

# planMER RES GMR Arnhem-Nijmegen

**Hoofdrapport planMER**

**Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen**

9 juni 2023

| | |
|---|---|
| **Project** | planMER RES<br>GMR Arnhem-Nijmegen |
| **Opdrachtgever** | Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen |
| **Document** | Hoofdrapport planMER |
| **Status** | Definitief 02 |
| **Datum** | 9 juni 2023 |
| **Referentie** | 134281/23-009.839 |
| **Projectcode** | 134281 |
| **Projectleider** | T. Reimer MSc |
| **Projectdirecteur** | Ir. A.H.J. van Kuijk |
| **Auteur(s)** | R. de Jong MSc, L.F. de Visser-Bleijenberg MSc |
| **Gecontroleerd door** | A.T.W. van Breukelen MSc, M.M.K. Vanderschuren MSc |
| **Goedgekeurd door** | T. Reimer 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 7

DEEL A - ALGEMENE DELEN 8

1 HET VOORNEMEN 9

1.1 Aanleiding en achtergrond 9
1.2 Plangebied 10

2 M.E.R.-PROCEDURE 12

2.1 Noodzaak van een planMER 12
2.2 Reeds doorlopen procedure: NRD 14
2.3 Aanpak planMER op hoofdlijnen 14
2.4 Bevoegd gezag en initiatiefnemers 15
2.5 Vervolgprocedure RES 2.0 16

3 KADERS VANUIT WETGEVING, BELEID EN RICHTLIJNEN 17

3.1 Europees 17
3.2 Nationaal 17
3.3 Provinciaal 19
3.4 Regionaal 22
3.5 Gemeentelijk 24
3.6 Wetgeving en beleid voor wind- en zonne-energie 26

4 REFERENTIESITUATIE 27

4.1 Plan- en studiegebied 27
4.2 Huidige situatie 28
4.2.1 Natuur 28
4.2.2 Landschap, cultuurhistorie en archeologie 33
4.2.3 Leefbaarheid 42
4.2.4 Veiligheid 44
4.2.5 Bodem en water 48

4.2.6 Gebruiksfuncties 50
4.3 Autonome ontwikkelingen 52

DEEL B - EFFECTONDERZOEKEN WIND- EN ZONNE-ENERGIE 53

5 ALTERNATIEVEN 54

5.1 Uitgangspunten 54
5.2 Belemmeringenkaarten 56
5.3 De alternatieven 60
5.3.1 Basisalternatief RES 1.0 60
5.3.2 Alternatief Landschap 62
5.3.3 Alternatief Natuur 64
5.3.4 Alternatief Leefomgeving 66

6 ONDERZOEKSAANPAK WIND- EN ZONNE-ENERGIE 69

6.1 Ingreep-effectrelaties 69
6.2 Beoordelingskader wind- en zonne-energie 71
6.3 Beoordelingsmethodiek maatgevende effecten 74
6.3.1 Bodem en water 75
6.3.2 Natuur 77
6.3.3 Landschap, cultuurhistorie en archeologie 82
6.3.4 Veiligheid 88
6.3.5 Leefomgeving 92
6.3.6 Gebruiksfuncties 95
6.4 Niet-maatgevende effecten 96
6.4.1 Effectanalyse bodemkwaliteit 96
6.4.2 Effectanalyse grondwater 98
6.4.3 Effectanalyse leefomgeving 98

7 EFFECTANALYSE- EN BEOORDELING WIND- EN ZONNE-ENERGIE 106

7.1 Bodem en water 106
7.2 Natuur 109
7.3 Landschap, cultuurhistorie en archeologie 121
7.4 Veiligheid 131
7.5 Leefomgeving 136
7.6 Gebruiksfuncties 138

8 CONCLUSIES EN VERGELIJKING ALTERNATIEVEN WIND- EN ZONNE-ENERGIE 142

8.1 Sterk negatieve milieueffecten 144
8.2 Negatieve milieueffecten 145
8.3 Licht negatieve en beperkt tot geen milieueffecten 147
8.4 Alternatievenvergelijking 147
8.5 Monitoring en evaluatie 150
8.6 Leemten in kennis, aandachtspunten en informatie wind- en zonne-energie 151

DEEL C - EFFECTONDERZOEKEN WARMTETECHNIEKEN 153

9 ONDERZOEKSAANPAK WARMTE 154

9.1 Onderzoeksaanpak warmtebronnen 154
9.1.1 Aanpak effectanalyse warmte uit biomassa 156
9.1.2 Aanpak effectanalyse omgevingswarmte 159
9.2 Onderzoeksaanpak warmteopslag 165
9.2.1 Aanpak effectanalyse ondergrondse warmteopslag 165
9.2.2 Aanpak effectanalyse bovengrondse warmteopslag 167
9.3 Onderzoeksaanpak warmtedistributie 168
9.3.1 Aanpak effectanalyse warmtedistributie 168

10 EFFECTANALYSE WARMTE 172

10.1 Effectanalyse warmtebronnen 172
10.1.1 Biomassa 172
10.1.2 Geothermie 175
10.1.3 Open WKO's 186
10.1.4 Aquathermie 189
10.2 Effectanalyse warmteopslag 193
10.2.1 Ondergrondse warmteopslag 193
10.2.2 Bovengrondse warmteopslag 196
10.3 Effectanalyse warmtedistributie 199
10.3.1 Bodem 199
10.3.2 Water 200
10.3.3 Natuur 201
10.3.4 Cultuurhistorie en archeologie 203
10.3.5 Leefomgeving 203
10.3.6 Gebruiksfuncties en ruimtegebruik 204

11 RISICO'S EN AANDACHTSPUNTEN WARMTETECHNIEKEN 206

11.1 Risico's voor uitvoerbaarheid 206
11.2 Voorkeurslocaties vanuit milieu 207
11.3 Aandachtspunten voor het vervolg 207

11.4 Leemten in kennis en informatie warmtetechnieken 208

Laatste pagina 208

## Bijlage(n)

| | | Aantal pagina's |
|---|---|---|
| I | Autonome ontwikkelingen | 5 |
| II | Kaders vanuit wetgeving, beleid en richtlijnen | 9 |
| III | Notitie alternatievenontwikkeling | 28 |
| IV | Omgang advies Commissie m.e.r. | 5 |
| V | Natuur | 79 |
| VI | Landschap | 79 |
| VII | Beoordeling bodem en water | 12 |
| VIII | Beoordeling cultuurhistorie en archeologie | 22 |
| IX | Beoordeling leefomgeving | 12 |
| X | Beoordeling veiligheid | 18 |
| XI | Energieopbrengst | 5 |
| XII | Analyse molenaarswoningen | 24 |
| XIII | Analyse energiesysteem | 8 |

# 0

## LEESWIJZER

Voor u ligt het rapport van het milieueffectrapport (planMER) voor de Regionale Energiestrategie (RES) 2.0 van de RES gemeenten binnen de Groene Metropoolregio (GMR) Arnhem-Nijmegen. De GMR heeft het Rijk in de RES 1.0 een bod gedaan om in 2030 1,62 TWh duurzame energie op te wekken door windturbines, zonnevelden en zon op dak. Ten behoeve van het opstellen van de RES 2.0 is een m.e.r. procedure.

Het doel van de m.e.r.-procedure is het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over de keuzes voor zoekgebieden voor de opwek van wind- en zonne-energie in de RES 2.0. Het opstellen van een milieueffectrapportage helpt om ruimtelijke belangen en claims zichtbaar te maken en onderling af te wegen. Daarbij beschrijft het planMER wat de milieueffecten zijn van windturbines en zonnevelden. Het planMER geeft inzicht in de (milieu)effecten van de plannen op een regionaal detail- en schaalniveau.

### Wat leest u in dit planMER?

Dit planMER beschrijft op hoofdlijnen de milieueffecten van het voornemen. Dit planMER onderzoekt daarbij de effecten van de opwek van energie met zonnevelden en windturbines, en op hoofdlijnen ook de effecten van de verschillende warmtetechnieken die in de RES 1.0 zijn benoemd. Het planMER voor de RES 2.0 onderzoekt enkel de milieuaspecten die van invloed kunnen zijn op de locatiekeuze en/of de keuze voor een bepaalde energie- of warmtetechniek.

Daarbij is dit rapport opgebouwd in drie delen:

- deel A omvat de algemene hoofdstukken van het MER, onder andere bestaande uit een beschrijving van het voornemen (hoofdstuk 1), een toelichting op de m.e.r.-procedure (hoofdstuk 2), de wettelijke kaders en beleidskaders (hoofdstuk 3) en een beschrijving van de referentiesituatie (hoofdstuk 4);
- deel B omvat de alternatieven, onderzoeksaanpak, effectanalyses en -beoordelingen voor het onderdeel energietechnieken;
- deel C omvat de onderzoeksaanpak, effectanalyses en -beoordelingen voor het onderdeel warmtetechnieken.

# DEEL A - ALGEMENE DELEN

# 1

## HET VOORNEMEN

Voor u ligt het planMER van de RES gemeenten binnen de Groene Metropoolregio (GMR) Arnhem-Nijmegen. Dit planMER is onderdeel van het proces om de Regionale Energie Strategie 2.0 (RES 2.0) op te stellen voor de RES gemeenten binnen de GMR Arnhem-Nijmegen. De gemeenten Montferland en Mook en Middelaar maken weliswaar deel uit van de gezamenlijk regeling GMR Arnhem-Nijmegen, maar niet van de RES-regio Arnhem-Nijmegen. In dit planMER worden voor de eenduidigheid de zestien RES-gemeenten binnen de GMR Arnhem-Nijmegen (zie paragraaf 1.2) aangeduid als GMR.

De GMR heeft het Rijk in de RES 1.0 een bod gedaan om in 2030 1,62 TWh duurzame energie op te wekken door windturbines, zonnevelden en zon op dak. Daarnaast onderzoekt dit planMER op hoofdlijnen de mogelijkheden voor het gebruik van diverse warmtebronnen in de regio.

Dit planMER is de tweede stap in de milieueffectrapportage-procedure (m.e.r.-procedure). De m.e.r.-procedure wordt doorlopen ter onderbouwing van de milieueffecten van windturbines, zonnevelden en het gebruik van warmtebronnen in de regio Arnhem-Nijmegen. Het planMER biedt de bevoegde gezagen vanuit de milieuaspecten beslisinformatie voor het bepalen van de zoekgebieden voor windturbines en zonnevelden in de RES 2.0. De provincie Gelderland neemt de zoekgebieden voor windturbines op in het nieuwe provinciale windbeleid, welke naar verwachting eind 2023 gereed is. Dit planMER geeft ook inzicht in de milieuaspecten die horen bij het toepassen van warmtetechnieken.

Dit inleidende hoofdstuk start met een toelichting op de aanleiding en achtergrond (paragraaf 1.1) en een korte beschrijving van de begrenzing van het plangebied (paragraaf 1.2).

**Wat betekenen de afkortingen m.e.r., MER, RES en planMER?**
Binnen de procedure van milieueffectrapportage worden de afkortingen m.e.r. en het MER gebruikt. De m.e.r. staat voor de procedure van milieueffectrapportage, zoals het onderzoek, de inspraak en alle bijkomende adviezen. De afkorting MER staat voor het eindproduct, het milieueffectrapport.

Dit rapport betreft een planMER en wordt opgesteld voor de Regionale Energiestrategie (RES). Dit planMER toetst de milieueffecten van (zoek)gebieden, om op deze manier milieu een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming. Het planMER is een instrument dat onder andere geschikt is voor de plannen die zich in een verkennende- of haalbaarheidsfase bevinden. De milieueffecten kunnen zo worden beoordeeld op strategisch en relatief abstract niveau.

### 1.1 Aanleiding en achtergrond

Energieopwekking met behulp van fossiele brandstoffen leidt tot uitstoot van broeikasgassen zoals $CO_2$. Met name door menselijk handelen is de hoeveelheid $CO_2$ in de atmosfeer toegenomen. Dit veroorzaakt klimaatverandering in de vorm van opwarming van de aarde. Met het Klimaatakkoord van Parijs (2015) hebben 192 landen afgesproken de opwarming te beperken tot maximaal 2 °C. Deze internationale afspraken zijn in de afgelopen jaren vertaald naar afspraken en doelstellingen op nationaal niveau, die onder andere betrekking hebben op energiebesparing en de opwek van duurzame, fossielvrije energie. De

afspraken zijn vervolgens vertaald in nationaal, provinciaal en regionaal beleid, zoals het landelijk Klimaatakkoord uit 2019, het Gelders Energieakkoord en de Regionale Energie Strategie (RES 1.0) Regio Arnhem-Nijmegen (zie hoofdstuk 2).

De GMR Arnhem-Nijmegen (hierna: de regio) heeft een bod gedaan om 1,62 TWh duurzame elektriciteit grootschalig op te wekken in 2030. Dit is de bijdrage van de regio aan de nationale opgave van 35 TWh duurzame elektriciteit op land. Dit bod is vastgelegd in de RES 1.0. Met dit bod zet de regio een eerste stap op weg naar de 3,5 TWh die nodig is voor het bereiken van de doelstelling van 55 % $CO_2$-reductie in 2030[1]. De regio wil deze doelstelling onder andere realiseren door de ontwikkeling van zonnevelden op land, grootschalig zon op dak en windturbines. In het bod is hiervoor uitgegaan van een verhouding van 89 % opgesteld vermogen aan zonnevelden op land en zon op dak, en 11 % opgesteld vermogen aan windturbines. Deze opwektechnieken verschillen in ruimtebeslag per hoeveelheid op te wekken elektriciteit. Afbeelding 1.1 illustreert het verschil in ruimtebeslag tussen windturbines en zonnevelden.

De regio heeft erkend dat de verhouding tussen zon en wind in het bod uit de RES 1.0 niet evenwichtig is. De capaciteit van het elektriciteitsnet wordt namelijk niet optimaal benut. Een verdeling van 50 % uit zonnepanelen en 50 % uit windturbines (eveneens in vermogen) is het meest aantrekkelijk, omdat er dan minder aanpassingen aan het elektriciteitsnetwerk nodig zijn, enkel voor de inpassing van zonne-energie. In. Ook maakt een evenwichtige inzet op zonne-energie en windenergie de energievoorziening stabieler. In veel gevallen waait het óf schijnt de zon. In de RES 1.0 hebben de deelnemers afgesproken te werken aan een betere verhouding tussen zon en wind. Daarom verkent de regio extra gebieden boven op de zoekgebieden voor wind om tot een meer evenwichtige verhouding te komen tussen wind en zon. Dit planMER biedt hiervoor de milieu-informatie.

Daarnaast is het gebruik van alternatieve warmtebronnen (anders dan gas) onderdeel van de RES 1.0. In de RES 1.0 is een eerste basis gelegd met betrekking tot warmte. Er is echter geen specifieke doelstelling aan het gebruik van warmtebronnen gekoppeld, behalve dat Nederland in 2050 aardgasvrij zou moeten zijn.

Afbeelding 1.1 Verschil in ruimtebeslag windturbines en zonnevelden (bron: Nationaal Programma Regionale Energiestrategie)

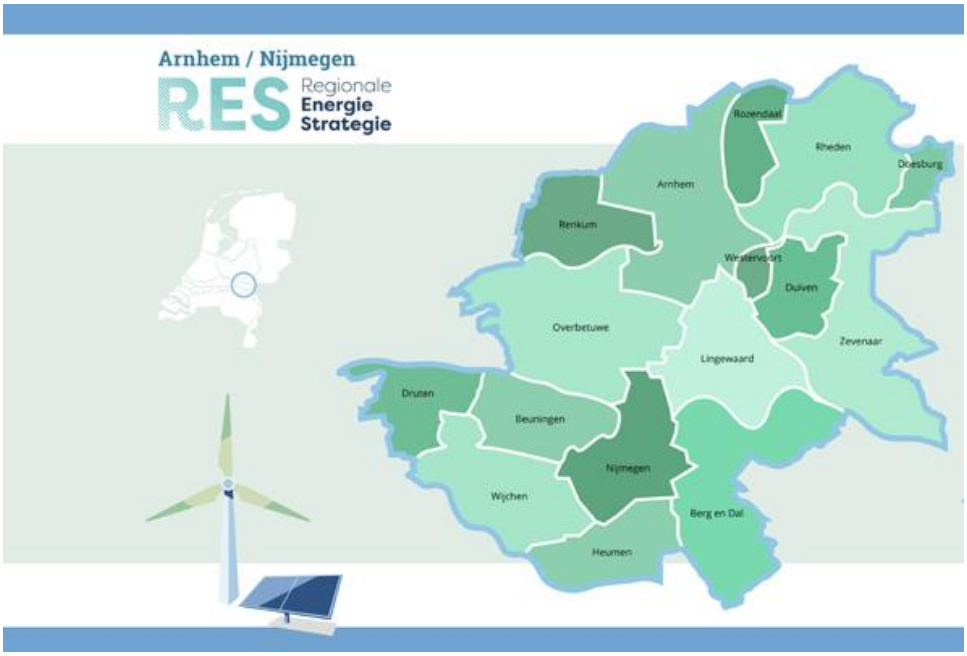



## 1.2 Plangebied

Het plangebied is het gebied waarbinnen gezocht wordt naar een geschikte invulling voor de realisatie van het voornemen, namelijk de opwek van 1,62 TWh duurzame elektriciteit in 2030. Afbeelding 1.2 toont het plangebied. Dit plangebied beslaat de zestiendeelnemende gemeenten. Dit zijn, op alfabetische volgorde: Arnhem, Berg en Dal, Beuningen, Doesburg, Druten, Duiven, Heumen, Lingewaard, Nijmegen, Overbetuwe, Renkum, Rheden, Rozendaal, Westervoort, Wijchen en Zevenaar.

[1] Zoals benoemd in de RES 1.0 van de GMR Arnhem-Nijmegen (hoofdstuk 4).

Afbeelding 1.2 Plangebied Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen



# 2

## M.E.R.-PROCEDURE

Dit hoofdstuk geeft een nadere toelichting op de milieueffectrapportage en de samenhang met de procedure voor de RES 2.0.

### 2.1 Noodzaak van een planMER

Europese en nationale wetgeving schrijven voor dat voor activiteiten met potentieel significante milieueffecten een m.e.r.-procedure wordt doorlopen. Dit hangt mede af van de aard en omvang van de activiteit. Het doel van deze m.e.r.-procedure is om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over de invulling van de RES 2.0. Het opstellen van een planMER helpt om alle (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.

De voorgenomen ontwikkeling van windturbines heeft betrekking op een plan dat is opgenomen in de Wet ruimtelijke ordening (artikel 3.1, eerste lid, en 3.6, eerste lid, onderdelen a en b) en daarmee in kolom 3 in categorie D22.2 van het Besluit m.e.r. (zie tabel 2.1). Onder de Omgevingswet (inwerkingtreding verwacht op 1 januari 2024) wordt dit een Omgevingsplan. Hiermee ontstaat met de RES 2.0 een ruimtelijk plan dat de oprichting van grootschalige duurzame energie mogelijk maakt. In artikel 2, lid 3 van het Besluit m.e.r. is bepaald dat een dergelijk plan direct plan-m.e.r.-plichtig is, omdat deze een activiteit mogelijk maakt die voldoet aan de drempelwaarden zoals opgenomen in kolom 2. Daarmee geldt voor de voorgenomen ontwikkelingen, en dus voor de RES 2.0, een plan-m.e.r.-plicht. Voorgaande blijkt ook uit onderzoek van de werkgroep 'RES en plan-m.e.r.'[1].

Voor de individuele zonnevelden die mogelijk worden gemaakt via de RES 2.0 bestaat naar verwachting geen m.e.r.-plicht[2]. Aangezien er wel sprake is van een kaderstellend plan onder de Omgevingswet, waarbij er een samenhang bestaat tussen windturbines en zonnevelden, heeft het nog op te stellen planMER ook betrekking op de zonnevelden. waarbij de zonnevelden kunnen worden toebedeeld aan de categorie D9 (een landinrichtingsproject, dan wel een wijziging of uitbreiding daarvan). De drempelwaarde die hierbij geldt is 125 hectare of meer.

Voor het aspect warmte geldt dat dit planMER alleen ingaat op de algemene milieueffecten. De RES 2.0 bevat hiervoor geen kaderstellende keuzes. Voor de van toepassing zijnde categorieën uit het Besluit m.e.r. is warmte daarom niet beschouwd.

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

[2] Recent is een procedure doorlopen bij de Raad van State. Hierin heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State geconcludeerd dat een tijdelijk zonneveld niet valt in categorie D22.1 (installatie voor de productie van elektriciteit, stoom en warm water) van de bijlage bij het Besluit milieueffectrapportage (ABRvS 14 augustus 2019, ECLI:NL:RVS:2019:2770).

Tabel 2.1 Categorie uit het Besluit m.e.r. van toepassing op de ontwikkeling

| | Kolom 1 | Kolom 2 | Kolom 3 | Kolom 4 |
|---|---|---|---|---|
| | **Activiteiten** | **Gevallen** | **Plannen** | **Besluiten** |
| D 9 | een landinrichtingsproject dan wel een wijziging of uitbreiding daarvan | in gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op<br>- een functiewijziging met een oppervlakte van 125 hectare of meer van water, natuur, recreatie of landbouw;<br>- vestiging van een glastuinbouwgebied of bloembollenteeltgebied van 50 hectare of meer | de structuurvisie, bedoeld in de artikelen 2.1, 2.2 en 2.3 van de Wet ruimtelijke ordening, en de plannen, bedoeld in de artikelen 3.1, eerste lid, 3.6, eerste lid, onderdelen a en b, van die wet, de vaststelling van het inrichtingsplan, bedoeld in artikel 17 van de Wet inrichting landelijk gebied, het plan, bedoeld in artikel 11 van de Reconstructiewet concentratiegebieden en het plan bedoeld in artikel 18 van de Reconstructiewet concentratiegebieden | de vaststelling van het inrichtingsplan, bedoeld in artikel 17 van de Wet inrichting landelijk gebied dan wel een plan bedoeld in artikel 18 van de Reconstructiewet concentratiegebieden dan wel bij het ontbreken daarvan het plan bedoeld in artikel 3.6, eerste lid, onderdelen a en b, van de Wet ruimtelijke ordening dan wel bij het ontbreken daarvan van het plan, bedoeld in artikel 3.1, eerste lid, van die wet |
| D 22.2 | de oprichting, wijziging of uitbreiding van een windturbinepark | in gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op:<br>- een gezamenlijk vermogen van 15 megawatt (elektrisch) of meer;<br>- 10 windturbines of meer | de structuurvisie, bedoeld in de artikelen 2.1, 2.2 en 2.3 van de Wet ruimtelijke ordening, en de plannen, bedoeld in de artikelen 3.1, eerste lid, 3.6, eerste lid, onderdelen a en b, van die wet | het besluit bedoeld in artikel 6.5, onderdeel c, van de Waterwet, het besluit, bedoeld in artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie op zee of de besluiten waarop afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht en een of meer artikelen van afdeling 13.2 van de wet van toepassing zijn dan wel waarop titel 4.1 van de Algemene wet bestuursrecht van toepassing is |

De m.e.r.-procedure waar deze planMER onderdeel van uitmaakt, heeft tot doel om de besluitvorming over de RES 2.0 te ondersteunen (paragraaf 2.5). Het planMER draagt hieraan bij door voorkeuren en risico's voor de uitvoerbaarheid vanuit het milieu inzichtelijk te maken. Daarnaast brengt het planMER de milieueffecten in beeld tussen de nog te bepalen zoekgebieden. Het planMER is een instrument dat geschikt is voor de planstudiefase met milieubeoordeling op strategisch en relatief abstract niveau, ter ondersteuning van bijvoorbeeld de verdeling tussen wind- en zonne-energie in de regio en de daarbij behorende zoekgebieden. Bij de nadere uitwerking van windturbineprojecten wordt andermaal een m.e.r.-procedure doorlopen, door middel van een m.e.r.-beoordeling of projectMER. Dit omvat gedetailleerder onderzoek naar de gevolgen van het desbetreffend project op het milieu en kunnen lokale, locatie specifieke milieueffecten en -aandachtspunten nader onderzocht worden.

## 2.2 Reeds doorlopen procedure: NRD

In het kader van de m.e.r.-procedure is een Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld. Deze NRD had tot doel om betrokkenen en belanghebbenden te informeren over de inhoud en diepgang van het op te stellen planMER en hen te raadplegen over hun zienswijzen. In de NRD zijn de kaders voor de milieuonderzoeken bepaald. Hiermee is de NRD een belangrijke eerste stap in de procedures richting de RES 2.0.

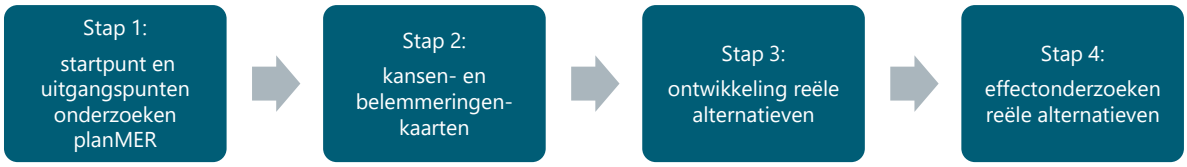
De NRD heeft van 24 oktober 2022 tot en met 23 december 2022 ter inzage gelegen. Eenieder had in deze periode de mogelijkheid om een reactie te geven. De NRD is voor advies voorgelegd aan de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage (Cie-m.e.r.)[1]. Ook zijn betrokken bestuursorganen geraadpleegd over de reikwijdte en het detailniveau van het planMER. De bevoegde bestuursorganen hebben de NRD en de reactienota gezamenlijk vastgesteld.

De NRD, het advies van de Cie-m.e.r. en de reactienota vormen het uitgangspunt voor het opstellen van dit planMER.

## 2.3 Aanpak planMER op hoofdlijnen

Deze paragraaf beschrijft de aanpak voor dit planMER op hoofdlijnen en beschrijft wat er wel en niet wordt onderzocht. Het planMER omvat stap 4 (effectonderzoeken van de reële alternatieven) van het stappenplan zoals gepresenteerd in de NRD (afbeelding 2.1). Stappen 1, 2 en 3 zijn al uitgevoerd in de NRD en vormen de basis van dit planMER.

Afbeelding 2.1 Stappenplan plan-m.e.r.-proces




**Onderzoeksvraag**
Dit planMER helpt de regio antwoord te geven op de volgende vraag:

*Welke gebieden zijn vanuit milieueffecten* **geschikt**, **geschikt te maken**, *of* **ongeschikt** *voor de ontwikkeling van ten minste 1,62 TWh[2][3] duurzame elektriciteitsambitie en regionale warmtebronnen in de Groene Metropoolregio, en hoe kan dit - naast de referentie RES 1.0 - worden ingevuld aan de hand van drie thematische alternatieven?*

Het planMER biedt feitelijke beslisinformatie aan de bevoegde bestuursorganen over de milieueffecten die optreden ten gevolge van de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden. Hiermee helpt het de regio om te bepalen welke gebieden geschikt zijn, geschikt te maken zijnen niet geschikt voor grootschalige energieopwek in 2030 op basis van milieueffecten. Het doel is vergunningverlening voor de

[1] In bijlage IV is opgenomen hoe in dit planMER is omgegaan met het advies van de Cie-m.e.r.

[2] Het aandeel zon-op-dak van 0,49 TWh wordt in het planMER niet getoetst op milieueffecten.

[3] In het licht van de verhoogde doelstelling van 55 % $CO_2$-reductie in 2030 en de mogelijk stijgende elektriciteitsvraag zullen het Rijk en de medeoverheden bespreken of de doelstelling van 35 TWh herijkt dient te worden. Dit zal worden bezien in samenhang met het Nationaal Plan Energiesysteem (2050) en de vraagontwikkeling (op basis van de input van de werkgroep 'extra opgave').

energieprojecten uiterlijk op 1 januari 2025 om realisatie voor 2030 mogelijk te maken. De provincie Gelderland stelt gelijktijdig nieuw windbeleid op. De resultaten van het planMER van de regio worden opgenomen in het windbeleid van de provincie.

Naast de zonnevelden en windturbines zijn de milieueffecten van warmtebronnen op hoofdlijnen in beeld gebracht. Waterkracht is geen onderdeel van dit planMER. Hoewel bij de ontwikkeling van waterkracht milieueffecten worden verwacht, zijn de mogelijkheden voor waterkracht in de regio beperkt. Hierdoor is een vergelijking van locaties binnen de regio niet goed mogelijk. Bij concrete waterkrachtprojecten, kunnen de milieueffecten in beeld worden gebracht via bijvoorbeeld een projectMER.

*Zon op dak buiten scope van het planMER*
De effecten van zon op dak worden in het planMER niet nader onderzocht. Voor deze ontwikkelingen worden bestaande daken gebruikt, waardoor de milieueffecten en het ruimtegebruik beperkt zijn. Milieueffecten zijn daarom naar verwachting niet doorslaggevend voor de haalbaarheid van zon op dak. De mate waarin zon op dak wordt toegepast, is wel van invloed op het benodigde oppervlak wind en zon op land. In dit planMER is daarom uitgegaan van een opwek van 0,49 TWh door zon op dak, zoals benoemd in de RES 1.0. Dit betekent een resterende opgave van 1,13 TWh voor windturbines en zonnevelden op land.

**Diepgang planMER**
Dit planMER heeft tot doel om de besluitvorming voor de RES 2.0 proces te ondersteunen. Het planMER draagt hieraan bij door voorkeuren en risico's voor de uitvoerbaarheid vanuit milieu inzichtelijk te maken. Daarnaast brengt dit planMER de effecten in beeld die verschillen tussen locaties en/of tussen de verschillende energie- en warmtetechnieken. Het gaat daarbij om onderscheidende milieueffecten met een effectduur die langer is dan de aanlegfase, zie onderstaand kader.

**Tijdelijke effecten in dit planMER**
Tijdelijke effecten die na de aanlegfase voorbij zijn (zoals een tijdelijke invloed op het landschap of op ruimtegebruik door aanlegwerkzaamheden), worden in dit planMER niet beschouwd. Tijdelijke effecten zijn over het algemeen niet bepalend voor de locatiekeuze of een keuze tussen de verschillende energie- en warmtetechnieken. Effecten die optreden tijdens de aanlegfase, maar een langere doorwerking hebben, zijn wel op hoofdlijnen beschouwd in dit planMER. Overige tijdelijke effecten dienen te worden beschouwd in een projectMER voor concrete energieprojecten.

De diepgang van de effectanalyses in dit planMER is daarom passend bij het detailniveau van de keuzes die voorliggen. Het gaat daarbij om de keuze voor een zoekgebied, de keuze voor een techniek en de mate waarin een mix tussen de technieken wordt ingezet. Niet alle mogelijke milieueffecten die van belang kunnen zijn, zijn onderzocht. In de uitwerking van een concreet project kunnen alle mogelijke milieueffecten nader onderzocht te worden. Op dit moment in het RES-proces, is het enkel mogelijk om generieke analyses uit te voeren die richting geven aan de keuze voor zoekgebieden en/of technieken.

De bevoegde bestuursorganen zijn uiteindelijk verantwoordelijk voor de keuze van zoekgebieden voor de opwek van wind- en zonne-energie. Hierover vindt afstemming plaats op regioniveau. De zoekgebieden die de bevoegde bestuursorganen vastleggen, worden opgenomen in de RES 2.0. Alle gemeenten in de regio kunnen de milieu-informatie gebruiken bij hun ruimtelijke planprocedures, zoals hun omgevingsvisies en omgevingsplannen.

## 2.4 Bevoegd gezag en initiatiefnemers

Bij een m.e.r.-procedure is sprake van drie formele rollen: een bevoegd gezag, een initiatiefnemer en adviseurs. Het bevoegd gezag is de instantie die het m.e.r.-plichtige besluit vaststelt (de RES 2.0). Hiervoor zijn de gemeenteraden van de zestien regiogemeenten en de Gelderse Provinciale Staten bevoegd gezag. De Provinciale Staten stellen daarnaast het provinciale windbeleid vast.

De initiatiefnemer is degene die het plan opstelt. In het geval van de RES 2.0 zijn de colleges van B&W van de zestien gemeenten in de regio en het college van Gedeputeerde Staten (GS) de initiatiefnemers. De dagelijkse besturen (DB) van de 3 waterschappen die deelnemen aan de RES GMR nemen kennis van het plan.

Daarnaast zijn er diverse adviseurs, die adviseren over de inhoud van het planMER. Belangrijk daarbij is de Cie-m.e.r., maar ook andere overheden en insprekers.

De NRD en de reactienota zijn vastgesteld door de colleges van B&W en GS. Het planMER zelf is geen beslisdocument en wordt niet formeel vastgesteld. Het planMER vormt namelijk een bouwsteen voor de onderbouwing van de RES 2.0 en de herijking van het provinciale windbeleid. Hiervoor zijn de gemeenteraden van de zestien regiogemeenten en de Gelderse Provinciale Staten bevoegd gezag onder de huidige wetgeving.

De RES 2.0 kwalificeert als een programma onder de Omgevingswet. Formeel dient een dergelijk programma te worden vastgesteld door colleges van B&W en GS, plus de DB's van de betrokken waterschappen. Het RES 2.0 proces wordt op dit moment nog opgesteld. Gezien de impact van de RES 2.0, kan er ook voor worden gekozen om deze vast te laten stellen door gemeenteraden, PS en de AB's van de betrokken waterschappen. In ieder geval is het advies om de deze te betrekken bij het opstellen van de RES 2.0, zodat er voldoende draagvlak is voor de uitvoering van de RES 2.0.

## 2.5 Vervolgprocedure RES 2.0

De resultaten van dit planMER vormen een belangrijke basis voor de herijking van de RES 2.0. Zo biedt dit planMER duidelijkheid over de vraag of de opwekking van 1,62 TWh duurzame elektriciteit in 2030 vanuit milieuaspecten mogelijk is binnen de RES zoekgebieden. Ook wordt duidelijk welke gebieden vanuit milieuperspectief interessant zijn om de balans tussen zonne- en windenergie binnen de regio te verbeteren.

Gedurende 2023 loopt het proces om de RES 1.0 te herijken. Het planMER is de bouwsteen die gaat over het belemmerend beleid, de ruimtelijke kwaliteit en deels ook de energieopbrengst. De overige bouwstenen staan in het afwegingskader RES 1.0, welke de basis vormt richting de RES 2.0 (zie afbeelding 3.2). Zo is capaciteit op het elektriciteitsnet een voorwaarde voor de inpassing van duurzame elektriciteitsprojecten. Ook wordt zoveel mogelijk aangesloten bij lokaal eigendom en maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak in de regio. Ten slotte dient een ruimtelijke en integrale afweging te worden gemaakt ten opzichte van andere functies zoals woningbouw, mobiliteit en recreatie.

Op basis van dit planMER kan de RES op een aantal punten worden herijkt of nader uitgewerkt. De planning is dat deze herijking, een RES 2.0, in de eerste helft van 2024 door gemeenten, de provincie en waterschappen wordt vastgesteld. Het vaststellen van de RES 2.0 leidt tot een serie besluiten om de energietransitie te realiseren in de regio. De afspraken in de RES 2.0 moeten, zoals ook de afspraken uit de RES 1.0, per deelnemende gemeente en door de provincie worden vastgelegd in een ruimtelijk besluit. Hoe dit leidt tot een ruimtelijk besluit kan maatwerk per gemeente zijn en zal meegenomen worden in het proces om te komen tot de RES 2.0.

# 3

## KADERS VANUIT WETGEVING, BELEID EN RICHTLIJNEN

Wet- en regelgeving en beleid stellen randvoorwaarden aan en bevatten ambities voor de ontwikkeling van de RES 2.0. Dit hoofdstuk beschrijft de algemeen geldende kaders vanuit wetgeving, beleid en richtlijnen. Naast deze algemene kaders, zijn voor elk thema specifieke kaders van toepassing. De thema specifieke wetgeving en beleidskaders die gebruikt zijn voor de toetsing van de milieuthema's, zijn opgenomen in bijlage II.

### 3.1 Europees

**Europese Green Deal (Europese klimaatwet)**

De Green Deal heeft als doel om de Europese Unie (EU) klimaatneutraal te maken tegen 2050. Deze doelstelling ligt in lijn met de Overeenkomst van Parijs (2016) om de klimaatopwarming te houden op een maximale stijging van 2 °C. 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 Europese Unie 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.[1] (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 Rusland te verkleinen.

### 3.2 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

[1] Europese Commissie. (2022, november 01). *Een Europese Green Deal - het eerste klimaatneutrale continent worden*. Opgehaald van ec.europa.eu: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl

energiebesparing, duurzame opwekking, schone technologieën en klimaatbeleid. Ze 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, totdat de wet wordt aangepast. 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

De Nederlandse $CO_2$-reductieopgave voor 2050 komt voort uit het internationale Verenigde Naties Klimaatakkoord van Parijs (Parijs, 2015). In 2017 heeft de Eerste Kamer ingestemd met het internationale Klimaatakkoord, waardoor de opgave voor 2050 wettelijk is vastgelegd. De huidige doelstellingen voor de energietransitie komen voort uit de Europese Klimaatwet (Fit-for-55, 2021):

1 emissies van broeikasgassen liggen in 2030 55 % lager dan in 1990;
2 klimaatneutraliteit in 2050.

In het nationale Klimaatakkoord (2019)[1] is uitgewerkt hoe Nederland de doelstellingen wil bereiken. Het nationale Klimaatakkoord vormt het kader voor de Regionale Energiestrategie (RES). In de RES wordt op regionaal niveau (in 30 regio's) de strategie vastgelegd voor de omschakeling van een maatschappij die draait op voornamelijk fossiele energie naar een fossielvrije energievoorziening. De RES (zie paragraaf 2.3) moet bijdragen aan het realiseren van de doelstelling om 35 TWh (Terawattuur)[2] aan elektriciteit op land op te wekken per 2030, of eerder indien mogelijk. Met de RES worden decentrale overheden in staat gesteld een goed plan met maatschappelijke acceptatie op te stellen. Hierbij verkennen provincies, gemeenten, waterschappen, netbeheerders en - in de meeste gevallen - burgers gezamenlijk de (on)mogelijkheden voor duurzame elektriciteit, meestal in de vorm van wind- of zonne-energie.

