2

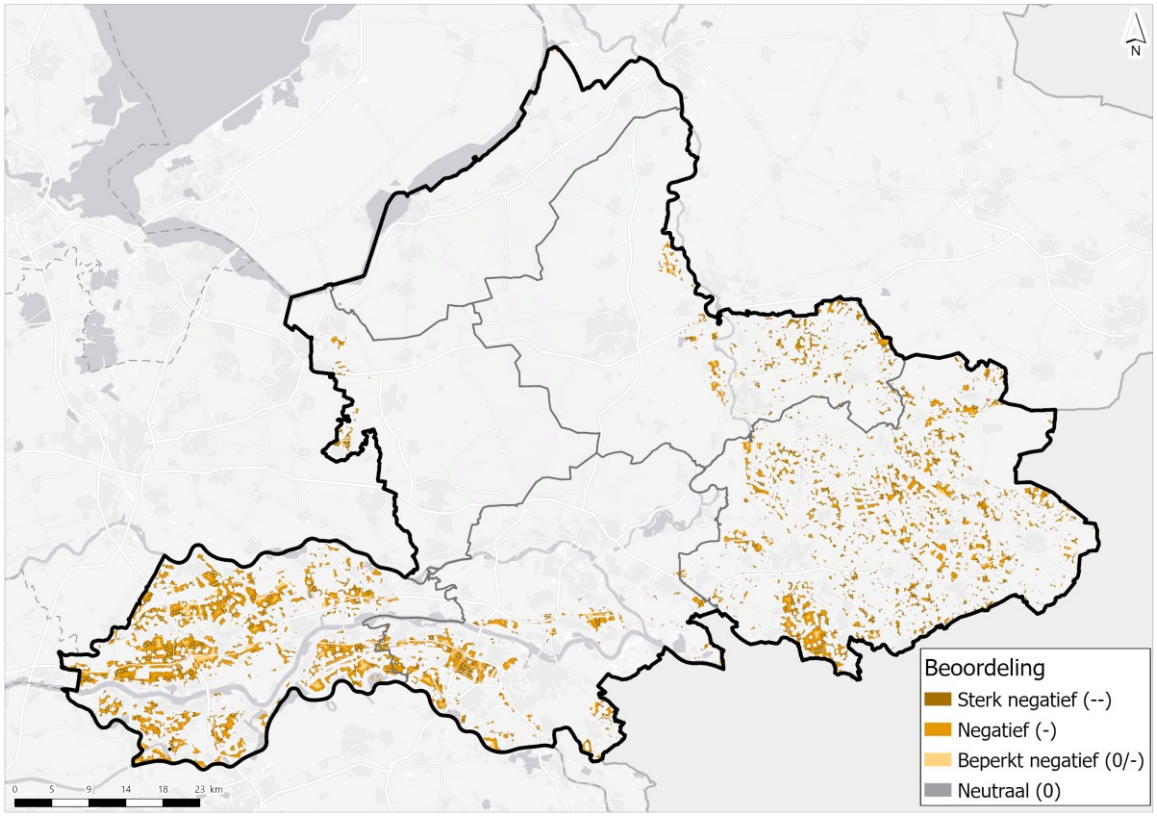
Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen met name negatief (-) en bepekt negatief (0/-) zijn. Sterk negatieve effecten (--) treden op enkele locaties (2 % van het onderzoeksgebied) op en komen voort uit effecten op cultuurhistorie. Dit gaat om ligging gebieden of locaties met hoge cultuurhistorische waarden, zoals landschappelijk groen erfgoed of Rijksmonumenten (zie ook afbeelding 3.5 en paragraaf 5.2.2 van dit plan-MER). Daarnaast valt op dat het grootste deel van de RES-regio Rivierenland negatief beoordeeld is. Dit komt door de ligging van de Nieuwe Hollandse Waterlinie (Werelderfgoedlijst UNESCO)[1] en de aanwezigheid van archeologische waarden. Ook de overige (beperkt) negatieve effecten komen voornamelijk door mogelijke effecten op archeologische waarden. Op deze locaties is nader onderzoek in een eventuele nadere uitwerking op projectniveau noodzakelijk.

9.4.3 Gezonde leefomgeving

Afbeelding 9.21 toont de effecten van alternatief Natuur op het thema gezonde leefomgeving.

[1] In het Afwegingskader energieopwekking Hollandse Waterlinies (Land-id, 2021) is nader uitgewerkt onder welke voorwaarden windenergie binnen de Hollandse Waterlinie ingepast kan worden. Dit is ook op kaart weergegeven.

Afbeelding 9.21 Effecten van alternatief natuur op het thema Gezonde leefomgeving



Tabel 9.25 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.25 Effecten van alternatief Natuur op thema Gezonde leefomgeving

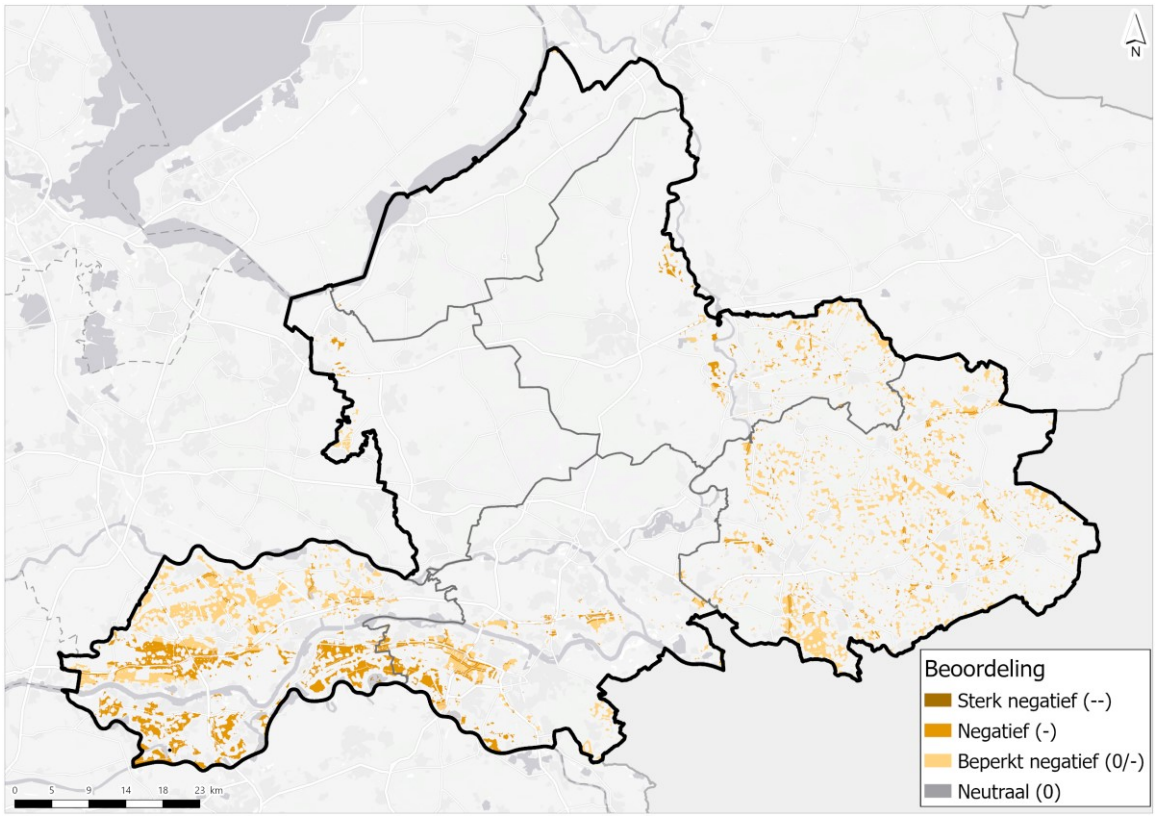
Beoordeling	Alternatief Natuur	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	25.193	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	784	3
negatief	12.347	49
sterk negatief	12.062	48

De effecten van alternatief natuur op thema gezonde leefomgeving zijn gelijk verdeeld tussen sterk negatieve effecten (48 %) en negatieve effecten (49 %). In alternatief natuur zijn gebieden met hoge natuurwaarden vermeden. In deze gebieden staan vaak ook geen woningen. De onderzoeksgebieden binnen het alternatief vermijden daarmee natuurwaarden, maar liggen veelal nabij (verspreid liggende) woningen. Realisatie van windturbines in de onderzoeksgebieden binnen dit alternatief leidt daardoor tot (sterk) negatieve effecten op het thema gezonde leefomgeving. Dit komt voornamelijk door effecten vanuit geluid.

9.4.4 Veilige leefomgeving

Afbeelding 9.22 toont de effecten van alternatief Natuur op het thema Veilige leefomgeving.

Afbeelding 9.22 Effecten van alternatief natuur op het thema Veilige leefomgeving



Tabel 9.26 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.26 Effecten van alternatief Natuur op thema Veilige leefomgeving

Beoordeling	Alternatief Natuur	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	25.193	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	15.552	62
negatief	9.641	38
sterk negatief	0	0

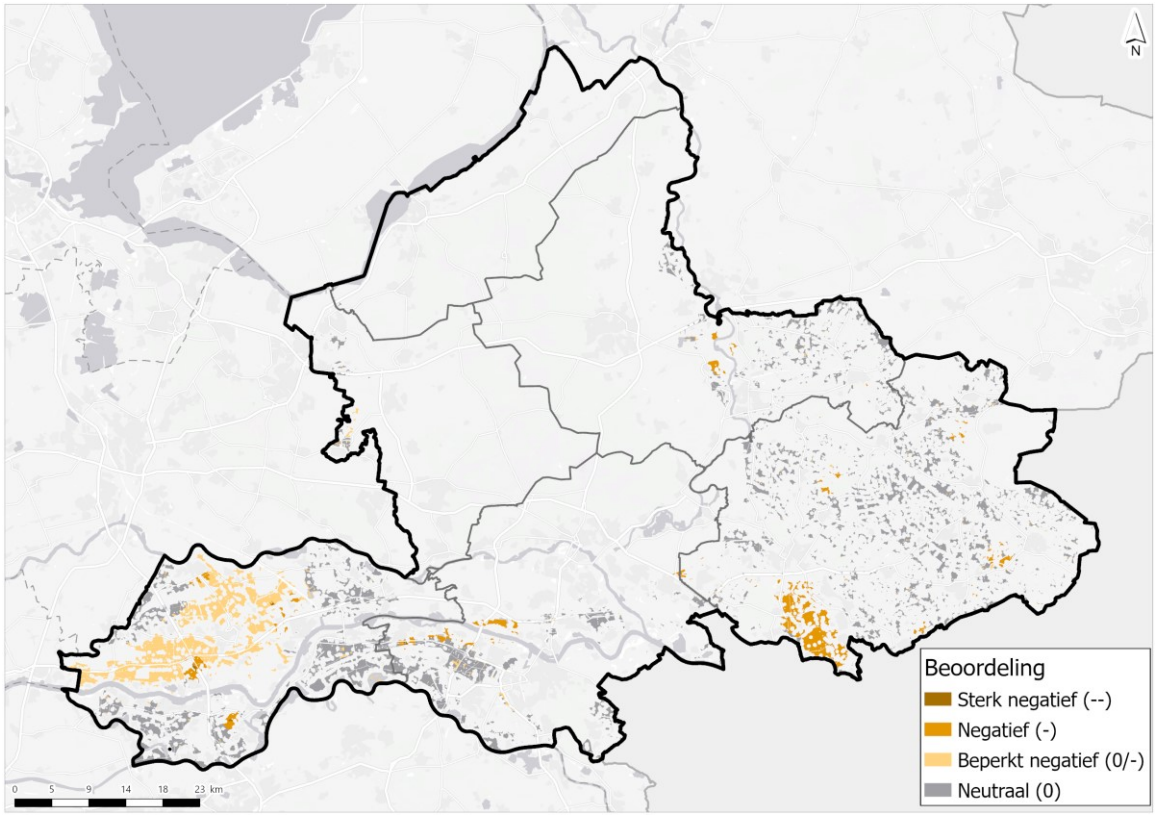
De kaart en tabel laten zien dat er veel (beperkt) negatieve effecten aanwezig zijn in het alternatief. De negatieve (-) effecten concentreren zich in het zuidoosten van de provincie, rondom de laagvlieggebieden voor militaire vliegtuigen en helikopters (zie ook 9.3.4). In gebieden waar beperkt negatieve effecten optreden gelden toetsingsregels voor radardekking. Afstemming met de beheerder (Defensie of

burgerluchtvaart) is hierbij noodzakelijk. Sterk negatieve effecten zijn uitgesloten door dat in de alternatievenontwikkeling rekening is gehouden met normen vanuit externe veiligheid.

9.4.5 Gebruiksfuncties

Afbeelding 9.23 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief natuur op het thema gebruiksfuncties.