### Verhoging doelstellingen

In het licht van de verhoogde doelstelling van 55 % $CO_2$-reductie in 2030 en de mogelijk stijgende elektriciteitsvraag zullen het Rijk en de medeoverheden bespreken of de doelstelling van 35 TWh herijkt dient te worden. Dit zal worden bezien in samenhang met het Nationaal Plan Energiesysteem (2050) en de vraagontwikkeling (op basis van de input van de werkgroep 'extra opgave'). Het Rijk en de medeoverheden streven ernaar om in het najaar van 2022 meer duidelijkheid te hebben over de herijking van de doelstelling met aandacht voor het scheppen van de juiste randvoorwaarden.

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. 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. De besluitvorming over de aanscherping van het beleidsprogramma vindt plaats in het voorjaar van 2023.

### Nationale Omgevingsvisie

De Rijksoverheid kiest in de Nationale Omgevingsvisie (NOVI)[3] 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 zonnevelden) heeft de voorkeur. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met andere waarden, zoals landschappelijke kenmerken, nationale veiligheid, natuur, cultureel erfgoed, water en bodem, én

[1] Zie: https://www.klimaatakkoord.nl/.

[2] Een Terawattuur staat gelijk aan 1 miljard Kilowattuur (kWh). Ter referentie: een Nederlands huishouden verbruikt jaarlijks circa 3.500 kWh aan elektrische energie. Bron: https://www.klimaatakkoord.nl/elektriciteit/vraag-en-antwoord/eenheden-van-energie-en-vermogen.

[3] Zie: https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/.

maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak. Daarnaast is de voorwaarde dat bewoners betrokken zijn, invloed hebben en meeprofiteren in de opbrengsten.

### Omgevingswet

Op 1 januari 2024 treedt Omgevingswet naar verwachting in werking. De Omgevingswet betreft een wet die een verregaande vereenvoudiging van het stelsel van wetgeving voor de ontwikkeling en het beheer van de leefomgeving (omgevingsrecht) beoogt, door tientallen op dit moment vigerende wetten en honderden regels te bundelen in één nieuwe wet. De wet betekent een aanzienlijke inhoudelijke reductie van regels op het terrein van water, lucht, bodem, natuur, infrastructuur, gebouwen en cultureel erfgoed.

Wanneer de RES 2.0 wordt vastgelegd in een programma geldt een plan-m.e.r.-plicht zodra het programma 'kaderstellend' is voor m.e.r.-plichtige besluiten (zie paragraaf 2.1). Het begrip 'kaderstellend' moet ruim worden uitgelegd. Een programma is al kaderstellend als het 'de toon zet voor' vervolgbesluitvorming. Voor een RES is het hierbij van belang of het document (indicatieve) criteria of voorstellen bevat voor ruimtelijke keuzes, omvang of wijze van uitvoering van energieprojecten. In dit geval worden er zoekgebieden vastgelegd in de RES 2.0, waarmee de RES 2.0 een kaderstellend plan is.

## 3.3 Provinciaal

### Omgevingsvisie Gaaf Gelderland

Op 19 december 2018 hebben de Provinciale Staten van Gelderland de Omgevingsvisie Gaaf Gelderland vastgesteld. 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. De provincie 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 ruimte nodig; veel ruimte. Windturbines, zonnevelden, warmtecentrales, (mest-)vergisters, 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.

Afbeelding 3.1 Visieschets voor het gesprek over energietransitie (bron: omgevingsvisie Gaaf Gelderland)



*Beleidslijn windenergie*

Als bijlage bij de Omgevingsvisie is de beleidslijn windenergie opgenomen. Deze is vastgesteld door de Gedeputeerde Staten van Gelderland op 26 februari 2019. Deze beleidslijn verduidelijkt de bedoeling van de provincie met de Visieschets (afbeelding 3.1) voor het gesprek over Energietransitie. De beleidslijn beschrijft hoe en waar de provincie windturbines gerealiseerd wil zien. Dit beleid verwoordt de hiervoor geldende provinciale benadering.

### Omgevingsverordening Gelderland

De Omgevingswet en de omgevingsvisie Gaaf Gelderland vragen om een nieuwe omgevingsverordening die helemaal voldoet aan de eisen, taal en bedoelingen van de Omgevingswet. Op 21 december 2022 is de Omgevingsverordening geconsolideerd vastgesteld. In de Omgevingsverordening wordt op hoofdlijnen onderscheid gemaakt tussen de opwek van grootschalige windenergie en zonne-energie.

*Windenergie*

In paragraaf 2.7.1 van de Omgevingsverordening zijn de 'Instructieregels windturbines' opgenomen. Artikel 2.62 stelt dat een bestemmingsplan dat de oprichting van een windturbine of windturbinepark mogelijk maakt, aandacht besteedt aan:

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

Met betrekking tot windturbines in Gelders natuurnetwerk (GNN) volgt uit artikel 2.39 dat nieuwe ontwikkelingen alleen zijn toegestaan als er geen nadelige gevolgen zijn voor de kernkwaliteiten, oppervlakte of samenhang van het GNN. Nieuwe activiteiten binnen Groene ontwikkelingszones (GO) (artikel 2.52) 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.

In artikel 1a.3 zijn bepalingen opgenomen met betrekking tot afwijkruimte van de instructieregels. Voor weidevogelgebieden geldt op basis van artikel 2.51a dat een nieuw bestemmingsplan in ieder geval windturbines niet toestaat. Hier kan middels de bepalingen in artikel 1a.2 niet van worden afgeweken.
De bepalingen in artikel 1a.3 ten aanzien van afwijkruimte van de instructieregels voor windturbines in GO en GNN zijn de volgende:

- 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 afdeling 2.6 (natuur en landschap) van de omgevingsverordening. De overblijvende effecten dienen gelijkwaardig te worden gecompenseerd in overeenstemming met paragraaf 2.6.2. Voor de instructieregels ter bescherming van het GNN (onder andere artikel 2.39) geldt dat alleen afgeweken kan worden als er geen reële alternatieven zijn. Dit wijkt af van de bepaling met betrekking tot alternatieve locaties, waarbij gekeken dient te worden naar alternatieve locaties.

Artikel 2.42 biedt de volgende afwijkingsruimte specifiek voor windturbines:

- voor een locatie binnen het gebied dat is aangeduid als Gelders natuurnetwerk, zijn windturbines onder voorwaarden mogelijk als de compensatie voor windturbines en omliggende verharding bestaat uit maatregelen waarbij:
  - de nadelige gevolgen voor de kernkwaliteiten, oppervlakte of samenhang van het Gelders natuurnetwerk zoveel mogelijk worden beperkt en de overblijvende effecten gelijkwaardig worden gecompenseerd in overeenstemming met bijlage 'Gelijkwaardige natuurbeheertypen';
  - de oppervlakte aan natuur die verloren gaat voor 200 % wordt gecompenseerd;

- de initiatiefnemer legt de wijze van compensatie van de kernkwaliteiten en de wijze waarop aandacht aan voorkomende soorten wordt besteed vast in een natuurversterkingsplan dat onderdeel uitmaakt van het bestemmingsplan.

*Zonnevelden*

Voor zonnevelden zijn de hierboven genoemde voorwaarden eveneens van toepassing (met uitzondering van artikel 2.42 en 2.62). In aanvulling hierop zijn in paragraaf 2.7.4 de 'Instructieregels zonnevelden in het buitengebied' opgenomen. Artikel 2.65a (gebieden of locaties voor zonnevelden) stelt het volgende:

- als een bestemmingsplan zonnevelden 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 zonnevelden 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 bestemmingsplan verzekert een gebruikstermijn van maximaal 30 jaar en dat na beëindiging van het gebruik het zonneveld wordt verwijderd;
- het bestemmingsplan bepaalt in welke mate de bij aanleg en gebruik van een zonneveld gerealiseerde versterking van de ruimtelijke kwaliteit na verwijdering van het zonneveld in stand wordt gehouden.

Hierbij dient rekening gehouden te worden met in ieder geval de bepalingen uit artikel 2.39 en 2.51a. Geconcludeerd kan worden dat er mogelijkheden zijn voor de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden binnen enkele aangewezen natuurgebieden en landschappen (niet van toepassing voor weidevogelgebieden). Hiervoor dient echter wel voldaan te worden aan de strikte voorwaarden zoals gesteld in artikel 1a.3.

*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. 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.

Op 5 juli 2022 heeft de provincie Actualisatieplan 9 Omgevingsverordening vastgesteld. Hieruit volgen twee gebieden in het plangebied die zijn aangewezen als kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied. Ten aanzien van windturbines en zonnevelden is hierover het volgende opgenomen: Voor de aanleg van windturbines is een diepe fundering nodig. Wanneer dieper dan 10 m onder maaiveld (in kwetsbare drinkwaterreserverings-gebieden) of 30 m onder maaiveld (in minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden) wordt geheid of geboord, gaan er algemene regels gelden. Als aan deze regels wordt voldaan, zijn funderingen voor windmolens toegestaan. Funderingen voor zonnevelden zullen niet meer dan 10 m diep gaan. Voor de aanleg zal daarom geen melding voor grondwerkzaamheden nodig zijn. Wel gelden de algemene regels voor het op of in de bodem brengen van afstromend water voor zonnevelden groter dan 1 hectare. 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.

In de minder kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is bodemenergie toegestaan boven de diep gelegen kleilaag. Onder en in deze kleilaag en in kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is bodem-energie 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 6 RES'en leidt tot 6,5 TWh. In RES 2.0 en verder zal de realiteitswaarde van de biedingen blijken, omdat de plannen dan concreter worden uitgewerkt. Als in de praktijk blijkt dat niet alle locaties daadwerkelijk ontwikkeld kunnen worden, verwacht de provincie dat alternatieven nodig zijn. Dit kan door op zoek te gaan naar nieuwe locaties, ofwel door te zoeken naar extra $CO_2$-reductie binnen andere domeinen om de doelen voor 2030 te halen.

**Beleidslijn windenergie Gelderland**

In 2014 is de Beleidslijn windenergie Gelderland vastgesteld. De Beleidslijn windenergie geeft aan hoe provincie Gelderland haar op Rijksniveau afgesproken doelstelling voor windenergie, de realisatie van 230,5 megawatt (MW) opgesteld vermogen in 2020, gaat invullen. Uit een Factsheet van het Gelders Energieakkoord[1] blijkt dat er in april 2022 78 windturbines staan met een opgesteld vermogen van 234 MW. De doelstelling uit 2014 is hiermee dus behaald. Inmiddels is de doelstelling vanuit het Rijk verhoogd en werkt Gelderland aan een herijking van de Beleidslijn windenergie. Op het moment van schrijven van dit planMER wordt een planMER opgesteld voor de provinciale visie op windenergie. Met de provincie is afgesproken dat de resultaten van dit planMER integraal worden overgenomen in het provinciale planMER.

## 3.4 Regionaal

**Regionale Energiestrategie (RES 1.0) Regio Arnhem-Nijmegen**

De RES 1.0 voor de GMR Arnhem-Nijmegen is in 2021 vastgesteld door de bevoegde gezagen. In de RES 1.0 heeft de regio samen met maatschappelijke organisaties, bedrijven en inwoners de mogelijkheden onderzocht voor het opwekken van duurzame elektriciteit op land en het gebruik van warmtebronnen. De RES 1.0 gaat over de opwekking van duurzame elektriciteit via windturbines, zonnevelden en zon op grote daken (>15 kWP), de warmtetransitie in de gebouwde omgeving en de benodigde opslag en energie infrastructuur. Voor de keuzes die gemaakt zijn in de RES is een afwegingskader opgesteld (afbeelding 3.2). De criteria binnen dit afwegingskader zijn de ruimtelijke kwaliteit in relatie tot de opgave, het maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak, de energieopbrengst en kostenefficiëntie (systeemefficiëntie) van de maatregelen. Er is ook gekeken naar kansen om de energieopgave te combineren met andere geplande of gewenste ingrepen in het landschap, de zogenaamde integraliteit (koppelkansen). Tot slot is de kansrijkheid van grootschalige opwekking van zon- en windenergie getoetst aan belemmerend beleid rond bijvoorbeeld natuur, defensie, veiligheid, landschap en cultuurhistorie.

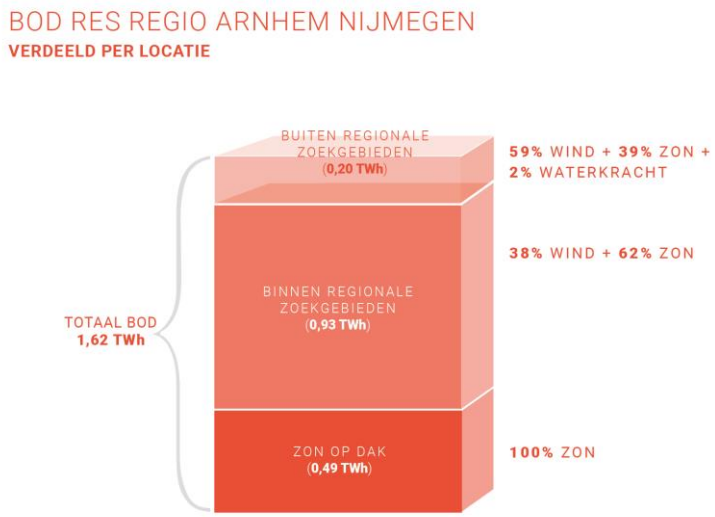
[1] GEEA Factsheet Windenergie 2022, geraadpleegd op 21-11-22 via https://www.geldersenergieakkoord.nl/.

Afbeelding 3.2 Afwegingskader RES 1.0



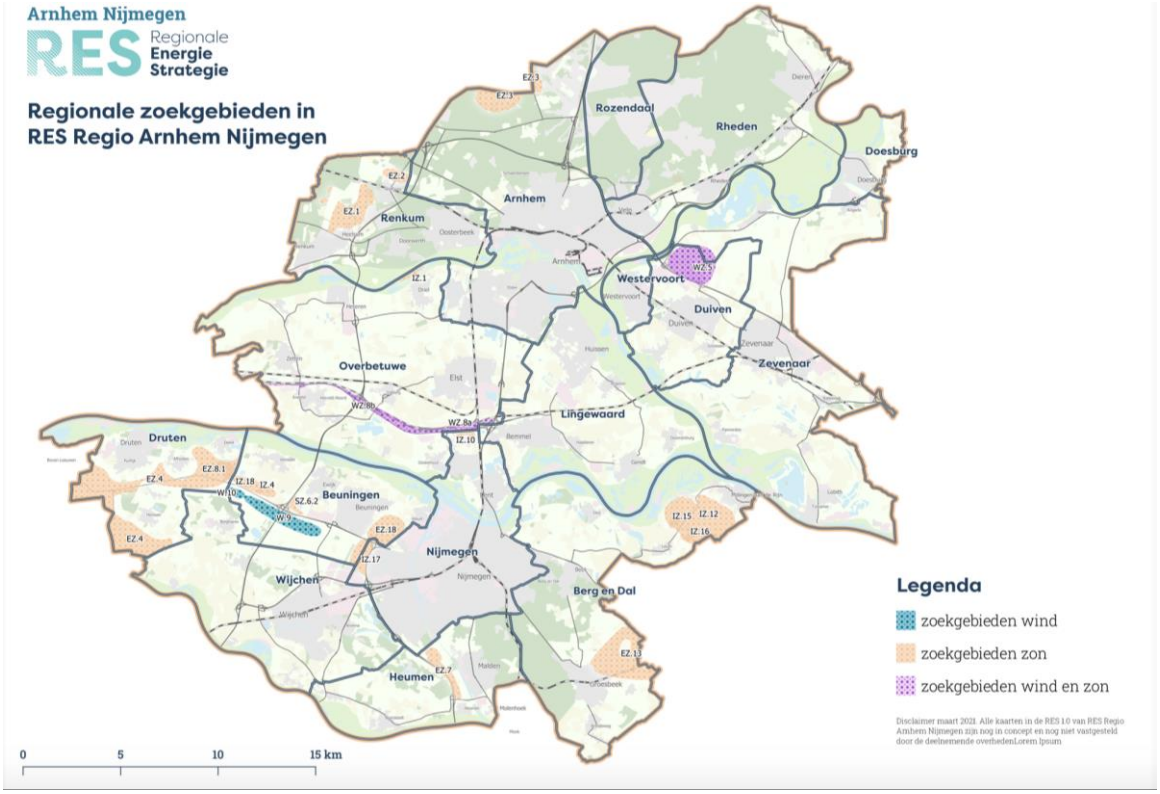

De regio draagt met 1,62 TWh bij aan de landelijke ambitie van 35 TWh opwekking via onder andere zonnevelden, grootschalig zon op dak en windturbines. De basis is de inzet op de mogelijkheden van zonnepanelen op grote daken. Daar is 0,49 TWh aan opgesteld vermogen voorzien. Binnen de regionale zoekgebieden gaat het om 0,93 TWh aan vermogen door zonnevelden en windturbines en buiten regionale zoekgebieden nog eens 0,20 TWh (afbeelding 3.3).

Afbeelding 3.3 Bod RES 1.0 verdeeld per locatie




Op het niveau van de RES 1.0 is ook gekeken naar de gebieden in de regio waar de ontwikkeling van grote warmtenetten kansrijk is. Rond deze bovenlokale (of soms zelfs bovenregionale) warmtebronnen zal de komende jaren een structureel gesprek plaatsvinden met alle betrokken partijen, om af te stemmen op welke wijze deze bronnen zo efficiënt mogelijk kunnen worden ingezet om de warmtetransitie te doen slagen. Uiteindelijk is de RES 1.0 vastgesteld met daarin de zoekgebieden voor de realisatie van windturbines en zonnevelden (afbeelding 3.4).

Afbeelding 3.4 Bod RES 1.0 regionale zoekgebieden




## 3.5 Gemeentelijk

De regio bestaat uit zestien gemeenten met ieder haar eigen beleid. In dit planMER wordt onderzocht welke mogelijkheden er zijn voor grootschalige opwek van duurzame elektriciteit en de toepassing van warmtetechnieken. Het is dus expliciet de bedoeling dat op regionaal schaalniveau wordt gezocht naar mogelijkheden vanuit milieuoogpunt, waarbij bestaand ruimtelijk beleid niet op voorhand als belemmerend moet worden beschouwd. Er is daarom niet expliciet rekening gehouden met ieder beleidsstuk van alle gemeenten. Wel zijn de Omgevingsvisies en de belangrijkste ruimtelijke ontwikkelingen beschouwend bekeken, maar niet specifiek leidend. In hoofdstuk 4 is aandacht voor de autonome ontwikkelingen in de verschillende gemeenten.

### Gemeentelijke omgevingsvisies

De omgevingsvisies van de gemeenten in de regio zijn kaderstellend voor de ontwikkelingen binnen de gemeente. De Omgevingsvisie is één van de instrumenten uit de Omgevingswet. Deze nieuwe wet gaat naar verwachting in op 1 januari 2024. Er is daarom alleen beschouwend gekeken naar de omgevingsvisies binnen de gemeenten. Er is niet gekeken naar bijvoorbeeld (veelal verouderde) structuurvisies. Tabel 3.1 toont een beknopt overzicht van de Omgevingsvisies binnen de regio Arnhem-Nijmegen.

Daarnaast heeft iedere gemeente in de regio een Transitievisie Warmte vastgesteld. Hierin maken de gemeenten het tijdspad voor de warmtetransitie inzichtelijk: wanneer kunnen welke wijken of buurten van het aardgas worden afgekoppeld?

Tabel 3.1 Overzicht van de omgevingsvisies van de gemeenten binnen de GMR

| Gemeente | Omgevingsvisie | Beschrijving | Voortgang |
|---|---|---|---|
| Arnhem | Omgevingsvisie Arnhem 2040 | de Omgevingsvisie gaat over de toekomst van de leefomgeving van Arnhem. Het geeft een beeld van Arnhem in 2040 als een groene, vitale stad met ruimte voor meer inwoners en bedrijvigheid. In de Omgevingsvisie zijn de opweklocaties voor wind en zon en het zoekgebied zon uit de RES 1.0 opgenomen | ontwerp ter inzage (november 2022) |
| Berg en Dal | Omgevingsvisie Berg en Dal | de gemeente Berg en Dal is op dit moment een koersdocument aan het opstellen om oplossingen voor de vraagstukken te zoeken en de visie op hoofdlijnen te bepalen. Het huidige beleid is opgenomen in het ruimtelijke visie duurzame energieopwekking 2019 | voorbereiding |
| Beuningen | Omgevingsvisie Beuningen 2040 | de Omgevingsvisie richt zich op 5 ambities, waaronder een energieneutraal en klimaatbestendig Beuningen. De gemeente faciliteert de energietransitie: verduurzaming van de energiebronnen en bijbehorende infrastructuur (duurzame opwekking van energie: windenergie, zonne-energie et cetera) | vastgesteld in december 2021 |
| Doesburg | nader te bepalen | nader te bepalen | nader te bepalen |
| Druten | Omgevingsvisie Druten 2035 | in de omgevingsvisie legt de gemeente vast hoe de gemeente ook in 2035 een fijne plek is om te wonen, werken, leven en genieten | voorbereiding opstellen concept |
| Duiven | Omgevingsvisie Duiven | in de Omgevingsvisie benoemt de gemeente dat het in 2050 energieneutraal wil zijn. De realisatie van grootschalige opwek van hernieuwbare energie (zon en wind) is hiervoor nodig. Het uitgangspunt is dat de gemeente Duiven een bijdrage levert aan de versnelling van de energietransitie, passend bij de maat en ruimtelijke kwaliteiten van de gemeente. In de Omgevingsvisie zijn expliciet de zoekgebieden wind en zon aangewezen die in de gemeente Duiven vallen binnen het zoekgebied WZ5 van de RES 1.0 regio Arnhem Nijmegen | vastgesteld in februari 2022 |
| Heumen | Omgevingsvisie Heumen | de Omgevingsvisie verwoordt de doelstellingen en ambities van de gemeente Heumen ten aanzien van de fysieke leefomgeving voor de komende 10 jaar | voorbereiden opstellen concept |
| Lingewaard | Omgevingsvisie Lingewaard | de Omgevingsvisie Lingewaard ligt ter inzage. Hierin staat onder andere benoemd dat de gemeente een positieve houding heeft ten opzichte van initiatieven voor windmolens. De A15-zone is een kans voor de ontwikkeling van duurzame opwek van energie | vaststelling verwacht medio 2023 |

| Gemeente | Omgevingsvisie | Beschrijving | Voortgang |
|---|---|---|---|
| Nijmegen | Omgevingsvisie 2020 - 2040 | in de Omgevingsvisie staan uitgangspunten voor het gebruik van de ruimte in Nijmegen. Het doel is om uiterlijk in 2045 energieneutraal en aardgasvrij te zijn. In de Omgevingsvisie is een kaart opgenomen waarbij gebieden voor potentiële windturbines en zonnevelden zijn aangewezen | vastgesteld in oktober 2020 |
| Overbetuwe | Omgevingsvisie Overbetuwe 2040 | de omgevingsvisie is een integrale en toekomstbestendige koers voor de leefomgeving in Overbetuwe. Er wordt benoemd dat de gemeente inzet op clustering van grootschalige opwek in de zone rondom de A15 en de Betuweroute en dat hier ruim 500 TJ aan duurzame stroom gaat worden opgewekt | vastgesteld in oktober 2019 |
| Rheden | Omgevingsvisie Rheden | de Omgevingsvisie Rheden wordt op dit moment opgesteld. Naar verwachting wordt deze eind 2024 vastgesteld | voorbereiding |
| Renkum | Omgevingsvisie Renkum 2040 | in de Omgevingsvisie Renkum 2040 is de RES 1.0 verwerkt. De gemeente zet in op zon op dak en zonnevelden. Windenergie is hierbij tot 2030 niet in beeld | vastgesteld in januari 2022 |
| Rozendaal | Omgevingsvisie Rozendaal | inhoud nog niet bekend | voorbereiding |
| Westervoort | Omgevingsvisie Westervoort | Westervoort wil in de toekomst een duurzaam thuis, een gezonde, sociale en veilige omgeving, een vitale economie en een goede bereikbaarheid voor haar inwoners realiseren. De gemeente wil bijdragen aan de RES. De gemeente Westervoort werkt mee aan alle RES-opgaven. Noch in de RES 1.0, noch in de Omgevingsvisie Westervoort zijn er mogelijkheden opgenomen voor zoekgebieden voor de grootschalige opwek van wind- en zonne-energie | vastgesteld in september 2021 |
| Wijchen | Omgevingsvisie Wijchen | de gemeente zit in de voorbereidende fase voor de Omgevingsvisie. De centrale hierbij zal zijn: hoe zet de gemeente Wijchen eruit in 2035? | voorbereiding |
| Zevenaar | Omgevingsvisie Zevenaar | de omgevingsvisie voor Zevenaar is de strategische, integrale lange termijnvisie (2040) voor de fysieke leefomgeving. De Omgevingsvisie zit in de voorbereidende fase | voorbereiding |

## 3.6 Wetgeving en beleid voor wind- en zonne-energie

Bovenstaande paragrafen beschrijven op hoofdlijnen de wettelijke kaders en beleidskaders die van toepassing zijn voor de ontwikkeling. Daarnaast is ook milieuwetgeving van toepassing op de voorgenomen ontwikkelingen. In bijlage II is per milieuthema de relevante wetgeving en het beleid beschreven en toegelicht. Hierbij wordt opgemerkt dat nationale en provinciale kaders, bijvoorbeeld het Activiteitenbesluit en de provinciale Omgevingsverordening, kunnen veranderen tot aan de vaststelling van het RES 2.0. Hoewel zo goed als redelijkerwijs mogelijk wordt voorgesorteerd op eventuele wijzigingen, kunnen deze desondanks leiden tot andere uitgangspunten die in dit planMER niet zijn meegenomen.

# 4

## REFERENTIESITUATIE

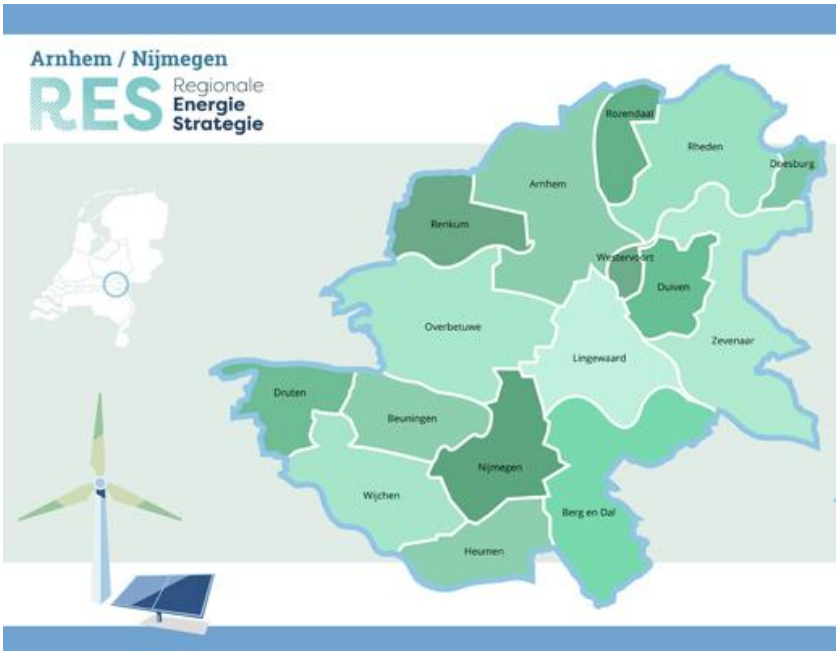
Dit hoofdstuk geeft een toelichting op de referentiesituatie van het plan- en studiegebied. Paragraaf 4.1 definieert het plan- en studiegebied. Paragraaf 4.2 beschrijft de huidige situatie per milieuthema. Ten slotte zijn in paragraaf 4.3 de autonome ontwikkelingen in het gebied beschreven. Het is hierbij van belang te benoemen dat de referentiesituatie zoals beschreven passend is bij het detail- en schaalniveau van dit regionale planMER. Er is geen rekening gehouden met lokale situaties, zoals bijvoorbeeld gemeentelijke monumenten of lokale afwateringen. De referentiesituatie is de situatie die in de toekomst ontstaat. Het bestaat uit de optelsom van de huidige situatie en de (effecten van) autonome ontwikkelingen. Het gebied zal zich dan ontwikkelen volgens vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder verdere realisatie van grootschalige wind- en zonne-energie. Hierbij wordt als uitgangspunt genomen dat de RES 1.0 geen autonome ontwikkeling is. In dit planMER zijn de effecten van de uitvoering van de zoekgebieden uit de RES 1.0 onderzocht als basisalternatief. Voor de overige alternatieven is het uitgangspunt dat de RES 1.0 niet wordt uitgevoerd. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 5.

### 4.1 Plan- en studiegebied

**Plangebied**

Het plangebied is het gebied waarbinnen wordt gezocht naar de mogelijkheden voor de ontwikkeling van grootschalige opwek van duurzame elektriciteit en warmtetechnieken. Afbeelding 4.1 laat het plangebied zien. De begrenzing van het plangebied is gelijk aan de grenzen van de zestien deelnemende gemeenten in de RES Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen.

Afbeelding 4.1 Het plangebied



**Studiegebied**
Milieueffecten reiken in een aantal gevallen verder dan het zoekgebied. Het studiegebied is het gebied waarbinnen de milieueffecten worden onderzocht. De omvang van het studiegebied verschilt per milieuaspect en is afhankelijk van de verwachte omvang en reikwijdte van de effecten. In sommige gevallen is het studiegebied daarmee van een andere omvang dan het plangebied, waarbij de regionale, maar ook de landsgrenzen kunnen worden overschreden. Het uitgangspunt in de beoordeling van effecten die de landsgrenzen overschrijden zijn de Nederlandse wetgeving, beleid en richtlijnen.

## 4.2 Huidige situatie

### 4.2.1 Natuur

In deze paragraaf zijn de verschillende relevante natuurgebieden in en rond het plangebied kort gepresenteerd. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar bijlage V.

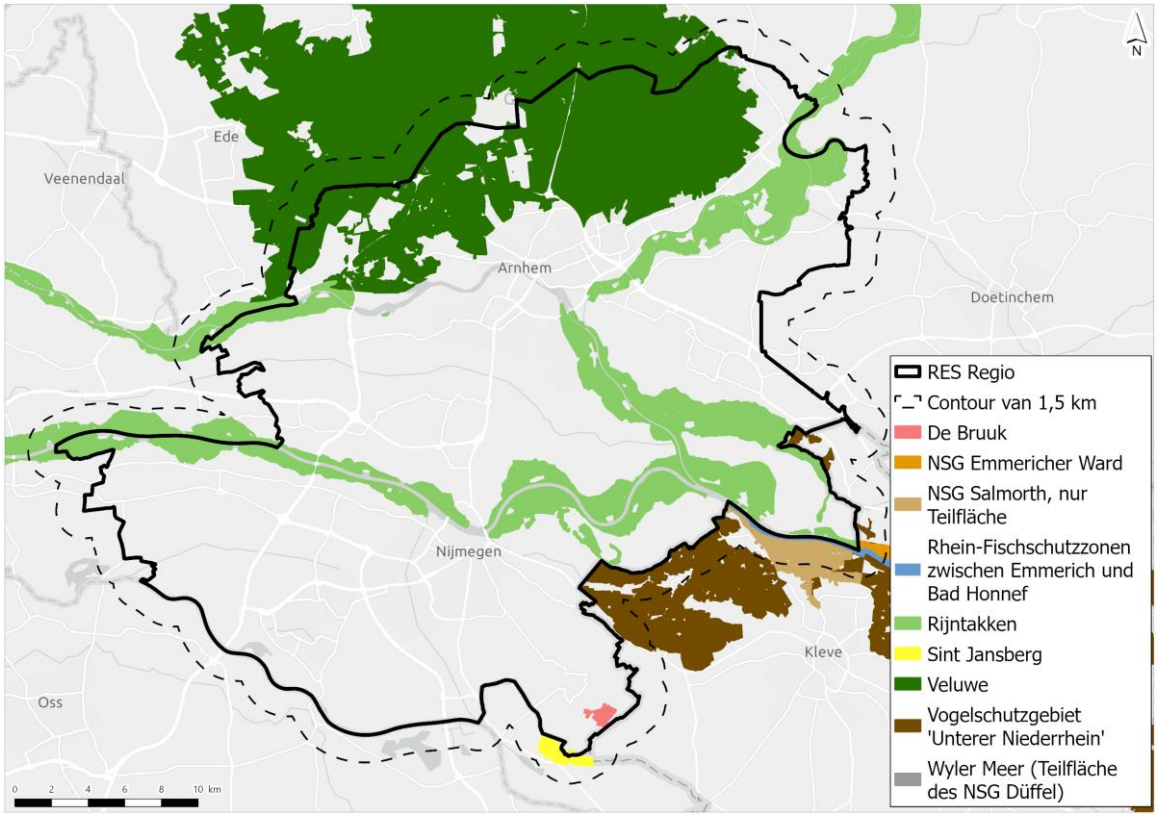
**Natura 2000-gebieden**
Natura 2000 is een door de Europese Commissie ingesteld netwerk van natuurgebieden, waarin flora en fauna voorkomen die belangrijk zijn vanwege hun internationale betekenis voor natuur en biodiversiteit. Met de Natura 2000 worden deze natuurwaarden beschermd aan de hand van de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn. Deze richtlijnen bepalen welke natuurwaarden beschermd moeten worden. Alle EU-lidstaten wijzen beschermde gebieden aan voor specifieke (leefgebieden van) (vogel-)soorten. De onder beide richtlijnen aangewezen beschermde gebieden vormen het Natura 2000-netwerk.

In en rond het plangebied liggen Natura 2000-gebieden (zie afbeelding 4.2).

De relevante Natura 2000-gebieden op Nederlands grondgebied zijn in ieder geval (zie afbeelding 4.2):
- De Bruuk (Habitatrichtlijngebied);
- Rijntakken (Habitat- en Vogelrichtlijngebied);
- Sint Jansberg (Habitatrichtlijngebied);
- Veluwe (Habitat- en Vogelrichtlijngebied).

Daarnaast bevinden zich binnen het maximale verstoringsbereik van het voornemen (1,5 km contour) ook een aantal Natura 2000-gebieden op Duits grondgebied. Ook deze zijn relevant voor de toetsing (zie onderstaand kader). Het gaat in ieder geval om de volgende gebieden (zie afbeelding 4.2):
- NSG Emmericher Ward (Habitatrichtlijngebied);
- NSG Salmorth, nur Teilfläche (Habitatrichtlijngebied);
- Rhein-Fischschutzzonen zwischen Emmerich und Bad Honnef (Habitatrichtlijngebied);
- Vogelschutsgebiet Unterer Niederrhein (Vogel- en habitatrichtlijngebied);
- Wyler Meer (Habitatrichtlijngebied).

Afbeelding 4.2 Natura 2000-gebieden in en nabij het plangebied




**Wespendief**

De Wespendief is een aandachtspunt voor de ontwikkeling van windturbines. 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. De Veluwe vormt binnen Nederland het kerngebied van de Wespendief en de kwaliteit van het gebied is bepalend voor de dichtheden van deze soort. Het uitgangspunt bij het plaatsen van windturbines is dat de populatie Wespendieven op de Veluwe (specifiek gezegd: het instandhoudingsdoel voor het Natura 2000-gebied) niet achteruit mag gaan als gevolg van aanvaringen met windturbines. Volgens de Natura 2000-doelstellingen zouden er minimaal 100 broedparen aanwezig moeten zijn. Dat zijn er nu naar schatting 94.

Het ecologisch onderzoeksbureau Altenburg & Wymenga heeft in 2020 een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van windturbines op en rondom de Veluwe op de instandhoudingsdoelstelling van de Wespendief. Als wordt uitgegaan van een 1 %-mortaliteitsnorm van 0,36 Wespendiefslachtoffers per jaar, leiden windturbines op de Veluwe in alle scenario's tot een overschrijding van de 1 %-norm. Hieruit blijkt dat op de Veluwe en binnen een zone van 1 km rond de Veluwe, geen windturbines ontwikkeld kunnen worden (in ieder geval in de periode tot 2030).

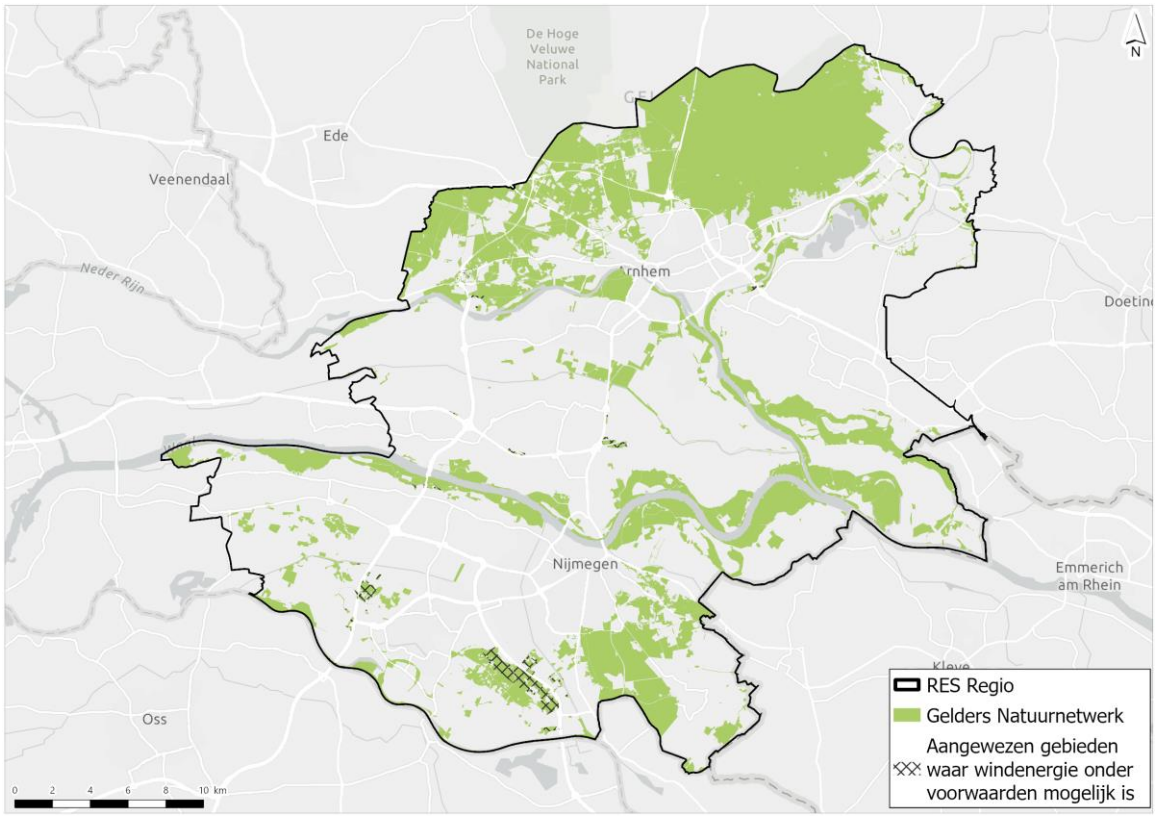
Gedeputeerde Staten Gelderland hebben in december 2022 een besluit genomen hoe om te gaan met windparken op en rondom de Veluwe. Windparken op de Veluwe en één kilometer daaromheen worden uitgesloten. In de zone van 1-8 kilometer rondom de Veluwe is er op korte termijn nog ruimte voor 1-2 windparken. De provincie is in overleg met initiatiefnemers, gemeenten en provincies Flevoland, Overijssel en Utrecht hoe de beperkte ruimte het beste kan worden verdeeld. Voor de langere termijn wordt er gekeken naar innovatieve maatregelen (zoals zwarte wiek, cameradetectie) om meer ruimte te creëren.

### Gelders Natuurnetwerk (GNN)

Binnen het plangebied bevinden zich verschillende gebieden behorend tot het natuurnetwerk van de provincie Gelderland. Dit zijn de GNN. De GNN bestaan uit gebieden met een samenhangend netwerk van binnen de provincie Gelderland bestaande en te ontwikkelen natuur van internationaal, nationaal en provinciaal belang dat strekt tot de veiligstelling van ecosystemen met de daarbij behorende soorten. De ligging van deze gebieden is weergegeven op afbeelding 4.3.

Binnen GNN zijn gebieden aangewezen waar windenergie onder voorwaarden mogelijk is. Hierbij gelden compensatie voorwaarden om nadelige gevolgen voor de kernkwaliteiten, oppervlakte of samenhang van het GNN zoveel mogelijk te beperken. De overblijvende effecten na realisatie van windturbines dient vervolgens gelijkwaardig gecompenseerd te worden. In de Omgevingsverordening Gelderland zijn de voorwaarden opgenomen.

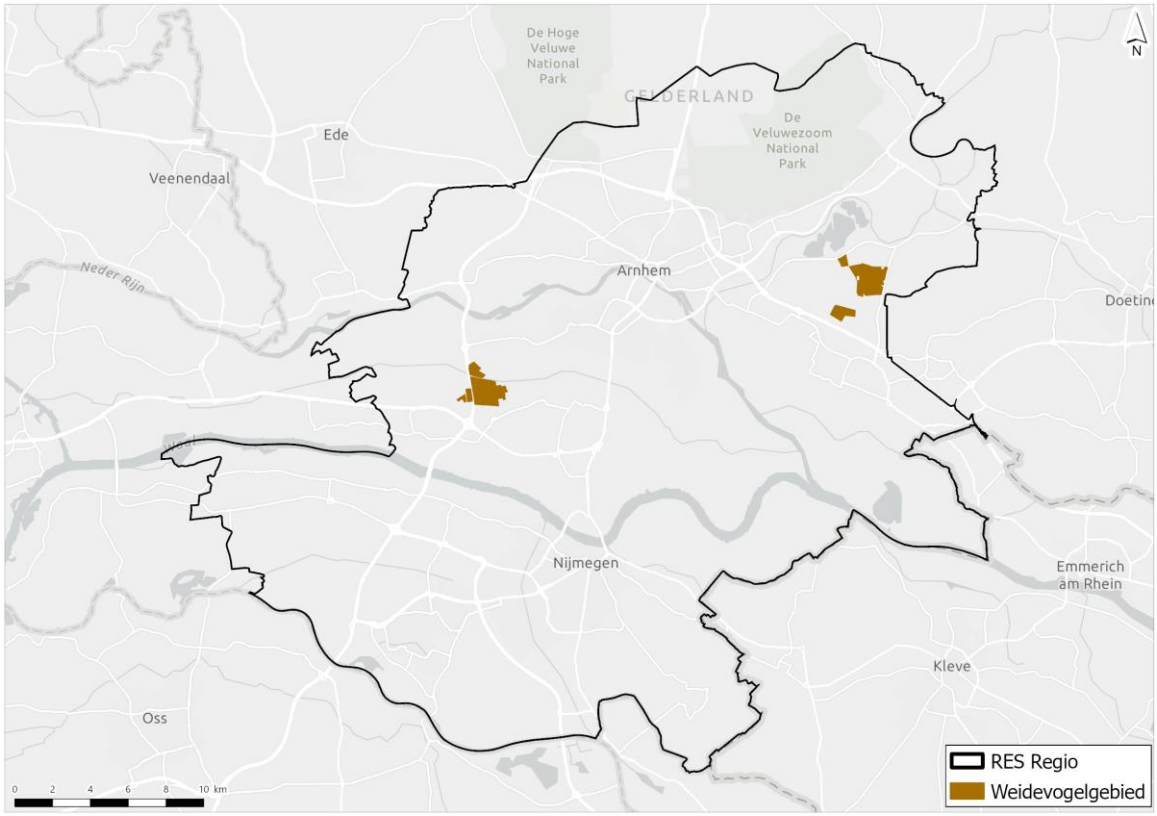
Afbeelding 4.3 GNN in het plangebied




### Overige natuurgebieden

Nederland heeft een internationale verplichting tot het beschermen van weidevogels. Weidevogels gedijen goed in het open weidelandschap. Het gaat slecht met de weidevogels. Door verstedelijking en intensieve landbouw is er verlies van geschikt leefgebied. De provincie vindt zowel de weidevogels als het karakteristieke cultuurlandschap waarin zij verblijven belangrijk. Daarom beschermt zij deze landschappen tegen inbreuken op de openheid en verstoring van de rust met als doel de leefgebieden van weidevogels te beschermen. Op afbeelding 4.4 zijn de aanwezige weidevogelgebieden weergegeven.

Afbeelding 4.4 Weidevogelgebieden, in het plangebied

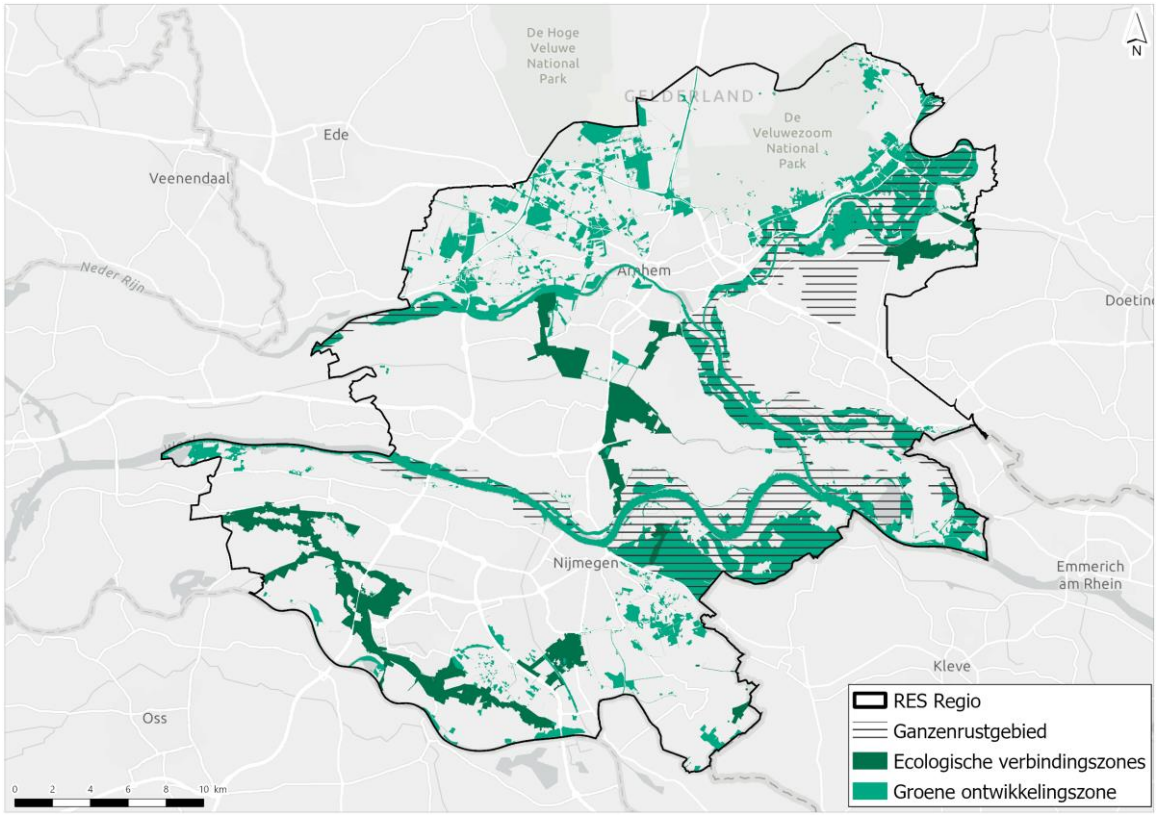



De provincie Gelderland heeft ook diverse ganzenrustgebieden aangewezen. De provincie en haar partners (zoals gemeenten, belangenorganisaties en samenwerkingsverbanden) geven door het vaststellen van rustgebieden invulling aan de internationale verplichting tot duurzame instandhouding van de ganzenpopulatie. In de rustgebieden voor winterganzen waarborgt de provincie de noodzakelijke rust voor ganzen en is er een schadevergoedingsregeling voor eventueel optredend landbouwschade. Ook het behoud van de openheid is voor de rustgebieden essentieel.

Daarnaast heeft de provincie Groene Ontwikkelingszones (GO) aangewezen. De GO kent een dubbele doelstelling. Er is ruimte voor verdere economische ontwikkeling in combinatie met een (substantiële) versterking van de samenhang tussen aangrenzende en inliggende natuurgebieden. De GO bestaat uit terreinen met een andere bestemming dan bos of natuur die ruimtelijk vervlochten zijn met het GNN. Het gaat vooral om landbouwgrond. De ecologische verbindingszones (EVZ) maken onderdeel uit van de GO. Een EVZ is een verbinding tussen natuurgebieden die deel uitmaken van de GNN. Ecologische verbindingszones worden aangelegd om het migreren van dieren en planten tussen natuurgebieden mogelijk te maken.

Deze ganzenrustgebieden, Groen Ontwikkelingszones en Ecologische Verbindingszones zijn weergegeven op afbeelding 4.5.

Afbeelding 4.5 Ganzenrustgebieden, Groene Ontwikkelingszones en Ecologische Verbindingszones in het plangebied

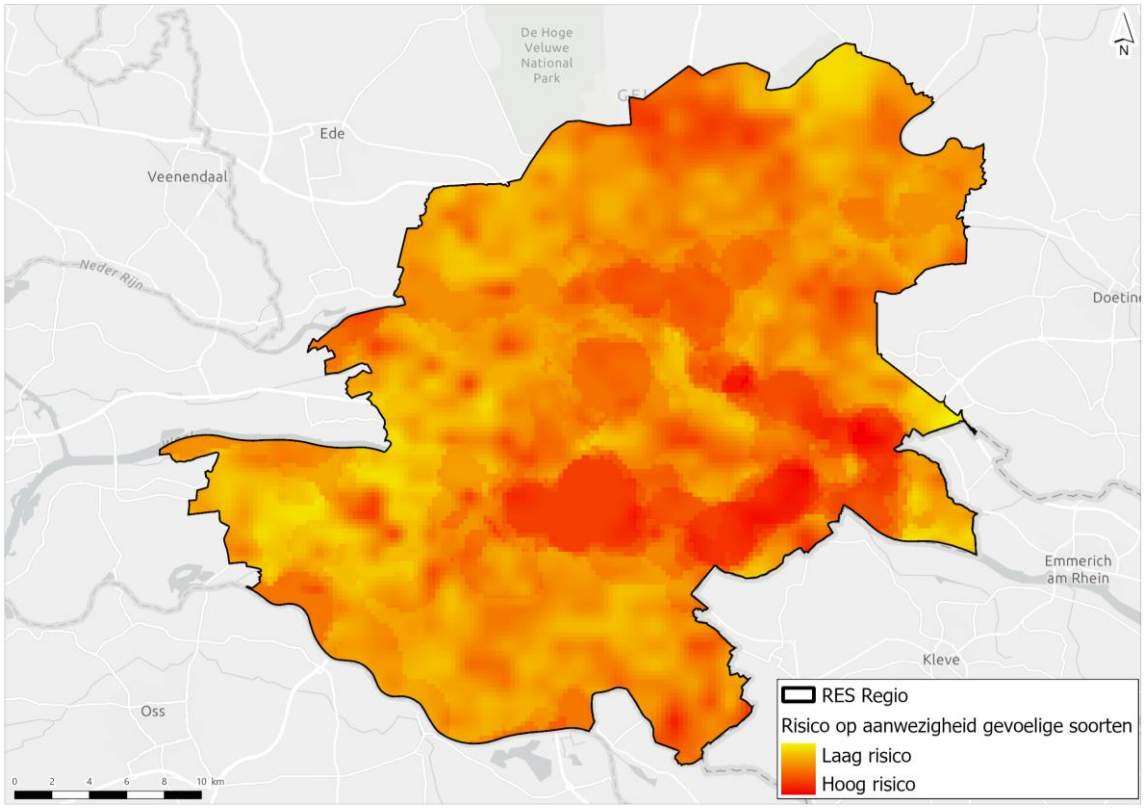



## Beschermde soorten

Soortbescherming in Nederland is gericht op het duurzaam in stand houden van soorten. In de Wet natuurbescherming (Wnb) is een onderscheid gemaakt tussen Vogelrichtlijnsoorten (bescherming inheemse vogelsoorten), Habitatrichtlijn-soorten (Europees beschermde soorten - exclusief vogelsoorten) en andere beschermde soorten (overige, nationaal beschermde soorten).

Ook binnen het plangebied komen soorten voor die mogelijk relevant zijn bij de realisatie van windturbines en zonnevelden. Gezien de grootte van het plangebied, is het niet mogelijk om op niveau van alle individuele beschermde soorten in beeld te brengen. Daarom zijn de concentratiegebieden voor beschermde soorten in beeld gebracht met behulp van data van Sovon. Sovon heeft in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit onderzocht waar veel vogelsoorten voorkomen die kwetsbaar zijn voor windturbines. Met gegevens over de verspreiding, aantallen en vliegbewegingen van deze vogelsoorten zijn kaarten (zie afbeelding 4.6) gemaakt met gebieden waar naar verwachting de risico's van windturbines op kwetsbare soorten het grootst zijn. Voor heel Nederland is zo een kaart gemaakt waarbij locaties met minimaal risico op landelijke schaal het cijfer 0 krijgen, locaties met maximaal risico voor vogels op landelijke schaal krijgen het cijfer 100. Voor elke regio is vervolgens een kaart gemaakt waarbij het relatief risico ten aanzien van vogels is becijferd, gewogen ten opzichte van dit landelijk risico.

Afbeelding 4.6 Kaartje concentratiegebieden beschermde soorten




## 4.2.2 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

**Landschap**

In het plangebied zijn diverse landschapstypen en -structuren te onderscheiden. In de bijlage VI is een uitgebreide analyse en achtergrondinformatie ten aanzien van de landschapstypen en regio-omvattende structuren opgenomen. Hieronder worden kort de vier hoofdlandschapstypen en -structuren uiteengezet.

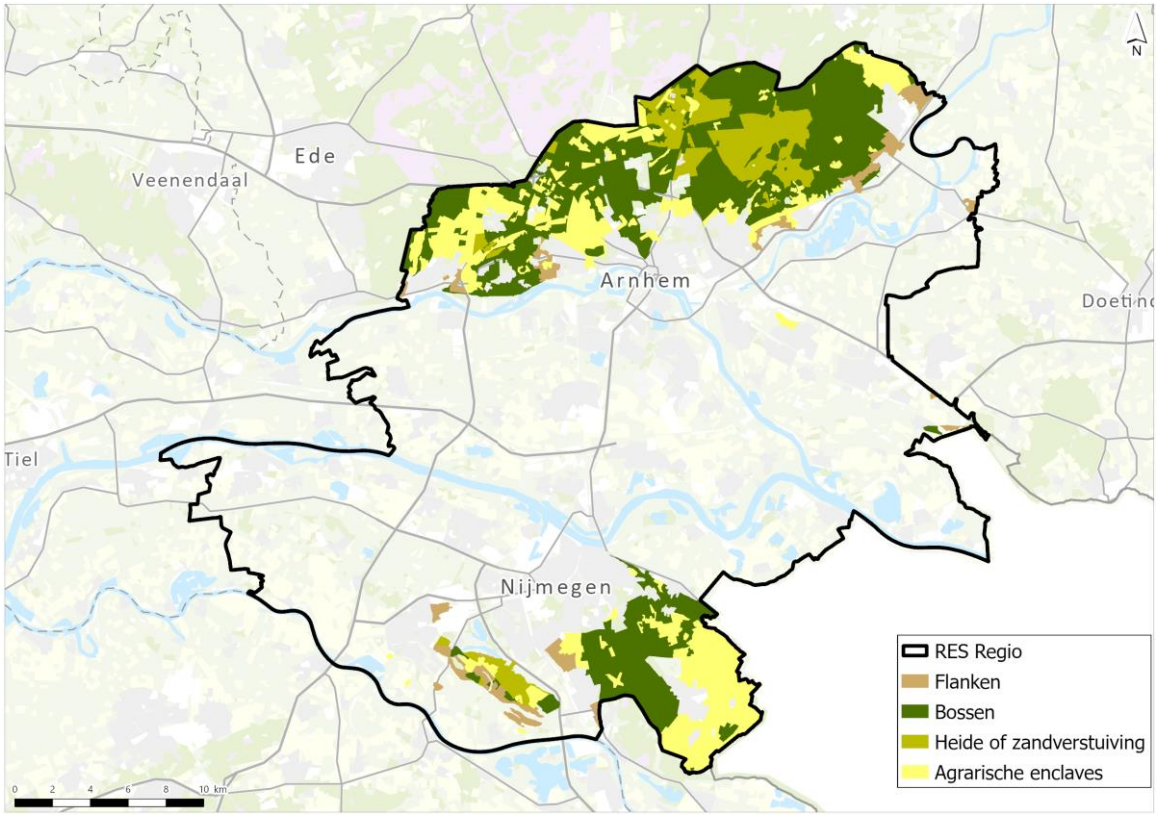
*Stuwwallenlandschap*

Het stuwwallenlandschap beslaat de uitzonderlijke gelaagde Veluwezoom en het weidse en glooiend stuwwallandschap in het rijk van Nijmegen (afbeelding 4.7). De stuwwallen zijn erg reliëfrijk en bestaan uit drie sub-landschapstypen:

- het hooggelegen boslandschap;
- heidevelden en zandverstuivingen;
- de besloten agrarische enclaves;
- de lager gelegen stuwwalflanken.

Voor het gehele stuwwallandschap gelden het sterke contrast tussen open essen in de enclaves en de besloten bosgebieden, en de vrije zichten over het rivierenlandschap vanaf stuwwal als kernkwaliteiten. Voor de zuidelijke stuwwallen zijn daarnaast de doorkijkjes naar bakens in de omgeving karakteristiek.

Afbeelding 4.7 Stuwwallenlandschap in het plangebied



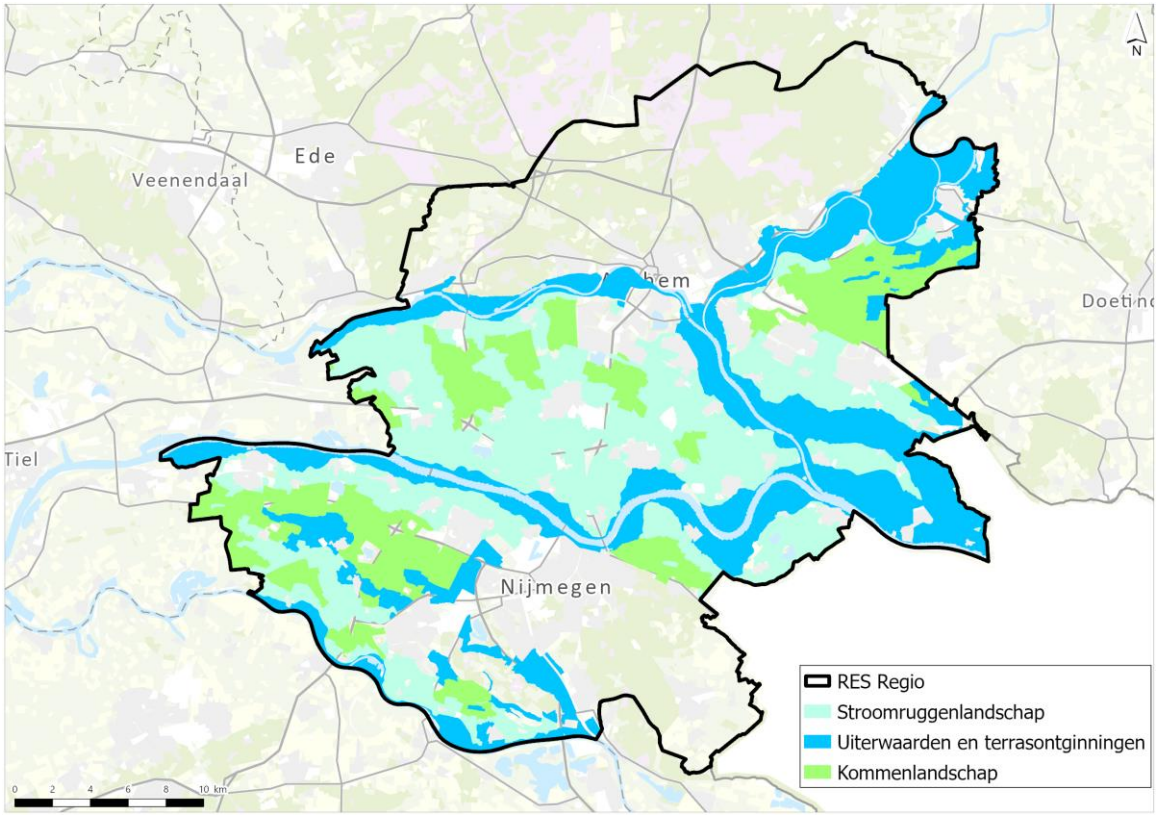

*Rivierenlandschap*

Het rivierenlandschap wordt gevormd door het pittoreske gebied van de IJssel en de Oude IJssel, het robuuste gebied van de Rijn, Waal en Maas en het langgerekte smalle rivierlandschap rond de Linge (afbeelding 4.8). Het rivierenlandschapstype wordt gekenmerkt door de dynamiek van de rivieren. De stromingen en peilverschillen veroorzaken sedimentatie en erosie, welke het landschap veranderen. De Waal wordt gekarakteriseerd als werkrivier, en heeft, als grootste rivier van Nederland, een ordenende en maatgevende rol in het landschap. Een ander kenmerkend element in het rivierenlandschap is de dijk. De dijken verheffen bezoekers boven het landschap en faciliteren waardevolle panorama's en zichten op de stuwwallen en bakens in de omgeving, zoals kerken, landgoederen en forten. De afzet van sediment door de rivier en het opwerpen van dijken door de mens heeft geresulteerd in een aantal sub-landschapstypen, namelijk:

- kommen;
- stroomruggen;
- uiterwaarden en rivierterrasontginningen.

Voor het gehele rivierenlandschap gelden het vrije zicht en de panorama's vanaf de dijken als algemene kernkwaliteiten. Daarnaast is de historische gelaagdheid in combinatie met het dynamische landschapspatroon één van de andere kernkwaliteiten.

Afbeelding 4.8 Rivierenlandschap in het plangebied

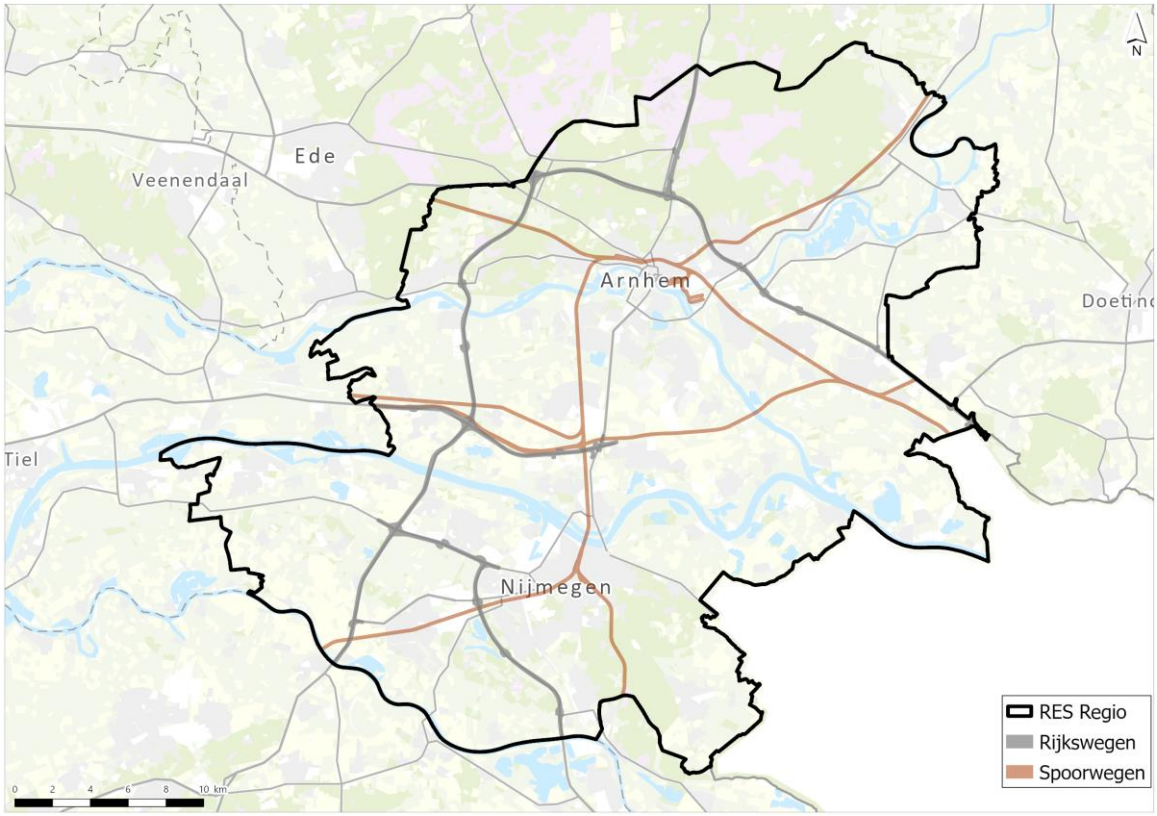



*Infrastructurele lijnen*

Naast de hoofdlandschapstypen bestaan er regio-omvattende structuren en patronen, waaronder de infrastructurele lijnen, die het stuwwallen landschap en het rivierlandschap doorkruizen (afbeelding 4.9). Vanwege het harde, technische en landschaps-onderbrekende karakter van de infrastructurele lijnen, en vanwege de relatief lage bevolkingsdichtheid rond de infrastructuur, is er op meerdere plekken energie infrastructuur aanwezig op de veelal langgerekte locaties in dit type. De lijnen liggen vaak zorgvuldig ingepast in het landschap en de beleving van het landschap door weggebruikers en treinreizigers wordt positief beïnvloed bij absentie van geleiderails, lichtmasten, portalen en kunstwerken. Er zijn drie subtypen te onderscheiden, namelijk:

- spoorwegen;
- snelwegen;
- een bundeling van de voorgaande spoorwegen en snelwegen, zoals de Betuweroute en de A15.

Afbeelding 4.9 Infrastructurele lijnen in het plangebied




*Stedelijk gebied*

Het regio-omvattende stedelijk gebied ligt verspreid over het stuwwallenlandschap en het rivierlandschap. Het stedelijk gebied is apart uitgelicht vanwege de bebouwingsconcentraties met verschillende dichtheden die dit type landschap karakteriseren. Het grootste beschikbare oppervlak voor energie infrastructuur (zon) ligt op de daken van de gebouwen, die, gezien vanuit de openbare ruimte, vaak onttrokken zijn aan het zicht. Er is onderscheid te maken tussen woongebieden en bedrijventerreinen. Afbeelding 4.25 toont het stedelijk gebied in de regio.

## Cultuurhistorie

In de provinciale Omgevingsverordening is benoemd dat bij de oprichting van een windturbine(park) aandacht wordt besteed aan de cultuurhistorische achtergrond en waarden van het landschap. De RES gemeenten binnen de GMR Arnhem-Nijmegen zijn rijk aan cultuurhistorie. In de RES 1.0 zijn de verschillende cultuurhistorische identiteiten in beeld gebracht. Deze paragraaf richt zich -vanwege het schaalniveau van dit planMER- op het belangrijkste cultuurhistorische erfgoed op regionaal niveau. De cultuurhistorische eenheden zijn onderverdeeld in beschermde stads- en dorpsgezichten, rijksmonumenten en overige beschermde gebieden.

*Beschermde stads- en dorpsgezichten*

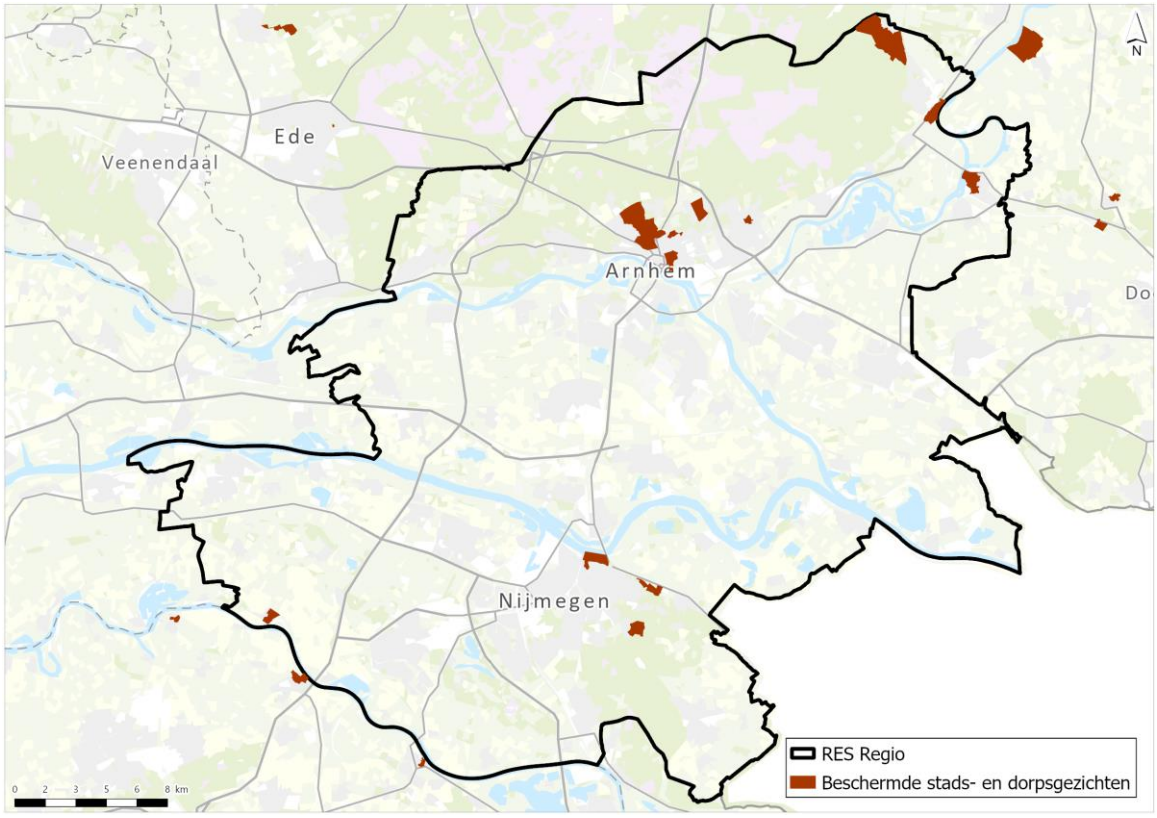
Een beschermd stads- of dorpsgezicht is een gebied in een stad of dorp met een bijzonder cultuurhistorisch karakter[1]. Ze zijn opgenomen in de Erfgoedwet. Het doel van de status 'beschermd stads- of dorpsgezicht' is om de karakteristieke ruimtelijke kwaliteit van een plaats te behouden. Ruimtelijke ontwikkeling dient plaats te vinden op basis van de historische kenmerken, historische structuur en samenhang tussen bebouwing en openbare ruimtes. Binnen het plangebied bevinden zich de volgende beschermde stads- en dorpsgezichten (zie ook afbeelding 4.10):

[1] Zoals gedefinieerd door de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed.

- Arnhem - Geitenkamp;
- Arnhem - Mussenberg;
- Arnhem - Patrimoniumbuurt-Vogelwijk;
- Arnhem - Sonsbeekkwartier-Noord;
- Arnhem - Sonsbeekpark e.o.;
- Arnhem - Spijkerkwartier-Boulevardkwartier;
- Arnhem - Van Verschuerwijk;
- Wijchen - Batenburg;
- Rheden - Dieren-Zuid;
- Doesburg;
- Rheden - Laag-Soeren;
- Nijmegen;
- Nijmegen - De 19de-eeuwse Stadsuitleg;
- Berg en Dal - Ubbergen;
- Rheden - Villapark Overbeek.

Direct aangrenzend aan het plangebied liggen langs de Maas de beschermde stads- en dorpsgezichten Ravenstein en Grave.

Afbeelding 4.10 Beschermde stads- en dorpsgezichten in en rondom het plangebied

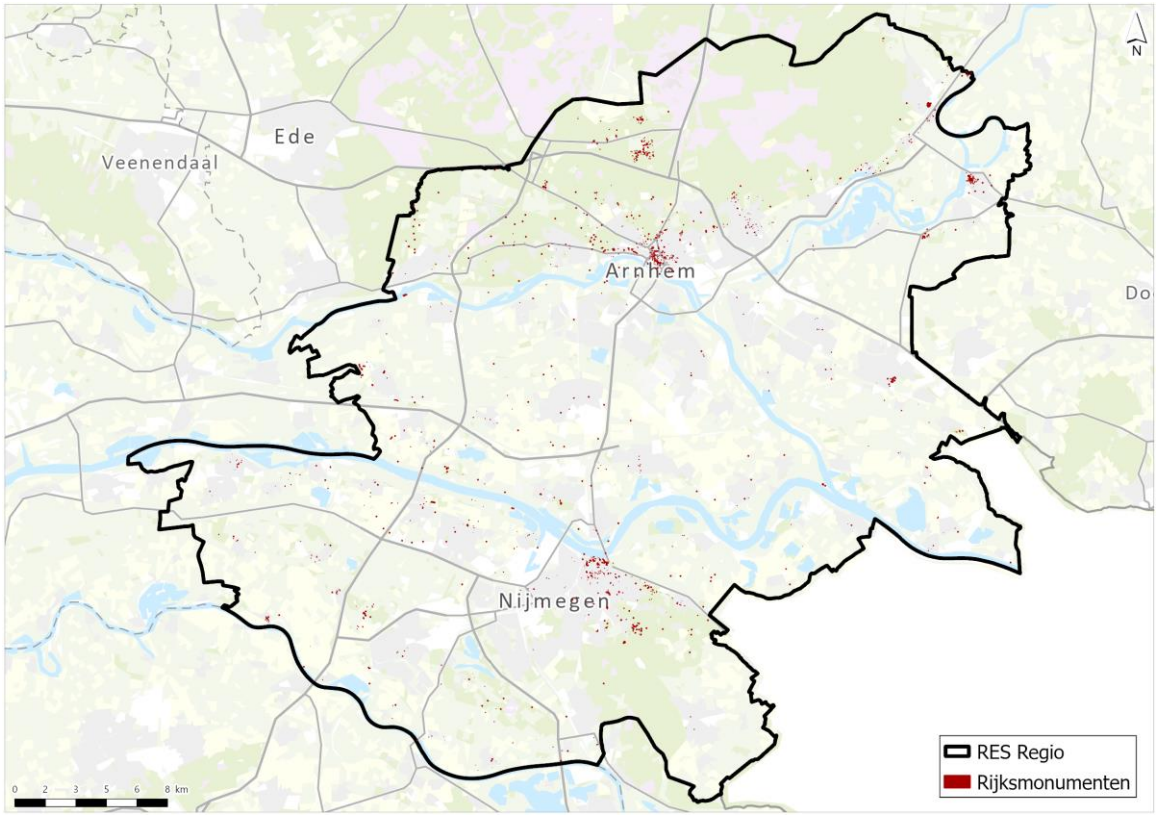



*Rijksmonumenten*

In de regio zijn veel rijksmonumenten aanwezig. Een rijksmonument is een monument of archeologisch monument dat van algemeen belang is vanwege zijn schoonheid, betekenis voor de wetenschap of cultuurhistorische waarde aan te wijzen als rijksmonument[1]. Het Rijk beschermt rijksmonumenten met algemene regels die het beschadigen, vernielen en verwaarlozen van rijksmonumenten verbieden. Verder zijn activiteiten met betrekking tot een rijksmonument alleen mogelijk met een omgevingsvergunning. Er is in de referentiesituatie geen rekening gehouden met provinciale of gemeentelijke monumenten. Hier is de landelijke Erfgoedwet namelijk niet voor van toepassing. Afbeelding 4.11 toont de rijksmonumenten, met onder meer steenfabrieken, watermolens, forten en kastelen. Voor archeologische monumenten wordt verwezen naar de toelichting van de referentiesituatie voor archeologie.