Afbeelding 9.23 Effecten van alternatief natuur op het thema Gebruiksfuncties



Tabel 9.27 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.27 Effecten van alternatief Natuur op thema Gebruiksfuncties

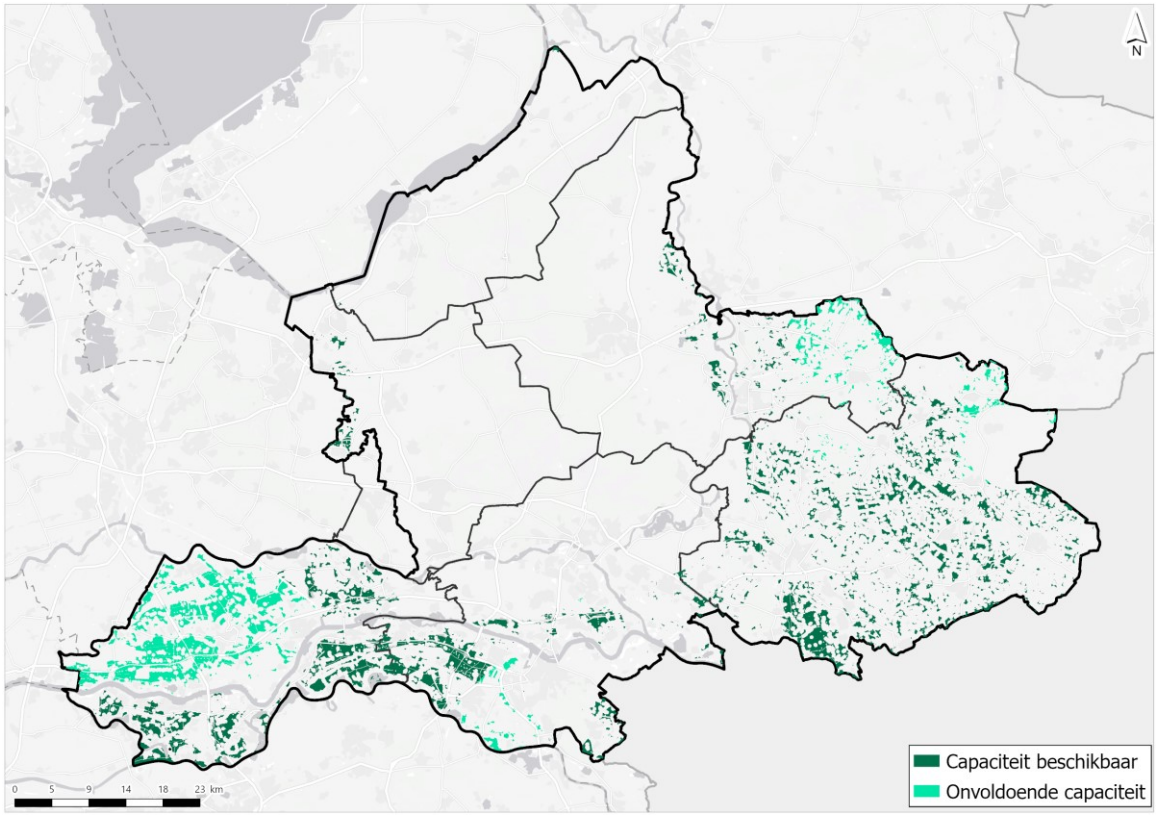
Beoordeling	Alternatief Natuur	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	25.193	100
neutraal	16.782	67
beperkt negatief	5.654	22
negatief	2.712	11
sterk negatief	44	0

De kaart en tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen 67 % van het onderzoeksgebied in dit alternatief mogelijk is met geen of nauwelijks effecten op gebruiksfuncties. Windturbines binnen deze gebieden kunnen wel overlappen met bestaande agrarische gebruiksfuncties. De effecten op de bestaande agrarische gebruiksfunctie zijn echter zeer beperkt door het geringe ruimtebeslag van een windturbine. Deze effecten zijn daarom als neutraal beoordeeld. De negatieve effecten komen door ligging binnen grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zones of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden. Beperkt negatieve effecten komen door overlap met bos- of recreatiegebieden, of door ligging binnen een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied.

9.4.6 Netinpassing

Afbeelding 9.24 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief natuur op het thema netinpassing. Zie voor een toelichting op de methode en uitgangspunten hoofdstuk 5.8.

Afbeelding 9.24 Effecten van alternatief natuur op het thema Netinpassing



Beschikbare onderzoekslocaties bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie
In het alternatief natuur zijn er grote verschillen tussen regio's. In met name regio Foodvalley en Noord-Veluwe zorgt de extra gebiedsbescherming voor de Wespendief (het uitsluiten van Natura 2000-gebied Veluwe + 8 km, zie paragraaf 7.2,4) voor het vervallen van een groot deel van de onderzoekslocaties in deze regio's. Het is in deze regio's niet mogelijk om het openstaande deel van de RES-opgave met windenergie te behalen. In andere regio's zijn er voldoende onderzoekslocaties beschikbaar en is de keuzeruimte ook relatief groot.

Tabel 9.28 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave (GWh)[1]	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	ja	409	59 %	13 %
Foodvalley	nee	351	0 %	>100 %
Noord-Veluwe	nee	218	0 %	>100 %
Stedendriehoek	ja	190	66 %	41 %
Achterhoek	ja	496	6 %	8 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	14 %	23 %
Totaal		**2.148**	34 %	16 %

Wind/zonverhouding bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Tabel 9.29 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in Rivierenland, Achterhoek en Arnhem-Nijmegen behaald of benaderd wordt als uitsluitend ingezet wordt op wind. In de overige regio's ligt het streefdoel ook buiten bereik, ook als uitsluitend ingezet wordt op wind. Voor Foodvalley en Noord-Veluwe komt dit door onvoldoende ruimte voor windenergie. In regio Stedendriehoek geldt dat er al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd (of in de pijplijn) is wat de verhouding sterk beïnvloedt.

Tabel 9.29 Wind/zon-verhouding bij inzet op windenergie

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	64 - 36
Foodvalley	37 - 63
Noord-Veluwe	31 - 69
Stedendriehoek	22 - 78
Achterhoek	49 - 51
Arnhem-Nijmegen	49 - 51
Gemiddeld	45 - 55

[1] Deze openstaande opgave wijkt af van het openstaande bod dat elders in het plan-MER wordt gebruikt. Dit komt doordat in de analyse netinpassing ook rekening gehouden is met de prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van Gelderse Basis ZonPV-op-dak.

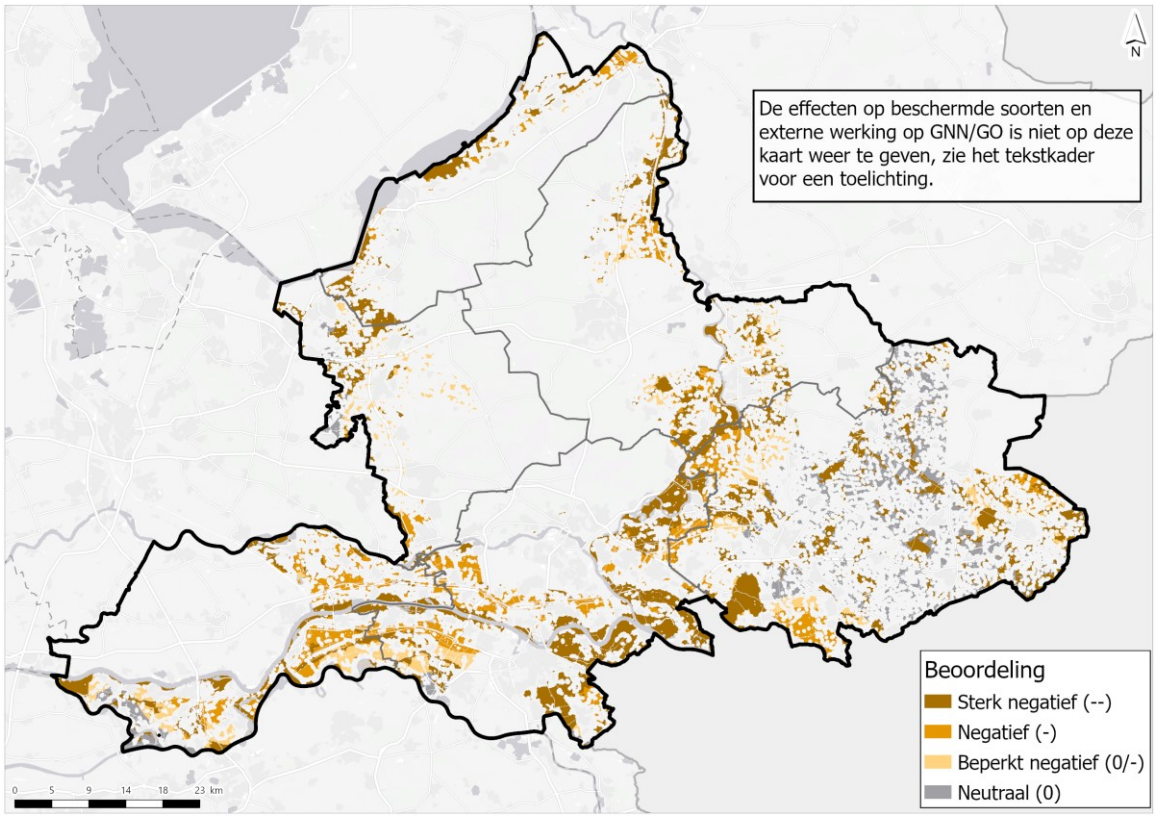
9.5 Alternatief energiesysteem

Deze paragraaf presenteert de milieueffecten van de realisatie van windenergie binnen de gebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief energiesysteem (zie paragraaf 7.2.5 voor een beschrijving van het alternatief). Achtereenvolgens worden de effecten op de thema's natuur, landschap en cultuurhistorie, gezonde leefomgeving, veilige leefomgeving, gebruiksfuncties en netinpassing beschreven en op kaart gepresenteerd[1].

9.5.1 Natuur

Afbeelding 9.25 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief energiesysteem op het thema natuur.

Afbeelding 9.25 Effecten van alternatief energiesysteem op het thema Natuur



Effecten op beschermde soorten en externe werking op GNN/GO

De effecten op beschermde soorten zijn op provinciale schaal niet ruimtelijk onderscheidend te maken (zie paragraaf 5.1.3). De externe werking op Natura 2000-, weidevogel- en ganzenrustgebieden is betrokken in hoofdstuk 5.1. Voor het deel van het GNN/GO- dat buiten bovengenoemde gebieden valt, is ook ruimtelijk geen onderscheid te maken op provinciale schaal. Voor zowel soortenbescherming als de betreffende delen van het GNN/GO is bij concrete initiatieven nader onderzoek nodig.

[1] Door fout in geo-data is het verzorgingsgebied Woudhuis tussen Apeldoorn en Zutphen bij het samenstellen van het alternatief ten onrechte aangemerkt als gebied waar geen capaciteit beschikbaar is. Dit betekent informatie over dit gebied. Binnen de Stedendriehoek in het alternatief energiesysteem in hoofdstuk 9.5 op dit punt vertekend zijn. De overige analyses in hoofdstuk 5 en 9 zijn niet beïnvloed door deze fout omdat daarbij wel de juiste informatie is gehanteerd.

Tabel 9.30 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.30 Effecten van alternatief Energiesysteem op thema Natuur

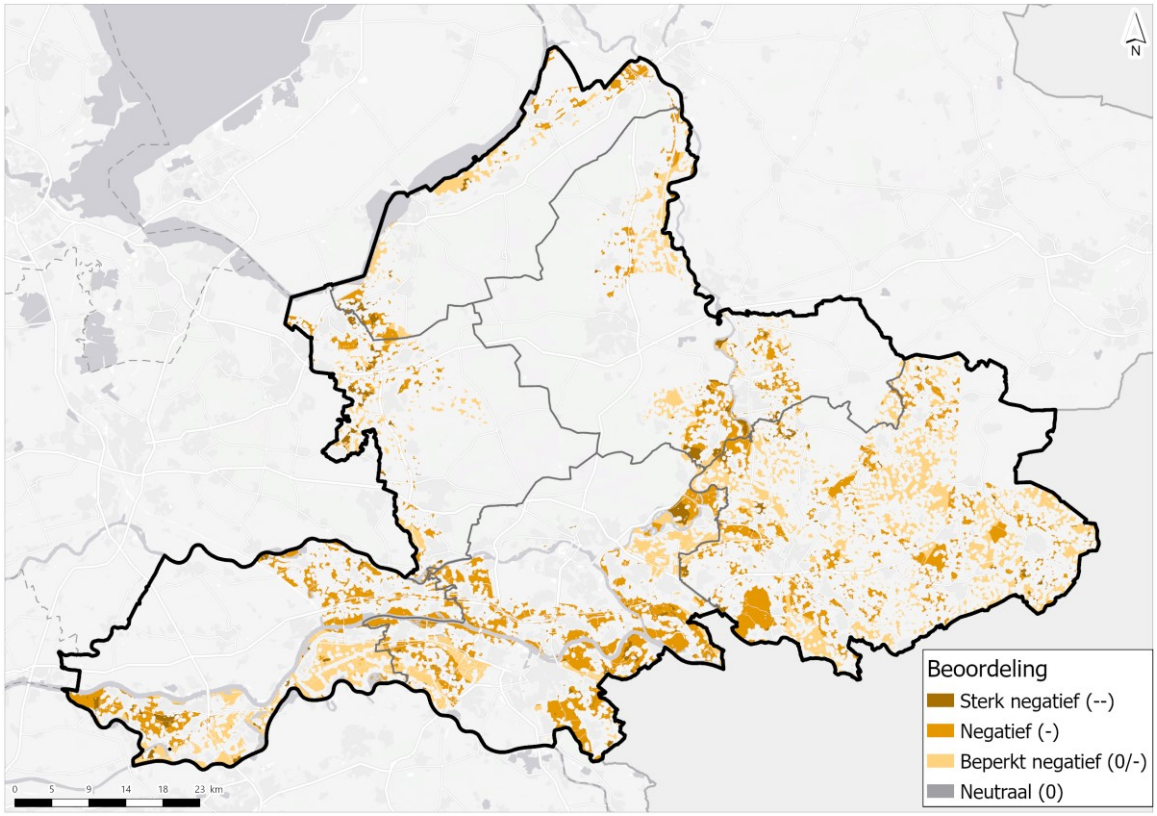
Beoordeling	Alternatief Energiesysteem	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	66.090	100
neutraal	9.787	15
beperkt negatief	7.325	11
negatief	14.027	21
sterk negatief	34.951	53

Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen variëren van sterk negatief (--) tot neutraal (0). De sterk negatieve effecten (53 %) treden op door mogelijk significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden, GNN-gebieden of ganzenrustgebieden (weidevogelgebieden zijn reeds uitgesloten als belemmering, zie paragraaf 4.3.2). Deze gebieden liggen onder andere rondom de rivieren, wat terug te zien is op de kaart met effectbeoordelingen (afbeelding 9.26). Tabel 9.27 laat zien dat 15 % van het onderzoeksgebied neutraal scoort. De kaart (afbeelding 9.1) laat zien dat dit met name speelt in de RES-regio's Stedendriehoek en Achterhoek. De neutrale effectbeoordeling wil niet zeggen dat geen sprake kan zijn van ecologische effecten. Zoals in bovenstaande kader beschreven, kan sprake zijn van effecten op beschermde soorten of van externe werking op GNN of GO-gebieden. Daarom is nader ecologisch altijd noodzakelijk.