[1] Zoals gedefinieerd in de Erfgoedwet.

Afbeelding 4.11 Rijksmonumenten in het plangebied




*Overige beschermde gebieden*

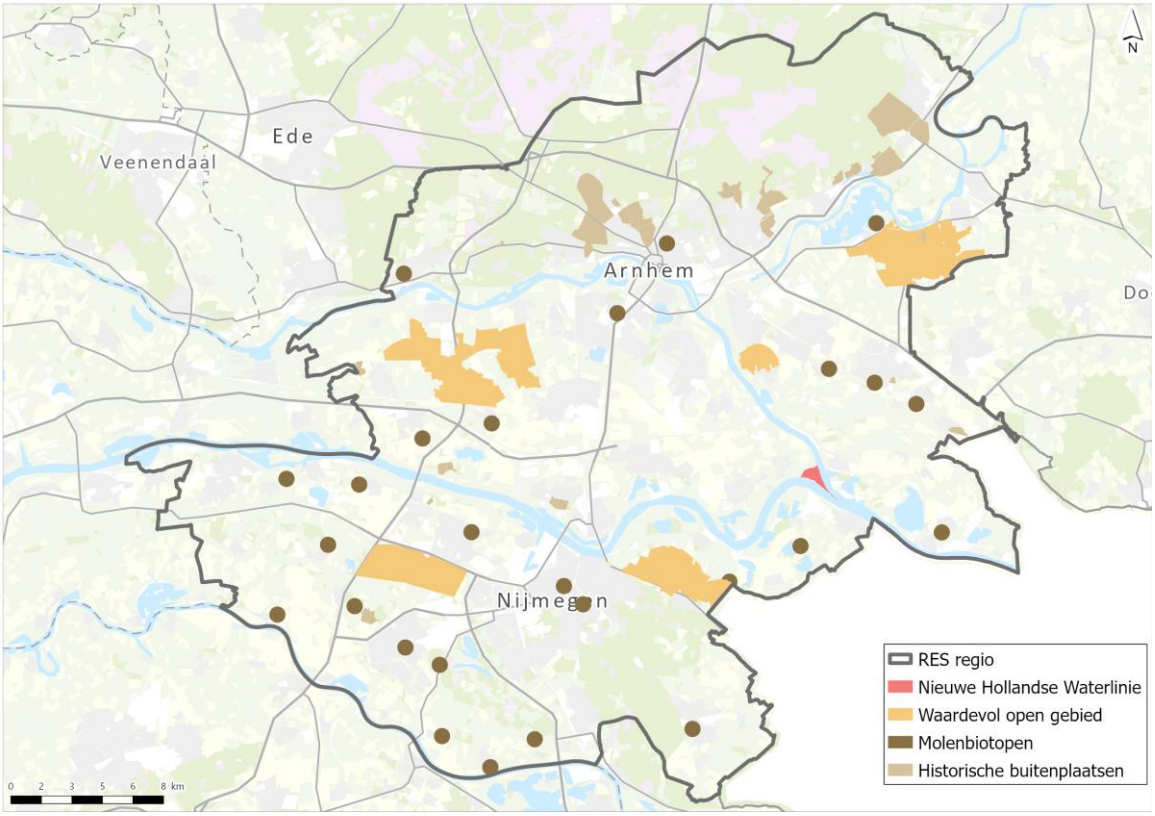
In de regio liggen diverse cultuurhistorisch belangrijke gebieden die beschermd zijn op landelijk en provinciaal niveau. Omdat dit planMER betrekking heeft op de regionale opgave, is geen rekening gehouden met gemeentelijk beschermde gebieden. Met de volgende beschermde gebieden is in dit planMER rekening gehouden:

- **de Nieuwe Hollandse Waterlinie (NHW)** is een belangrijke verdedigingslinie uit de Nederlandse geschiedenis. Op 26 juli 2021 is de NHW toegevoegd aan het bestaande UNESCO werelderfgoed De Stelling van Amsterdam. Samen vormen beide historische waterlinies nu het UNESCO Werelderfgoed 'Hollandse Waterlinies'. Fort Pannerden (Lingewaard) is onderdeel van de NHW;
- **waardevol open gebied** is een gebied waar grootschalige openheid als kernkwaliteit geldt. Ruimtelijke ingrepen mogen in deze gebieden de openheid volgens de Omgevingsverordening niet aantasten, maar de gebieden worden ook gezien als kansrijke plek voor het opwekken van windenergie. In de regio liggen zes waardevolle open gebieden;
- **molenbiotopen** betreffen de zones van 400 m rond historische molens. Binnen een straal van 100 m vanaf het middelpunt van de molen, mag geen nieuwe bebouwing opgericht of beplanting aangebracht, hoger dan de onderste punt van de verticaal staande wiek. Binnen een straal van 100 tot 400 m, gerekend vanuit het middelpunt van de molen, gelden hoogtebepalingen voor bebouwing en beplanting. In het plangebied liggen 26 molenbiotopen;
- **historische buitenplaatsen**[1] bestaan uit een huis met bijgebouwen en een daaromheen aangelegde tuin- of park die onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden en beschermd worden onder de Erfgoedwet. In het plangebied bevinden zich op diverse locaties historische buitenplaatsen. Het grootste gedeelte hiervan ligt rond de Veluwezoom.

De overige beschermde gebieden zijn weergegeven op afbeelding 4.12.

[1] Data vanuit de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE), onderwerp historische buitenplaatsen.

Afbeelding 4.12 Overige beschermde gebieden in plangebied




## Archeologie

Deze paragraaf behandelt de archeologie in het plangebied. Voor archeologie zijn bekende en verwachte archeologische waarden relevant. Voor de archeologie in Nederland gelden de Archeologische monumentenkaart (AMK) en de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW). De AMK karteert per provincie alle bekende aanwezige archeologische terreinen (monumenten), waaronder wettelijk beschermde monumenten. De IKAW geeft een globaal beeld van de trefkans op archeologische resten op land en onder water (verwachte waarden). Dit heeft te maken met reeds bekende vondsten, de conserveerbaarheid van de bodem en de diepte van verschillende bodemlagen. Hoewel voor vrijwel ieder perceel in het plangebied middels een bestemmingsplan een archeologische waarde bekend is, is het voor het regionale en strategische niveau van dit planMER voldoende om de AMK en IKAW te beschouwen om een beeld te krijgen van de referentiesituatie ten aanzien van archeologie.

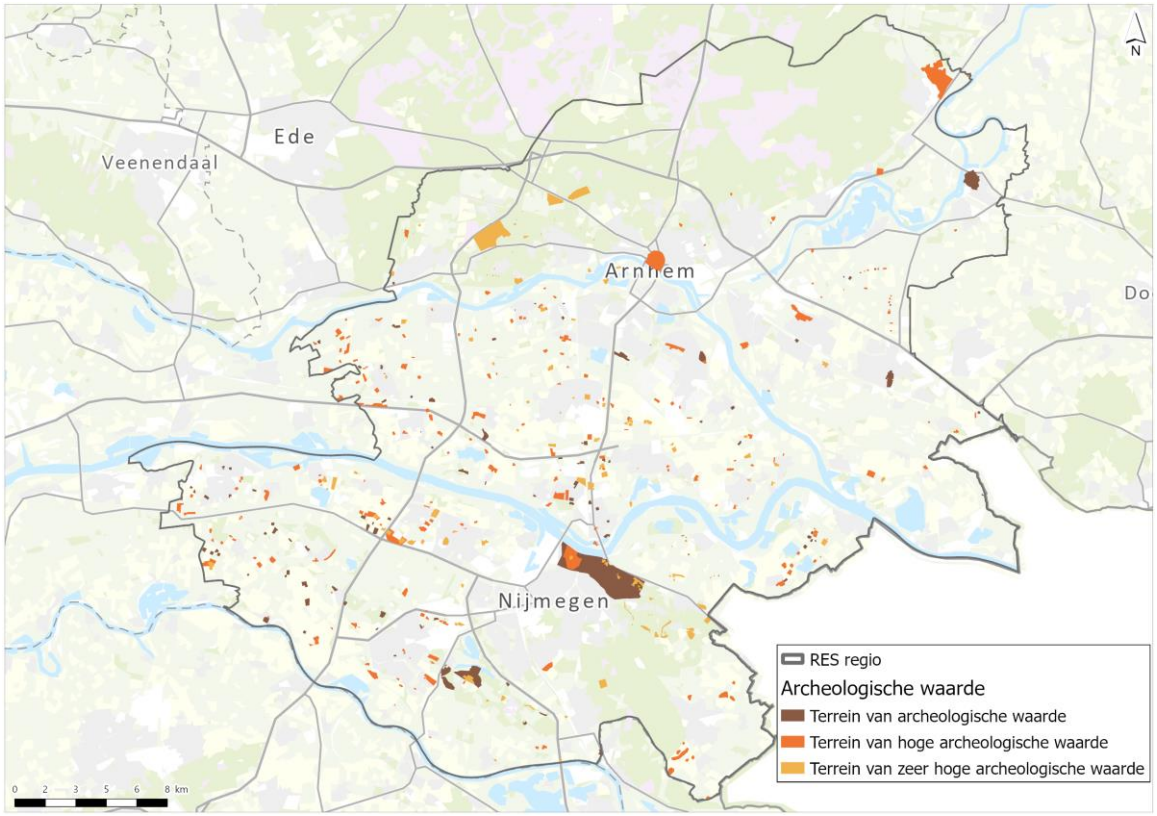
### *Bekende archeologische waarden*

De bekende archeologische waarden zijn aangeduid in de Archeologische monumentenkaart (AMK). De AMK karteert per provincie alle aanwezige archeologische terreinen (monumenten), waaronder wettelijk beschermde monumenten. De provincie Gelderland heeft de AMK met de bekende archeologische waarden opgenomen op de kaart 'Historisch landschap, historische stedenbouw en archeologie'. In deze kaart is de volgende categorisering gemaakt:

- terrein van zeer hoge archeologische waarde;
- terrein van hoge archeologische waarde;
- terrein van archeologische waarde.

Deze waarden zijn beschermd. Afbeelding 4.13 toont de bekende archeologische waarden in het plangebied.

Afbeelding 4.13 Archeologische monumentenkaart met bekende archeologische waarden in het plangebied

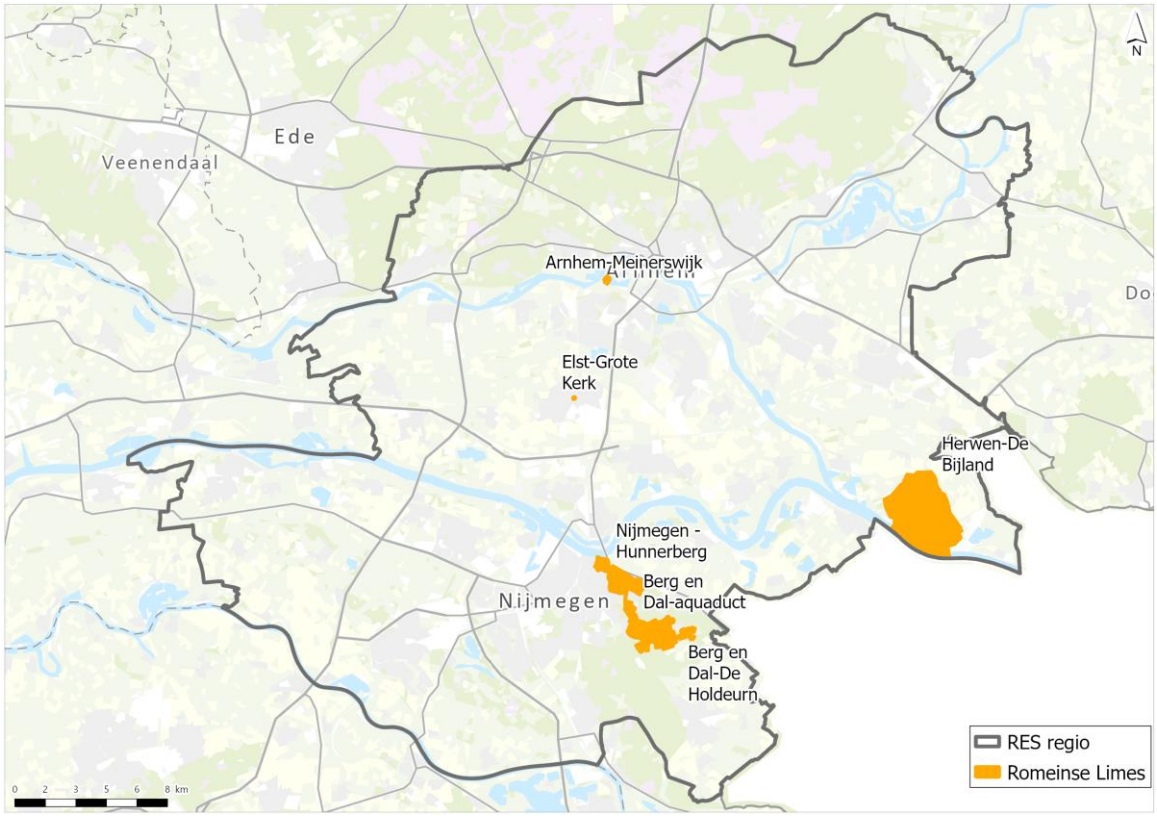



Aanvullend op de bekende archeologische waarden uit de AMK verdient de Romeinse Limes aandacht. De Romeinse Limes vormden de noordelijke grens van het Romeinse Rijk. Om deze grens te bewaken bouwden de Romeinen langs de rivier de Rijn wachttorens, wegen, waterwerken en legerkampen. De resten van die bouwwerken zijn in de grond bewaard gebleven. De Romeinse Limes staan sinds 2021 op de Unesco Werelderfgoedlijst. De volgende onderdelen liggen in het plangebied:

- grootste stad van Nederland Ulpia Noviomagus ter plaatse van het huidige Nijmegen;
- vermoedelijk Castellum Herwen - De Bijland ter plaatse van huidige recreatieplas, gemeente Zevenaar;
- limesfort in de huidige Meinerswijk, gemeente Arnhem;
- Romeins aquaduct en pannenbakkerij De Holdeurn in de gemeente Berg en Dal;
- Gallo-Romeinse tempel ter plekke van huidige Grote Kerk in Elst, gemeente Overbetuwe.

Afbeelding 4.14 toont bovengenoemde onderdelen, afkomstig uit data van de provincie Gelderland.

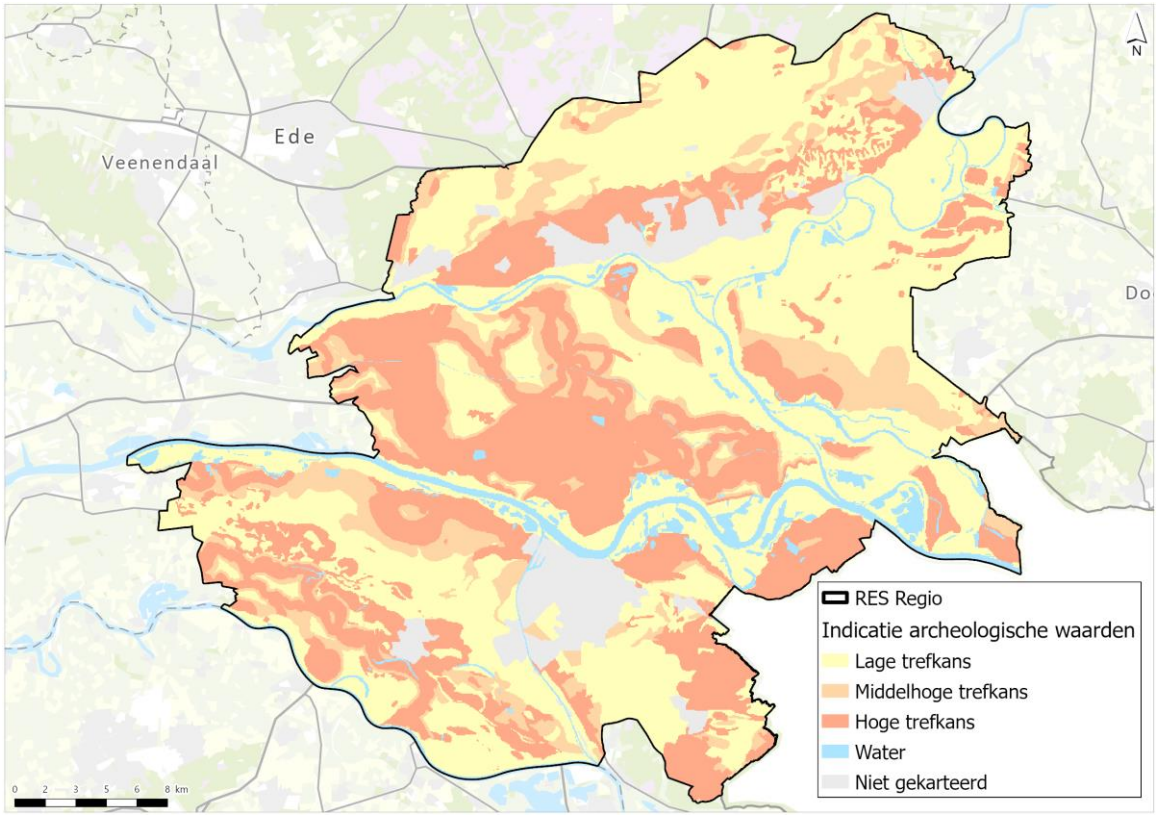
Afbeelding 4.14 Romeinse Limes in het plangebied (inclusief bufferzone)




*Verwachte archeologische waarden*

De IKAW bevat een vlakdekkende en landsdekkende classificatie van de trefkans op archeologische resten. De kaart geeft een globaal beeld van de trefkans op archeologische resten in de bodem en onder water. Deze trefkans wordt per gebied van 50 bij 50 m aangegeven met een van de categorieën: 'hoge', 'middelhoge', 'lage' of 'zeer lage' trefkans, dan wel: 'niet gekarteerd'. De kaart toont de situatie uit 2008. Op afbeelding 4.15 is de IKAW (2008) weergeven. Op basis van deze kaart kan worden geconcludeerd dat de archeologische trefkans erg verschilt per locatie.

Afbeelding 4.15 Verwachte archeologische waarden (IKAW, 2008) in het plangebied




## 4.2.3 Leefbaarheid

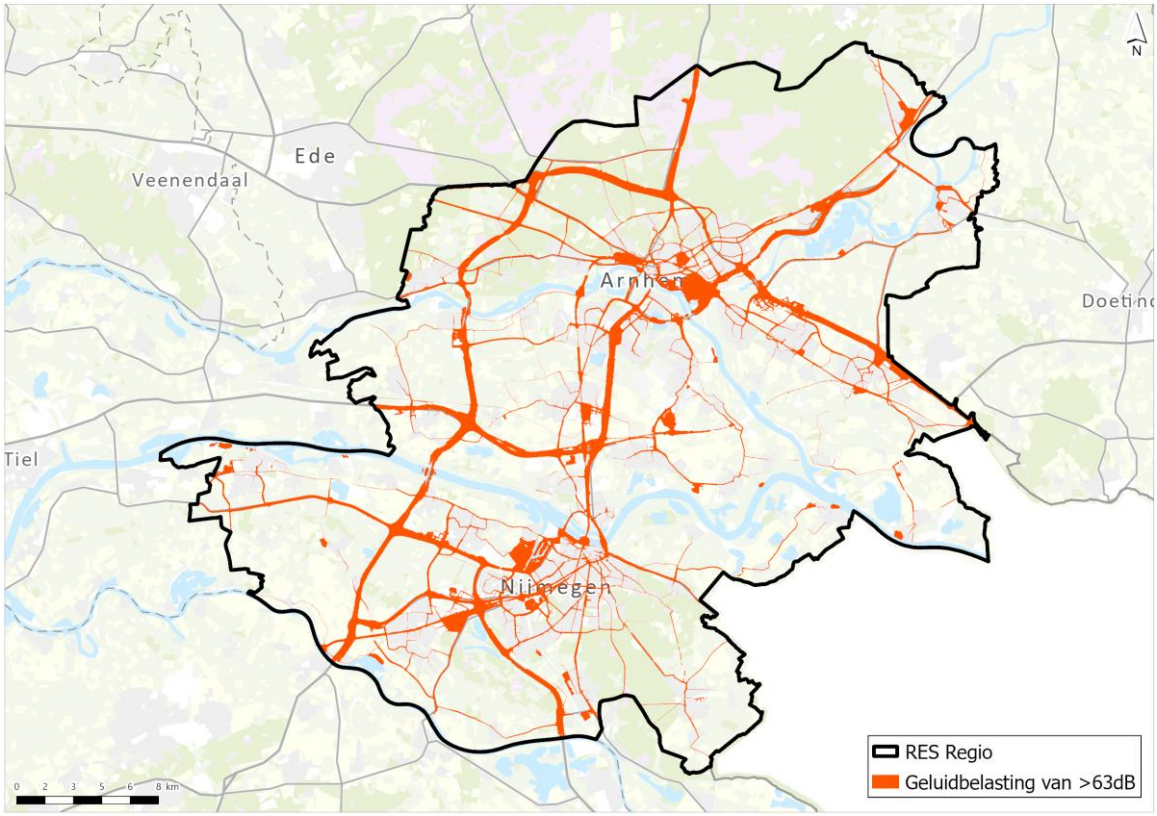
**Geluid**

In het plangebied zijn verschillende typen geluidsbronnen te identificeren die in de huidige situatie zorgen voor geluidbelasting. Rondom (spoor-)wegen is een hogere geluidbelasting aanwezig vanuit verkeer. Rondom de diverse bedrijven- en industrieterreinen is hoge geluidbelasting aanwezig vanwege het aanwezige verkeer en industrielawaai. Daarnaast zorgen de huidige windturbines voor geluidproductie. Ten slotte kan geluid waargenomen worden rondom de verschillende laagvliegroutes en in de buurt van de (militaire) luchthavens in en rond het plangebied.

De provincie Gelderland werkt in aan het verminderen van overlast door geluid. Hiervoor heeft de provincie het Actieplan Geluid 2018 - 2022 opgesteld[1]. Als het geluidsniveau op een gevoelige locatie gemiddeld voor de dag en de nacht 63 dB of hoger is, krijgt de geluidbelasting uit gezondheidskundig oogpunt een ‘onvoldoende’. De provincie heeft dit geluidsniveau als plandrempel gesteld. Dit betekent dat het geluidsniveau op deze locaties niet nóg verder verhoogd mag worden ten gevolge van nieuwe ontwikkelingen. Op afbeelding 4.16 is zichtbaar op welke locaties in het plangebied de geluidbelasting hoger dan 63 dB is.

[1] Actieplan Geluid 2018-2022. Onze wegen worden stiller, provincie Gelderland. Te raadplegen via: https://gelderland.notubiz.nl/.

Afbeelding 4.16 Locaties met een geluidbelasting hoger dan 63 dB in het plangebied (bron: Geluid in Nederland, Atlas Leefomgeving, RIVM 2020)

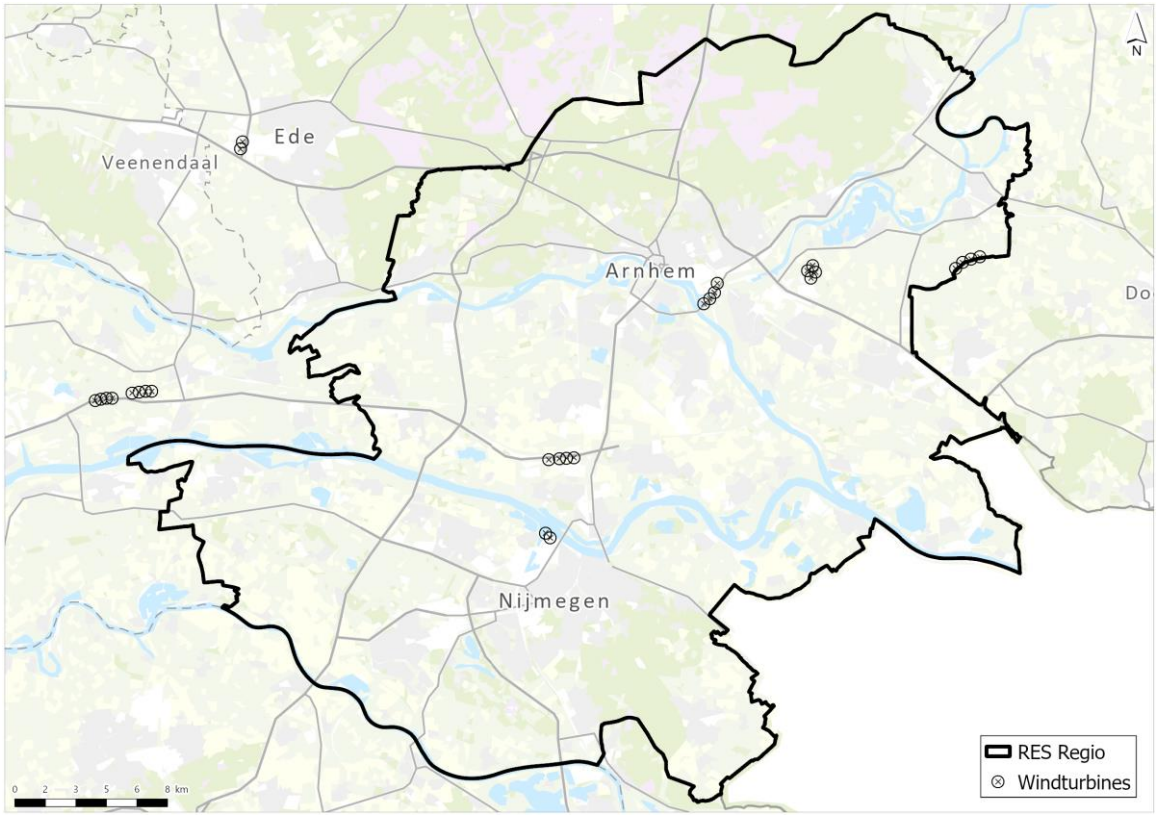



### Slagschaduw

Slagschaduw is de schaduw die windturbinebladen werpen op de grond of op een object. In de referentiesituatie kan er slagschaduw optreden rondom de bestaande windturbines in het plangebied. Op dit moment zijn er achttien windturbines gerealiseerd. Windturbines met een ashoogte tot en met 26 m zijn hierin niet beschouwd. De bestaande windturbines dienen aan de geldende voorwaarden ten aanzien van slagschaduw te voldoen, zoals deze zijn vastgelegd in de omgevingsvergunning. Hierdoor is de mate van slagschaduwhinder in de referentiesituatie beperkt[1]. In afbeelding 4.17 zijn volledigheidshalve de huidige windturbines die in en rond het plangebied staan opgenomen.

[1] Ten aanzien van de normen geldt dat deze op dit moment niet van toepassing zijn. In hoofdstuk 6 wordt dit nader toegelicht.

Afbeelding 4.17 Huidige windturbines in het plangebied




## 4.2.4 Veiligheid

**Externe veiligheid**

Externe veiligheid gaat over de risico's voor mens en milieu bij gebruik, opslag en vervoer van gevaarlijke stoffen. De locaties waar gevaarlijke stoffen aanwezig zijn kunnen beperkingen opleveren vanuit het plaatsgebonden risico en het groepsrisico voor kwetsbare objecten. Kwetsbare objecten, zoals woningen, mogen zich niet binnen de PR 10-6 contour van een risicobron bevinden. Beperkt kwetsbare objecten, zoals kantoren, mogen niet binnen de PR 10-5 contour van een risicobron liggen. Nieuwe ontwikkelingen kunnen er namelijk voor zorgen dat het risico op overlijden binnen een veiligheidscontour van een risicobron groter wordt, daarom is het relevant om de aanwezige risicobronnen in kaart te brengen. De informatie over onderstaande risicobronnen is afkomstig van de Risicokaart. Dit is een samenwerking van provincies en ministeries om inzicht te geven in risicosituaties in de leefomgeving[1].

*Gebruik en opslag*

In het plangebied zijn tien bedrijven aanwezig waar grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen opgeslagen liggen. Dit zijn BRZO-bedrijven. Het gaat om de volgende vier gebieden en/of locaties:

- gemeente Arnhem; 4 locaties op industrieterrein Kleefse Waard in Arnhem:
- gemeente Rheden: één locatie op het bedrijventerrein in Dieren;
- gemeente Duiven: één locatie op het industrieterrein in Duiven;
- gemeente Zevenaar: één locatie in het buitengebied van Zevenaar;
- gemeente Overbetuwe: twee locaties op het industrieterrein in Heteren;
- gemeente Beuningen: één locatie op het bedrijventerrein in Beuningen;
- gemeente Nijmegen: één locatie op het haven en industrieterrein en één op industriegebied Winkelsteeg in Nijmegen.

[1] Zie www.risicokaart.nl.

Daarnaast zijn er op basis van de Risicokaart 280 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. Afbeelding 4.18 toont de BRZO-bedrijven en inrichtingen.

*Vervoer*

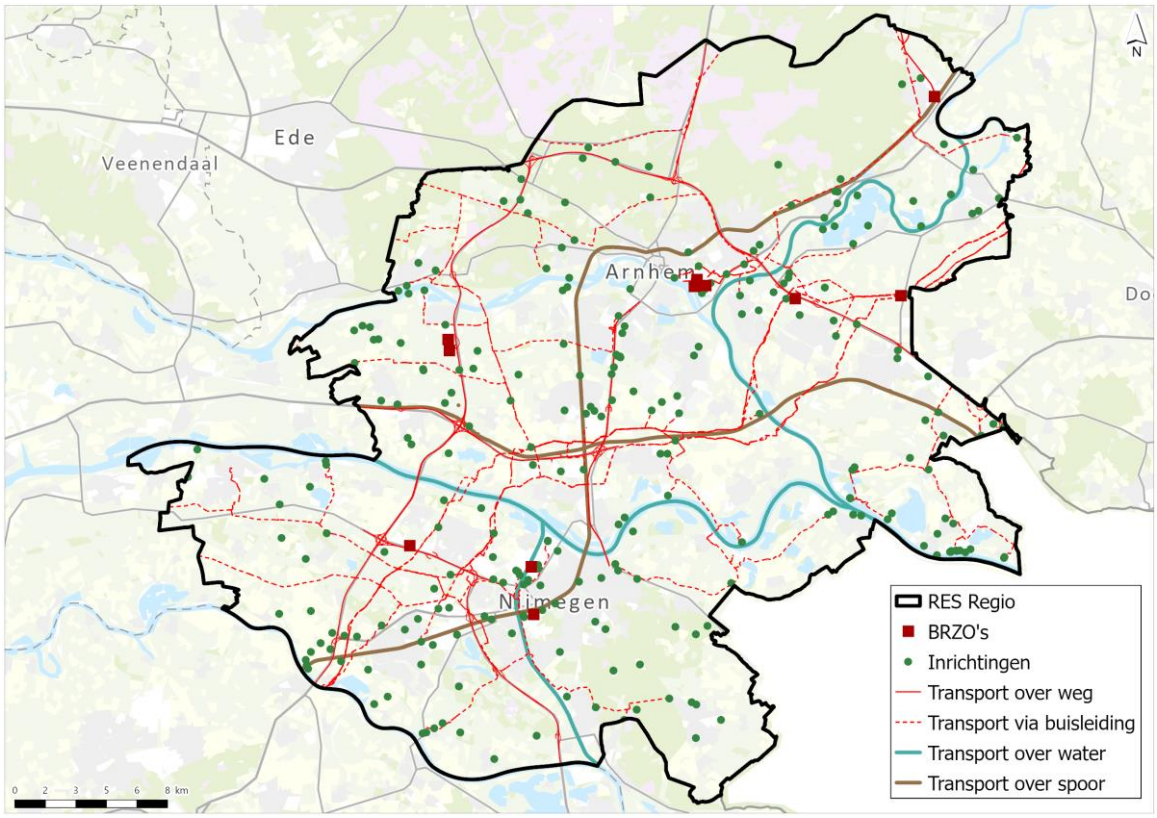
In het plangebied liggen ook verschillende transportroutes voor gevaarlijke stoffen. Naast het basisnet zijn dit ondergrondse buisleidingen en transport via de weg.

Transportroutes via het basisnet in de RES-regio zijn: snelwegen in beheer van Rijkswaterstaat, de spoorwegen en de hoofdvaarwegen.

Daarnaast zijn er zijn drie overige transportroutes via wegen aanwezig:
- de A325 tussen Nijmegen en Arnhem;
- vanaf industrieterrein Kleefse Waard via de Westervoortsedijk;
- N325 tot knooppunt Velperbroek;
- de Kanaalweg vanaf Dieren richting Laag-Soeren.

Transportroutes ondergronds via buisleidingen, zijn ook aanwezig in het plangebied. Dit betreft voornamelijk transport van aardgas en stoffen van Defensie. Alle genoemde locaties zijn zichtbaar in afbeelding 4.18.

Afbeelding 4.18 Transportroutes gevaarlijke stoffen, BRZO's en inrichtingen in het plangebied




## Luchtvaartveiligheid en defensie

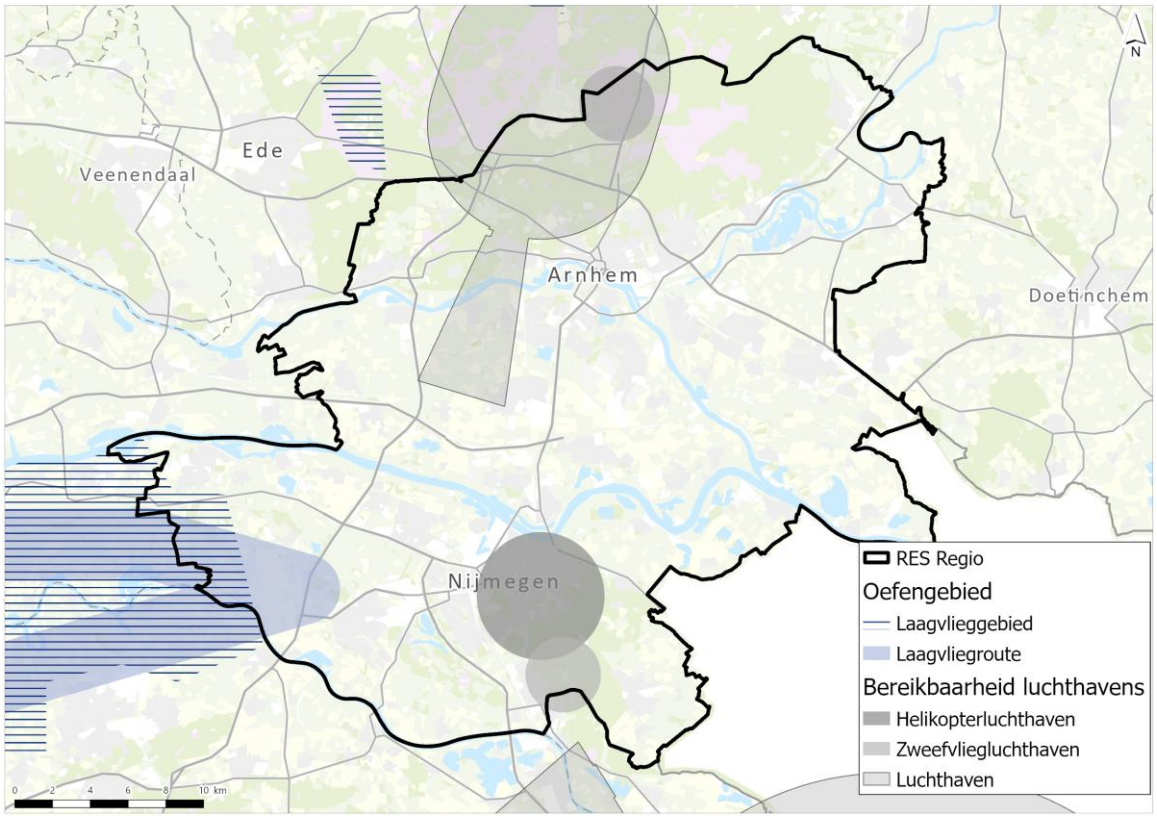
In Nederland gelden op verschillende plaatsen beperkingen ten aanzien van de bouwhoogte omwille van luchtvaartveiligheid. Dit geldt ook voor het plangebied. Binnen het plangebied bevinden zich militaire terreinen, militaire luchtvaartterreinen en militaire laagvliegroutes. Vliegbasis Deelen ligt gedeeltelijk in de gemeente Arnhem. Dit is weergegeven op afbeelding 4.19. Een gebied rond de vliegbasis is aangewezen voor de bereikbaarheid van de luchthaven en voor CNS (Communication, Navigation, and Surveillance). Voor

een gedeelte rondom deze vliegbasis is daarom een hoogtebeperking van toepassing. Dit is 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.