9.5.2 Landschap en cultuurhistorie

Afbeelding 9.26 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief energiesysteem op het thema landschap en cultuurhistorie zien.

Afbeelding 9.26 Effecten van alternatief energiesysteem op het thema Landschap en cultuurhistorie



Tabel 9.31 laat de effectbeoordelingen per categorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.31 Effecten van alternatief Energiesysteem op thema Landschap en cultuurhistorie

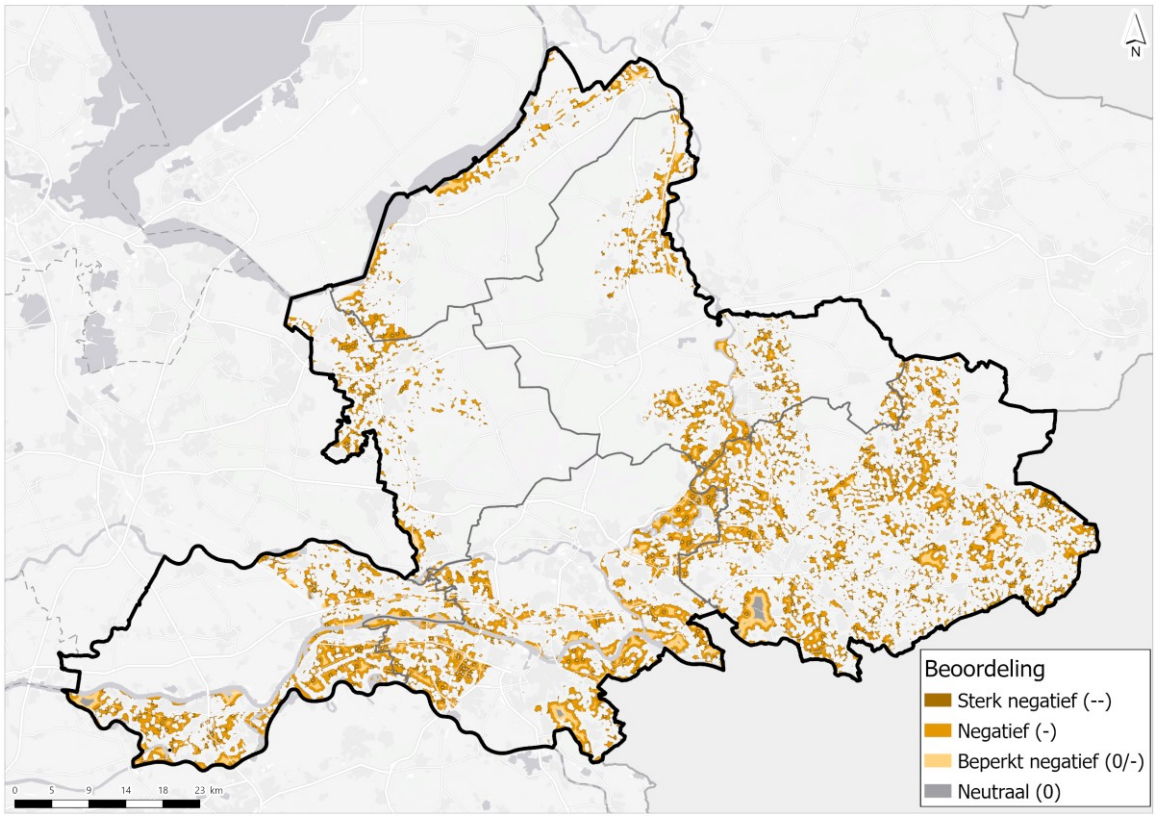
Beoordeling	Alternatief Energiesysteem	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	66.090	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	30.022	45
negatief	31.778	48
sterk negatief	4.291	6

Op de kaart en in de tabel valt op dat de effectbeoordelingen met name negatief (-) en bepekt negatief (0/-) zijn. Sterk negatieve effecten (--) treden op enkele locaties (6 % van het onderzoeksgebied) op en komen voort uit effecten op cultuurhistorie. Dit gaat om ligging gebieden of locaties met hoge cultuurhistorische waarden, zoals landschappelijk groen erfgoed of Rijksmonumenten (zie ook afbeelding 3.5 en paragraaf 5.2.2 van dit plan-MER). De (beperkt) negatieve effecten komen voort uit effecten op cultuurhistorie en archeologie. Deze effecten treden verspreid over het plangebied op, maar met name in de regio Arnhem-Nijmegen is het grootste deel van de onderzoekslocaties als negatief (-) beoordeeld.

9.5.3 Gezonde leefomgeving

Afbeelding 9.27 toont de effecten van alternatief Energiesysteem op het thema Gezonde leefomgeving.

Afbeelding 9.27 Effecten van alternatief energiesysteem op het thema Gezonde leefomgeving



Tabel 9.32 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.32 Effecten van alternatief Energiesysteem op thema Gezonde leefomgeving

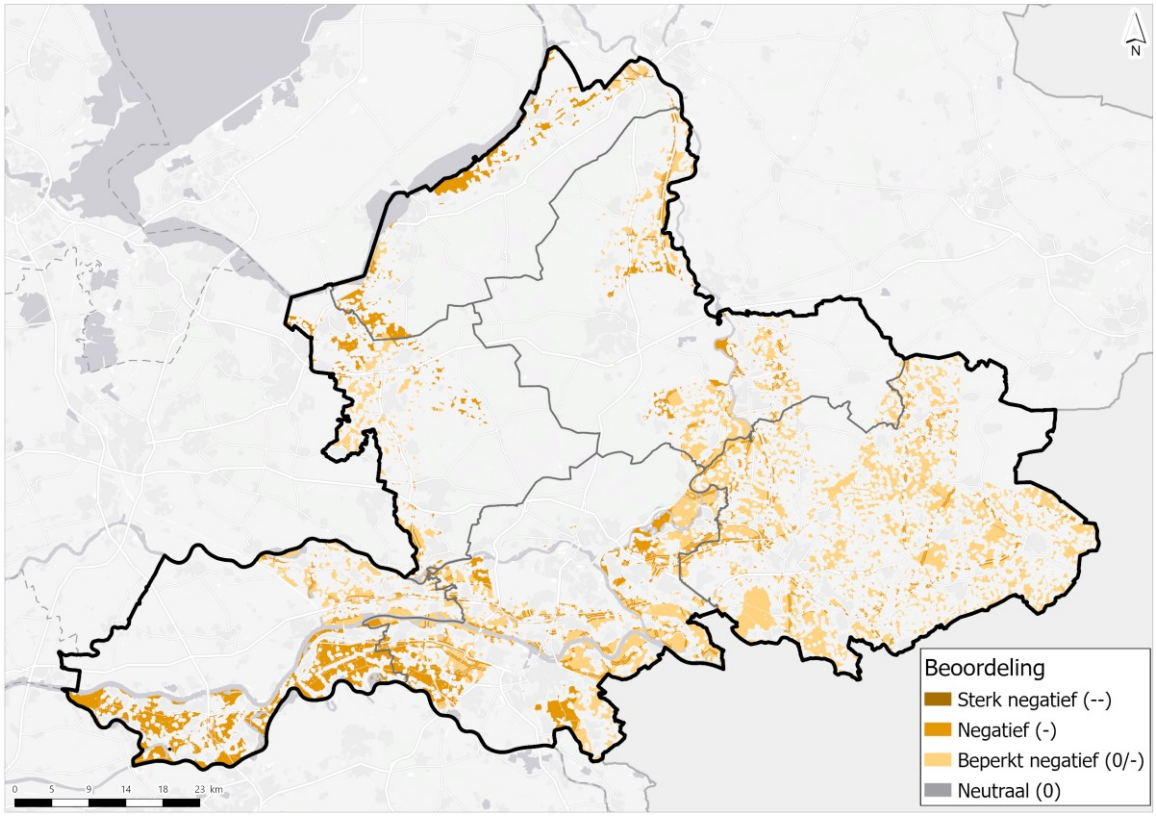
Beoordeling	Alternatief Energiesysteem	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	66.090	100
neutraal	504	1
beperkt negatief	5.258	8
negatief	33.516	51
sterk negatief	26.812	41

Op de kaart en in de tabel valt op dat er veel gebieden zijn met (sterk) negatieve effecten op het thema gezonde leefomgeving. Effecten op gezonde leefomgeving treden op rondom woningen en komen voornamelijk voort uit geluidseffecten. In de provincie zijn woningen verspreid aanwezig, waardoor sterk negatieve en negatieve effecten verspreid door het onderzoeksgebied aanwezig zijn. De onderzoeksgebieden die onderdeel uitmaken van het alternatief, liggen verspreid door het plangebied en grenzen veelal aan verspreid liggende woningen. Realisatie van windturbines in deze gebieden leidt tot (sterk) negatieve effecten op het thema gezonde leefomgeving. Geluidbelasting is een belangrijk milieueffect om rekening mee te houden in de planvorming met betrekking windenergie in dit alternatief. Wel is het weinig onderscheidend binnen het plangebied, waardoor het een relatief beperkte rol kan spelen in het afwegen van verschillende locaties binnen dit alternatief.

9.5.4 Veilige leefomgeving

Afbeelding 9.28 toont de effecten van alternatief Energiesysteem op het thema Veilige leefomgeving.

Afbeelding 9.28 Effecten van alternatief energiesysteem op het thema Veilige leefomgeving



Tabel 9.33 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.33 Effecten van alternatief Energiesysteem op thema Veilige leefomgeving

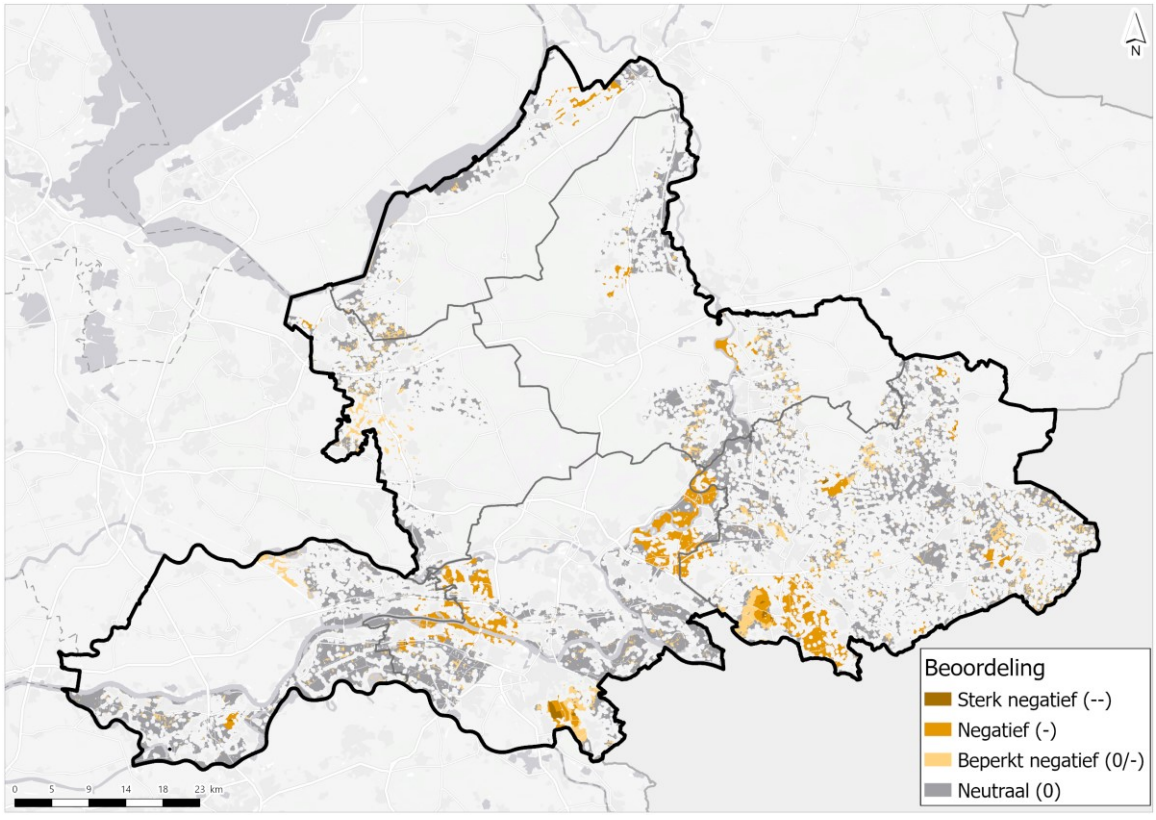
Beoordeling	Alternatief Energiesysteem	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	66.090	100
neutraal	0	0
beperkt negatief	40.637	61
negatief	25.379	38
sterk negatief	25.454	0

De kaart en tabel laten zien dat er veel (beperkt) negatieve effecten aanwezig zijn in het alternatief. De negatieve (-) effecten concentreren zich in het zuidoosten van de provincie, rondom de laagvlieggebieden voor militaire vliegtuigen en helikopters (zie ook 9.3.4). In gebieden waar beperkt negatieve effecten optreden gelden toetsingsregels voor radardekking. Afstemming met de beheerder (Defensie of burgerluchtvaart) is hierbij noodzakelijk. Sterk negatieve effecten zijn uitgesloten door dat in de alternatievenontwikkeling rekening is gehouden met normen vanuit externe veiligheid.