In het zuidwesten van het plangebied heeft Defensie een laagvlieggebied (IX - Maas en Waal) en een laagvliegroute voor jacht- en transportvliegtuigen (route VO). In het laagvlieggebied Maas en Waal geldt een minimum vlieghoogte van 30 m boven hindernissen, of zoveel lager als voor het doel van de vlucht noodzakelijk is. Voor de route VO geldt een minimum vlieghoogte van 75 m boven hindernissen. Dit is opgenomen in de Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtperiode voor militaire vliegtuigen en helikopters.

Daarnaast zijn er verschillende gebieden in gebruik door Defensie. Deze zijn vastgelegd in de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro). Het gaat om twee militaire oefenterreinen (Arnhemse Heide en Oranjekazerne Schaarsbergen) en een munitieopslagplaats in het noorden van de gemeente Arnhem. De militaire (luchtvaart-)terreinen en laagvliegroutes zijn aandachtspunten. Verspreid over het plangebied bevinden zich nog diverse zweefvliegterreinen en helikopterplatforms.

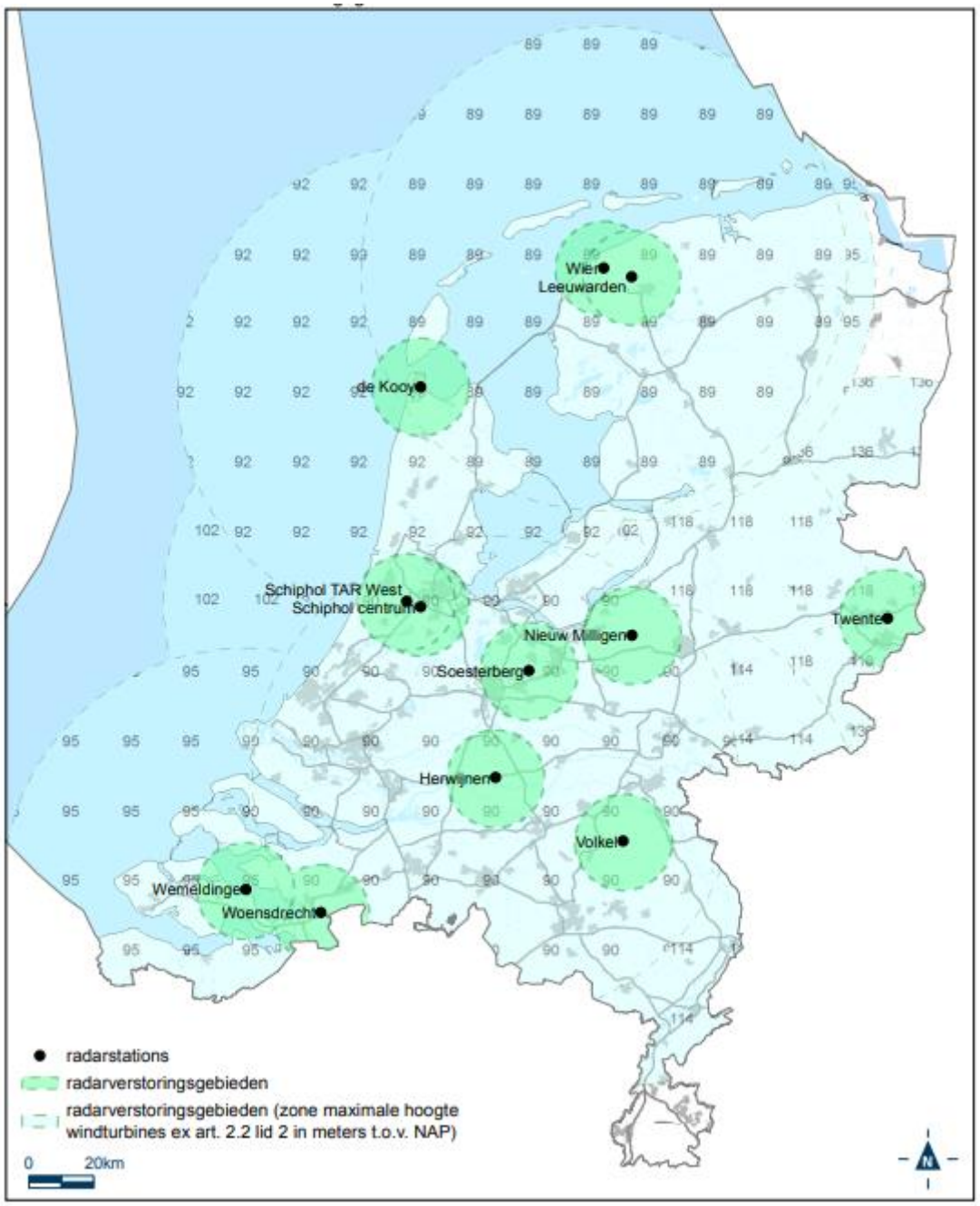
Afbeelding 4.19 Laagvliegroutes en obstakels Defensie




## Defensieradar

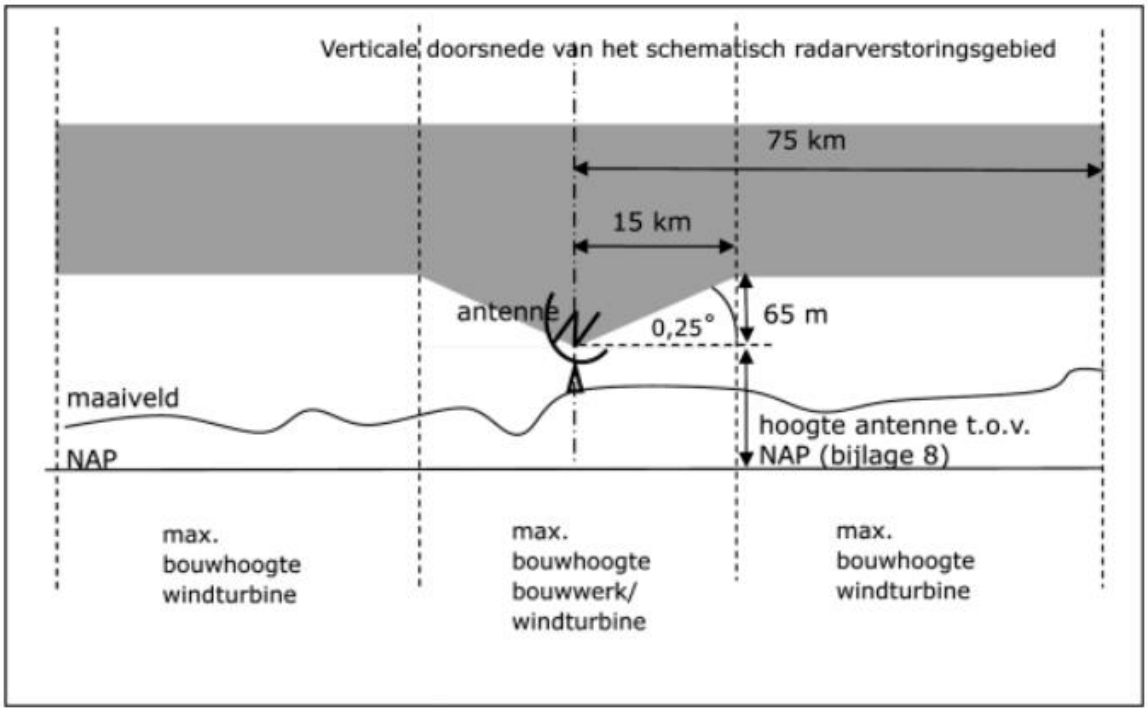
Het plangebied overlapt met meerdere radarverstoringsgebieden. Dit is te zien op afbeelding 4.20. In het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro), zijn de bouwbeperkingen voor radarverstoringsgebieden geregeld. Beperkingen voor de bouwhoogte van bouwwerken (zoals windturbines) zijn opgenomen in de Rarro. De kwaliteit van radarbeelden van Defensie kan namelijk negatief worden beïnvloed door hoge objecten, zoals windturbines.

Afbeelding 4.20 Radarverstoringgebieden (bron: Rarro)




Zoals te zien in afbeelding 4.20, bevindt het plangebied zich gedeeltelijk in het radarverstoringsgebied behorende bij radarstation Volkel. Binnen een gebied van 75 km rondom een radarpost die in de Rarro is aangewezen, radarstation Volkel in dit geval, gelden de bouwhoogtebeperkingen voor nieuwe objecten. De berekening voor de bouwhoogtebeperking is geïllustreerd in afbeelding 4.21.

Afbeelding 4.21 Bouwhoogtebeperking berekening (Rarro)



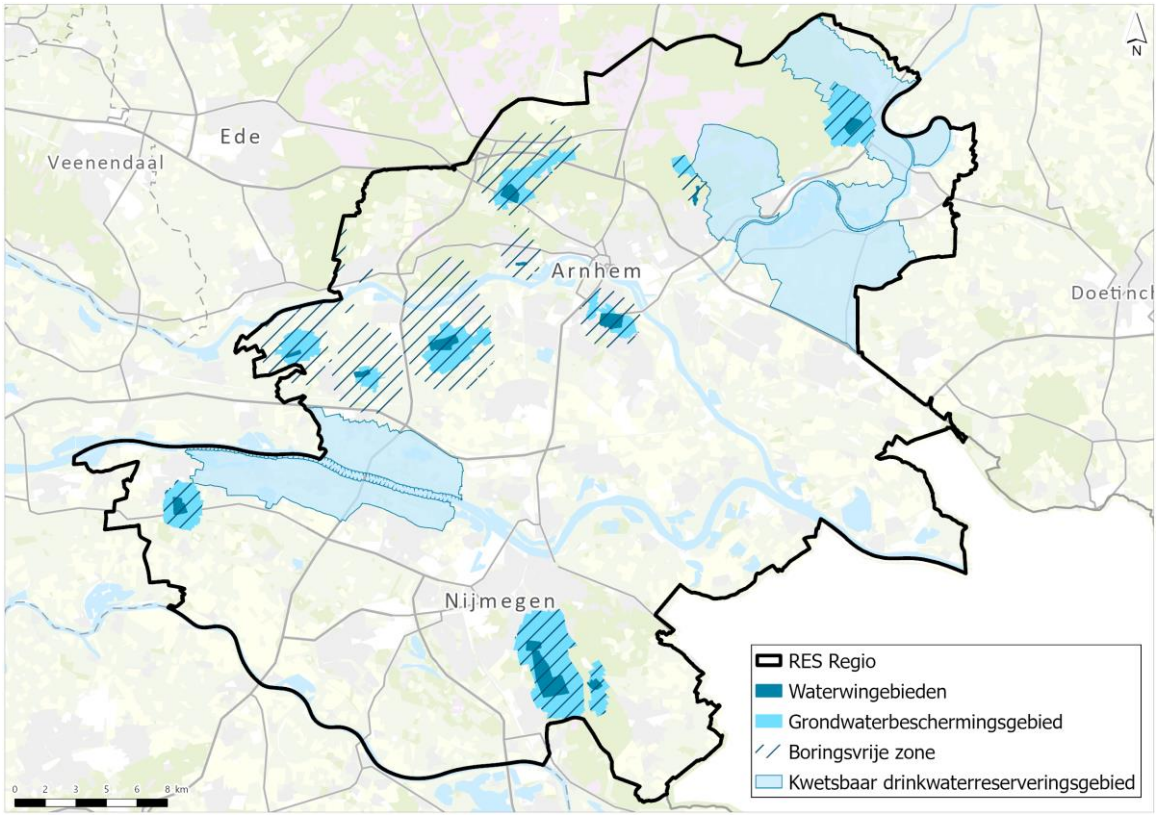

De maximale hoogte van bouwwerken in een radarverstoringsgebied wordt bepaald door vanaf een punt op de top van de radarantenne, waarvan de hoogteligging ten opzichte van NAP is opgenomen in Bijlage 8 'Radarstations' van het Rarro, een denkbeeldige, rechte lijn te trekken, oplopend met 0,25 graden, tot een punt gelegen 15 km vanaf de voorgenoemde radarantenne. Tot 60 km verder (een totale afstand van 75 km ten opzichte van het radarstation), wordt een horizontale rechte lijn ten opzichte van NAP getrokken. In het zuidwesten van het plangebied geldt volgens deze regeling een oplopende bouwhoogtebeperking (die van toepassing is binnen 15 km) ten opzichte van de 39 m hoge antenne van radarstation Volkel. De maximale bouwhoogte bedraagt vanuit het radarstation Volkel circa 104 m (zie contouren op afbeelding 4.20).

Echter, op afbeelding 4.20 is te zien dat er voor het plangebied, inclusief de zone rond radarstation Volkel, een bouwhoogtebeperking voor windturbines van 90 m geldt. Dit volgt uit Bijlage 8.4. bij de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening. Voor objecten hoger dan 90 m dient daarom een radartoets te worden uitgevoerd. Bij de radartoets wordt getoetst of objecten zorgen voor verstoring van de radarbeelden. De bouwhoogtebeperking zorgt dus niet op voorhand dat windturbines niet mogelijk zijn. Zo zijn er binnen het plangebied al meerdere windturbines ontwikkeld met een hoogte van meer dan 90 m (zie afbeelding 4.17).

### 4.2.5 Bodem en water

**Waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden**
In het plangebied bevinden zich verschillende drinkwaterwingebieden. Ter bescherming van deze gebieden zijn hieromheen grondwaterbeschermingsgebieden en/of boringsvrije zones vastgelegd in de provinciale Omgevingsverordening. In deze zones gelden beperkingen voor bodemroerende activiteiten waardoor de kwaliteit van het drinkwater gewaarborgd wordt. In aanvulling op de huidige drinkwaterwingebieden reserveert provincie Gelderland gebieden om aan de toekomstige vraag naar drinkwater te kunnen voldoen, de kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden. In afbeelding 4.22 zijn deze gebieden aangeduid.

Afbeelding 4.22 Waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden in het plangebied



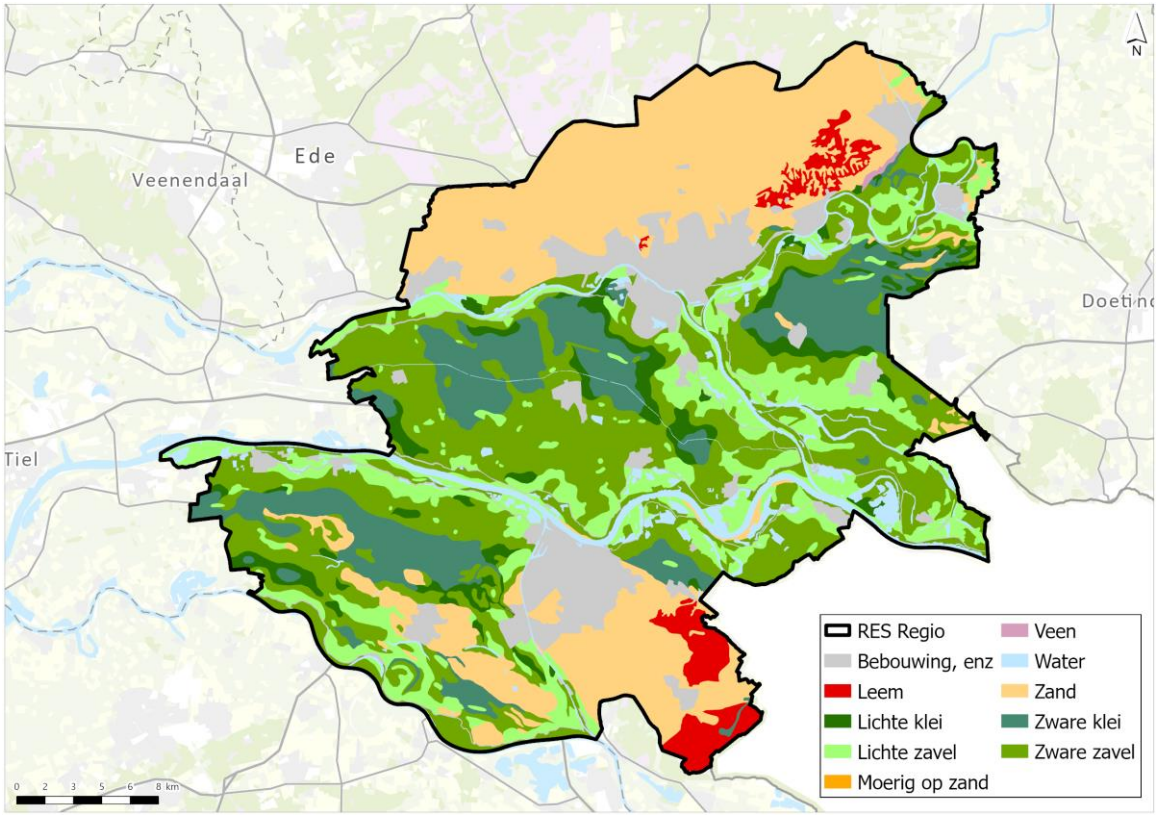

### Bodemtypen

Het plangebied wordt op hoofdlijnen gekenmerkt door de aanwezigheid van rivieren en de hoger gelegen stuwwallen. Dit is ook terug te zien in de overheersende bodemtypen in de regio zoals getoond in afbeelding 4.23[1].

Rond de rivieren bestaat de ondergrond voornamelijk uit kleigronden (aangegeven met de groene tinten) en rond de hoger gelegen stuwwallen bestaat de ondergrond overwegend uit zand (aangegeven met de oranje tinten). Veen is in zeer beperkte mate aanwezigheid. De rode tinten in het zuiden van het plangebied en rond de Veluwezoom representeren leem. De kleur grijs geeft bestaande bebouwing weer.

[1] Gebruikte data afkomstig van https://www.wur.nl/nl/show/grondsoortenkaart.htm.

Afbeelding 4.23 Kaartje met bodemtypen in het plangebied



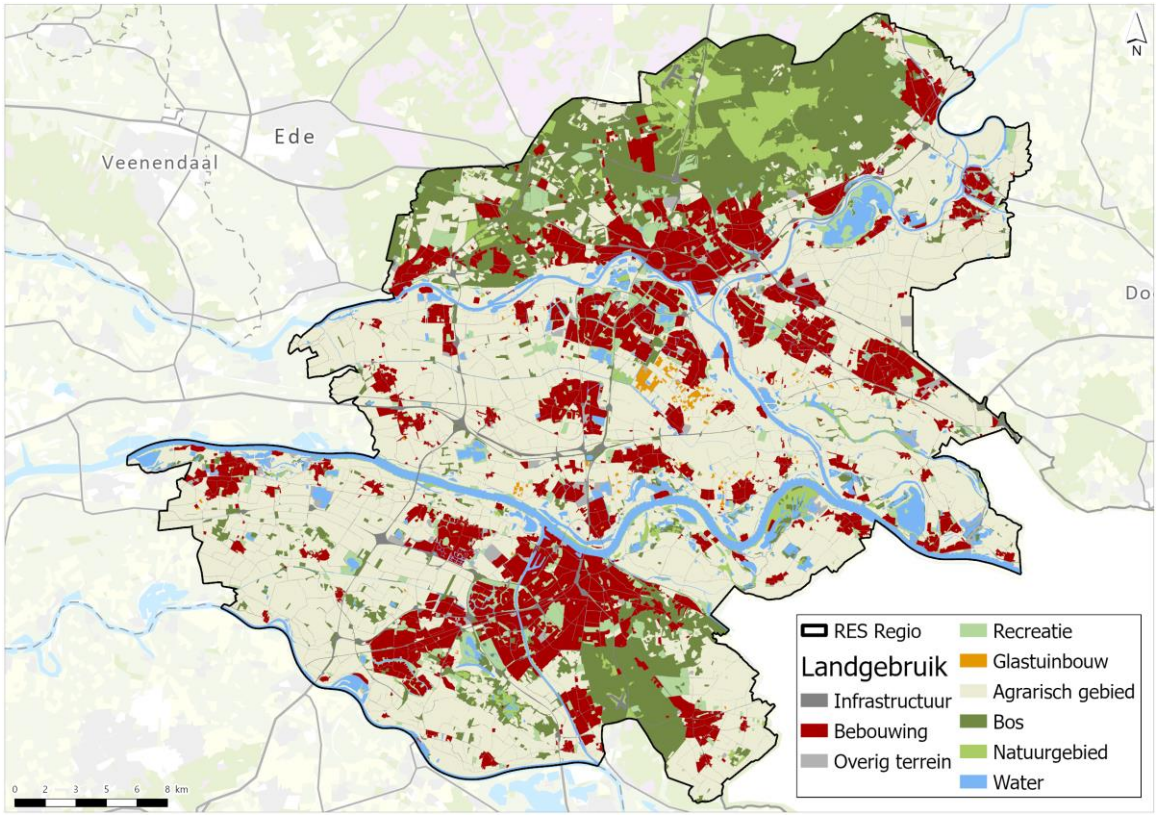

## 4.2.6 Gebruiksfuncties

Het plangebied kent een grote diversiteit aan gebruiksfuncties. Dit varieert van de Veluwe en de grote rivieren, tot de verschillende steden en kleinere kernen. Hierbij kent het plangebied een historische ontwikkeling die tot op de dag van vandaag doorgaat.

### Land- en tuinbouw

Het landelijk gebied van de regio kenmerkt zich door de agrarische land- en tuinbouw, zie afbeelding 4.24. Tussen en rond de grote rivieren (van Nederrijn tot Maas) vindt veel tuinbouw plaats. In het gebied ten zuiden van Arnhem en Huissen ligt een concentratiegebied voor grootschalige glastuinbouw. Daarnaast is een groot gedeelte van het plangebied tussen de verschillende kernen in gebruik ten behoeve van landbouw, met name voor (melk)veehouderijen. Grootschalige akkerbouw en bostuinbouw vindt in beperkte mate plaats.

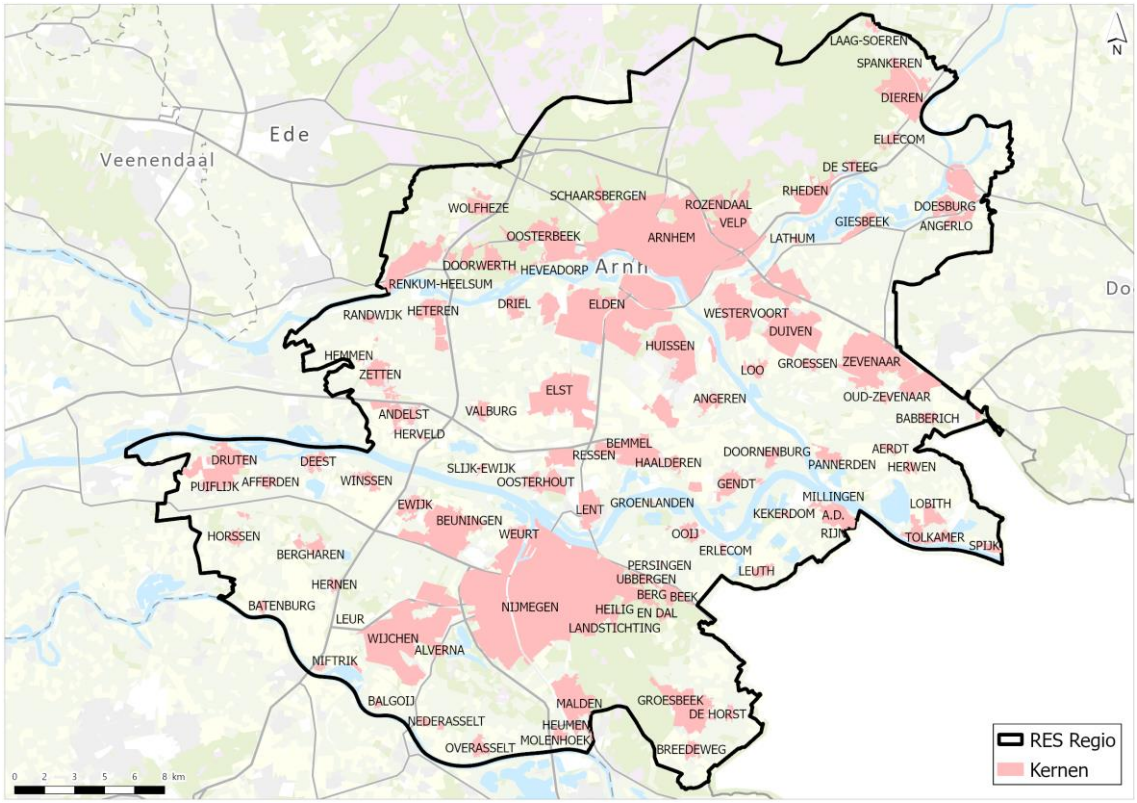
Afbeelding 4.24 Huidige gebruiksfuncties in het plangebied (Bron: Bestand Bodemgebruik 2017)




### Bebouwd gebied

Binnen het spectrum van functies zijn er verschillende kernen in de regio die afbeelding 4.25 toont. Het dorpse woonmilieu domineert de regio. Uitzonderingen hierop zijn de grote steden, zoals Arnhem en Nijmegen, maar ook Wijchen en Zevenaar.

Afbeelding 4.25 Kernen in het plangebied




### Natuur en recreatie

Het plangebied heeft een grote recreatieve aantrekkingskracht door de attractieve landschappen, met haar rivieren en bossen, rijk cultuurhistorisch erfgoed en een uitgebreid voorzieningenniveau. Zoals te zien is in afbeelding 4.24 zijn er verschillende recreatiegebieden aanwezig in het plangebied, waaronder:

- de Veluwe: bestaande uit Nationaal Park Veluwezoom en Nationaal Park De Hoge Veluwe;
- Rhederlaag: een recreatiegebied met ruim 300 hectare aan wateroppervlakte dat in verbinding staat met de IJssel op de grens van de gemeenten Rheden en Zevenaar;
- de Bijland (Lobith): een recreatiegebied gelegen middenin het natuurgebied de Gelderse Poort in het zuidoosten van de gemeente Zevenaar;
- en overige, kleinschaligere recreatiegebieden, zoals de Rijkerswoerdse Plassen, park Lingezegen, Heumensoord, de Lentse Plas, de Bemmelse Waard, Hatertse en Overasseltse Vennen, recreatiegebied Berendonck, landgoed Warnsborn, landgoed Duno en diverse golfbanen.

## 4.3 Autonome ontwikkelingen

Autonome ontwikkelingen zijn die plannen in het plangebied die met grote zekerheid plaatsvinden tot het referentiejaar 2030. Het gaat daarbij om ontwikkelingen waarover reeds besluitvorming heeft plaatsgevonden of waarover besluitvorming in voorbereiding is, die zonder de voorgenomen activiteit ook zou plaatsvinden. Autonome ontwikkelingen vormen samen met de huidige situatie, de referentiesituatie. In bijlage I is een overzicht opgenomen van de relevante autonome ontwikkelingen in en direct rondom het plangebied. Het betreft hierbij ontwikkelingen die zorgen voor een ruimtebeslag in aanvulling op het bestaande bebouwde gebied. Deze ontwikkelingen kunnen mogelijk een beperking opleggen ten aanzien van de ontwikkeling van grootschalige opwek middels wind- en zonne-energie. Ontwikkelingen binnen de bestaande stedelijke contouren zijn niet opgenomen in bijlage I, omdat deze een beperkt ruimtebeslag opleggen voor de mogelijkheden voor de ontwikkeling van grootschalige wind- en zonne-energie.
De lijst met autonome ontwikkelingen is niet verwerkt op een kaart. In de afweging voor locaties voor wind- en zonne-energie vormt de lijst input en kan de invloed op het ruimtebeslag bepaald worden.

# DEEL B - EFFECTONDERZOEKEN WIND- EN ZONNE-ENERGIE

# 5

# ALTERNATIEVEN

Voor het in beeld brengen van de milieueffecten van de opwek van wind- en zonne-energie in het plangebied zijn voor het planMER, naast het basisalternatief RES 1.0, drie thematische alternatieven ontwikkeld en onderzocht. De alternatieven hebben tot doel om gezamenlijk de bandbreedte aan mogelijke ontwikkelrichtingen in beeld te brengen. Daarmee bieden de alternatieven een locatieonderbouwing vanuit milieuperspectief.

**Geen alternatief Energiesysteem**
In de NRD is een vierde thematisch alternatief gepresenteerd: het alternatief Energiesysteem. Dit alternatief had als doel zoekgebieden voor wind en zon te definiëren die rekening houden met de beschikbare en toekomstige netcapaciteit en de samenhangende maatschappelijke kosten. Hierbij werd gedacht aan de huidige en toekomstige netcongestie, uitgaande van de bestaande en voorziene netinfrastructuur en onderstations. Een eerste versie van het alternatief is in de NRD op kaart weergegeven. Tijdens de terinzagelegging is een zienswijze ingediend door de netbeheerder, Liander. Hieruit blijkt dat de netbeheerder niet achter de toegepaste data en uitgangspunten staat, die de basis vormen van het alternatief. Het is niet mogelijk gebleken gezamenlijk de benodigde data en uitgangspunten tijdig te definiëren, om het alternatief Energiesysteem toch te kunnen onderzoeken. Dit planMER bevat daarom geen alternatief Energiesysteem. Wel is een analyse van het energiesysteem opgenomen als bijlage XIII. Hiermee is in beeld gebracht waar windturbines en zonnevelden gerealiseerd kunnen worden, gelet op de netcapaciteit.

Het stappenplan om te komen tot alternatieven bestaat op hoofdlijnen uit drie stappen. Dit stappenplan is weergegeven op afbeelding 5.1. In bijlage III is een uitgebreide toelichting te vinden van het proces om te komen tot de alternatieven. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste uitgangspunten en de verschillende alternatieven kort toegelicht en gepresenteerd.

Afbeelding 5.1 Stappenplan alternatievenontwikkeling




## 5.1 Uitgangspunten

De energietechnieken die de regio in de RES 1.0 heeft vastgesteld zijn leidend in het ontwikkelen van de alternatieven. De volgende technieken voor de opwek van duurzame elektriciteit vallen binnen de scope van het planMER:
- wind op land;
- zon op land.

**Zon op dak buiten scope van het planMER**

De effecten van zon op dak zijn in het planMER niet nader onderzocht. Voor deze ontwikkelingen worden bestaande daken gebruikt, waardoor de milieueffecten en ruimtelijk gebruik beperkt zijn. Milieueffecten zijn daarom naar verwachting niet doorslaggevend voor de haalbaarheid van zon op dak. De mate waarin zon op dak wordt toegepast, is wel van invloed op het benodigde oppervlak wind en zon op land. In het planMER is daarom uitgegaan van een opwek van 0,49 TWh door zon op dak, zoals benoemd in de RES 1.0.

### Criteria windturbines en zonnevelden

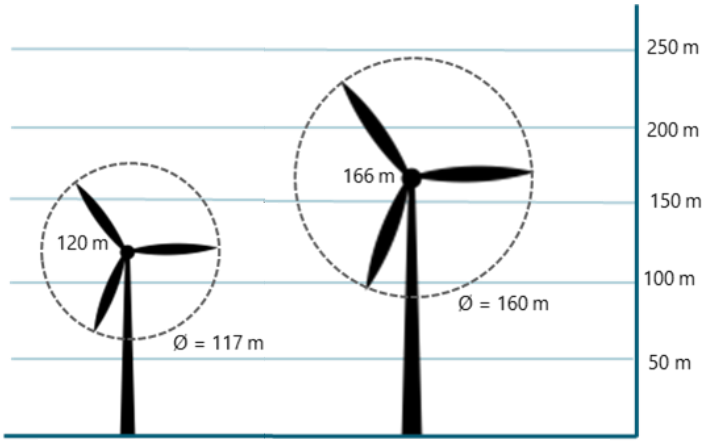
Voor de ontwikkeling van alternatieven is een aantal ruimtelijke randvoorwaarden bepaald in de RES 1.0. Deze randvoorwaarden bepalen de technische ruimte van het speelveld in dit planMER. De toegepaste criteria borgen een goede ruimtelijke ordening en voorkomen dat windturbines en zonnevelden als confetti over de regio worden verspreid. Dit planMER houdt in de alternatievenontwikkeling zoveel als redelijkerwijs mogelijk rekening met deze ruimtelijke randvoorwaarden. Desondanks vormt het in beeld brengen van milieueffecten vanuit de harde en zachte belemmeringen de voornaamste basis in de ontwikkeling van de alternatieven. De ruimtelijke en landschappelijke ontwerpopgave is een meer locatie-specifiek vraagstuk, dat bij de ontwikkeling van projecten aan de orde dient te komen.

*Referentieturbines*

Voor windenergie worden twee windturbinetypen onderzocht (zie afbeelding 5.2):

1 windturbines (circa 3,6 MW) met een ashoogte van 120 m, een rotordiameter van 117 m en een tiphoogte van 178,5 m;
2 windturbines (circa 7,0 MW) met een ashoogte van 166 m, een rotordiameter van 160 m en een tiphoogte van 246 m.

Afbeelding 5.2 Referentieturbines




De referentieturbines geven samen een realistische bandbreedte aan mogelijke windturbines weer. Anno 2023 is een windturbine op land vorm een windturbinetype met een ashoogte van 120 m en een vermogen van circa 3,6 MW een gangbare ondergrens. Dit komt onder andere door de rendabiliteit en de uitfasering van de productie van 'kleinere' windturbines. Een windturbine op land met een ashoogte hoger dan 166 m en een tiphoogte van meer dan 246 m is richting 2030 naar verwachting een realistische bovengrens, gelet op de beschikbare ruimte op land en bijkomende belemmeringen. Het doel van dit planMER is om de bandbreedte te onderzoeken. Bij concrete projecten kunnen windturbines met andere as- en tiphoogtes worden toegepast, ook als deze groter of juist kleiner zijn. Op projectniveau dienen de effecten onderzocht te worden. De effecten mogen daarbij niet groter zijn dan beschreven in dit planMER, tenzij de initiatiefnemer kan aantonen dat deze (grotere) effecten acceptabel zijn.

*Definitie windpark*

In de verdere uitwerking van de zoekgebieden die volgen uit dit planMER past de regio de volgende criteria toe voor windparken, welke afkomstig zijn uit eerdere processen en de RES 1.0:

- een nieuw windpark bestaat uit minstens:
  - twee windturbines bij een lijnopstelling;
  - drie windturbines voor een geclusterde opstelling;
- nieuwe losstaande (solitaire) windturbines worden alleen onderzocht als deze aansluiten bij een bestaand windpark;
- uitbreiding van bestaande windparken gebeurt alleen met windturbines met dezelfde hoogte om een rommelig beeld (beeldinterferentie) te voorkomen.

*Definitie zonnevelden*

In dit planMER zijn de volgende criteria toegepast voor het ontwikkelen van alternatieven voor zonnevelden:

- een zonneveld heeft een vermogen van meer dan 2 MW. Dit ligt in lijn met de afspraken in de RES 1.0;
- er wordt uitgegaan van zonnevelden met een zuidoriëntatie, vanwege een groter ruimtebeslag voor dezelfde hoeveelheid energie-opwek in vergelijking met een oost-west oriëntatie. Op die manier wordt de benodigde ruimte op een 'veilige' manier berekend, op projectniveau kan het ruimtebeslag minder zijn en dient de invulling nader bepaald te worden;
- voor de hoogte van het zonneveld wordt in dit planMER uitgegaan van 2 m;
- er is uitgegaan van multifunctionele zonnevelden (zonneveld gecombineerd met andere functies) vanwege het uitgangspunt van koppelkansen en dubbel ruimtegebruik in de RES 1.0, en de zonnebrief van minister Jetten[1];
- voor ieder een opgesteld vermogen van 1 MW is uitgegaan van 1,5 hectare benodigd oppervlakte Door uit te gaan van 1,5 hectare per 1 MW, wordt ruimte geboden voor combinaties van functies. Dit betreft een overschatting van de daadwerkelijk benodigde ruimte. Een zonneveld met een opgesteld vermogen van minimaal 2 MW heeft dus een oppervlakte van minimaal 3 hectare.

## 5.2 Belemmeringenkaarten

De ontwikkeling van windturbines is niet overal mogelijk. Om gebieden binnen de regio uit te sluiten waar de opwek van wind- en/of zonne-energie vanuit (milieu-)wetgeving niet is toegestaan, zijn als eerste stap kansen- en belemmeringenkaarten opgesteld. De referentiesituatie, de wettelijke en regelgevende kaders en beleidskaders zijn in beeld gebracht om de milieueffecten van windturbines en zonnevelden te kunnen onderzoeken en beoordelen. Deze wettelijke- en regelgevende kaders en beleidskaders geven een beeld van de (on)mogelijkheden voor de ontwikkeling van wind- en zonne-energie in de regio en zijn vertaald in belemmeringenkaarten. In bijlage III is een uitgebreide toelichting opgenomen van de harde en zachte belemmeringen. Het vertrekpunt van de alternatievenontwikkeling zijn de harde belemmeringen.

Het planMER maakt onderscheid tussen twee typen harde belemmeringen:

1 fysieke objecten: dit zijn bijvoorbeeld gebouwen en infrastructuur (wegen, spoorwegen, buisleidingen, bestaande windturbines). Het is hier fysiek niet mogelijk om een windturbines en zonnevelden te realiseren;
2 beperkingen vanuit wet- en regelgeving: dit legt beperkingen op vanuit onder andere geluid, veiligheid, waterkwaliteit en waterveiligheid. Deze beperkingen zijn hieronder nader toegelicht.

In tabel 5.1 en 5.2 staan de gehanteerde afstanden voor de verschillende aspecten van harde belemmeringen met de bijbehorende status.

[1] Kamerbrief over rol zonne-energie in energietransitie, d.d. 20 mei 2022.