9.5.5 Gebruiksfuncties

Afbeelding 9.29 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief energiesysteem op het thema gebruiksfuncties.

Afbeelding 9.29 Effecten van alternatief energiesysteem op het thema Gebruiksfuncties



Tabel 9.34 laat de effectbeoordelingen per beoordelingscategorie zien, vertaald naar het percentage van het onderzoeksgebied en de bijbehorende modelmatige opwekpotentie (GWh).

Tabel 9.34 Effecten van alternatief Energiesysteem op thema Gebruiksfuncties

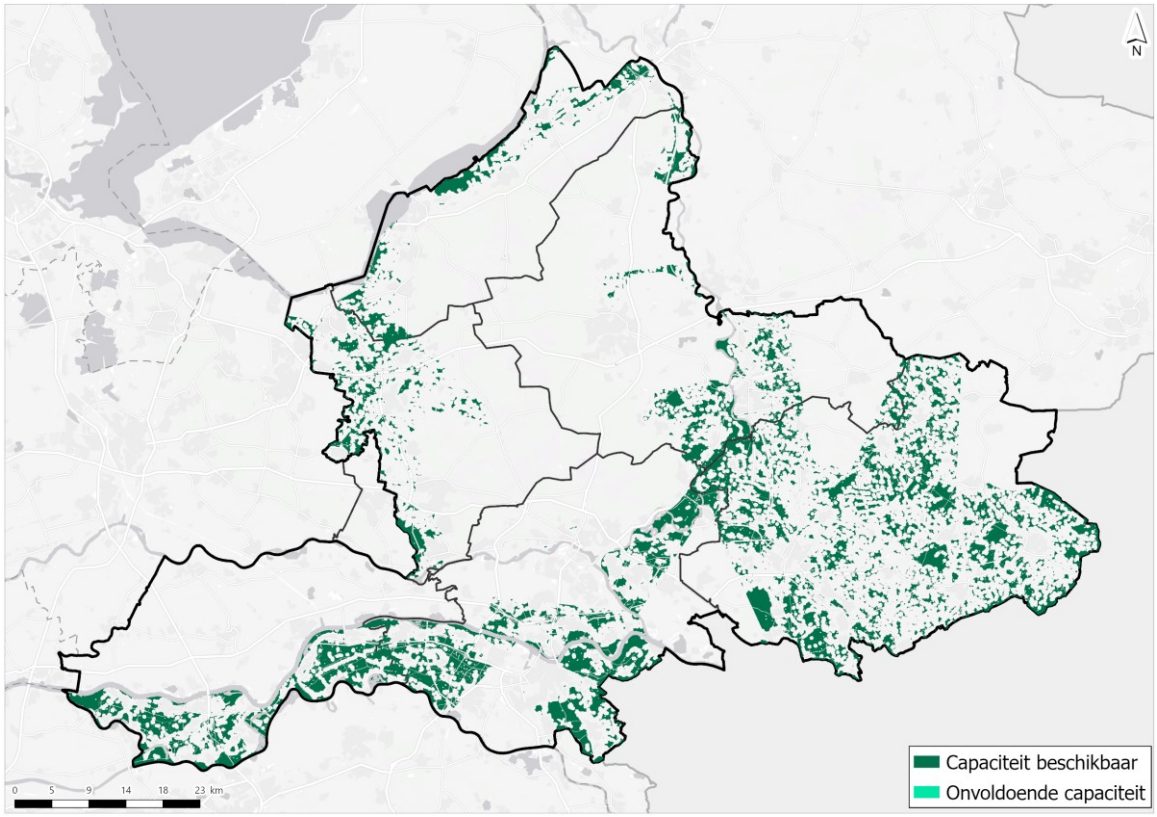
Beoordeling	Alternatief Energiesysteem	
	Energieopbrengst (GWh)	Onderzoeksgebied (%)
totaal	66.090	100
neutraal	47.639	72
beperkt negatief	8.214	12
negatief	9.941	15
sterk negatief	297	0

De kaart en tabel laten zien dat realisatie van windturbines binnen 72 % van de onderzoeksgebieden in dit alternatief kan met geen of nauwelijks effecten op gebruiksfuncties. Windturbines binnen deze gebieden kunnen wel overlappen met bestaande agrarische gebruiksfuncties. De effecten op de bestaande agrarische gebruiksfunctie zijn echter zeer beperkt door het geringe ruimtebeslag van een windturbine. Deze effecten zijn daarom als neutraal beoordeeld. De negatieve effecten komen door ligging binnen grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zones of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden. Beperkt negatieve effecten komen door overlap met bos- of recreatiegebieden, of door ligging binnen een minder kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied.

9.5.6 Netinpassing

Afbeelding 9.30 laat de effectbeoordeling zien van het alternatief energiesysteem op het thema netinpassing. Zie voor een toelichting op de methode en uitgangspunten hoofdstuk 5.8.

Afbeelding 9.30 Effecten van alternatief energiesysteem op het thema Netinpassing



Beschikbare onderzoekslocaties bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie
In het alternatief energiesysteem zijn in alle regio's voldoende onderzoekslocaties beschikbaar en is er grote keuzeruimte.

Tabel 9.35 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave (GWh)[1]	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage onderzoekslocaties - capaciteit beschikbaar
Rivierenland	ja	409	53 %	7 %
Foodvalley	ja	351	0 %	14 %
Noord-Veluwe	ja	218	0 %	7 %
Stedendriehoek	ja	190	45 %	4 %
Achterhoek	ja	496	10 %	3 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	15 %	5 %
Totaal		**2.148**	26 %	5 %

[1] Deze openstaande opgave wijkt af van het openstaande bod dat elders in het plan-MER wordt gebruikt. Dit komt doordat in de analyse netinpassing ook rekening gehouden is met de prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van Gelderse Basis ZonPV-op-dak.

Wind/zonverhouding bij invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Tabel 9.36 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in de meeste regio's behaald of benaderd wordt als uitsluitend ingezet wordt op wind. In Stedendriehoek ligt het streefdoel buiten bereik, ook als uitsluitend ingezet wordt op wind. Dit komt doordat er in deze regio al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd (of in de pijplijn) is wat de verhouding sterk beïnvloedt.

Tabel 9.36 Wind/zon-verhouding bij inzet op windenergie

Regio	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
Rivierenland	64 - 36
Foodvalley	48 - 52
Noord-Veluwe	56 - 44
Stedendriehoek	23 - 77
Achterhoek	50 - 50
Arnhem-Nijmegen	49 - 51
Gemiddeld	48 - 52

10

VERGELIJKING ALTERNATIEVEN

Dit hoofdstuk vergelijkt de vijf alternatieven voor windenergie die in hoofdstuk 7 zijn omschreven. De vergelijking bestaat uit het doelbereik uit hoofdstuk 8 en de effecten uit hoofdstuk 9. De alternatieven worden afgezet tegen de beoordeling van het volledige onderzoeksgebied (de zogeheten basisbeoordeling) uit hoofdstuk 5.

De vijf alternatieven worden vergeleken per thema. Voor alle thema's zijn in de basisbeoordeling (hoofdstuk 5) de effecten beoordeeld op een schaal van neutraal (0) tot sterk negatief (--). Deze effectbeoordelingen zijn ruimtelijk aangeduid. Voor zowel de basisbeoordeling (het volledig onderzoeksgebied) alsook voor de alternatieven laat de vergelijking in dit hoofdstuk zien wat de theoretische energieopwek (GWh) en wat het aandeel in oppervlakte (% oppervlakte) is per effectbeoordeling. Hiermee kunnen de alternatieven worden vergeleken op milieueffectbeoordelingen en ontstaat inzicht in welk alternatief beter of slechter scoort op welk thema. In de analyse wordt net als in hoofdstuk 9 de 166 m referentieturbine in een wolkopstelling gehanteerd.

10.1 Natuur

Basisbeoordeling van het volledige onderzoeksgebied

Uit de effectbeschrijving in hoofdstuk 5 blijft dat negatieve en sterk negatieve effecten op het thema natuur onder andere worden veroorzaakt door externe werking op vogelrichtlijnsoorten uit Natura 2000-gebieden. Dit treedt bijvoorbeeld op rondom de Veluwe, maar ook rondom de grote rivieren. Ook leidt ligging binnen een natuurgebied (GNN, GO of overige gebieden) tot (sterk) negatieve effecten. Voor het thema natuur geldt dat effecten op soortenbescherming voor alle locaties binnen de provincie een risico vormt. Hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk. Dit maakt dat ook voor de gebieden die als neutraal zijn beoordeeld, nader onderzoek nodig is om te bevestigen of daadwerkelijk sprake geen sprake is van (betekenisvolle) effecten.

Vergelijking alternatieven

Tabel 10.1 laat de vergelijking van de basisbeoordeling en de alternatieven zien op het thema natuur.

Tabel 10.1 Vergelijking van alternatieven op het thema Natuur

		Effectbeoordeling				
Alternatief	**Variabele**	**Neutraal (0)**	**Beperkt negatief (0/-)**	**Negatief (-)**	**Sterk negatief (--)**	**Totaal**
basisbeoordeling	GWh	13.679	13.688	17.071	44.874	89.311
	% opp.	15	15	19	50	100
RES 1.0	GWh	3.700	2.564	3.932	5.396	15.591
	% opp.	24	16	25	35	100
gezonde en veilige leefomgeving	GWh	134	141	284	2436	2.994

		Effectbeoordeling				
Alternatief	Variabele	Neutraal (0)	Beperkt negatief (0/-)	Negatief (-)	Sterk negatief (--)	Totaal
	% opp.	4	5	9	81	100
landschap	GWh	11.588	9.042	13.381	30.851	64.862
	% opp.	18	14	21	48	100
natuur	GWh	8.778	8.280	7.798	337	25.193
	% opp.	35	33	31	1	100
energiesysteem	GWh	9.787	7.325	14.027	34.951	66.090
	% opp.	15	11	21	53	100

Uit de tabel blijkt dat in een groot deel van het onderzoeksgebied (de basisbeoordeling) negatieve (19 % van het oppervlak) en sterk negatieve (50 %) effecten op het thema natuur optreden door realisatie van windturbines binnen deze gebieden. Dit komt door de hierboven beschreven te verwachten effecten. Een vergelijkbaar patroon in het aandeel (sterk) negatieve effecten is te zien bij de alternatieven landschap en energiesysteem. Dit komt omdat beide alternatieven een relatief grote en verspreide selectie van het onderzoeksgebied omvatten.

Het alternatief leefomgeving wijkt sterker af. Een groot deel van het onderzoeksgebied (81 tegenover 50 %) valt in de beoordelingsklasse sterk negatief. Dit komt doordat de gebieden in dit alternatief op afstand liggen van (geclusterde) woonbebouwing, en daarmee doorgaans dichterbij of in natuurgebieden liggen. Het alternatief natuur wijkt positief af van de basisbeoordeling. Dit komt omdat dit alternatief gebieden vermijdt waar op voorhand ecologische effecten te verwachten zijn. Hierdoor is treden sterk negatieve effecten door bijvoorbeeld externe werking en ligging in natuurgebieden minder (1 % tegenover 50 %) op dan in de basisbeoordeling het geval is.

Het alternatief RES 1.0 ligt ten opzichte van de basisbeoordeling en de andere alternatieven (op het alternatief natuur na) minder (35 %) in gebieden waar sterk negatieve effecten te verwachten zijn. Deze effecten treden met name op in de RES-regio's Achterhoek en Stedendriehoek. Doordat dit alternatief relatief weinig gebieden omvat die grenzen aan Natura 2000-gebieden, treden effecten door externe werking hier minder op dan bij andere alternatieven of in de basisbeoordeling. Tabel 10.1 laat zien dat in theorie circa 3.700 GWh aan opwerkvermogen kan worden gerealiseerd door enkel windturbines te ontwikkelen in gebieden binnen de beoordelingsklasse neutraal. Indien dit ook gebeurt in de gebieden waar beperkt negatieve effecten te verwachten zijn (potentie van 2.564 GWh), kan totaal 6.264 GWh worden opgewekt, mits nader ecologisch onderzoek dit toelaat. Hiermee kan in theorie de RES-doelstelling (4659 GWh resterend) behaald worden. Let wel dat hierbij nader ecologisch onderzoek noodzakelijk is en geen rekening is gehouden met andere aspecten.