Tabel 5.1 Harde belemmeringen windturbine (nee)

| Nr. | Aspect | Afstand | | Status |
|---|---|---|---|---|
| | | 120 m ashoogte | 166 m ashoogte | |
| 1 | kwetsbare objecten | 178,5 m<br>*PR10-6, tiphoogte* | 246 m<br>*PR10-6, tiphoogte* | artikel 3.15a, lid 1, van het Activiteitenbesluit |
| 2 | beperkt kwetsbare objecten (PR10-5) | 58,5 m<br>*½ rotordiameter* | 80 m<br>*½ rotordiameter* | artikel 3.15a, lid 2, van het Activiteitenbesluit |
| 3 | rijkswegen en provinciale wegen | object + 15 m | | fysieke belemmering voor fundering |
| 4 | hoofdwaterwegen | 58,5 m<br>*½ rotordiameter* | 80 m<br>*½ rotordiameter* | Waterwet |
| 5 | spoorwegen | object + 15 m | | fysieke belemmering voor fundering |
| 6 | bovengrondse hoogspanningslijn | 58,5 m<br>*½ rotordiameter* | 80 m<br>*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 | | Erfgoedwet |
| 10 | geluidsgevoelige objecten | 210 m | 385 m | geluidscontour op basis van 47 dB met mitigerende maatregelen wet geluidhinder[1] |
| 11 | weidevogelgebieden | begrenzing op kaart + ½ rotordiameter | | Omgevingsverordening Gelderland, Artikel 2.51a, en artikel 1a.2 |
| 12 | Wespendief | Veluwe + 1 km | | zorgplicht vanuit Wro |

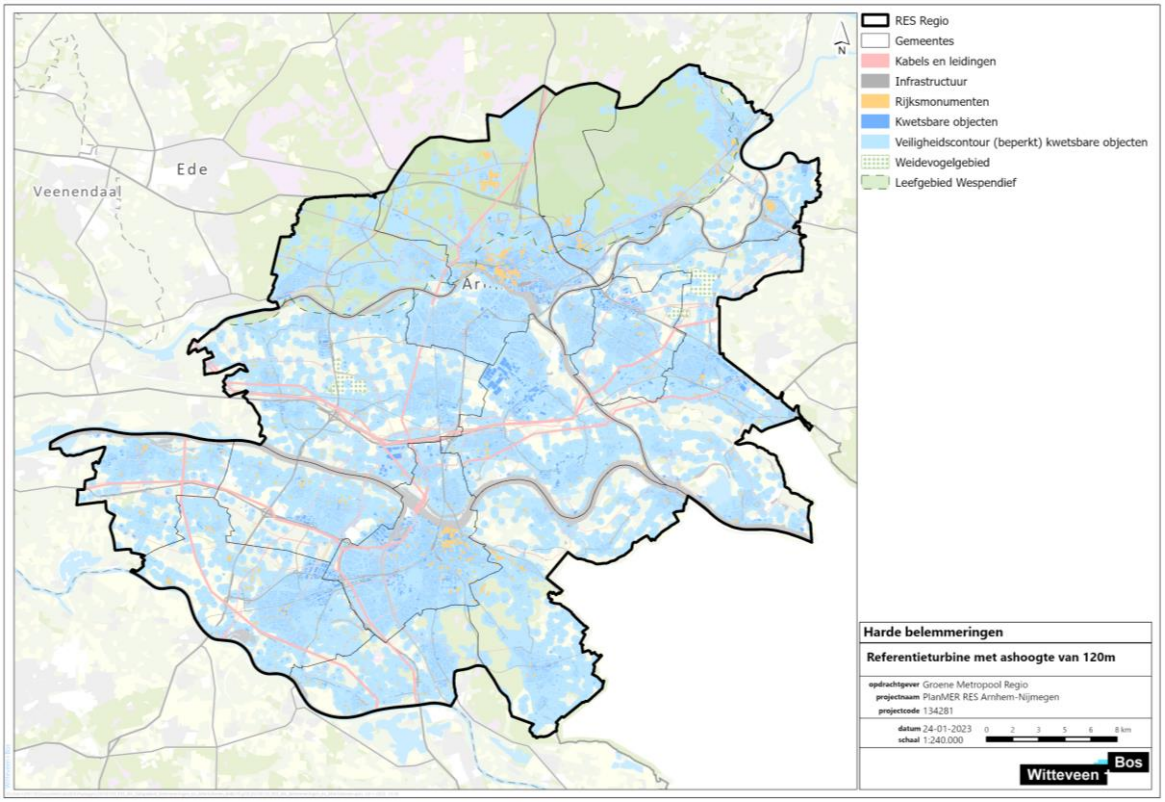
Tabel 5.2 Harde belemmeringen zonnevelden (nee)

| Nr. | Aspect | Afstand | Status |
|---|---|---|---|
| 1 | bebouwing | begrenzing op kaart | fysieke belemmering |
| 2 | hoogspanning | begrenzing op kaart | fysieke belemmering |
| 3 | rijkswegen | 13 m | fysieke belemmering |
| 4 | provinciale wegen | begrenzing op kaart | fysieke belemmering |
| 5 | rijksmonumenten | begrenzing op kaart | Erfgoedwet |
| 6 | spoorlijn | 5 m | fysieke belemmering |
| 7 | woningen | 40 m | kwetsbaar object |
| 8 | buisleidingen | 5 m | fysieke belemmering |
| 9 | hoofdvaarwegen | begrenzing op kaart | fysieke belemmering |
| 10 | weidevogelgebied | begrenzing op kaart | Omgevingsverordening Gelderland, Artikel 2.51a, en artikel 1a.2 |

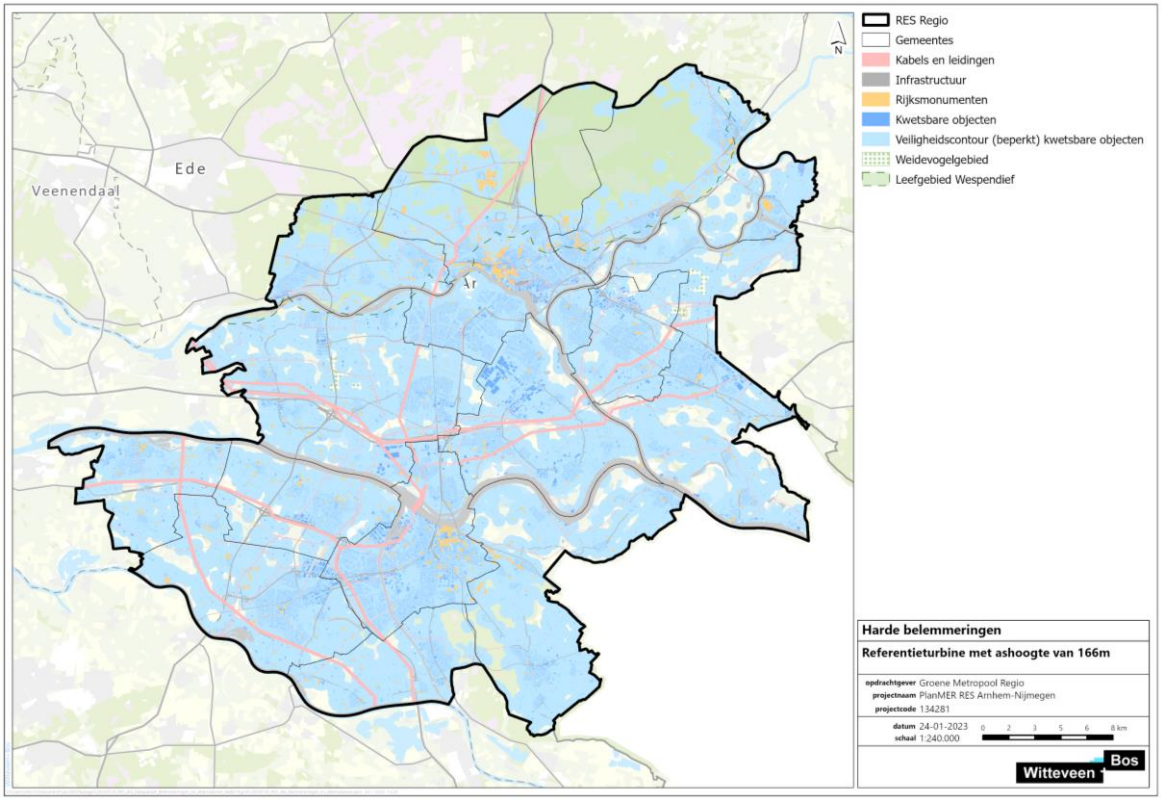
Afbeelding 5.3 en 5.4 tonen de harde belemmeringen voor respectievelijk 120 m en 166 m windturbines. De toegepaste harde belemmeringen zijn toegelicht in tabel 5.1. Afbeelding 5.5 toont de harde belemmeringen voor zonnevelden, zoals toegelicht in tabel 5.2.

[1] Een nadere toelichting op de toegepaste afstanden is opgenomen in paragraaf 6.3.5

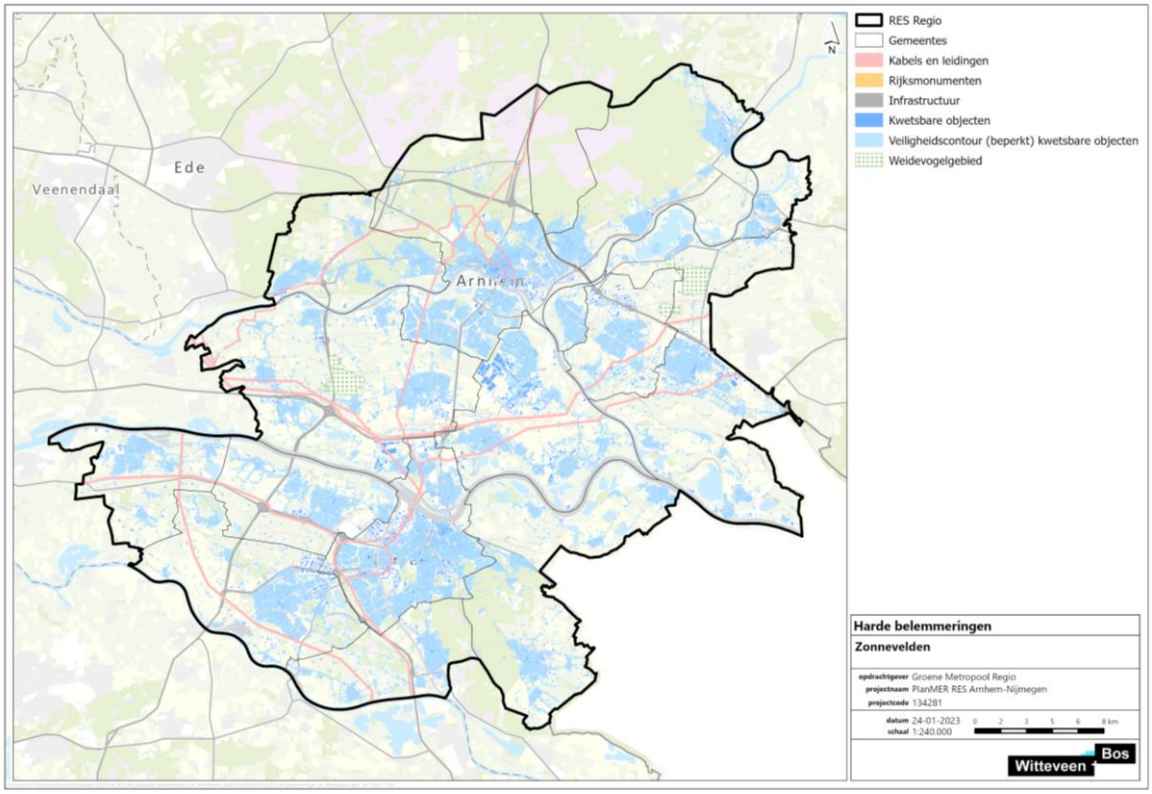
Afbeelding 5.3 Kaart met harde belemmeringen 120 m windturbines




Afbeelding 5.4 Kaart met harde belemmeringen 166 m windturbines



Afbeelding 5.5 Kaart met harde belemmeringen zonnevelden




### Energieopbrengsten beschikbare ruimte

Uit de bovenstaande kaarten met harde belemmeringen blijft de algemene zoekruimte over, waarbinnen de alternatieven zijn ontwikkeld. Om te bepalen of de energiedoelstelling van 1,13 TWh binnen de beschikbare zoekruimte ook daadwerkelijk gehaald kan worden is een notitie Energieopbrengsten opgesteld (bijlage XI). Hierin staan de uitgangspunten die zijn gehanteerd in het bepalen van de opwekpotentie van de beschikbare zoekruimte. Het betreft hier een generieke aannames, waarbij met name de beschikbare opwekpotentie in relatie tot de beschikbare ruimte voor windturbines conservatief is ingeschat.

Bij de volledige benutting van de beschikbare ruimte na toepassing van de harde belemmeringen blijkt het volgende:

- de opwekpotentie van 120 m windturbines bedraagt 6,22 TWh;
- de opwekpotentie van 166 m windturbines bedraagt 2,47 TWh;
- de opwekpotentie van zonnevelden bedraagt 73,98 TWh.

Hieruit blijkt dat binnen de beschikbare zoekruimte de doelstelling uit de RES 1.0 gehaald kan worden. Wel geldt dat hierbij de verschillende milieueffecten nog niet zijn meegewogen. Ook is het belangrijk te benoemen dat windenergie en zonne-energie complementair zijn, en het dus een combinatie is van beide energietechnieken (inclusief verschillende windturbinetypen) die moet zorgen voor een realistische en uitvoerbare RES 2.0.

### Molenaarswoningen

Bij windparkontwikkelingen zijn veelal omwonenden ook initiatiefnemer en mede-eigenaar van het windpark. Windturbines komen in sommige gevallen dichter bij de woningen te staan, waardoor de geluidnormen worden overschreden. Om dit op te lossen wordt onderscheidt gemaakt naar de status van deze specifieke woningen als een zogenaamde ‘molenaarswoning’ of een ‘woning in de sfeer van de inrichting’. Daarmee gelden de wettelijke normen niet meer en mag de geluidbelasting hoger zijn dan de wettelijke normen. Hiervoor moet er in juridisch opzicht wel sprake zijn van een binding met het windpark, bijvoorbeeld organisatorisch, functioneel of technisch.

Door de zogenaamde molenaarswoningen worden de beschikbare gebieden in met name het buitengebied groter. Voor het planMER is onderzocht wat de mogelijkheden in de regio zijn. Hiervoor is in bijlage XII een analyse molenaarswoningen opgenomen. Hierbij dient vermeld te worden dat de in beeld gebrachte ruimte niet is onderzocht op milieueffecten. Daarnaast geldt dat eigenaren en bewoners van de 'molenaarswoningen' medewerking dienen te verlenen alvorens een woning kan worden aangewezen als molenaarswoning.

## 5.3 De alternatieven

Vanuit de kaarten met harde belemmeringen zijn vervolgens ontwerpprincipes bepaald en gekoppeld aan thematische alternatieven. Dit is onder meer het resultaat van het omgevingsproces (zowel maatschappelijk en ambtelijk als politiek-bestuurlijk) tijdens de NRD-fase. De ontwerpprincipes resulteren in zoekruimte voor windturbines en zonnevelden. In onderstaande paragrafen zijn de verschillende alternatieven weergegeven. In bijlage III is de opbouw van de alternatieven nader toegelicht.

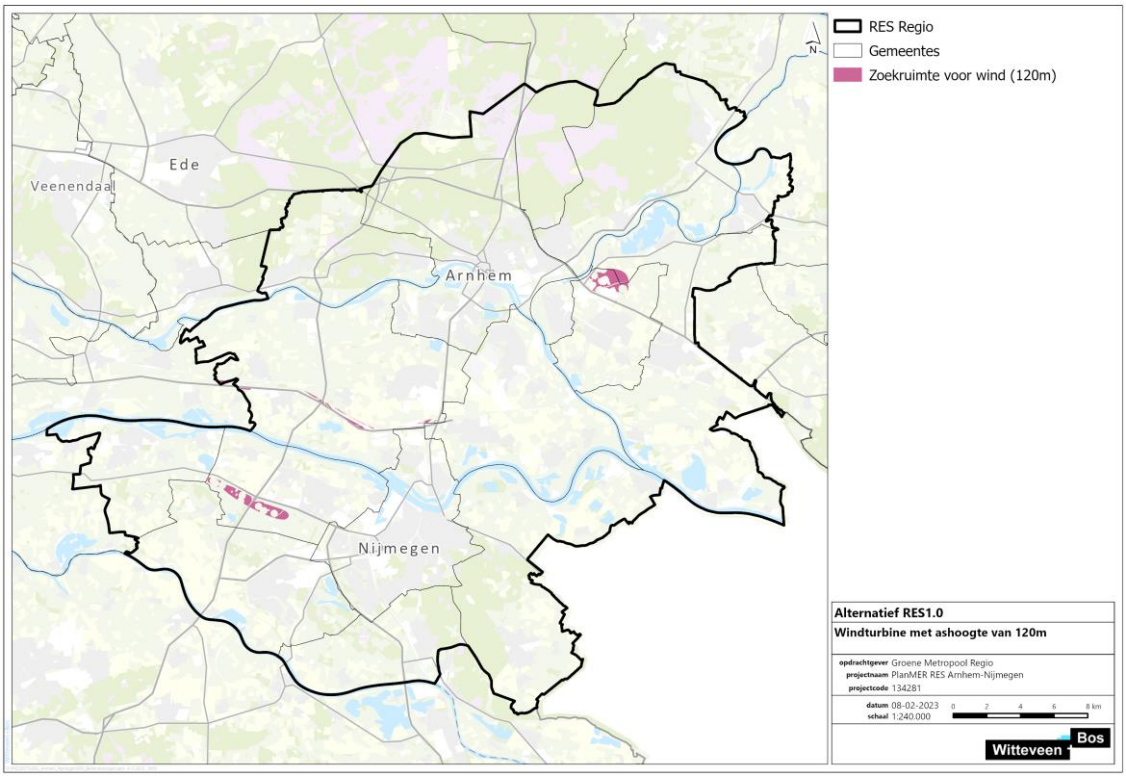
### 5.3.1 Basisalternatief RES 1.0

Het alternatief RES 1.0 onderzoekt de milieueffecten van de zoekgebieden voor wind en/of zon die in de RES 1.0 zijn aangewezen. De in de RES 1.0 benoemde uitgangspunten gelden als de uitgangspunten voor het alternatief. In de RES 1.0 zijn globale gebieden aangewezen en zijn geen harde belemmeringen toegepast. Voor het alternatief RES 1.0 zijn daarom de harde belemmeringen over de zoekgebieden geplaatst, waarmee de zoekruimte is bepaald zoals op kaart weergegeven (afbeeldingen 5.6, 5.7 en 5.8). Door de RES 1.0 als basisalternatief op te nemen wordt inzicht gegeven in de milieueffecten van de plannen uit de RES 1.0 en kunnen de milieueffecten van de andere drie alternatieven goed worden vergeleken met de zoekgebieden uit de RES 1.0.

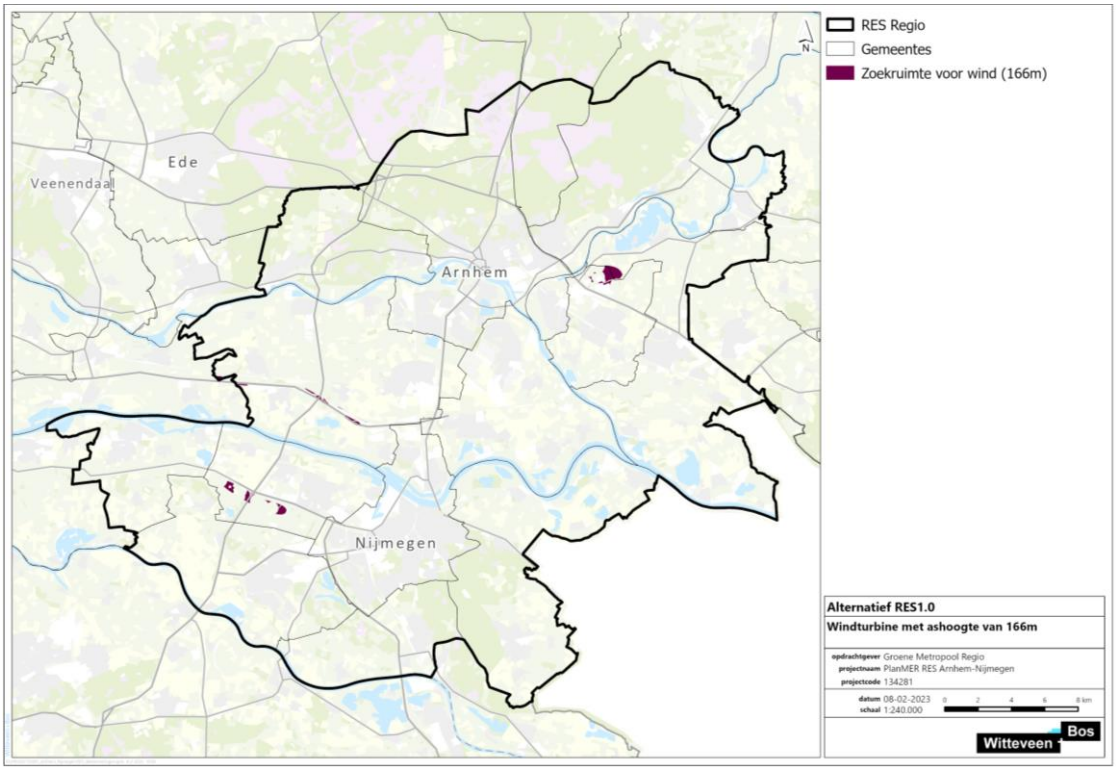
De theoretische opwekpotentie van dit alternatief is als volgt:
- de opwekpotentie van 120 m windturbines bedraagt 0,11 TWh;
- de opwekpotentie van 166 m windturbines bedraagt 0,06 TWh;
- de opwekpotentie van zonnevelden bedraagt 4,05 TWh.

Uit bovenstaande blijkt dat met name voor windturbines de energieopbrengst min of meer gelijk staat aan de verhouding zoals opgenomen in de RES 1.0 (11 % windenergie, 89 % zonne-energie). Voor de verschillende zonnevelden zijn in de RES 1.0 afspraken gemaakt over de percentuele benuttig van de aangewezen zoekgebieden. Hiermee is de berekende opwekpotentie een overschatting ten opzichte van de eerder vastgelegde afspraken.

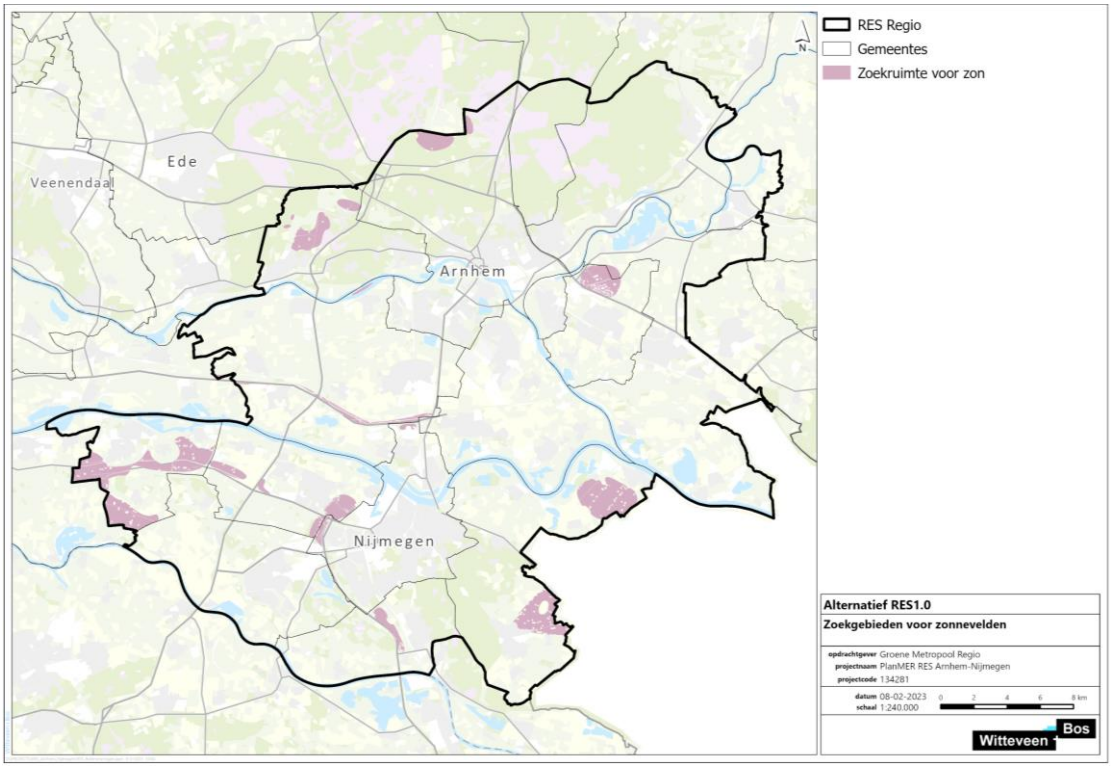
Afbeelding 5.6 Alternatief RES 1.0 120 m windturbines




Afbeelding 5.7 Alternatief RES 1.0 166 m windturbines



Afbeelding 5.8 Alternatief RES 1.0 zonnevelden




## 5.3.2 Alternatief Landschap

Het alternatief Landschap heeft als doel zoekgebieden voor wind en zon te definiëren die zoveel mogelijk rekening houden met landschappelijke waarden. Hiervoor is geen landschapsanalyse uitgevoerd, maar zijn de bekende landschappelijke waarden uitgesloten. Om kansrijke gebieden voor wind en zon te definiëren die aansluiten bij het doel van dit alternatief, zijn in het alternatief, naast de harde belemmeringen voor wind en zon, de volgende gebieden vermeden:

- molenbiotopen;
- waardevol open gebied;
- Nationaal Landschap;
- Nieuwe Hollandse Waterlinie;
- Romeinse Limes;
- historische buitenplaatsen.

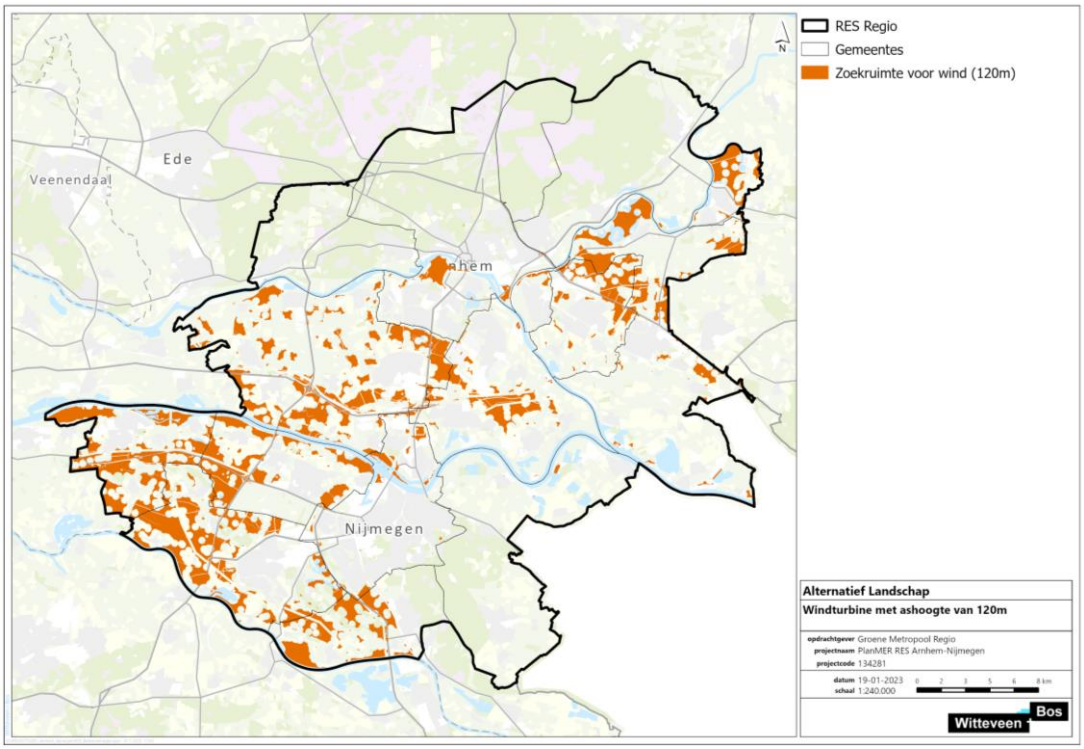
Afbeeldingen 5.9, 5.10 en 5.11 tonen de gebieden die overblijven als bovengenoemde gebieden vermeden worden. De overgebleven gebieden vormen samen het alternatief Landschap.

De theoretische opwekpotentie van dit alternatief is als volgt:

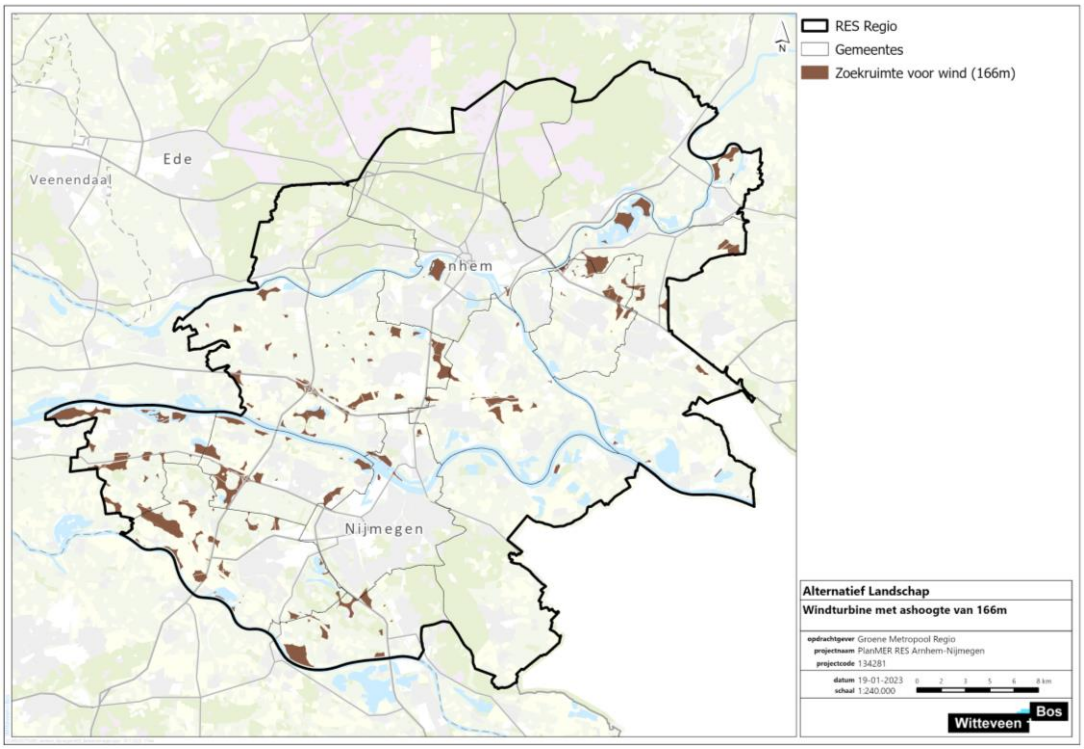
- de opwekpotentie van 120 m windturbines bedraagt 2,97 TWh;
- de opwekpotentie van 166 m windturbines bedraagt 0,96 TWh;
- de opwekpotentie van zonnevelden bedraagt 34,55 TWh.

Hiermee is aangetoond dat het alternatief voldoende ruimte biedt om de regionale opwekdoelstellingen te halen.

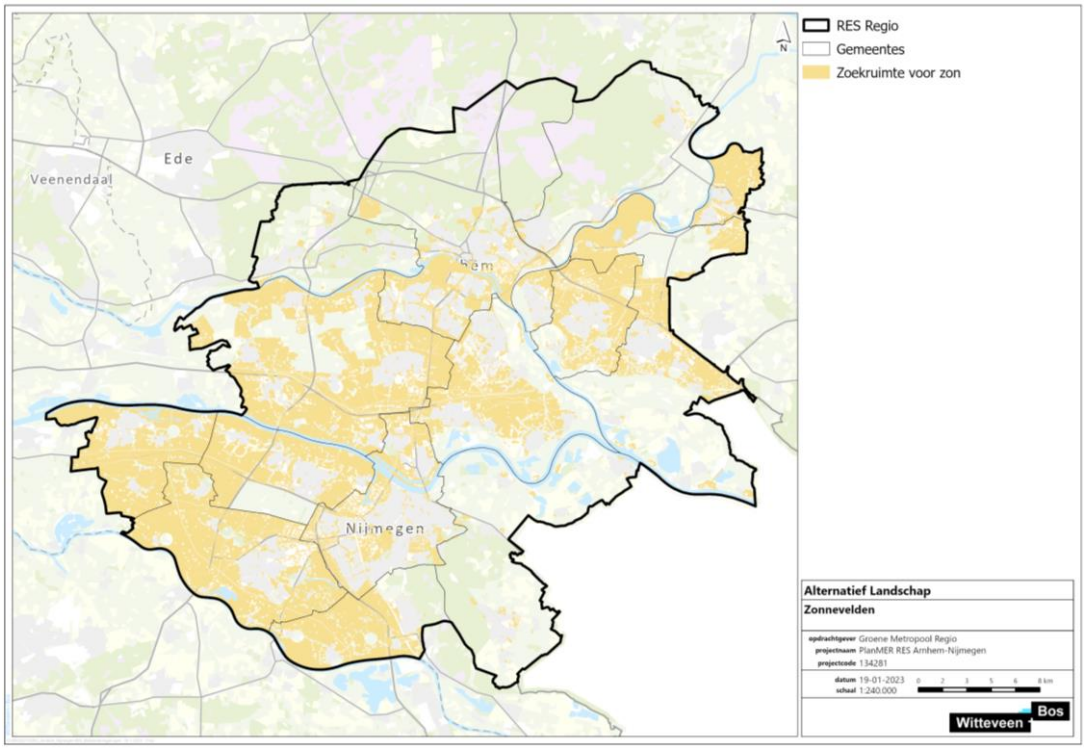
Afbeelding 5.9 Alternatief Landschap 120 m windturbines




Afbeelding 5.10 Alternatief Landschap 166 m windturbines



Afbeelding 5.11 Alternatief Landschap zonnevelden




### 5.3.3 Alternatief Natuur

Het alternatief Natuur heeft als doel zoekgebieden voor wind en zon te definiëren die rekening houden met de meest waardevolle gebieden vanuit het thema natuur.

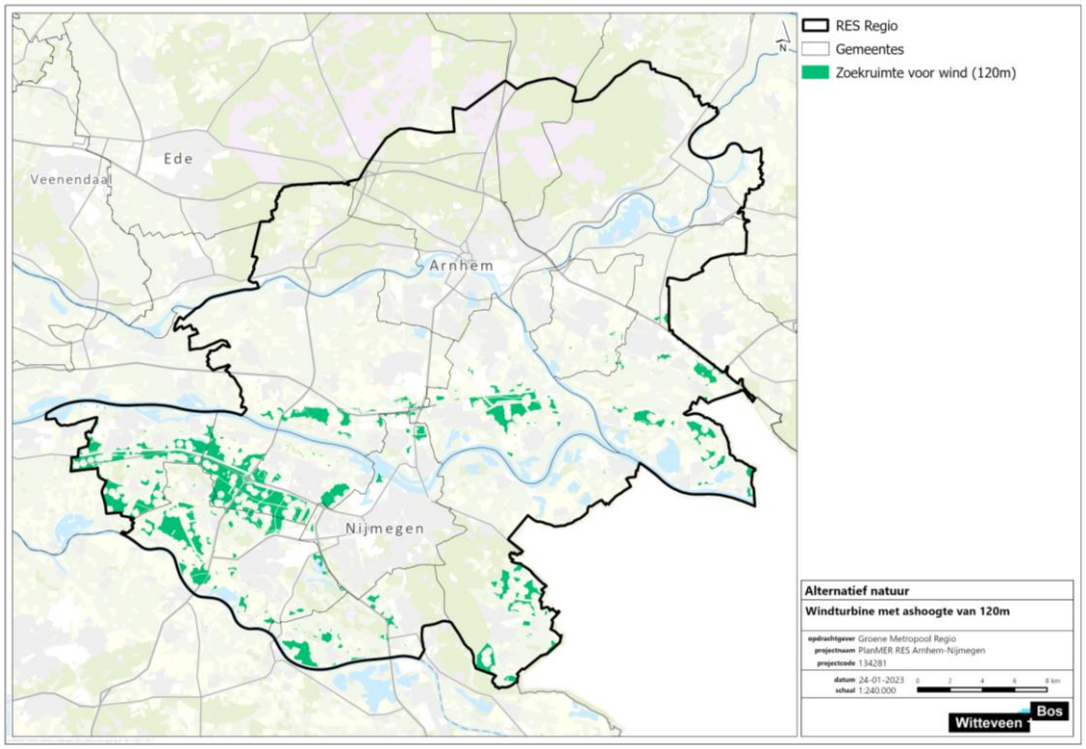
Om kansrijke gebieden voor wind en zon te definiëren die aansluiten bij het doel van dit alternatief, zijn in het alternatief de volgende gebieden vermeden:
- alle Natura 2000-gebieden;
- alle GNN;
- een zone van 8 km rondom Natura 2000-gebied de Veluwe om verstoring van het leefgebied van de Wespendief tegen te gaan (alleen wind);
- weidevogelgebieden;
- groene ontwikkelingszones;
- verstoringszones (½ rotordiameter) rondom Natura 2000-gebieden en GNN (alleen voor wind);
- ganzenrustgebieden;
- bosgebieden.

Afbeeldingen 5.12, 5.13 en 5.14 tonen de gebieden die overblijven als bovengenoemde gebieden vermeden worden. De overgebleven gebieden vormen samen het alternatief Natuur.