10.2 Landschap en cultuurhistorie

Basisbeoordeling van het volledige onderzoeksgebied

Uit de effectbeschrijving hoofdstuk 5 blijft dat negatieve en sterk negatieve effecten op het thema landschap en cultuurhistorie onder andere worden veroorzaakt door ligging in gebieden of locaties met hoge cultuurhistorische waarden, zoals landschappelijk groen erfgoed, Rijksmonumenten of de Nieuwe Hollandse Waterlinie (Werelderfgoedlijst UNESCO). Ook leiden de mogelijke effecten op archeologische waarden tot negatieve beoordelingen. Omdat effecten op archeologische waarden op geen locatie op voorhand zijn uit te sluiten, is nergens een neutrale effectbeoordeling toegekend.

Vergelijking alternatieven

Tabel 10.2 laat de vergelijking van de basisbeoordeling en de alternatieven zien op het thema landschap.

Tabel 10.2 Vergelijking van alternatieven op het thema Landschap en cultuurhistorie

		Effectbeoordeling				
Alternatief	**Variabele**	**Neutraal (0)**	**Beperkt negatief (0/-)**	**Negatief (-)**	**Sterk negatief (--)**	**Totaal**
basisbeoordeling	GWh	0	37.259	46.104	5.948	89.311
	% opp.	0	42	52	6	100
RES 1.0	GWh	0	8.769	6.359	463	15.591
	% opp.	0	56	41	3	100
gezonde en veilige leefomgeving	GWh	0	825	1.978	191	2.994
	% opp.	0	28	66	6	100
landschap	GWh	0	32.568	29.451	3.844	64.862
	% opp.	0	49	45	6	100
natuur	GWh	0	12.565	12.113	515	25.193
	% opp.	0	50	48	2	100
energiesysteem	GWh	0	30.022	31.778	4.291	66.090
	% opp.	0	45	48	7	100

Uit de tabel blijkt dat in een relatief beperkt deel van het onderzoeksgebied (de basisbeoordeling) sterk negatieve effecten (6 % van het oppervlak) op het thema landschap en cultuurhistorie optreden door realisatie van windturbines binnen deze gebieden. Dit komt doordat de sterk negatieve effecten (zoals hierboven benoemd) op dit thema geconcentreerd zijn op een aantal locaties en gebieden. Gezien de omvang van het onderzoeksgebied, treden sterk negatieve effecten hierdoor in verhouding weinig op. Wel treden veel beperkt negatieve (42 %) en negatieve (52 %) effecten op. Dit komt door te verwachten effecten op archeologische waarden en door landschappelijke effecten.

De alternatieven kennen alle een vergelijkbaar patroon in de verhouding van effectbeoordelingen als voor de basisbeoordeling het geval is. Sterk negatieve effecten treden hierbij nauwelijks op, terwijl in een groot deel van de onderzoeksgebieden binnen de alternatieven (beperkt) negatieve effecten te verwachten zijn. Opvallend is dat de verhoudingen binnen het alternatief landschap niet anders zijn dan bij de andere alternatieven. Hoewel dit alternatief rekening houdt met waarden vanuit landschap en cultuurhistorie, zijn op veel plekken (beperkt) negatieve effecten te verwachten. Het alternatief is hiermee beperkt onderscheidend. Dit komt doordat het alternatief een relatief beperkte selectie maakt in het niet meenemen van gebieden binnen het onderzoeksgebied.

Binnen 56 % van de onderzoeksgebieden binnen het alternatief RES 1.0 zijn beperkt negatieve effecten te verwachten en binnen 41 % zijn dit negatieve effecten. Het theoretisch opwekpotentieel is hiermee ruim voldoende om de doelstelling te behalen. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat nader landschappelijk onderzoek in een eventuele vervolgfase op projectniveau noodzakelijk is om de daadwerkelijke landschappelijke effecten inzichtelijk te maken.

10.3 Gezonde leefomgeving

Basisbeoordeling van het volledige onderzoeksgebied

De effectbeschrijving in hoofdstuk 5 laat zien dat windturbines in algemene zin leiden tot gezondheidswinst. Dit komt door een betere luchtkwaliteit en het beperken van de schadelijke gevolgen van klimaatverandering. Wel leiden windturbines tot meer locatiegebonden negatieve effecten.

Deze negatieve effecten op het thema gezonde leefomgeving komen voornamelijk door geluid. Het effectenonderzoek laat zien dat de referentieturbines met mitigatie tot een afstand van 255 m (ashoogte 166 m) en 265 m (ashoogte 120 m) sterk negatieve effecten veroorzaken door een geluidsbelasting van meer dan 47 dB L_{den}, de voormalige Nederlandse norm. Negatieve effecten zijn gekwalificeerd als ligging binnen een geluidcontour waar een geluidbelasting tussen de 45 en 47 dB L_{den} optreedt, boven de *voorwaardelijke* advieswaarde van de WHO. Het effectenonderzoek laat zien dat sterk negatieve effecten op veel plekken optreden, en dat bijna het gehele resterende onderzoeksgebied als negatief beoordeeld is. Dit wil zeggen dat op veel plekken geen turbines gerealiseerd kunnen worden waarbij een geluidsbelasting op geluidgevoelige objecten optreedt die lager is dan 45 dB $L_{den.}$ Naast effecten door geluid, kunnen ook slagschaduw en de knipperende verlichting van windturbines leiden tot effecten op een gezonde leefomgeving. Deze effecten zijn sterk afhankelijk van de inpassing van de windturbines, of worden in de praktijk (deels) gemitigeerd. Daarom zijn deze effecten in dit plan-MER niet integraal beoordeeld, maar wel beschreven in paragraaf 5.9.

Vergelijking alternatieven

Tabel 10.3 laat de vergelijking van de basisbeoordeling en de alternatieven zien op het thema gezonde leefomgeving.

Tabel 10.3 Vergelijking van alternatieven op het thema Gezonde leefomgeving

		Effectbeoordeling				
Alternatief	**Variabele**	**Neutraal (0)**	**Beperkt negatief (0/-)**	**Negatief (-)**	**Sterk negatief (--)**	**Totaal**
basisbeoordeling	GWh	504	6.402	45.954	36.452	89.311
	% opp.	1	7	51	41	100
RES 1.0	GWh	0	909	8.416	6.266	15.591
	% opp.	0	6	54	40	100
gezonde en veilige leefomgeving	GWh	275	2.719	0	0	2.994
	% opp.	9	91	0	0	100
landschap	GWh	286	3.771	32.807	27.998	64.862
	% opp.	0	6	51	43	100
natuur	GWh	0	784	12.347	12.062	25.193
	% opp.	0	3	49	48	
energiesysteem	GWh	504	5.258	33.516	26.812	66.090
	% opp.	1	8	51	41	100

Uit de tabel blijkt dat in de basisbeoordeling op 41 % van het onderzoeksgebied sterk negatieve effecten optreden door geluidsbelasting boven de 47 dB L_{den}. Daarnaast is binnen 51 % van het onderzoekgebied sprake van negatieve effecten door een geluidsbelasting boven de 45 dB L_{den}. Daarmee is binnen 92 % van het onderzoeksgebied sprake van negatieve of sterk negatieve effecten door geluidsbelasting.
De tabel laat ook zien dat de overige alternatieven zich percentueel (% sterk negatieve en % negatieve effecten) niet tot nauwelijks onderscheiden van elkaar en van de basisbeoordeling. Daarmee bieden de alternatieven weinig afwegingsruimte, omdat bij alle alternatieven geldt dat binnen meer dan 90 % van het onderzoeksgebied sprake is van (sterk) negatieve milieueffecten. Zo kan bij het alternatief RES 1.0 slechts 909 GWh (theoretisch opwekpotentieel) worden opgewekt als gebieden worden vermeden waar (sterk) negatieve effecten op de gezonde leefomgeving optreden.

Het alternatief gezonde en veilige leefomgeving bevat geen onderzoeksgebieden waar sprake is van (sterk) negatieve milieueffecten op de leefomgeving. Het alternatief bevat daardoor een beperkt aantal onderzoeksgebieden, met een beperkte modelmatige opwekpotentie tot gevolg. Als alle onderzoeksgebieden binnen het alternatief gezonde en veilige leefomgeving worden benut door de realisatie van windturbines, kan 2.994 GWh worden opgewekt. Dit is circa 64 % van het openstaande RES-bod.

10.4 Veilige leefomgeving

Basisbeoordeling van het volledige onderzoeksgebied

De effectbeschrijving in hoofdstuk 5 laat zien dat effecten op het thema veilige leefomgeving voortkomen uit drie aspecten: invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en andere risicobronnen, invloed op luchtvaartveiligheid en radar en de invloed op waterkeringsveiligheid. Sterk negatieve effecten op deze aspecten treden niet op, omdat de wettelijke eisen hieromtrent al zijn uitgesloten bij de totstandkoming van het onderzoeksgebied. Wel is sprake van negatieve effecten door de ligging van onderzoeksgebieden binnen richtwaarden of adviesafstanden tot (infrastructurele) objecten, ligging binnen laagvlieggebieden of gebieden met bouwhoogtebeperkingen of ligging binnen een kern- of beschermingszone van een waterkering. Beperkt negatieve effecten treden op alle locaties op, onder andere door de ligging binnen het landelijk dekkend radarverstoringsgebied. Dit betekent dat voorafgaand aan een project te allen tijde afstemming met de betrokken instanties noodzakelijk is. Daarom is geen sprake van neutrale effecten binnen het thema veilige leefomgeving.

Vergelijking alternatieven

Tabel 10.4 laat de vergelijking van de basisbeoordeling en de alternatieven zien op het thema veilige leefomgeving.

Tabel 10.4 Vergelijking van alternatieven op het thema Veilige leefomgeving

		Effectbeoordeling				
Alternatief	**Variabele**	**Neutraal (0)**	**Beperkt negatief (0/-)**	**Negatief (-)**	**Sterk negatief (--)**	**Totaal**
basisbeoordeling	GWh	0	55.238	34.073	0	89.311
	% opp.	0	62	38	0	100
RES 1.0	GWh	0	10.597	4.994	0	15.591
	% opp.	0	68	32	0	100
gezonde en veilige leefomgeving	GWh	0	1.863	1.132	0	2.994
	% opp.	0	62	38	0	100
landschap	GWh	0	40.593	24.269	0	64.862
	% opp.	0	63	37	0	100
natuur	GWh	0	15.552	9.641	0	25.193
	% opp.	0	62	38	0	100
energiesysteem	GWh	0	40.637	25.454	75	66.090
	% opp.	0	61	38	0	100

De tabel laat zien dat - overeenkomstig met de uitkomsten vanuit de effectenstudie in hoofdstuk 5 - geen sprake is van neutrale en sterk negatieve effecten. In de basissituatie valt 38 % van het gebied binnen een

gebied waar sprake is van negatieve effecten op een van de aspecten van het thema veilige leefomgeving. Voor deze gebieden geldt dat afstemming met de betrokken instanties noodzakelijk is om te verkennen of en hoe windturbines binnen de bepaalde zones kan worden gerealiseerd. Tussen de alternatieven is geen onderscheid op dit thema. Zo hebben alle alternatieven een vergelijkbare verhouding tussen beperkt negatieve en negatieve effecten. Het thema veilige leefomgeving vormt daarmee geen onderscheidende input bij de locatieafweging. Opvallend is dat het alternatief gezonde en veilige leefomgeving niet beter of anders scoort dan de overige thema's. Hoewel dit alternatief de adviesafstanden rondom infrastructuur vermijdt, zijn grotere gebieden (zoals laagvlieggebieden) wel onderdeel van het onderzoeksgebied van het alternatief. De ruimte langs infrastructuur is relatief beperkt ten opzichte van deze grotere gebieden. Daardoor leidt het uitsluiten van deze adviesafstanden niet tot een onderscheidende afwijking ten opzichte van de andere alternatieven.

Binnen het alternatief RES 1.0 kan circa 68 % van het onderzoeksgebied benut worden voor windenergie waarbij beperkt negatieve effecten op een van de aspecten van het thema veilige leefomgeving optreden. Dit is genoeg om een modelmatige opwekpotentie van 10.597 GWh, wat ruim voldoende is om het resterend RES 1.0-bod te behalen. Wel moet hierbij afgestemd worden met de betrokken instanties om de eventuele gevolgen op bijvoorbeeld het radarsysteem nader te onderzoeken.

10.5 Gebruiksfuncties

Basisbeoordeling van het volledige onderzoeksgebied

De basisbeoordeling in hoofdstuk 5 beschrijft dat windturbines een relatief beperkt effect hebben op bestaande gebruiksfuncties. Dit komt doordat de turbine een beperkt fysiek ruimtebeslag kent. Zo leidt de bouw van de turbinemast (inclusief fundering) tot een beperkt verlies van, bijvoorbeeld, landbouwgrond. Het effect op deze gebruiksfunctie is daarom niet wezenlijk, waaruit een neutrale beoordeling volgt.
Windturbines kunnen wel een negatief effect veroorzaken op gebruiksfuncties gerelateerd aan drinkwater of aan recreatie en bosgebied. Sterk negatieve effecten treden niet op, omdat gebruiksfuncties niet wettelijk beschermd zijn en drinkwaterwingebieden reeds zijn uitgesloten als belemmering.

Vergelijking alternatieven

Tabel 10.5 laat de vergelijking van de basisbeoordeling en de alternatieven zien op het thema gebruiksfuncties.

Tabel 10.5 Vergelijking van alternatieven op het thema Gebruiksfuncties

		Effectbeoordeling				
Alternatief	**Variabele**	**Neutraal (0)**	**Beperkt negatief (0/-)**	**Negatief (-)**	**Sterk negatief (--)**	**Totaal**
basisbeoordeling	GWh	56.960	20.132	12.225	0	89.311
	% opp.	64	23	13	0	100
RES 1.0	GWh	10.385	3.040	2.165	0	15.591
	% opp.	67	19	14	0	100
gezonde en veilige leefomgeving	GWh	1.510	841	643	0	2.994
	% opp.	50	28	22	0	100
landschap	GWh	43.864	11.706	9.293	0	64.862
	% opp.	68	18	14	0	100
natuur	GWh	16.782	5.654	2.756	0	25.193

		Effectbeoordeling				
Alternatief	**Variabele**	**Neutraal (0)**	**Beperkt negatief (0/-)**	**Negatief (-)**	**Sterk negatief (--)**	**Totaal**
	% opp.	67	22	11	0	100
energiesysteem	GWh	47.639	8.214	10.238	0	66.090
	% opp.	72	12	15	0	100

De tabel laat zien dat effecten door realisatie van windturbines binnen 64 % van het totale oppervlakte in de basissituatie als neutraal beoordeeld zijn. Dit betekent dat in deze situaties vanuit milieuperspectief geen sprake is van wezenlijk oppervlakteverlies voor de bestaande gebruiksfuncties. Denk hierbij aan realisatie op landbouwgrond, waarbij de gebruiksfuncties niet wezenlijk wordt gehinderd door ruimtebeslag an sich, maar mogelijk wel door andere milieueffecten. Deze worden onderzocht onder andere thema's en dienen in een vervolgfase op meer detail te worden onderzocht. Voor het alternatief RES 1.0 geldt dat 67 % van het onderzoeksgebied als neutraal beoordeeld is op het thema gebruiksfuncties. Hiermee kan in theorie 10.385 GWh opgewekt worden, wat ruim voldoende is om de RES 1.0-doelstellingen te behalen.

10.6 Netinpassing

Tabel 10.6 toont per alternatief welk aandeel van het onderzoeksgebied wel of niet capaciteit heeft op het onderstation. Daarbij is rekening gehouden met investeringsplannen van netbeheerder Liander en de verwachte ontwikkelingen op gebied van energiegebruik en -opwek die binnen en buiten het RES-proces verwacht wordt tot en met 2030.

Modelmatige opwekpotentie

In alle alternatieven is ongeveer een kwart (bandbreedte 17-34 %) van het onderzoeksgebied niet aan te sluiten. De rest van het onderzoeksgebied is wel aan te sluiten, al betekent dit niet dat alle locaties onbeperkt aansluitbaar zijn. Met name in de Achterhoek en Stedendriehoek is de capaciteit op veel onderstations beperkt (zie afbeelding 3.16). De in tabel 10.6 getoonde theoretische energieopbrengst (GWh) houdt geen rekening met deze beperkingen vanuit capaciteit. In alle alternatieven is de theoretische energieopbrengst groot, behalve in het alternatief gezonde en veilige leefomgeving waar slechts circa 2500 GWh aansluitbaar is.

Tabel 10.6 Vergelijking van alternatieven op het thema Netinpassing

		Effectbeoordeling		
Alternatief	**Variabele**	**Geen capaciteit beschikbaar**	**Capaciteit beschikbaar**	**Totaal**
basisbeoordeling	GWh	23.282	66.030	89.311
	% opp.	26	74	100
RES 1.0	GWh	4.782	10.809	15.591
	% opp.	31	69	100
gezonde en veilige leefomgeving	GWh	500	2.494	2.994
	% opp.	17	83	100
landschap	GWh	13.820	51.042	64.862
	% opp.	21	79	100

		Effectbeoordeling		
Alternatief	**Variabele**	**Geen capaciteit beschikbaar**	**Capaciteit beschikbaar**	**Totaal**
natuur	GWh	8.649	16.544	25.193
	% opp.	34	66	100
energiesysteem	GWh	0	66.090	66.090
	% opp.	0	100	100

Invulling openstaande deel van de RES-opgave met windenergie

Om een realistischer beeld te krijgen te krijgen van de daadwerkelijke beperkingen door netcapaciteit is het openstaande deel van de RES-opgave voor elk van de alternatieven volledige ingevuld met wind. Uit deze analyse in hoofdstuk 9 en bijlage III die is samengevat in Tabel 10.7 blijkt dat er in de basisbeoordeling en de alternatieven landschap, natuur en energiesysteem voldoende ruimte is om het openstaande deel van de RES-opgave volledig met windenergie in te vullen. In de overige alternatieven zijn meer beperkingen. Het alternatief gezonde en veilige leefomgeving leidt dit in de gehele provincie tot beperkte of onvoldoende keuzeruimte om een locatieafweging te maken. In alternatief RES 1.0 (Arnhem-Nijmegen) en natuur (Noord-Veluwe en Foodvalley) is de keuzeruimte in specifieke regio's beperkt door onvoldoende onderzoekslocaties in het RES-bod (Arnhem-Nijmegen) en de beperkingen die vanuit de Wespendief optreden (Noord-Veluwe en Foodvalley).

Tabel 10.7 Effecten invulling openstaande deel RES-opgave met windenergie

Alternatief	**Regio's waarbij het openstaande deel van de RES-opgave ingevuld kan worden met windenergie**
basisbeoordeling	alle regio's. Gemiddeld is 5 % van de onderzoekslocaties nodig
RES 1.0	Arnhem-Nijmegen niet. Gemiddeld is 22 % van de onderzoekslocaties nodig
gezonde en veilige leefomgeving	Foodvalley niet. Gemiddeld is 59 % van de onderzoekslocaties nodig
landschap	alle regio's. Gemiddeld is 6 % van de onderzoekslocaties nodig
natuur	Foodvalley en Noord-Veluwe niet. Gemiddeld is 16 % van de onderzoekslocaties nodig
energiesysteem	alle regio's. Gemiddeld is 5 % van de onderzoekslocaties nodig

Wind/zonverhouding bij invulling van openstaande deel van de RES-opgave met windenergie

Tabel 10.8 laat zien dat een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon in Gelderland niet te behalen is. Ook wanneer uitsluitend wordt ingezet op windenergie is een verhouding van ongeveer 50-50 % te behalen ten opzichte van de 22-78 % in de referentiesituatie[1]. De alternatieven zijn hierin op provinciaal niveau nauwelijks onderscheidend. Dat dit in alle alternatieven optreedt toont aan dat niet de beschikbaarheid van locaties voor windenergie de oorzaak is, maar vooral de (te) grote nadruk op zonne-energie die ervoor zorgt dat een goede wind/zonverhouding zelfs in het meest optimistische scenario niet haalbaar is.

[1] Zie Tabel 3.3.

Dit komt doordat er al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd is of in de pijplijn zit. Dit fenomeen speelt het meest duidelijk bij regio Stedendriehoek, waarbij bij maximale inzet op windenergie hoogstens een verhouding 23 % wind en 67 % zon is te bereiken. In andere regio's is meer keuzeruimte afhankelijk van het alternatief maar ligt het streefdoel ook buiten bereik. Alleen in regio Rivierenland is het behalen van het streefdoel nog mogelijk. Dit vraagt wel dat het openstaande deel van de RES-opgave vrijwel uitsluitend met windenergie wordt ingevuld.

Tabel 10.8 Vergelijking van alternatieven op het thema Netinpassing - Wind/zon-verhouding bij inzet op windenergie

Alternatief	Wind/zon-verhouding (% wind - % zon)	Bijzonderheden
basisbeoordeling	48 - 52	alleen Stedendriehoek blijft met 23 % windenergie ver achter
RES 1.0	46 - 54	naast Stedendriehoek (22 %) blijft Arnhem-Nijmegen enigszins achter met 41 %
gezonde en veilige leefomgeving	46 - 54	Foodvalley blijft met 3 % ver achter, samen met Stedendriehoek (22 %)
landschap	48 - 52	alleen Stedendriehoek blijft met 23 % windenergie ver achter
natuur	45 - 55	naast Stedendriehoek (22 %) blijven Foodvalley (37 %) en Noord-Veluwe (31 %) achter
energiesysteem	48 - 52	alleen Stedendriehoek blijft met 23 % windenergie ver achter

11

BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VOOR WIND EN ZON

11.1 Effecten van hernieuwbare energiebronnen als wind en zon

In dit plan-MER is veel aandacht besteed aan de ruimtelijke, locatiegebonden effecten van wind op land en zon op veld. Hierdoor blijven belangrijke milieueffecten op het mondiale schaalniveau en voor toekomstige generaties onderbelicht. Vanuit een holistische benadering[1] dragen wind op land en zon op veld bij aan:

- het beperken van klimaatverandering: een reductie van het broeikasgas CO_2 die ten opzichte van fossiele bronnen factor 150-1000 lager ligt over de gehele levensduur;
- het verbeteren van gezondheid: primair door de verbetering van luchtkwaliteit die optreedt door een afname van verbranding van fossiele brandstoffen. Alleen al in Nederland leven Nederlanders grofweg 13 maanden korter door luchtverontreiniging. Ook leidt het tot extra ziekte en aandoeningen (bijvoorbeeld astma) die de kwaliteit van leven verminderen en veel maatschappelijke kosten veroorzaken (zorgkosten, maar ook ziekteverzuim)[2];
- aantasting van ecosystemen: de winning, productie, transport en verbranding van fossiele bronnen heeft meer impact (onder andere verzuring, vermesting, fysieke aantasting) dan hernieuwbare bronnen over de gehele levensduur;
- uitstoot van giftige stoffen voor mens en dier: deze is over de gehele levensduur vele malen groter bij de fossiele bronnen dan bij wind en zon.

Belangrijkste aandachtspunten bij zon en wind zijn het grote materiaalgebruik en de uitputting van metalen. Ook het (hoogwaardig) recyclen van vrijkomende materialen na afloop van de levensduur is nog een uitdaging.

11.2 Belangrijkste verschillen tussen wind op land en zon op veld

Wind op land en zon op veld hebben beide andere effecten. Op principeniveau bestaan er tussen beide vormen van hernieuwbare energie een aantal belangrijke verschillen:

- ruimtebeslag: zon vraagt per eenheid energie veel meer fysieke ruimte dan wind;
- hinderaspecten: wind leidt door met name zichtbaarheid en geluid tot een grotere hinderbeleving dan zon;
- impact over de levensduur: wind heeft over de levenscyclus een 4x kleinere CO_2-voetafdruk dan zon;
- benutting van het energienetwerk: wind verbetert de balans in het elektriciteitsnetwerk.

Samengevat draagt windenergie het meest bij aan het tijdig en efficiënt bereiken van de verduurzaming van de elektriciteitsvraag zoals beoogd met de RES'en en het klimaatakkoord. Het (directe) ruimtebeslag is vele malen kleiner, de impact over de levensduur is ook kleiner en bovendien maakt wind het meest efficiënt gebruik van de beperkte capaciteit die komende jaren beschikbaar is op het elektriciteitsnetwerk. Daartegenover staat dat windturbines door hun omvang, zichtbaarheid, geluid, slagschaduw hinder kunnen veroorzaken bij omwonenden. Hoewel wetenschappelijk bewijs voor gezondheidseffecten ontbreekt bestaat bij omwonenden vaak zorgen over deze effecten.

[1] Zie paragraaf 5.7.

[2] Zie paragraaf 5.3.

Effecten van zon

Zon vraagt meer dan 200 keer zoveel ruimte voor dezelfde hoeveelheid hernieuwbare energie als wind[1]. Het belangrijkste effect van zon is dan ook het ruimtebeslag op gronden die voor verschillende functies in gebruik zijn. Bijvoorbeeld landbouwgrond of leefgebied voor plant- en diersoorten. De overige effecten van zon op mens en natuur zijn in vergelijking met wind beperkt en via goede inrichting en inpassing van parken ook goed te mitigeren.

Effecten van wind

Windenergie heeft veel minder direct ruimtebeslag, maar leidt indirect tot beperkingen aan de omliggende gronden en functies in de omgeving. Door hun omvang zijn turbines van grote afstand zichtbaar en reiken effecten door geluid en slagschaduw ook over grotere afstanden. Ook moeten veiligheidsafstanden tot kwetsbare objecten of infrastructuur aangehouden te worden om risico's van bijvoorbeeld een afbrekende wiek te beperken. Daarnaast zorgen de draaiende wieken tot verstoring van en sterfte onder met name kwetsbare vogels en vleermuizen. Daarentegen draagt windenergie veel doeltreffender bij aan de energietransitie omdat windturbines ook 's nachts en in de winterperiode voorzien in hernieuwbare energie. Mede hierdoor maakt windenergie veel efficiënter gebruikt van de capaciteit die beschikbaar is in het energienetwerk. Een back-up met fossiele energiebronnen is daarom minder nodig dan bij zon[2]. Bovendien is de klimaatimpact van windenergie over de gehele levensduur ongeveer 3 keer zo klein als bij zonne-energie[3].

11.3 Belangrijkste inzichten voor zon op veld en wind op land in Gelderland

Veel afwegingsruimte voor zon op veld

Op basis van de basisbeoordeling (hoofdstuk 5) en de alternatieven (hoofdstuk 7) blijkt dat er voor zon op veld ruim voldoende onderzoeksgebied beschikbaar is. (Sterk) negatieve effecten op milieu en leefomgeving kunnen daardoor relatief eenvoudig voorkomen worden. Het gaat daarbij hoofdzakelijk over effecten op natuur, landschap en gebruiksfuncties door het ruimtebeslag van zonneparken. Daarnaast zijn er op regionale en provinciale schaal voldoende alternatieve locaties beschikbaar om rekening te houden met de beperkingen vanuit het elektriciteitsnetwerk.

Beperkte afwegingsruimte voor wind op land

Het onderzoeksgebied voor wind op land is daarentegen beperkter. Hoewel het onderzoeksgebied in de basisbeoordeling de indruk wekt dat er desondanks ruimschoots voldoende locaties zijn voor het realiseren van de RES-opgave, blijkt dit bij nadere studie genuanceerder te liggen. Zo leggen met name de effecten op natuur, geluid en het energiesysteem (netinpassing) beperkingen op aan grote delen van het onderzoeksgebied. Een vergelijking van de alternatieven natuur en leefomgeving laat zien dat grotendeels andere gebieden worden uitgesloten, wat te verklaren is doordat gebieden met weinig woningen veelal in of nabij kwetsbare natuurgebieden liggen. In combinatie van de beperkte capaciteit van het energiesysteem is er voor wind op land beperkte afwegingsruimte. Dit blijkt onder meer treffend uit het alternatief gezonde en veilige leefomgeving waar de theoretische opwekpotentie (circa 3000 GWh) meer dan 80 % van het onderzoeksgebied sterk negatief scoort op het thema natuur.

[1] Zie paragraaf 5.6.

[2] Zie paragraaf 5.8.

[3] Zie paragraaf 5.7.

Streefdoel wind/zonverhouding ligt ver buiten bereik, tenzij uitsluitend nog ingezet wordt op windenergie

Een goede wind/zonverhouding volgens het streefdoel 60 % wind en 40 % zon is in Gelderland niet meer te behalen[1]. Ook wanneer uitsluitend wordt ingezet op windenergie is een verhouding van hoogstens ongeveer 50-50 % te behalen ten opzichte van de 22-78 % in de referentiesituatie[2]. De alternatieven zijn hierin op provinciaal niveau nauwelijks onderscheidend. Dat dit in alle alternatieven optreedt toont aan dat niet de beschikbaarheid van locaties voor windenergie de oorzaak is, maar vooral de (te) grote nadruk op zonne-energie die ervoor zorgt dat een goede wind/zonverhouding zelfs in het meest optimistische scenario niet haalbaar is.

Dit komt doordat er al veel zon op veld of zon op dak gerealiseerd is of in de pijplijn zit. Dit principe speelt het meest duidelijk bij regio Stedendriehoek, waarbij bij maximale inzet op windenergie hoogstens een verhouding 23 % wind en 67 % zon is te bereiken. In andere regio's is meer keuzeruimte afhankelijk van het alternatief maar ligt het streefdoel ook buiten bereik. Alleen in regio Rivierenland is het behalen van het streefdoel nog mogelijk. Dit vraagt wel dat het openstaande deel van de RES-opgave vrijwel uitsluitend met windenergie wordt ingevuld.

Impactanalyse van de normen die worden voorgesteld in het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving

Op het moment van schrijven zijn nog geen definitieve nieuwe geluidsnormen voor windturbines in Nederland vastgesteld. Wel zijn er in het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving[3] nieuwe normen voorgesteld. De belangrijkste consequenties van de voorgestelde normen wordt hieronder in beeld gebracht.

Belangrijkste wijzigingen

Onderstaande tabel geeft de belangrijkste wijzigingen ten opzichte van het activiteitenbesluit weer. Daarnaast zijn er tal van details die wijzigen. Deze staan uitvoeriger beschreven in de impactanalyse van NP RES[4]. Een deel van de uiteindelijke wijzigingen is nog niet exact te bepalen omdat bepaalde regelingen en meetvoorschriften nog uitgewerkt moeten worden.

Tabel 11.1 Belangrijkste wijzigingen die worden voorgesteld in het ontwerpbesluit

	Bestaande windturbines vergund vóór 30 juni 2021 Activiteitenbesluit	**Nieuwe windturbines vergund na 1 juli 2025** Ontwerpbesluit wijzigt Bal / Bkl
geluid	47 dB Lden en 41 dB Lnight of maatwerkvoorschrift (afwijkingen hoger en lager zijn bij bijzondere lokale omstandigheden mogelijk)	45 dB Lden en 39 dB Lnight of maatwerk tot maximaal 47 dB Lden en 41 dB Lnight
slagschaduw	maximaal 6 uur per jaar en 20 minuten per dag (vanaf 1 juli 2026)	maximaal 6 uur per jaar en 20 minuten per dag (vanaf 1 juli 2026)
externe veiligheid	beperkt kwetsbare objecten: PR10-5 kwetsbare objecten: PR10-6	beperkt kwetsbare objecten: PR10-6 (afwijking tot 10-5 mogelijk) kwetsbare objecten: PR10-6
afstand	n.v.t.	minimaal 2x tiphoogte

[1] Zie Tabel 10.8.

[2] Zie Tabel 3.3.

[3] Te raadplegen via: https://www.platformparticipatie.nl/windturbinesleefomgeving/ontwerpbesluit-windturbines-leefomgeving/documenten-ontwerpbesluit-windturbinesleefomgeving/default.aspx#folder=2566926

[4] Te raadplegen via: https://www.helpdeskwindopland.nl/documenten+helpdesk+wind+op+land/default.aspx#folder=2612864

De meeste ingrijpende wijzigingen lijken de aanscherping van de geluidnorm en de introductie van een afstandsnorm. Dit zorgt ervoor dat tussen windturbines en woningen[1] een grotere afstand moet worden aangehouden dan nu het geval is. Daarnaast zorgt de aanscherping van de eisen vanuit externe veiligheid aan zogeheten domino-effecten dat het oprichten of repoweren van windturbines op of nabij bedrijventerreinen nauwelijks meer mogelijk is. Tenslotte zorgt het opnemen van de uitzonderingsmogelijkheid voor woningen met een functionele binding met een windpark (zogeheten molenaarswoningen) voor duidelijkheid.

Gevoeligheidsanalyse op basis van referentieturbines

Aan de hand van een gevoeligheidsanalyse met de in dit plan-MER gehanteerde referentieturbine is te zien dat de afstandsnorm maatgevend is, zeker voor grotere turbines. Bij de kleinere turbine valt de afstandsnorm (357 m) ongeveer samen met de 45 dB_{Lden}-contour met mitigatie (375 m). Bij de grotere turbine is de afstandsnorm (492 m) strikter dan de 45 dB_{Lden}-contour met mitigatie (365 m). Omdat afwijken van de afstandsnorm een zeer zware motiveringsplicht kent (zwaarwegende economische of maatschappelijke belangen) zorgt dit er waarschijnlijk voor dat de mogelijkheid tot toepassen van maatwerk naar maximaal 47 dB L_{Lde} en 41 dB L_{night} in de praktijk vaak niet mogelijk zal zijn. Daarnaast neemt de afstandsnorm waarschijnlijk de prikkel weg om steeds stillere turbines te ontwikkelen, omdat de geluidproductie zeker bij de grotere moderne turbines niet langer bepalend is voor de vergunbaarheid.

Tabel 11.2 Afstanden bij toepassing normen uit ontwerpbesluit leefomgeving windturbines op referentieturbines

	Windturbine ashoogte 120 m (3,6 MW, tiphoogte 178,5m)	**Windturbine ashoogte 166 m** (7MW, tiphoogte 246 m)
Activiteitenbesluit afstand bij geluidcontour 47 dB L_{den} (zonder/met mitigatie[2])	435 / 265 m	435 / 255 m
Ontwerpbesluit windturbines leefomgeving afstand bij geluidcontour 45 dB L_{den} (zonder/met mitigatie)	575 / 375 m	585 / 365 m
afstand op basis van 2x tiphoogte	357 m	492 m

Alternatief gezonde en veilige leefomgeving geeft een indicatie van impact

Het alternatief gezonde en veilige leefomgeving geeft een indicatie van de impact van het toepassen van de normen uit het ontwerpbesluit. In dit alternatief wordt namelijk de afstand van 575-585 m gehanteerd (gebaseerd op geluidcontour van 45 dB L_{den} zonder mitigatie). Dit is strikter dan de 357-492 m die volgt uit de normen uit het ontwerpbesluit.

Uit de analyses in hoofdstukken 8 t/m 10 blijkt dat er in het alternatief gezonde en veilige leefomgeving nauwelijks gebieden overblijven voor windparken. Vrijwel alle onderzoeksgebieden vallen af en slechts circa 3 % van de modelmatige energiepotentie uit de basisbeoordeling resteert (circa 3000 GWh). Van de resterende gebieden ligt het overgrote deel bovendien in of nabij kwetsbare natuur (zie tabel 10.1). Daarnaast is een deel van deze locaties tot 2030 naar verwachting niet aansluitbaar op het energienetwerk (zie tabel 10.6).

[1] Formeel geluidgevoelige objecten of windturbinegevoelige gebouwen.

[2] Mitigatie houdt in de toepassing van een geluidreducerende modus die circa 3 dB L_{den} geluidreductie oplevert.

Bij toepassing van de normen uit het ontwerpbesluit treden naar verwachting dezelfde gevolgen op, zij het in mindere mate. Dat betekent dat er weinig gebieden resteren en dat in deze gebieden vaak beperkingen vanuit met name natuur of het energienetwerk gelden. Vermoedelijk leidt dit ertoe dat in de praktijk weinig windparken ontwikkeld kunnen worden (zonder toepassing van het molenaarsconcept), met als mogelijke gevolgen het niet behalen van de RES-opgaven of een verschuiving naar een groter aandeel zon. Een groter aandeel zon verergert de als bestaande onbalans in het energienetwerk en is ook niet op alle plaatsen mogelijk in verband met netcongestie.

Effecten van het alternatief RES 1.0: natuur, geluid en netcapaciteit zijn meest bepalend

Op basis van effectbeschrijving van het alternatief RES 1.0 (hoofdstuk 9.1) en de vergelijking (hoofdstuk 10) blijkt dat met name beperkingen kent vanuit natuur en geluid. Dit komt door de strikte gebiedsbescherming en externe werking van Natura 2000-gebieden. Daarnaast toont het aan dat de met het ontwerpbesluit windturbines beoogde stengere normstelling grote consequenties heeft voor de mogelijkheden om de RES-opgave voor wind te realiseren. Vervangen door zon is ook vaak niet mogelijk omdat de netcapaciteit snel op de maximaal aansluitbare capaciteit van het onderstation stuit. Dat maakt het realiseren van de RES doelstellingen vrijwel onmogelijk.

Daarnaast is ongeveer eenderde van het onderzoeksgebied naar verwachting tot 2030 niet aan te sluiten vanwege netcongestie. Het resterende deel van het onderzoeksgebied is wel aan te sluiten, al betekent dit niet dat alle locaties onbeperkt aansluitbaar zijn. Met name in de Achterhoek en Stedendriehoek is de capaciteit op veel onderstations beperkt.

In het alternatief RES 1.0 zijn in veel regio's voldoende onderzoekslocaties beschikbaar. Stedendriehoek en Achterhoek hebben hier zelfs een ruime hoeveelheid locaties, waardoor het, binnen deze analyse, voor deze regio's eenvoudig lijkt de openstaande opgave in te vullen met wind. Voor de Achterhoek moet daarbij worden opgemerkt dat dit lang niet allemaal voorkeurszoekgebieden zijn. Voor de andere regio's is het krapper of, in het geval van Arnhem-Nijmegen, niet mogelijk om het openstaande deel van de RES-opgave hiermee te halen (slechts 60 % van de opgave kan behaald worden). Foodvalley en Noord-Veluwe hebben relatief weinig locaties beschikbaar, wat betekent dat een groot deel van de locaties gebruikt zal moeten worden om voldoende energie op te wekken en keuzeruimte dus beperkt is.

Effecten op natuur: voornamelijk een spanningsveld met geluid

In de meeste alternatieven treedt in grofweg 50 % van het onderzoeksgebied een sterk negatief effect op. Dit percentage is in het alternatief gezonde en veiligheid leefomgeving met 81 % beduidend hoger. Dit komt doordat de gebieden in dit alternatief op afstand liggen van (geclusterde) woonbebouwing, en daarmee doorgaans dichterbij of in natuurgebieden liggen. Bij alternatief RES 1.0 is slechts in 35 % van het onderzoeksgebied als sterk negatief beoordeeld. Hieruit blijkt dat er in de RES'en rekening gehouden is met natuur.

Effecten op landschap en cultuurhistorie: alternatieven beperkt onderscheidend

De alternatieven zijn niet sterk onderscheidend in hun effecten op het alternatief landschap en cultuurhistorie. Dit toont aan dat het alternatief landschap en cultuurhistorie weinig selectief is en dat de informatie die op het abstractieniveau van dit plan-MER gegeven slechts beperkt inzicht geeft in de wijze waarop landschap betrokken kan worden in de te maken belangenafweging.

Effecten op geluid: dominant effect in alle alternatieven

Uit de beoordeling van de verschillende alternatieven blijkt geluid zeer dominant is: meer dan 90 % van het onderzoeksgebied wordt als (sterk) negatief beoordeeld. Dit toont aan dat er praktisch geen afwegingsruimte resteert als strengere geluidnormering zou worden gehanteerd. Zeker omdat ook vanuit natuur en in minder mate netcapaciteit beperkingen gelden die hierin nog niet zijn betrokken.

Effecten op veiligheid: een aandachtspunt, maar niet sterk onderscheidend op provinciale schaal

De alternatieven zijn niet sterk onderscheidend. Wel is luchtvaartveiligheid altijd een aandachtspunt omdat afstemming met betrokken instanties nodig is.

Effecten op gebruiksfuncties: niet sterk onderscheidend

Er treden geen sterk negatieve effecten op en de alternatieven zijn niet sterk onderscheidend. De funderingen nabij gebieden die van belang zijn voor drinkwaterwinning vormen het belangrijkste aandachtspunt. Dit is echter in geen van de alternatieven een belangrijk deel van het onderzoeksgebied. Er is op dit milieuthema veel afwegingsruimte.

Netinpassing: beperkt keuze uit locaties

Circa 30 % van het onderzoeksgebied is tot 2030 valt in een gebied waar het onderstation in 2030 naar verwachting geen capaciteit beschikbaar heeft. Het resterende deel van het onderzoeksgebied valt in een gebied waar het onderstation wel capaciteit beschikbaar is. Dat betekent echter niet dat alle locaties onbeperkt aansluitbaar zijn. Met name in de Achterhoek en Stedendriehoek is de capaciteit op veel onderstations beperkt (zie afbeelding 3.16). In het alternatief RES 1.0 en het met name het alternatief gezonde en veilige leefomgeving beperkt netinpassing de afweegruimte tussen locaties en het behalen van een goede wind/zonverhouding. Daarbij zijn beperkingen vanuit bijvoorbeeld natuur nog niet betrokken.

12

REFLECTIE OP HET ONDERZOEK

Dit hoofdstuk gaat in op de leemten in kennis als gevolg van het feit dat vanwege het schaal- en abstractieniveau diverse aannames zijn gedaan en de diepgang van de analyses is afgebakend. Daarnaast worden diverse aanbevelingen gedaan voor monitoring en evaluatie van effecten die in het MER geschetst worden.

12.1 Leemten in kennis

Gebruik van referentieturbines en zonnevelden

In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van representatieve windturbines op land en zonneparken op veld. De uitgangspunten en aannames zijn in hoofdstuk 4.2 toegelicht en onderbouwd. In de praktijk kunnen parken met andere inrichting en specificaties gerealiseerd worden, waardoor ook effecten en energiepotentie kunnen afwijken.

Ontbreken van concrete turbineopstellingen

Vanwege het schaal- en abstractieniveau van het plan-MER is geen gebruik gemaakt van concrete turbinepositie en opstellingen, terwijl dit voor enkele effecten zeer bepalend is. Bijvoorbeeld voor landschappelijke inpassing.

Ontbreken van inrichting en inpassing zon op veld

In het onderzoek is geen rekening gehouden met de inrichting en inpassing van zon op veld. Hiermee zijn effecten op bijvoorbeeld natuur te beperken en kunnen in sommige gevallen ook positieve effecten op natuur optreden. Dit is afhankelijk van zowel de huidige gebruiksfuncties als de wijze van inpassing. Met deze effecten kon vanwege het abstractieniveau van dit plan-MER geen rekening gehouden worden.

Ontbreken van nadere trechtering van het onderzoeksgebied

De analyse zijn uitgevoerd aan de hand van het volledige onderzoeksgebied (hoofdstuk 5) en het onderzoeksgebied van elk van de alternatieven (hoofdstukken 6 t/m 10). De basissituatie (alle onderzoekslocaties) en de alternatieven beslaan de hoeken van het speelveld op de meest onderscheidende (milieu)thema's, maar blijven ook redelijk globaal en bevatten in het geval van met name de alternatieven landschap, natuur en energiesysteem ook veel meer onderzoeksgebied (c.q. opwekpotentie) dan vanuit de doelstelling noodzakelijk is.

Het is een wenselijk om op basis van de uitkomsten van de alternatieven een combinatie van de gehanteerde criteria te hanteren die uitmondt in een aantal meer realistische alternatieven. Omdat de combinatie van de gehanteerde criteria per regio kan verschillen is deze nadere stap niet uitgevoerd in dit hoofdrapport van het plan-MER. Het vraagt namelijk ook een tussentijdse bestuurlijke afweging, prioritering en trechtering in de RES-regio' s analoog aan de verschillende stappen uit de MIRT-spelregels (zeef 0, 1 en 2). Daarbij kunnen naast de milieueffecten uit dit plan-MER ook andere belangen betrokken worden. Wel voorziet het plan-MER in een nadere uitwerking op regionaal niveau in een verdieping per RES-regio.

12.2 Beschouwing op milieuthema's

Natuur

Vanwege het abstractieniveau van een plan-MER zijn plaatselijke factoren en nuances niet altijd goed te vatten in een effectbeoordeling op provinciaal niveau. Indien sprake is van concrete initiatieven is daarom altijd nader ecologisch onderzoek vereist om de plaatselijke effecten in detail in beeld te brengen. Het plan-MER heeft een signaleringsfunctie en is dus geen vervanging van een gedetailleerde ecologische beoordeling voor een individueel project.

Voor gebiedbescherming en externe werking van Natura 2000 biedt het plan-MER onderscheidende beslisinformatie. Voor andere beschermde soorten en biodiversiteit buiten (de invloedssfeer) van deze gebieden ontbreekt informatie.

Dit speelt het meest nadrukkelijk bij de effecten op beschermde soorten. Op het schaalniveau van provincie Gelderland kon geen zinvolle beoordeling in effecten c.q. risicoprofiel worden uitgevoerd.

Daarnaast zijn effecten op oude bosgroeiplaatsen niet integraal in de analyses opgenomen. Bij een locatieafweging dienen deze effecten ook betrokken te worden (afbeelding 3.2).

Landschap

De gehanteerde methode geeft op principeniveau per landschapstype inzicht in de effecten van wind en zon. De methode kent echter belangrijke beperkingen zoals de effecten op combinaties van aangrenzende landschapstypen en het ontbreken van concrete turbine-opstellingen volgens landschappelijke ontwerpprincipes.

Archeologie

Het merendeel van de archeologische verwachtingswaarden is op gemeentelijk niveau in beeld. Deze informatie is vanwege het abstractieniveau van het plan-MER niet betrokken in het onderzoek, maar vormt bij concrete ontwikkelingen wel een aandachtspunt.

Geluid

De effecten van windturbines op de mens liggen momenteel onder een vergrootglas. Complicerende factor is het ontbreken van voldoende kwalitatieve goede studies die de akoestische factoren van niet-akoestische factoren onderscheiden. Deze leemte in kennis kan niet in dit plan-MER worden opgelost.

Door het hoge schaal- en abstractieniveau van de analyses en ontbreken van concrete opstellingen is het niet mogelijk cumulatie van geluid in beeld te brengen. Hoofdstuk 5.9.1 geeft inzicht in mogelijke overwegingen bij het beoordelen van de effecten.

Netinpassing

De analyse netinpassing geeft een versimpeld maar waarheidsgetrouw beeld van de mogelijkheden vanuit het energiesysteem tot 2030. Door de complexiteit van dit dossier kan de informatie snel wijzigen voor specifieke locaties en (verzorgings)gebieden. De algemene bevindingen dat er tot 2030 geen of beperkte capaciteit beschikbaar is op het elektriciteitsnetwerk en het belang van een betere wind/zonverhouding wijzingen overigens niet. Dit blijft komende jaren onverminderd belangrijk.

Toelichting op verschil met openstaande opgave uit RES-voortgangsrapportages

In de analyse Netinpassing uit bijlage III en opgenomen in hoofdstuk 3.2 en 5.8 van dit hoofdrapport worden andere getallen gebruikt dan in de voortgangsrapportages RES van de verschillende regio's. Deze verschillen zijn het gevolg van een andere methodiek en zijn niet zonder meer te harmoniseren. Tabel 12.1 toont de verschillen per regio.

Tabel 12.1 Verschil realisatie RES-opgave tussen Voortgangsrapportage RES en Appcentive

	Voortgangs rapportage (GWh)			Appcentive (GWh)			Verschil
	Bod	Gerealiseerd	Pijplijn	Openstaand	Gerealiseerd + pijplijn	Openstaand	
FruitDelta Rievierenland	1.200	427	526	247	791	409	-162
Foodvalley	750	158	450	143	399	351	-209
Noord-Veluwe	530	168	236	127	312	218	-92
Stedendriehoek	1.070	310	170	590	880	190	400
Achterhoek	1.350	375	301	674	854	496	179
Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen	1.620	423	480	717	1.136	484	233
Totaal	6.520	1.861	2.163	2.498	4.372	2.148	349

De getallen in de studie Netinpassing zijn bepaald met de Appcentivetool. Deze tool berekent het openstaande deel van de RES-opgave als volgt:

openstaand = bod – (gerealiseerde projecten + pijplijnprojecten + zon op dak ontwikkeling)

De pijplijnprojecten hebben hierin een weging gekregen conform het begrippenkader van NPRES. Hiermee wordt uitdrukking gegeven aan de kans dat het project daadwerkelijk gerealiseerd zal worden.
Appcentive heeft de informatie over de categorieën gerealiseerd & pijplijn zelf in juni 2023 uitgevraagd bij de regio's en heeft op basis daarvan de getallen ingevoerd in de tool. Wat de verschillen onder andere kan verklaren zijn:

- zon op dak prognose. Hiervoor heeft Appcentive een uniforme methodiek toegepast voor alle regio's, zoals ook in het rapport beschreven. Dit wijkt mogelijk af van wat de regio's hier zelf over rapporteren;
- weging van pijplijn projecten. Mogelijk heeft Appcentive actuelere gegevens van de pijplijn projecten met als gevolg een andere weging in de pijplijn;
- voor regio stedendriehoek specifiek: het verschil lijkt exact overeen te komen met zon op dak. In de voorgangsrapportage is dit 'openstaand' bij Appcentive is dit 'gerealiseerd + pijplijn'.

Reflectie op impact van verschillen op resultaten en conclusies

De verschillen in getallen leiden niet tot andere conclusies in de analyses. In het rapport netinpassing is de haalbaarheid van het bijplaatsen van opwek door wind en/of zon beoordeeld. Deze wordt vaak beperkt door netcapaciteit. De beschikbare netcapaciteit wordt berekend met alle projecten in de tool en die methodiek blijft valide. Wat er in de pijplijn zit en met welke weging is een discussie over de uitgangssituatie c.q. het vertrekpunt voor de analyse, maar die heeft geen wezenlijke invloed op welk eindresultaat: of het RES-bod in 2030 wel of niet te behalen is vanuit het energiesysteem en welke wind/zonverhouding hieruit zou volgen.

12.3 Belangrijkste aanbevelingen voor vervolg

Aanbevolen wordt om op basis van de informatie over milieu, netinpassing en energieopbrengst in dit plan-MER een nadere trechteringsstap te zetten op basis van een bestuurlijke afweging binnen de RES-regio's. Concreet kan dit door een combinatie van de criteria uit de verschillende alternatieven te hanteren en te limiteren tot bijvoorbeeld 130 % van de doelstelling, zodat ook enkele reservegebieden kunnen worden aangemerkt bij de herijking van de RES'en.

Enkele afwegingen die hierbij gemaakt kunnen worden zijn:

- wat is de beoogde wind-zonverhouding: Uit het plan-MER blijkt een toename van de hoeveelheid windenergie vanuit netefficiëntie en duurzaamheid wenselijk is en noodzakelijk kan zijn om de RES-doelstellingen te halen. De mate waarin provincie en RES-regio's invulling willen geven aan het aanpassingen van hun windambities bepaalt het aantal en type locaties dat benodigd is;
- welke milieueffecten dienen op provinciale en regionale schaal door meer of minder gerespecteerd te worden: Uit de alternatieven blijkt dat het vermijden van effecten op het ene thema zorgt dat effecten op andere thema's toenemen. Het meest duidelijke voorbeeld is dat in het alternatief gezonde en veilige leefomgeving het overgrote deel van de beschikbare locaties in of nabij kwetsbare natuur ligt. Dit vraagt om een belangenafweging tussen twee milieuaspecten: gezondheidsbescherming en biodiversiteit;
- hoe wordt omgegaan met de normen die in het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving worden voorgesteld: het (deels) voorsorteren op deze normen is zeer bepalend in de keuze voor gebieden voor windenergie en het behalen van de RES-doelstellingen.

Bijlage(n)

BIJLAGE: ONDERZOEKSRAPPORT NATUUR

II

BIJLAGE: ONDERZOEKSRAPPORT LANDSCHAP EN CULTUURHISTORIE

III

BIJLAGE: ONDERZOEKSRAPPORT NETINPASSING

IV

BIJLAGE: ONDERZOEKSRAPPORT WARMTE

V

BIJLAGE: TOTSTANDKOMING ONDERZOEKSGEBIED

VI

BIJLAGE: SELECTIE REPRESENTATIEVE TURBINE GELUID

VII

BIJLAGE: NOTA VAN BEANTWOORDING EN OMGANG ADVIES COMMISSIE MER