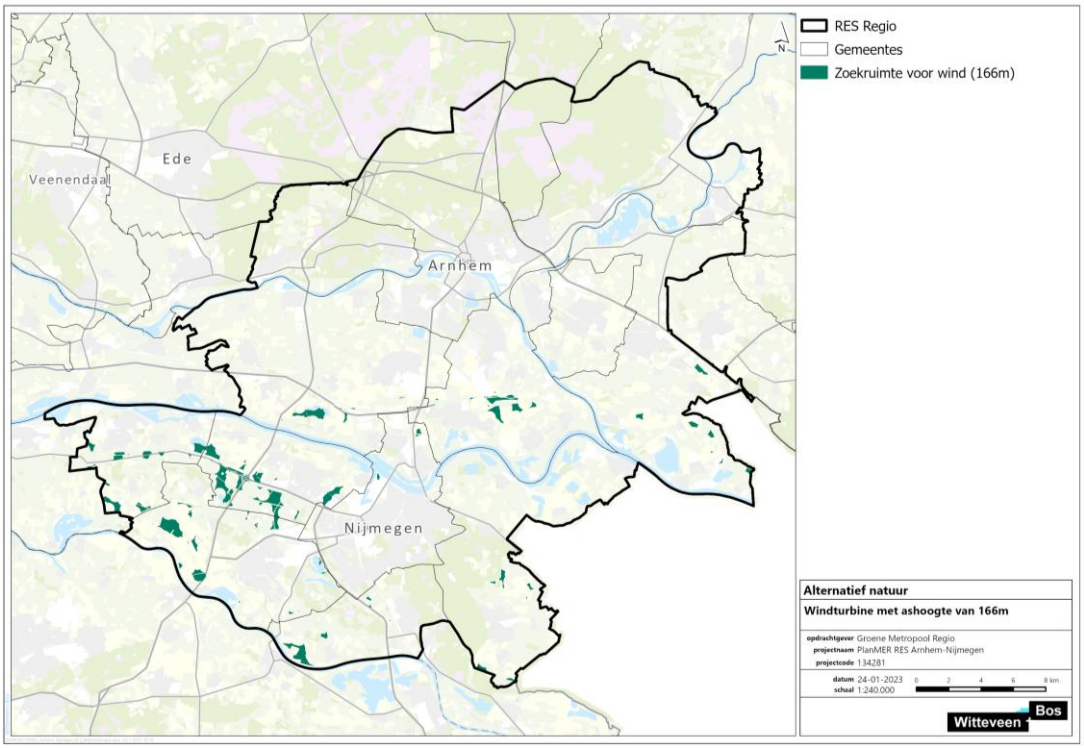
De theoretische opwekpotentie van dit alternatief is als volgt:
- de opwekpotentie van 120 m windturbines bedraagt 1,25 TWh;
- de opwekpotentie van 166 m windturbines bedraagt 0,35 TWh;
- de opwekpotentie van zonnevelden bedraagt 30,42 TWh.

Hiermee is aangetoond dat het alternatief voldoende ruimte biedt om de regionale opwekdoelstellingen te halen.

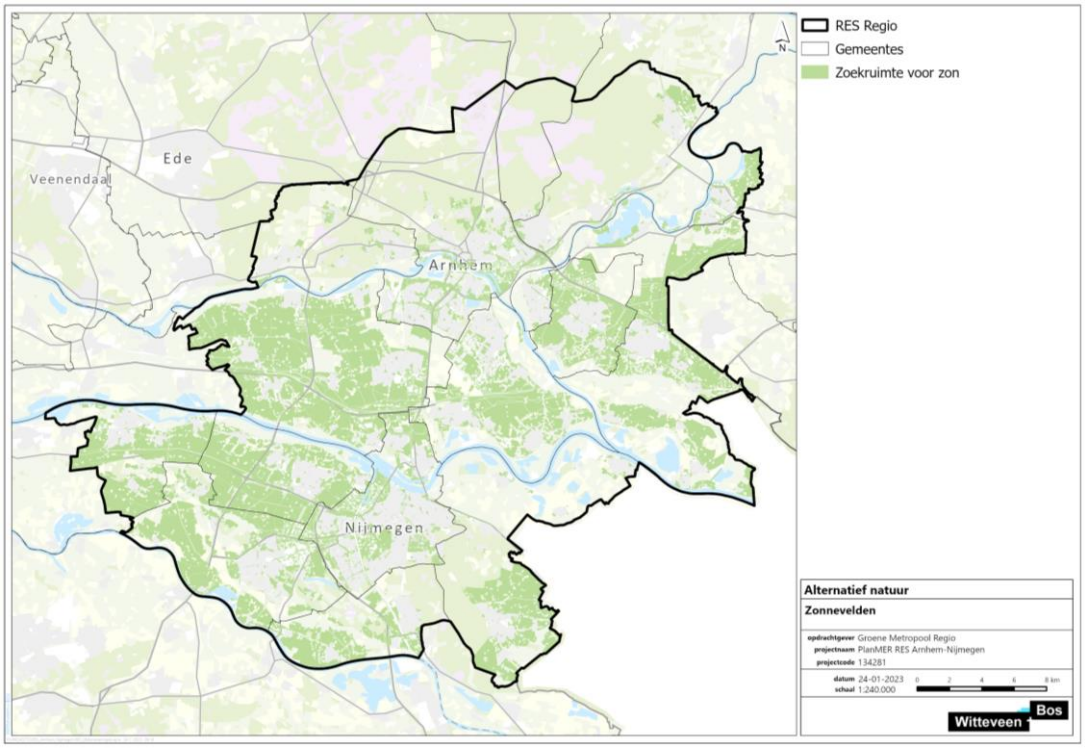
Afbeelding 5.12 Alternatief Natuur 120 m windturbines




Afbeelding 5.13 Alternatief Natuur 166 m windturbines



Afbeelding 5.14 Alternatief Natuur zonnevelden




## 5.3.4 Alternatief Leefomgeving

Het alternatief Leefomgeving heeft als doel zoekgebieden voor wind en zon te definiëren die zoveel mogelijk rekening houden met de leefomgeving. In dit planMER wordt bij het begrip leefomgeving uitgegaan van de omgeving waarin mensen wonen, werken en leven met daarbij een focus op geluidbelasting en veiligheid. Aspecten die van invloed zijn op een prettige leefomgeving, zoals groen, geurhinder en luchtkwaliteit zijn niet beschouwd.

Om kansrijke gebieden voor wind en zon te definiëren die aansluiten bij het doel van dit alternatief, zijn in het alternatief, naast de harde belemmeringen voor wind en zon, de volgende gebieden vermeden:

- externe veiligheid: rijkswegen, spoorwegen hoofdwaterwegen, waterkeringen, buisleidingen, BRZO-bedrijven en inrichtingen:
  - de gebruikers van de infrastructuur en bedrijven worden hiermee extra beschermd;
- geluidhinder:
  - 700 m rond alle woningen (alleen voor wind, op basis advies Commissie m.e.r.[1]);
  - contouren van de bestaande geluidbelasting boven de 63 dB $L_{den}$[2] vanuit het cumulatieve geluidniveau (data toegepast van Atlas voor Leefomgeving);
- stiltegebieden.

Afbeeldingen 5.15, 5.16 en 5.17 tonen de gebieden die overblijven als bovengenoemde gebieden vermeden worden. De overgebleven gebieden vormen samen het alternatief Leefomgeving.

---

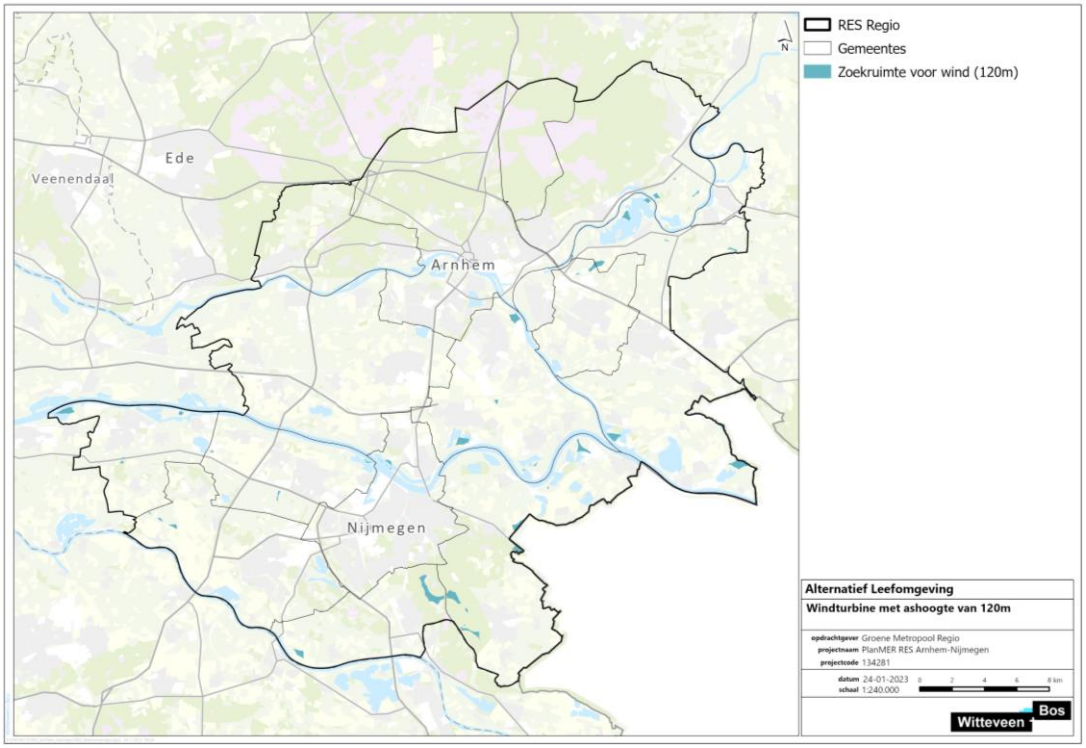
[1] De Commissie acht de in de NRD voorgestelde afstanden (45 en 47 dB Lden) aan de krappe kant voor het alternatief Leefomgeving. De Commissie acht de minimaal benodigde afstand om aan geluidseisen bij een gemiddelde windturbine te voldoen groter, met name bij 45 dB Lden. Met de 700 m wordt aangesloten bij een akoestisch 'gemiddelde' windturbine in de vermogensklasse van 4-7 MW.

[2] De 63 dB $L_{den}$ volgt uit het Actieplan Geluid 2018-2022 van de provincie Gelderland en wordt gezien als plandrempel. Bij deze waarde is vanuit gezondheidskundig oogpunt de kwalificatie 'onvoldoende' van toepassing volgens de methodiek 'Gezondheidseffectscreening'.

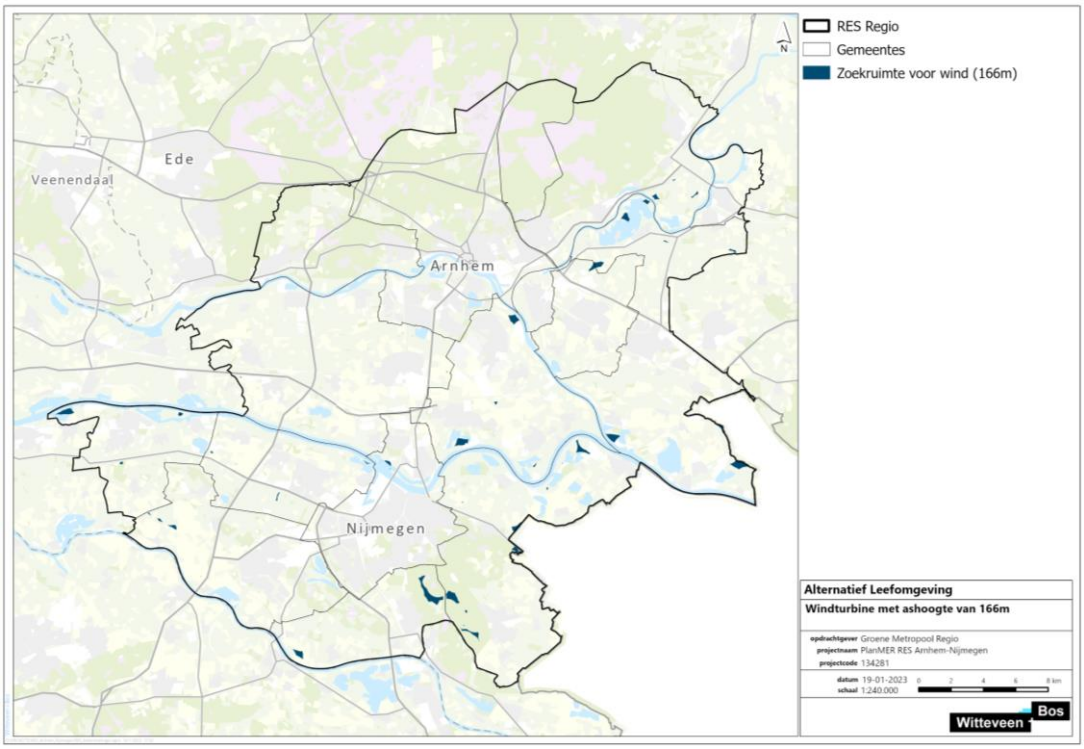
De theoretische opwekpotentie van dit alternatief is als volgt:
- de opwekpotentie van 120 m windturbines bedraagt 0,15 TWh;
- de opwekpotentie van 166 m windturbines bedraagt 0,13 TWh;
- de opwekpotentie van zonnevelden bedraagt 60,02 TWh.

Hiermee is aangetoond dat het alternatief voldoende ruimte biedt om de regionale opwekdoelstellingen te halen met een combinatie tussen zonnevelden en windturbines. Voor windturbines is de opwekpotentie lager dan de andere alternatieven (met uitzondering van het alternatief RES 1.0). Dit komt met name door de grotere afstand tot woningen Desondanks is het relevant dit alternatief te onderzoeken, omdat het inzicht geeft in de effecten van het aanhouden van een grotere afstand tot woningen, zowel op het milieu als de energieopbrengsten.

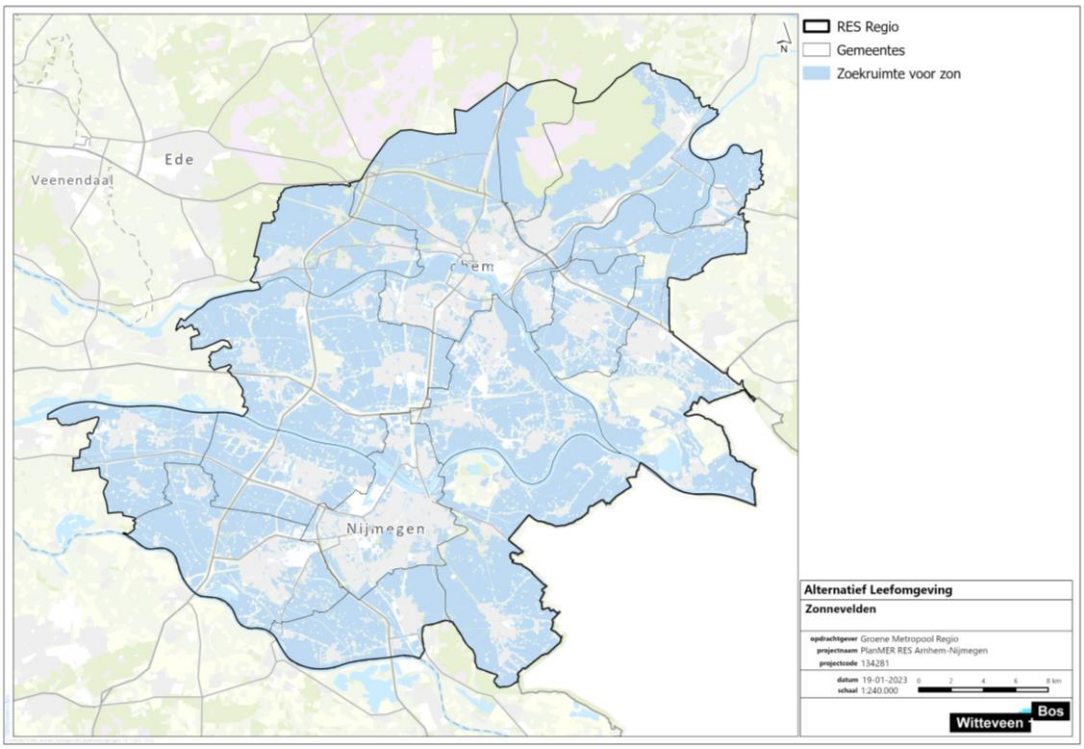
Afbeelding 5.15 Alternatief Leefomgeving 120 m windturbines



Afbeelding 5.16 Alternatief Leefomgeving 166 m windturbines




Afbeelding 5.17 Alternatief Leefomgeving zonnevelden



# 6

# ONDERZOEKSAANPAK WIND- EN ZONNE-ENERGIE

Dit hoofdstuk beschrijft de onderzoeksaanpak voor de effectanalyses voor wind- en zonne-energie. Paragraaf 6.1 laat de algemene ingreep-effectrelaties zien die de basis vormen voor de effectanalyses. Hieruit volgen criteria, die tezamen het beoordelingskader (6.2) vormen. Paragraaf 6.3 beschrijft de beoordelingsmethodiek voor de maatgevende en niet-maatgevende effecten voor wind- en zonne-energie. De methodiek is hierbij per thema kort uiteengezet. Ten slotte geeft paragraaf 6.4 een toelichting op de niet-maatgevende effecten.

## 6.1 Ingreep-effectrelaties

De realisatie van wind en zon op land heeft effecten op verschillende milieuaspecten. Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door de realisatie van windturbines of zonnevelden. De verschillende onderdelen worden hieronder toegelicht. Tabel 6.1 laat vervolgens de algemene ingreep-effectrelaties voor windenergie en zonne-energie zien. Deze ingreep-effectrelaties zijn passend bij het schaalniveau van het planMER. Per milieuthema zijn deze ingreep-effectrelaties verder gespecificeerd. De ingreep-effectrelaties van de benodigde energie-infrastructuur en niet-maatgevende effecten zijn niet beschouwd. Dit is geen onderdeel van dit planMER en zal op projectniveau verder onderzocht en uitgewerkt moeten worden.

### Windturbines

Locaties voor wind op land bestaan uit langdurige[1], fysieke componenten en tijdelijke componenten. Hierbij gaat het om de volgende componenten:

- één (bij realisatie nabij bestaande windturbines) of meerdere windturbines, variërend in omvang en vermogen;
- parkbekabeling om de opgewekte elektriciteit van de windturbine(s) te verzamelen;
- een inkoopstation waar vanuit de opgewekte elektriciteit op het openbare elektriciteitsnet van de netbeheerder wordt gebracht;
- toegangswegen en om de bereikbaarheid van de winturbines tijdens de gebruiksfase te borgen;
- opstelplaatsen voor kranen voor de bouw van de windturbines[2];
- bouwwegen voor de aanvoer van de windturbines, parkbekabeling en het inkoopstation[2].

Voor de fundering van windturbines worden graafwerkzaamheden uitgevoerd tot circa 5 m-mv. Heipalen voor de fundering komen tot circa 30 m-mv. De oppervlakte van de fundering van de 120 m windturbine is geschat op 625 $m^2$ (25 x 25 m). Voor de 166 m windturbine is deze ingeschat op 900 $m^2$ (30 x 30 m). De effecten van de aanleg van kabels voor de aansluiting op het openbare elektriciteitsnet worden niet onderzocht, omdat de effecten naar verwachting alleen zeer lokaal optreden. Hiermee sluiten deze niet aan bij het detail- en schaalniveau van dit regionale planMER.

---

[1] In dit planMER wordt gesproken over langdurige effecten als de effectduur langer is dan de aanlegfase. Het kan daarbij gaan om permanente effecten, maar ook over tijdelijke effecten die na een (aantal) jaren weer afnemen.

[2] Per windturbinepark zal moeten worden bepaald of deze onderdelen permanent blijven bestaan of niet. Voor het planMER wordt dit beschouwd als permanent effect. De effecten van bouwwegen, parkbekabeling en het inkoopstation zijn niet separaat onderzocht in dit planMER, omdat dit niet past bij het detailniveau van het planMER. Op projectniveau dient dit verder uitgewerkt te worden.

### Zonnevelden

Locaties voor zon op land bestaan uit langdurige, fysieke componenten en tijdelijke componenten, namelijk:

- de zonnepanelen, inclusief onderconstructie waar de panelen op zijn gemonteerd;
- parkbekabeling om de opgewekte elektriciteit van de zonnepanelen te verzamelen;
- een omvormstation waar de gelijkstroom wordt omgezet naar wisselstroom. Vanuit hier wordt de elektriciteit op het openbare elektriciteitsnet van de netbeheerder gebracht.

Zonnevelden hebben een fundering van circa 30 cm diep die voornamelijk met pinnen in de grond wordt gezet. De effecten van de aanleg van kabels voor de aansluiting op het openbare elektriciteitsnet worden niet onderzocht in dit planMER, omdat de effecten naar verwachting alleen zeer lokaal optreden. Hiermee sluiten deze niet aan bij het detail- en schaalniveau van dit regionale planMER. Dit geldt tevens voor de tijdelijke effecten voor de aanleg van zonnevelden, tenzij deze effecten een langdurige doorwerking kennen.

Tabel 6.1 Ingreep-effectrelaties wind- en zonne-energie

| Techniek | Milieuaspect | Effect | Criterium |
|---|---|---|---|
| **windenergie**<br>- ingraven of inheien van fundering<br>- aanleg kabels<br>- bemaling<br>- aanleggen verharding<br>- oprichting windturbine(s)<br>- geluidproductie<br>- draaien windturbinebladen | natuur | verstoring of vernietiging beschermde gebieden en soorten | - effecten op habitattypen en soorten Natura 2000-gebieden<br>- effecten op beschermde soorten Wnb<br>- effecten op overige natuurgebieden |
| | bodem | verslechtering van de bodemkwaliteit en veroorzaken zettingen | - invloed op de bodemkwaliteit<br>- risico op zettingen |
| | landschap | aantasting van landschappelijke waarden en structuren | - invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken<br>- invloed op landschapstype en landschapsstructuur |
| | 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<br>- invloed op verwachte archeologische waarden |
| | geluid | geluidhinder op omliggende woningen | - invloed op geluidsgevoelige bestemmingen binnen geluidscontouren |
| | gezondheid | effecten op de gezondheid van omwonenden | - invloed op gezondheid bewoners gevoelige objecten |
| | slagschaduw | slagschaduw op omliggende woningen | - invloed op kwetsbare objecten |
| | veiligheid | risico op een ongeval door omvallen of bladbreuk van een windturbine | - invloed op kwetsbare objecten |
| | | risico op aanvaring met vliegverkeer en hinder (defensie)radar | - invloed op luchtvaartveiligheid<br>- invloed op (defensie)radar |
| | grondwater | kans op doorboring scheidende kleilagen met fundering windturbines en risico | - risico op verzilting<br>- invloed op waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden |

| Techniek | Milieuaspect | Effect | Criterium |
|---|---|---|---|
| | | op omhoog trekken van zout grondwater door bemaling | |
| | ruimtegebruik | oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties | - invloed op ruimtegebruik |
| **zonne-energie**<br>- ingraven of inheien van fundering<br>- aanleg kabels<br>- aanleggen verharding<br>- oprichting zonnevelden inclusief hekwerk<br>- geluidproductie transformatorhuis<br>- landschappelijke inpassing | natuur | verstoring of vernietiging beschermde gebieden en soorten | - effecten op habitattypen en soorten Natura 2000-gebieden<br>- effecten op beschermde soorten Wnb<br>- effecten op overige natuurgebieden |
| | bodem | verslechtering van de bodemkwaliteit | - invloed op de bodemkwaliteit |
| | landschap | aantasting van landschappelijke waarden en structuren | - invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken<br>- 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<br>- invloed op verwachte archeologische waarden |
| | ruimtegebruik | oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties | - invloed op ruimtegebruik |

**Positieve milieueffecten niet onderzocht**
Naast de effecten die hierboven benoemd zijn, zorgt de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden ook voor de opwek van duurzame elektriciteit. Deze elektriciteit draagt bij aan het verder elektrificeren van het energieverbruik in Nederland en kan het gebruik van fossiele bronnen verminderen. Dit heeft een positieve invloed op de uitstoot van $CO_2$ en draagt bij aan een verbeterde luchtkwaliteit. Hoewel dit een positief milieuaspect is, wordt in dit planMER niet de milieuwinst ten aanzien van verminderde $CO_2$-uitstoot onderzocht. Dit past niet bij het detailniveau van het planMER, waarbij onderzocht wordt welke milieueffecten optreden bij de opwek van grootschalige duurzame energie. Er wordt in dit planMER niet onderzocht waar en door wie de opgewekte energie gebruikt gaat worden. Wel wordt inzicht gegeven in de potentiële energieopbrengst van de onderzochte gebieden (zie hoofdstuk 5). Daarnaast worden ook eventuele positieve effecten door bijvoorbeeld financiële participatie niet onderzocht in dit planMER.

## 6.2 Beoordelingskader wind- en zonne-energie

Deze paragraaf toont het beoordelingskader voor wind- en zonne-energie. De ingreep-effectrelaties (zie paragraaf 6.1) vormen de basis voor de invulling van het beoordelingskader. Uitgangspunt voor dit planMER is dat de effectanalyses en -beoordelingen beslisinformatie leveren voor de besluitvorming over:
- toe te passen opwektechnieken (zon of wind);
- de zoekgebieden voor grootschalige opwek.

### Maatgevende en niet-maatgevende criteria

Niet alle criteria uit de ingreep-effectrelaties dragen bij aan de benodigde beslisinformatie op regionaal schaalniveau. Daarom maakt het beoordelingskader onderscheid tussen:

- **maatgevende criteria**: de maatgevende criteria 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;
- **niet-maatgevende criteria:** de niet-maatgevende criteria worden enkel beschreven, omdat deze criteria bijvoorbeeld inzicht geven in locatie specifieke aandachtspunten die relevant zijn voor de nadere uitwerking van projecten of veelal te mitigeren zijn. De criteria zijn in deze fase van het proces voor de RES 2.0 minder sterk van invloed op de keuze voor windturbines of zonnevelden en de locatie. Hiermee passen ze niet bij het detail- en schaalniveau van het planMER. De niet-maatgevende criteria zijn opgenomen in paragraaf 6.4. Bij de ontwikkeling van concrete projecten kunnen deze niet-maatgevende criteria wel van belang zijn voor de beoordeling van de effecten.

*Uitgangspunten beoordelingskader*

Bij het opstellen van het beoordelingskader zijn verder de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- in dit planMER zijn alleen langdurige effecten onderzocht. Dit zijn effecten met een langere doorwerking dan de tijdelijke effecten die door de aanlegwerkzaamheden worden veroorzaakt;
- bij de alternatievenontwikkeling is een aantal gebieden bij voorbaat uitgesloten (de zogenaamde harde belemmeringen). Deze onderdelen komen daarom niet terug in het beoordelingskader:
  - overlap met bebouwing;
  - overlap met infrastructuur (weg, spoorweg, vaarweg);
  - overlap met (bekende) bestaande kabels en leidingen.

Sommige aspecten en criteria zijn enkel van toepassing op of windenergie ofwel zonne-energie. Dit is tussen haakjes aangegeven bij het aspect of het criterium.

Tabel 6.2 laat het beoordelingskader voor wind- en zonne-energie zien. Aansluitend is voor de maatgevende criteria een nadere toelichting opgenomen in paragraaf 6.3. In paragraaf 6.4 is nader toegelicht waarom enkele criteria als niet-maatgevend zijn beschouwd.

Tabel 6.2 Beoordelingskader wind- en zonne-energie

| Aspect | Criterium | Methode | (Niet-) maatgevend? |
|---|---|---|---|
| **Bodem en water (relevant voor wind en zon)** | | | |
| bodemkwaliteit | invloed op de bodemkwaliteit | GIS-analyse op basis van overzicht bodemverontreinigingen Arnhem-Nijmegen | niet-maatgevend |
| | risico op zettingen | kwalitatieve analyse op basis van bodemtypen | niet-maatgevend |
| grondwater | risico op verzilting | kwalitatieve quickscan | niet-maatgevend |
| | invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| **Natuur (relevant voor wind en zon)** | | | |
| beschermde soorten en habitattypen Natura 2000-gebied | effecten op Natura 2000-gebieden | kwalitatieve quickscan | maatgevend |

| Aspect | Criterium | Methode | (Niet-) maatgevend? |
|---|---|---|---|
| overige beschermde soorten | effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| GNN | effecten op GNN | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| overige beschermde gebieden | effecten op Groene Ontwikkelingszones (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) en effecten op weidevogelgebieden | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| **Landschap, cultuurhistorie en archeologie (relevant voor wind en zon)** | | | |
| landschap | invloed op landschapstype en -structuur | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| | invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| cultuurhistorie | invloed op cultuurhistorische waarden (historische geografie en historische bouwkunde) | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| archeologie | aantasting van bekende archeologische waarden | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| | aantasting van verwachte archeologische waarden | kwalitatieve quickscan | maatgevend |
| **Veiligheid (relevant voor wind)** | | | |
| externe veiligheid | invloed op (beperkt) kwetsbare objecten | analyse indicatief bereik PR10-5 en PR10-6. Voor windenergie op basis van Handreiking risicozonering windturbines | maatgevend |
| | invloed op andere risicobronnen | analyse aanwezige risicobronnen en daaruit volgende beperkingen | maatgevend |
| Defensie, radar en luchtvaartveiligheid | invloed op Defensie, radar en luchtvaart | analyse hoogtebeperkingen op basis van Viewer Hoogtebeperkingen Luchtvaart en Defensieradar | maatgevend |
| **Leefomgeving (relevant voor wind en zon)** | | | |
| geluid (relevant voor wind en zon) | overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten (gebruiksfase) | kwantitatieve- en GIS-analyse geluidscontouren | maatgevend |
| geluid (relevant voor wind) | geluidgehinderden onder de norm van 47 dB Lden (gebruiksfase) | kwantitatieve- en GIS-analyse geluidscontouren | niet-maatgevend |
| gezondheid (relevant voor wind) | invloed op de gezondheidsscore van gevoelige objecten | kwalitatieve analyse | niet-maatgevend |
| slagschaduw (relevant voor wind) | invloed op kwetsbare objecten door slagschaduw | kwalitatieve analyse o.b.v. contouren slagschaduw | niet-maatgevend |
| **Gebruiksfuncties (relevant voor wind en zon)** | | | |
| ruimtegebruik | invloed op ruimtegebruik | GIS-analyse naar oppervlakteverlies | maatgevend |

### Herbeoordeling algemene normen geluid, slagschaduw en veiligheid door uitspraak Raad van State

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.

**Tijdelijke overbruggingsregeling en planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving**
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 planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving deel van uitmaakt. Het opstellen van het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving is gestart (NRD en reactienota zijn gepubliceerd[1]). De overbruggingsregeling geldt alleen voor windturbineparken waarvoor op 30 juni 2021 al definitieve toestemmingen in het ruimtelijke spoor en het milieuspoor waren verleend.

Voor nieuwe windparken gelden de Rijksregels voor windturbines in het Activiteitenbesluit door de uitspraak niet meer. Dit is nu juridisch vastgelegd in de overbruggingsregeling, die ook de vergelijkbare regels in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) buiten werking stelt. De nieuwe, nog op te stellen regels voor windturbineparken treden volgens de voorlopige planning in werking nadat de Omgevingswet inwerking is getreden (naar verwachting op 1 januari 2024). Tot die tijd moet het bevoegd gezag voor nieuwe windparken voorschriften opnemen in de omgevingsvergunning of een maatwerkbesluit.

Uit de reactienota behorende bij de NRD voor het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving blijkt dat het planMER naast de 45 dB en 47 dB Lden normen, ook de 37, 40, 43 en 50 dB Lden normen onderzoekt. Daarnaast wordt er verwezen naar het onderzoek dat in gaat op afstandsnormen voor windturbines[2]. In het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving worden de resultaten van dit onderzoek meegenomen. Omdat het op dit moment onduidelijk is wat de nieuwe normen worden voor geluidhinder, slagschaduw en externe veiligheid, is gekozen om in het planMER uit te gaan van de 'bestaande' normen uit het Activiteitenbesluit. Hierbij geldt de kanttekening dat in het alternatief Leefomgeving (zie paragraaf 5.3.2) uitgegaan wordt van een grotere geluidshindercontour (700 m) rond kwetsbare objecten. Dit is passend bij het detailniveau van dit planMER en de omvang van het plangebied. In de verdere uitwerking van de zoekgebieden in de RES 2.0, middels bijvoorbeeld een projectMER zal in ieder geval nadere invulling worden gegeven aan de normen die op dat moment gelden. Indien nodig kan een lokale afweging gemaakt worden.

## 6.3 Beoordelingsmethodiek maatgevende effecten

Het planMER voert een effectanalyse uit voor alle maatgevende criteria uit tabel 6.2. Daarnaast zijn de effecten op de maatgevende criteria ook beoordeeld op basis van een 4-punts beoordelingsschaal. Tabel 6.3 presenteert een generieke beoordelingsschaal voor de effectbeoordeling. De onderstaande paragrafen beschrijven de specifiek gemaakte beoordelingsschalen voor de effectbeoordeling en de onderzoeksaanpak per criterium.

**Generieke beoordelingsschaal**
Effecten op het milieu en de omgeving als gevolg van de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden zijn te verdelen in effecten tijdens de aanlegfase, de gebruiksfase (gebruik, onderhoud, reparaties) en de verwijderingsfase. De tijdelijke effecten zijn in het planMER niet onderzocht, tenzij de effecten langer duren dan de aanlegfase. Om de effecten van de windturbines en zonnevelden 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 6.3. Deze beoordelingsschaal is voor elk criterium nader gespecificeerd. Hierbij geldt dat een sterk negatieve (--) beoordeling alleen van toepassing is als zeker is dat ontwikkeling van windturbines en/of zonnevelden vanuit milieuperspectief niet haalbaar is in de periode tot 2030. Daar waar geen effecten worden verwacht is een neutrale (0) beoordeling

[1] https://www.platformparticipatie.nl/windturbinebepalingen/voornemen+windturbinebepalingen/default.aspx.
[2] https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/04/21/onderzoek-afstandsnormen-windturbines.

van toepassing. Indien effecten worden verwacht, maar deze naar verwachting relatief eenvoudig te mitigeren zijn volgt een licht negatieve (0/-) beoordeling. Bij effecten waarbij niet met zekerheid valt te beoordelen dat een locatie niet-haalbaar is, maar waarbij ook mitigerende maatregelen mogelijk niet voldoende zijn, volgt een negatieve (-) beoordeling. Voor de regio zit in de gebieden die niet als sterk negatief (--) zijn beoordeeld de afweging tussen de verschillende milieueffecten en de toe te passen energietechniek. Deze gebieden zijn geschikt (te maken) voor wind- en zonne-energie. Zoals benoemd in paragraaf 6.2 worden in dit planMER positieve milieueffecten niet onderzocht. Dit betekent niet dat er geen positieve effecten kunnen zijn. Op projectniveau kan onderzocht worden of er daadwerkelijk positieve effecten aanwezig zijn.

Tabel 6.3 Generieke beoordelingsschaal

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | er is geen of een zeer beperkt effect ten opzichte van de referentiesituatie |
| 0/- | licht negatief effect | (beperkt) negatieve effecten, maar deze zijn naar verwachting goed te mitigeren |
| - | negatief effect | negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie, maar deze zijn mogelijk te mitigeren of compenseren |
| -- | sterk negatief effect | sterk negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie die naar verwachting niet te mitigeren zijn |

### 6.3.1 Bodem en water

**Invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden**

De aanleg van windturbines en zonnevelden kan tot een negatief effecten op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden leiden. De grondwaterkwaliteit kan namelijk negatief beïnvloed worden door diepe boringen en/of het lekken van schadelijke stoffen. Hierdoor kunnen verontreinigingen met lekstromen in het diepere grondwater komen. Voor de aanleg van de windturbines zullen grond- en funderingswerkzaamheden nodig zijn tot een diepte van circa 30 m. Voor zonnevelden is dit een diepte van 0,3 m. Gebieden als waterwingebieden of grondwaterbeschermingsgebieden, die sterk afhankelijk zijn van een goede kwaliteit van het grondwater, worden door wetgeving en beleid beschermd tegen negatieve effecten. Dergelijke beschermde gebieden liggen in het zoekgebied, zoals aangegeven in paragraaf 4.2.5. Daarnaast zijn er boringvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden in het plangebied.

Voor de aanleg van funderingen op land is naar verwachting bemaling nodig. Dit kan eveneens invloed hebben op de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit. Dit is een tijdelijk effect op de grondwaterkwaliteit en is afhankelijk van de locatie goed te mitigeren, bijvoorbeeld door het toepassen van retourbemaling. In de gebruiksfase hebben windturbines en/of zonnevelden geen effect op de grondwaterkwaliteit- en kwantiteit doordat geen gebruik wordt gemaakt van uitlogende materialen[1]. Dit effect wordt daarom niet beoordeeld in dit planMER.

*Waterwingebieden*

Volgens artikel 3.10 van de Omgevingsverordening Gelderland geldt voor waterwingebieden een verbod voor het uitvoeren van grondroerende werkzaamheden dieper dan 2 m onder het maaiveld. In artikel 3.36 zijn voorwaarden opgenomen om een ontheffing te verkrijgen voor het uitvoeren van werkzaamheden dieper dan 2 m. Het wordt voor dit planMER niet waarschijnlijk geacht dat bij de ontwikkeling van windturbines kan worden voldaan aan de ontheffingsvoorwaarden uit artikel 3.36. Hiermee geldt dat de ontwikkeling van windturbines een sterk negatief effect heeft op waterwingebieden. De fundering van zonnevelden reikt minder diep dan 2 m.

[1] Uitlogende materialen zijn metalen zoals zink, koper en lood, Wanneer deze in contact komen met (regen) water komen kleine metaaldeeltjes in het water of in de bodem terecht. Dit kan giftig zijn voor het leven in het water of in de bodem.

*Grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones*

Voor grondwaterbeschermingsgebieden[1] en boringvrije zones[2] geldt een verbod voor het uitvoeren van grondroerende werkzaamheden voor een diepte van 3 m of meer onder het maaiveld. Dit staat in artikel 3.16 en 3.25 van de Omgevingsverordening. Er zijn mogelijkheden om hier van af te wijken. De mogelijkheden voor de plaatsing van windturbines en/of zonnevelden in de grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones van het plangebied zullen moeten worden onderzocht voor elk gebied aan de hand van de bijbehorende maximale boring dieptes.

*Kwetsbare drinkwaterbeschermingsgebieden*

In kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden[3] geldt een verbod voor het roeren van de bodem dieper dan 10 m onder het maaiveld volgens artikel 3.32d van de Omgevingsverordening Gelderland, tenzij wordt voldaan aan de voorschriften in de bijlage Grondwaterbescherming, onderdeel F. Hierbij moet de aanleg van windturbines voldoen aan de meldingsplicht door de diepe fundering. Funderingen voor zonnevelden zullen niet meer dan 10 m diep gaan. Voor de aanleg zal daarom geen melding voor grondwerkzaamheden nodig zijn.

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

- er dient rekening gehouden te worden met het op of in de bodem brengen van afstromend water voor zonnevelden groter dan 1 hectare. 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 zonnevelden 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.

*Beoordelingsschaal*

Voor de beoordeling (tabel 6.4) van de invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden geldt een onderscheidende beoordeling voor windturbines en zonnevelden.

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.

Voor zonnevelden geldt geen sterk negatieve beoordeling (--) of negatieve (-) beoordeling, omdat de fundering niet dieper reikt dan circa 0,3 m. Wel geldt een licht negatieve (0/-) beoordeling voor plaatsing in een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en kwetsbare drinkwaterbeschermingsgebieden, omdat voor deze gebieden diverse aandachtspunten bestaan.

Bij realisatie buiten de begrenzing van waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is een neutrale beoordeling van toepassing.

---

[1] Beschermingsgebied voor grondwater waar het grondwater binnen 25 jaar bij een pompput voor de openbare drinkwatervoorziening kan zijn en waar geen afdoende beschermende kleilaag aanwezig is.

[2] Beschermingsgebied grondwater waar het grondwater binnen 25 jaar bij een pompput voor de openbare drinkwatervoorziening kan zijn en waar een kleilaag aanwezig is boven dat grondwater.

[3] Kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied is een gebied waar het grondwater wordt beschermd voor een potentiële drinkwaterwinning in de toekomst.

Tabel 6.4 Beoordelingsschaal invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling vindt plaats buiten waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling van zonnevelden leidt tot beperkt negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie, door grond- en/of funderingswerkzaamheden binnen een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en/of een kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt tot negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie, door grond- en/of funderingswerkzaamheden voor realisatie van windturbines binnen een grondwaterbeschermingsgebied, boringvrije zone en/of een kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt tot sterk negatieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie, door grond- en/of funderingswerkzaamheden voor windturbines binnen waterwingebieden |

### 6.3.2 Natuur

De effecten van windturbines en zonnevelden op natuur zijn beschouwd in bijlage V. Deze paragraaf bevat een korte toelichting van de beoordelingsmethodiek en de beoordelingsschaal. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de effecten op Natura 2000-gebieden, GNN, Groene Ontwikkelingszones (inclusief ganzenrustgebieden), weidevogelgebieden en beschermde soorten. Voor een uitgebreide toelichting en meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar bijlage V.

**Effecten op Natura 2000-gebieden**

Effecten op Natura 2000-gebieden worden beoordeeld aan de hand van instandhoudingsdoelstellingen (IHD) die in het aanwijzingsbesluit en de wijzigingsbesluiten voor de betreffende gebieden zijn vastgesteld. De IHD kunnen zowel habitattypen, habitatsoorten als vogelsoorten betreffen. Ontwikkelingen zoals de realisatie van windturbines en/of zonnevelden zijn enkel vergunbaar wanneer deze niet leiden tot significante effecten op de IHD van de aangewezen soorten en habitats van deze gebieden. Om te beoordelen of dergelijke voorzieningen zijn toegestaan moeten de effecten op de aangewezen natuurwaarden worden getoetst en beoordeeld.

Voor de effectbeoordeling van het criterium effecten op Natura 2000-gebieden zijn twee beoordelingsschalen gehanteerd. Dit is een beoordelingsschaal voor stikstof en een beoordelingsschaal voor overige effecten, zoals oppervlakteverlies en verstoring. Dit is gedaan, omdat de effecten van stikstofdepositie doorgaans dominant zijn ten opzichte van de overige effecttypen, zoals verstoring. Ook heeft atmosferische stikstofdepositie een grotere reikwijdte dan overige effecttypen. Door de beoordelingsschalen te splitsen, blijft voldoende inzicht bestaan in alle effecten.

*Natura 2000 - stikstofdepositie*

Stikstofemissie als gevolg van de realisatie van windturbines en zonnevelden kan zorgen voor stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen. Aan de onder Natura 2000-gebieden beschermde habitattypen zijn kritische depositiewaarden (KDW) gekoppeld. Bij stikstofdepositie boven de KDW op één of meerdere stikstofgevoelige habitattypen geldt een negatieve (-) beoordeling. Bij stikstofdepositie onder de KDW geldt een licht negatieve (0/-) beoordeling, omdat er wel een effect aanwezig is, maar deze niet de grenswaarden overschrijft[1]. Voor stikstof geldt de verwachting dat de alternatieven alleen in de aanlegfase zorgen voor stikstofdepositie. Daarom is in dit planMER geen sterk negatief (--) effect van toepassing. Indien

[1] Voor elk project dat stikstof veroorzaakt, moeten de stikstofgevolgen tot op een afstand van 25 km berekend worden. Dit volgt uit de uitspraak van de Raad van State van 5 april 2023 (ECLI:NL:RVS:2023:1299). Effecten kunnen dus in theorie plaatsvinden op een afstand van 25 km van het project.

er geen effecten worden verwacht geldt een neutrale (0) beoordeling. Dit is het geval als de ontwikkeling op een afstand van meer dan 25 km van Natura 2000-gebieden plaatsvindt.

Tabel 6.5 toont de beoordelingsschaal voor stikstof in het kader van het criterium Natura 2000-gebieden.

Tabel 6.5 Beoordelingsschaal Natura 2000 - stikstof

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt niet tot een meetbare verandering van stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen ten opzichte van de referentiesituatie |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt mogelijk tot (tijdelijke) stikstofdepositie onder de kritische depositiewaarde op een of meerdere stikstofgevoelige habitattypen. Extra onderzoek moet uitwijzen hoe groot de gevolgen zijn voor de natuur |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt mogelijk tot (tijdelijke) stikstofdepositie boven de kritische depositiewaarde op een of meerdere stikstofgevoelige habitattypen. Extra onderzoek moet uitwijzen of significante gevolgen op de IHD te voorkomen zijn |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

*Natura 2000 - overige effecten*

De ontwikkeling van windturbines en zonnevelden kan zorgen voor effecten op Natura 2000, zoals verstoring en aanvaring. Het gaat hierbij om de effecten op de aangewezen soorten en leefgebieden (habitats) van de Natura 2000-gebieden. Tabel 6.6 toont de beoordelingsschaal voor de overige effecten die relevant zijn in het kader van het criterium Natura 2000 - overige effecten.

Bij ligging binnen Natura 2000-gebieden of binnen een 1 km zone van het Natura 2000-gebied Veluwe (Wespendief) geldt voor windturbines een sterk negatieve (--) beoordeling. Deze zone van 1 km rond de Veluwe is al uitgesloten op basis van de harde belemmeringen. Voor de Natura 2000-gebieden die aangewezen zijn als habitatrichtlijn geldt verder binnen een zone van 1,5 km[1] een negatieve (-) beoordeling. Dit is gebaseerd op de meest verstorende werkzaamheden die in het kader van de realisatie mogelijk plaatsvinden, namelijk heiwerkzaamheden, maar ook door de werking van slagschaduw op de habitattypen. Bij ligging binnen de 10 km contour[2] van vogelrichtlijngebieden geldt een licht negatief effect (0/-). In en om het plangebied zijn Natura 2000-gebieden de Rijntakken en Vogelschutsgebiet Unterer Niederrhein aangewezen als vogelrichtlijngebieden. Voor de overige gebieden geldt een neutrale (0) beoordeling. Op projectMER-niveau is nader onderzoek nodig om te bepalen wat de effecten zijn van de windturbines op één of meerdere IHD van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Voor zonnevelden geldt een sterk negatieve (--) beoordeling bij ligging binnen Natura 2000-gebieden. Voor de Natura 2000-gebieden die aangewezen zijn als habitatrichtlijn geldt verder binnen een zone van 1,5 km een licht negatieve (0/-) beoordeling, omdat de effecten naar verwachting tijdelijk zijn (onder aan verstoring door aanlegwerkzaamheden). Voor de overige gebieden geldt ten aanzien van de ontwikkeling van zonnevelden een neutrale (0) beoordeling. Hierbij is eveneens nader onderzoek nodig bij concrete projecten.

[1] In deze toetsing wordt uitgegaan van een maximaal effectbereik van 1,5 km als maximale verstoringsbereik. Dit is gebaseerd op de meest verstorende werkzaamheden die in het kader van de realisatie mogelijk plaatsvinden, namelijk heiwerkzaamheden.

[2] Deze 10 km zone is gebaseerd op de zone waarbinnen een aantal belangrijke foerageergebieden voor de Natura 2000 populaties aanwezig zijn. Deze zone is geen harde, wettelijke grens, maar is vastgelegd in het ecologisch onderzoek op basis van observaties van locaties waar belangrijke slaapplaatsen en foerageergebieden voorkomen.

Tabel 6.6 Beoordelingsschaal Natura 2000 - overige effecten

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt niet of tot een zeer beperkt effect op Natura 2000-gebieden ten opzichte van de referentiesituatie |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling van windturbines vindt plaats binnen 10 km van vogelrichtlijngebieden. Voor zonnevelden vindt de ontwikkeling plaats binnen 1,5 km van habitatrichtlijngebieden. Dit leidt mogelijk tot negatieve gevolgen voor één of meerdere IHD van het Natura 2000-gebied |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling van windturbines vindt plaats binnen een zone van 1,5 km van habitatrichtlijngebieden. Dit leidt mogelijk tot significant negatieve gevolgen voor één of meerdere IHD van het Natura 2000-gebied |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling vindt plaats in Natura 2000-gebieden en leidt tot significante negatieve gevolgen voor één of meerdere IHD van het Natura 2000-gebied. Voor windturbines vindt de ontwikkeling ook plaats binnen de 1 km zone rond de Veluwe (Wespendief) |

### Effecten op GNN

Voor het GNN zijn zogenaamde kernkwaliteiten en natuurontwikkelingsdoelen vastgesteld, waarin aanwezige en potentiële waarden gebaseerd op de beoogde natuurkwaliteit voor het gebied worden beschreven. Hoewel het GNN door de provincie Gelderland wordt aangemerkt als 'niet kansrijk' voor de ontwikkeling van wind- en zonne-energie, wordt in de beleidslijn Windenergie van de provincie ook gesteld dat deze gebieden niet geheel op voorhand worden uitgesloten. Volgens de provinciale Omgevingsverordening (artikel 2.42) is binnen het GNN een andere bestemming dan natuur (zoals wind- of zonne-energie) alleen mogelijk indien (i) er sprake is van groot openbaar belang, (ii) er geen reële alternatieven aanwezig zijn en (iii) de negatieve effecten op de kernkwaliteiten en het oppervlak van het gebied en de ecologische samenhang binnen het gebied zoveel mogelijk worden beperkt, en de overblijvende effecten gelijkwaardig worden gecompenseerd.

Windturbines hebben over het algemeen een grotere impact op de kernkwaliteiten, doordat ook ruimtebeslag binnen het vliegruim optreedt, er sprake is van slagschaduw en een aanvaringsrisico ontstaat voor vliegende doelsoorten (vogels en vleermuizen). Voor windturbines binnen GNN geldt een negatieve (-) beoordeling. Specifiek voor windturbines geldt dat deze onder voorwaarden zijn toegestaan in de hiervoor voorziene verkenningsgebieden, waar de effecten op de kernkwaliteiten op voorhand als beperkt worden ingeschat. Deze delen van het GNN liggen langs rijkswegen. Oprichting van windturbines is in deze delen van het GNN mogelijk als samen met de realisatie van de windturbines maatregelen worden getroffen die per saldo aantasting van de kernkwaliteiten van het GNN voorkomen. In dat saldo zijn vergroting van de oppervlakte natuur en versterking van de ecologische samenhang belangrijke randvoorwaarden. Voor het plaatsen van windturbines in het verkenningsgebied voor windenergie in het GNN dient het oppervlak van natuur dat verloren gaat voor 200 % gecompenseerd te worden. Deze gebieden zijn beoordeeld als licht negatief (0/-) voor windturbines. Dit geldt ook voor een zone van 1,5 km rond GNN gebied, in verband met de externe werking. De overige gebieden zijn voor windturbines beoordeeld als neutraal (0) voor dit criterium.

Voor zonnevelden geldt een negatieve (-) beoordeling bij ligging binnen GNN. Een licht negatieve (0/-) beoordeling is van toepassing van ligging in een zone van 1,5 km rond GNN. De overige gebieden zijn voor windturbines en zonnevelden beoordeeld als neutraal (0) voor dit criterium. Er is geen sprake van een sterk negatieve (--) beoordeling, omdat nader onderzoek nodig is om te bepalen wat de kernkwaliteiten zijn van het GNN. Hiermee kan bepaald worden of voldaan kan worden aan de voorwaarden uit de Omgevingsverordening.

Tabel 6.7 toont de beoordelingsschaal voor effecten op GNN.

Tabel 6.7 Beoordelingsschaal effecten op GNN

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen activiteiten vinden plaats op meer dan 1,5 km van GNN, er is naar verwachting geen sprake van gevolgen voor de kernkwaliteiten van GNN |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling van windturbines en zonnevelden vindt plaats binnen een zone van 1,5 km rond GNN of voor windturbines in verkenningsgebieden voor wind binnen GNN. Externe werking kan zorgen voor verstoring |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling vindt plaats binnen de grenzen van GNN. Maatregelen kunnen mogelijk worden genomen om aantasting van de kernkwaliteiten van het GNN te voorkomen |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

### Effecten op Groene Ontwikkelingszones (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden)

Voor dit onderdeel wordt beoordeeld of het voornemen plaatsvindt binnen de grenzen van de provinciale GO, waaronder ecologische verbindingszones (EVZ) en ganzenrustgebieden[1], en of er sprake is van effecten op de kernkwaliteiten en waarden van deze gebieden.

In de GO is er sprake van terughoudend beleid ten aanzien van de ontwikkeling van wind- of zonne-energie. Nieuwe kleinschalige ontwikkelingen zijn in bepaalde delen onder voorwaarden wel mogelijk. Zo geldt in ganzenrustgebieden een 'ja, mits'-beleid. Winturbines en zonnevelden zijn hier weliswaar enkel toegestaan indien (artikel 2.51b): (1) uit onderzoek blijkt dat deze activiteit of ontwikkeling wordt uitgevoerd op een locatie waar de nadelige gevolgen voor de functie als rustgebied voor overwinterende ganzen zoveel mogelijk worden beperkt en (2) na uitvoering minimaal 500 hectare in het betreffende ganzenrustgebied overblijft.

Indien niet aan de voorwaarden uit artikel 2.51b kan worden voldaan volgt een sterk negatieve (--) of negatieve (-) beoordeling. Op het detail- en schaalniveau van dit planMER is een dergelijke negatieve beoordeling niet van toepassing, omdat hiervoor nader onderzoek nodig is.

Over het algemeen geldt dat windturbines en/of zonnevelden binnen GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebied), mits het nemen van gepaste mitigerende en compenserende maatregelen, haalbaar zijn. Er is daarom alleen sprake van een licht negatieve (0/-) beoordeling bij ligging binnen GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebied). Een neutrale (0) beoordeling is van toepassing bij ontwikkelingen buiten GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden).

Tabel 6.8 toont de beoordelingsschaal voor effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden).

Tabel 6.8 Beoordelingsschaal effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden)

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen activiteiten vinden niet plaats binnen GO, EVZ of ganzenrustgebieden. Er is naar verwachting geen sprake van gevolgen voor de kernkwaliteiten van deze gebieden |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling vindt plaats binnen de grenzen van GO, EVZ of ganzenrustgebieden. Dit heeft mogelijk negatieve effecten op deze gebieden |
| - | negatief effect | niet van toepassing |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

[1] In het Natuurbeheerplan 2023 van de provincie Gelderland is opgenomen dat rustgebieden voor overwinterende ganzen onderdeel uitmaken van de GO, te raadplegen via https://www.gelderland.nl/themas/natuur/natuur-beheren-en-ontwikkelen/natuurbeheerplan-waar-welke-natuur.

### Effecten op weidevogelgebieden

Bij de realisatie van zonnevelden en/of windturbines binnen de grenzen van weidevogelgebied treedt per definitie aantasting van de kernkwaliteiten van dit gebied op. Voor de weidevogelgebieden geldt op basis van artikel 2.51a in de Omgevingsverordening Gelderland (geconsolideerd op 21 december 2022) dat een nieuw bestemmingsplan in ieder geval een nieuwe windturbine of nieuw zonneveld niet toestaat. Hier kan middels de bepalingen in artikel 1a.2 niet van worden afgeweken. Weidevogelgebieden zijn daarom als harde belemmering opgenomen bij de bepaling van de alternatieven. Het onderdeel effecten op weidevogelgebieden is dus niet beoordeeld in dit planMER.

### Effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming

De effecten op beschermde soorten zijn beoordeeld op basis van het voorkomen in of nabij hotspotgebieden voor de voornaamste risicosoorten, namelijk vogels en vleermuizen. Op basis van risicokaarten is een beoordeling op hoofdlijnen gedaan van de te verwachten impact van het voornemen op deze soortgroepen en het risico op overtreding van de Wnb verbodsbepalingen (aantasting/vernietiging essentieel leefgebied. sterfte). Het risico voor vogels varieert op landelijke schaal van 0 % tot 100 %. In het plangebied schommelt dit tussen de 4 % en 65 % van het landelijk risico. hoogste risicozones binnen het plangebied bevinden zich in het oosten van de regio, in de zone langs de Waal en de Nederrijn. Een aantal relatief laag-risicozones zijn te vinden in het westen en het uiterste noorden van de regio.

Voor windturbines is onderscheid te maken tussen effecten op vogels en vleermuizen. Opgemerkt dient te worden dat de risicokaarten niet de daadwerkelijke aanwezigheid van vogels en vleermuizen laten zien. Het is een verwachting van een risico bij plaatsing van windturbines op een bepaalde plek. Derhalve is een sterk negatieve (--) beoordeling niet van toepassing. Er is tevens geen negatieve (-) beoordeling van toepassing. Dit komt omdat er op basis van het detail- en schaalniveau van dit planMER geen regionaal onderzoek mogelijk is naar de aanwezigheid van vogels en vleermuizen. Door alle gebieden licht negatief (0/-) te beoordelen wordt voorkomen dat gebieden mogelijk ten onrechte worden aangemerkt als niet geschikt voor windturbines. Bovendien wordt op deze manier recht gedaan aan het feit dat negatieve effecten op beschermde soorten niet zijn uit te sluiten bij de ontwikkeling van windturbines. Hierbij geldt wel de algemene opmerking dat meer vleermuizen zijn te verwachten rond natuurgebieden (Natura 2000, GNN/GO) en structuren in het landschap die een vliegroute en/of foerageergebied voor vleermuizen vormen. Bij de realisatie van windturbines binnen 200 m[1] van bijvoorbeeld bomenrijen, hagen, bossen, bosranden, waterlopen en oevers is de kans op negatieve effecten dus groter. Een neutrale (0) beoordeling is niet van toepassing in dit planMER, omdat negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten door de ontwikkeling van windturbines.

Bij de realisatie van zonnevelden zijn de grootste effecten te verwachten voor vogels. Dit is dan ook de belangrijkste risicogroep voor dit type projecten. Aanleg van zonnevelden of het plaatsen van zonnepanelen kan de betreffende locatie geheel of gedeeltelijk ongeschikt maken als leefgebied voor vogels. Het gaat om verlies en aantasting van foerageer-, broed-, rust- en slaapplaatsen op land en water. Dit risico is het hoogst in belangrijke vogelgebieden, zoals Natura 2000 vogelrichtlijngebieden, weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden. Effecten op de lokale populatie zijn echter veelal te mitigeren (bijvoorbeeld opstelling en locatie afstemmen op belangrijke vogelgebieden) en/of te compenseren (bijvoorbeeld uitbreiden of kwaliteitsimpuls geven leefgebied elders). Natuurgebieden met waarden voor vogels krijgen daarom de een licht negatieve (0/-) beoordeling. In alle overige gebieden zijn geen noemenswaardige effecten van zonnevelden op vogelpopulaties te verwachten. De overige gebieden krijgen een neutrale beoordeling (0). Een sterk negatieve (--) of negatieve (-) beoordeling is op basis van de beschikbare informatie in dit planMER niet van toepassing voor zonnevelden.

Tabel 6.9 toont de beoordelingsschaal voor de effecten op beschermde soorten uit de Wet natuurbescherming.

[1] In reviewstudies wordt vaak de algemene aanbeveling gegeven om uit voorzorg een afstand van ongeveer 200 m te vrijwaren rond deze zones waar regelmatig relatief veel vleermuizen aanwezig zijn (vliegroutes/foerageergebied). In bijlage V is opgenomen om welke reviewstudies het gaat.

Tabel 6.9 Beoordelingsschaal effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | het voornemen levert geen wezenlijke bijdrage of risico's voor de lokale populaties |
| 0/- | licht negatief effect | de ontwikkeling van windturbines leidt potentieel tot vernietiging van essentieel leefgebied/verblijfplaatsen van beschermde soorten of meer dan incidentele sterfte van individuen. Voor zonnevelden geldt een mogelijk negatief effect bij ligging in belangrijke vogelgebied (Natura 2000 vogelrichtlijngebieden, weidevogelgebieden en ganzenrustgebieden. Het voornemen heeft (mogelijk) een negatief effect op één of meerdere onder de Wnb beschermde soorten. Nader onderzoek is nodig om de effecten te onderzoeken |
| - | negatief effect | niet van toepassing |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

### 6.3.3 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

In bijlage VI is de beoordelingsmethodiek voor landschap uitgebreid toegelicht. Hier volgt een korte toelichting op de methodiek die is toegepast voor de beoordeling van de criteria 'invloed op landschapstype en -structuur' en 'invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen'. De beoordelingsmethodiek voor de criteria ten aanzien van cultuurhistorie en archeologie zijn wel geheel in deze paragraaf opgenomen.

**Invloed op landschapstype en -structuur**

Een landschapsstructuur is een samenhang van lijnen, elementen en patronen in het landschap, zoals vaartenstructuren en verkavelingsstructuren. Hierbij spelen ook variatie in vorm, verschillen in reliëf en historische gelaagdheid een rol. Windturbines en zonnevelden kunnen deze structuren aantasten. In dit planMER is per landschapstype gekeken naar het effect op de landschapsstructuur. De landschapstypen welke zijn beoordeeld zijn kort benoemd in paragraaf 4.2.2 en in bijlage VI. Het betreffen de volgende vier hoofdlandschapstypen en regio-omvattende structuren:

- het stuwwallenlandschap;
- het rivierenlandschap;
- infrastructurele lijnen;
- stedelijk gebied.

Deze hoofdlandschapstypen en regio-omvattende structuren zijn onderverdeeld in landschappelijke sub-eenheden en/of substructuren.

Effecten van windturbines en zonnevelden op de structuur en vorm van een landschapstype hangen in bepaalde gevallen af van de vorm van de opstelling, welke pas in een latere fase bepaald wordt. Bij de beoordeling van de effecten op landschapsstructuren ligt in dit planMER de focus op opstellingsonafhankelijke effecten op de kernkwaliteiten (structuur, vorm en gelaagdheid) van de sub-landschapstypen.

*Effecten windturbines op landschapstypen en -structuren*

Het effect van het plaatsen van windturbines is een mogelijke aantasting van de bestaande bebouwingstructuur, beplantingsstructuur, karakteristieke waterlopen, verkavelingspatroon en andere bepalende structuren. Windturbines kunnen effecten hebben op de herkenbaarheid van het kenmerkend karakter van deze structuren, bijvoorbeeld als de beleving van (micro-)reliëf door vertekening van het een effect ondervindt. Voor dit effect geldt een negatieve (-)beoordeling. Als de gaafheid of samenhang van structuren onherstelbaar aangetast wordt, doordat een windturbine de structuur doorsnijdt of vernietigt of de relatie tussen structuren verzwakt, wordt dit effect sterk negatief (--) beoordeeld. Een voorbeeld is het wijken van bomen voor de realisatie van een windturbine, waarbij de lijnstructuur doorsneden wordt. De beoordelingsschaal in tabel 6.10 laat zien hoe de ingreep-effect relaties van windturbines en landschapsstructuur beoordeeld worden. Als er meerdere mitigatiemaatregelen nodig zijn ter voorkoming

van negatieve effecten wordt de ingreep beoordeeld als negatief (-). Bijvoorbeeld als de windturbine alleen op een specifieke locatie binnen het sublandschapstype past en daarbij één of meerdere voorwaarden verbonden zijn aan de opstelling, zoals een kleiner formaat windturbine. Als er één mitigatiemaatregel[1] nodig is om effecten te voorkomen wordt de ingreep beoordeeld als licht negatief (0/-).

Tabel 6.10 Beoordelingsschaal effecten van windturbines op landschapstypen- en structuren

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ingreep heeft geen of zeer beperkte effecten op de structuren en typering van de sub-landschappen |
| 0/- | licht negatief effect | er bestaat een klein risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de structuren en typering van het sub-landschap. De effecten leiden tot doorsnijding dan wel (gedeeltelijke) vernietiging, maar zijn wel te beperken/voorkomen met een keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactor of opstellingsfactor) |
| - | negatief effect | er bestaat een risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de structuren en typering van het sub-landschap. De effecten leiden tot doorsnijding dan wel (gedeeltelijke) vernietiging, deze zijn wel te beperken/voorkomen met een keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij meer dan één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactoren en opstellingsfactoren) |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ingreep heeft sterk negatieve (onherstelbare) effecten op de structuren en typering van het sub-landschap. De effecten leiden tot doorsnijding dan wel vernietiging en zijn niet te beperken/voorkomen met een keuze voor de juiste landschapsstrategie |

*Effecten zonnevelden op landschapstypen en -structuren*

De effecten van zonnevelden hebben eveneens betrekking op de herkenbaarheid van de kenmerkende structuren in het landschapstype. Deze effecten treden bijvoorbeeld op als een karakteristieke beplantingsstructuur of verkavelingspatroon aan het zich onttrokken wordt. Daarbij kan de gaafheid van structuren aangetast worden door doorsnijding of vervanging van structuren door zonnevelden. Zonnevelden hebben veelal een geringe verticale hoogte en relatief een groter grondoppervlak, zonder diepe fundering, waardoor zij minder vaak fysieke effecten hebben op landschapsstructuren. Een voorbeeld van een situatie waarin er wel sprake is van een fysiek effect op structuur is als er voor een zonneveld in opgaand bos zouden bomen moeten wijken. Bij een dergelijke aantasting van de typische structuur wordt de ingreep als sterk negatief (--) beoordeeld.

De beoordelingsschaal in tabel 6.11 laat zien hoe de ingreep-effect relaties van zonnevelden en landschapsstructuur gescoord worden. Als er meerdere mitigatiemaatregelen nodig zijn ter voorkoming van negatieve effecten wordt de ingreep beoordeeld als negatief (-). Bijvoorbeeld als het zonneveld alleen op een specifieke locatie binnen het sub-landschapstype past en daarbij er één of meerdere voorwaarden verbonden zijn aan de opstelling, zoals een langgerekte opstelling. Als er één mitigatiemaatregel nodig is om effecten te voorkomen wordt de ingreep beoordeeld als licht negatief (0/-).

Tabel 6.11 Beoordelingsschaal effecten van zonnevelden op landschapstypen- en structuren

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ingreep heeft geen of zeer beperkte effecten op de structuren en typering van de sub-landschappen |

[1] De mitigatiemaatregelen worden in bijlage VI nader toegelicht. Het gaat hierbij om handvatten uit de landschapsanalyse die H+N+S heeft opgesteld ten behoeve van de RES 1.0. De handvatten bestaan uit het maatregelen en landschapsstrategieën om de effecten te mitigeren of om de landschapskwaliteit de versterken. De analyse is eveneens opgenomen in bijlage VI.

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0/- | licht negatief effect | er bestaat een klein risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de structuren en typering van het sub-landschap. Deze effecten leiden tot doorsnijding dan wel (gedeeltelijke) vernietiging, deze zijn wel te beperken/voorkomen met een keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactor of opstellingsfactor) |
| - | negatief effect | er bestaat een risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de structuren en typering van het sub-landschap. Deze effecten leiden tot doorsnijding dan wel (gedeeltelijke) vernietiging, deze zijn wel te beperken/voorkomen met een keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij meer dan één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactoren en opstellingsfactoren) |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ingreep heeft sterk negatieve (onherstelbare) effecten op de structuren en typering van het sub-landschap. Deze effecten leiden tot doorsnijding dan wel vernietiging en zijn niet te beperken/voorkomen met een keuze voor de juiste landschapsstrategie |

### Invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken

De ruimtelijk-visuele kenmerken beschrijven de visuele beleving van het landschap, zoals de begrenzing vanuit ooghoogteperspectief die openheid of beslotenheid creëert, schaal en maatvoering en het contrast tussen stad en land. Daarnaast zijn ook zichtrelaties van belang. De openheid of beslotenheid van een landschap bepaalt sterk de zichtbaarheid van een ingreep. Er is per landschapstype en -structuur (zie voorgaande paragraaf) gekeken naar het effect op de typische ruimtelijk visuele kenmerken en elementen.

Effecten van windturbines en zonnevelden op de ruimtelijk-visuele kenmerken van een landschapstype hangen in bepaalde gevallen eveneens af van de vorm van de opstelling, welke pas in latere fase bepaald wordt. Bij de beoordeling van de effecten op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen ligt in dit planMER wederom de focus op opstellingsonafhankelijke effecten op de kernkwaliteiten (zichtrelaties, openheid, schaal, contrast en maatvoering) van de sub-landschapstypen.

#### *Effecten windturbines op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen*

De schaal en openheid van de landschapstypen bepalen de zichtbaarheid en daarmee het effect van de windturbines. De beoogde windturbines (ashoogtes variërend van 120 m tot 166 m) zijn van zodanige verticale maat dat ze bestaande landschapselementen, zoals opgaande begroeiing, overstijgen. [Ref. 8] Om deze reden wordt er bij de beoordeling rekening mee gehouden dat de windturbines over het algemeen van een grote afstand zichtbaar zijn, bijvoorbeeld vanuit omliggende sub-landschapstypen. Daarbij ontstaat in een aantal landschapstypen door de hoogte en de omvangrijke voet van de beoogde windturbines een schaalcontrast tussen de windturbine en typische kleinere landschapselementen, zoals een gebouw of een boom. De nabijheid van een windturbine zorgt voor optische verkleining en daarmee voor verstoring van de ruimtelijk-visuele kenmerken van landschapstype. Dit leidt tot een sterk negatieve (--) beoordeling.

Volgens de Omgevingsverordening van de provincie Gelderland zijn ruimtelijke ingrepen die de openheid in waardevol open gebied aantasten niet toegestaan. Echter, windturbines zijn onder voorwaarden wel mogelijk, vanwege het maatschappelijk belang van de energietransitie. Er geldt daarom geen sterk negatieve (--) beoordeling voor windturbines in waardevol open gebied. De effecten dienen in landschapstypen met waardevol open gebied, wel (licht) negatief beoordeeld te worden, afhankelijk van het aantal mitigerende maatregelen dat getroffen dient te worden.

Als er meerdere mitigatiemaatregelen nodig zijn ter voorkoming van negatieve effecten wordt de ingreep beoordeeld als negatief (-). Bijvoorbeeld als de windturbine alleen op een specifieke locatie binnen het sub landschapstype past en daarbij één of meerdere voorwaarden verbonden zijn aan de opstelling, zoals een kleiner formaat windturbine. Als maar één mitigatiemaatregel nodig is om effecten te voorkomen wordt de ingreep beoordeeld als licht negatief (0/-). Tabel 6.12 toont de beoordelingsschaal voor de effecten van windturbines op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen.

Tabel 6.12 Beoordelingsschaal effecten van windturbines op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ingreep heeft geen of zeer beperkte effecten de ruimtelijk-visuele waarden |
| 0/- | licht negatief effect | er bestaat een klein risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de ruimtelijk-visuele waarde. Deze effecten leiden tot verstoring (visuele hinder), deze zijn wel te beperken/voorkomen met de keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactor of opstellingsfactor) |
| - | negatief effect | er bestaat een risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de ruimtelijk-visuele waarde. Deze effecten leiden tot verstoring (visuele hinder), deze zijn wel te beperken/voorkomen met de keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij meer dan één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactoren en opstellingsfactoren) |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ingreep heeft sterk negatieve (onherstelbare) effecten op de ruimtelijk-visuele waarden, deze effecten leiden tot verstoring (visuele hinder) en zijn niet te beperken/voorkomen met de keuze voor de juiste landschapsstrategie |

*Effecten zonnevelden op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen*

De effecten van zonnevelden op ruimtelijk-visuele kenmerken hangen eveneens samen met zichtbaarheid van deze kenmerken. Ook voor zonnevelden wordt de zichtbaarheid bepaald door de schaal en openheid van de landschapstypen, aangevuld met de bebouwingsdichtheid en fijnmazigheid van route- en wegennetwerken. Zonnevelden staan relatief laag bij de grond en verdwijnen uit het zichtveld achter landschappelijke elementen en beplantingsstructuren. Er geldt in de beoordeling geen harde belemmering voor zonnevelden in waardevol open gebied. De effecten dienen in landschapstypen met waardevol open gebied als (licht) negatief beoordeeld te worden, afhankelijk van het aantal mitigerende maatregelen dat getroffen dient te worden.

Als er meerdere mitigatiemaatregelen nodig zijn ter voorkoming van negatieve effecten wordt de ingreep beoordeeld als negatief (-). Bijvoorbeeld als het zonneveld alleen op een specifieke locatie binnen het sub-landschapstype past en daarbij er één of meerdere voorwaarden verbonden zijn aan de opstelling, zoals een langgerekte opstelling. Als er maar één mitigatiemaatregel nodig is om effecten te voorkomen wordt de ingreep beoordeeld als licht negatief (0/-). Tabel 6.13 toont de beoordelingsschaal voor de effecten van zonnevelden op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen.

Tabel 6.13 Beoordelingsschaal effecten van zonnevelden op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ingreep heeft geen of zeer beperkte effecten de ruimtelijk-visuele waarden |
| 0/- | licht negatief effect | er bestaat een klein risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de ruimtelijk-visuele. Deze effecten leiden tot verstoring (visuele hinder), deze zijn wel te beperken/voorkomen met de keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactor of opstellingsfactor) |
| - | negatief effect | er bestaat een risico dat de voorgenomen ingreep negatieve effecten heeft op de ruimtelijk-visuele. Deze effecten leiden tot verstoring (visuele hinder), deze zijn wel te beperken/voorkomen met de keuze voor de juiste landschapsstrategie, waarbij meer dan één factor de negatieve effecten mitigeert (locatiefactoren en opstellingsfactoren) |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ingreep heeft sterk negatieve (onherstelbare) effecten op de ruimtelijk-visuele waarden, deze effecten leiden tot verstoring (visuele hinder) en zijn niet te beperken/voorkomen met de keuze voor de juiste landschapsstrategie |

### Invloed op cultuurhistorische waarden

In het plangebied zijn cultuurhistorische waardevolle gebieden en rijksmonumenten aanwezig. De volgende gebieden zijn beschouwd als cultuurhistorisch waardevol gebied:

- beschermde stads- en dorpsgezichten;
- de Nieuwe Hollandse Waterlinie (NHW);
- waardevol open gebied;
- molenbiotopen;
- historische buitenplaatsen.

Windturbines en zonnevelden hebben op twee manieren effect op cultuurhistorische:

- **de fysieke aantasting van cultuurhistorische waardevolle gebieden en/of rijksmonumenten:** tijdens de aanlegfase van windturbines en zonnevelden kunnen door trillingen cultuurhistorisch waardevolle gebieden[1] en/of rijksmonumenten aangetast worden (-). In onderstaand tekstkader is opgenomen hoe in dit planMER wordt omgegaan met de beoordeling van de effecten op molenbiotopen;
- **de beleving van cultuurhistorische waardevolle gebieden en/of rijksmonumenten:** windturbines en zonnevelden binnen de begrenzing van of nabij de cultuurhistorisch waardevolle gebieden en/of rijksmonumenten hebben een verstorende werking op de (zicht-)beleving. De bestaande kenmerkende cultuurhistorische waarden worden licht negatief (0/-) beïnvloed door het ruimtebeslag. Het uitgangspunt voor dit planMER hierbij is ligging binnen 100 m van cultuurhistorische waardevolle gebieden en/of rijksmonumenten[2].

---

**Molenbiotopen**

Voor inpassing van windturbines rondom molenbiotopen gelden hoogtebeperkingen die gerelateerd zijn aan effecten door windvang en beleving van de molens (zie ook paragraaf 4.2.2). Hieruit volgt dat inpassing van windturbines in een zone van 400 m rondom de molenbiotopen vanuit milieuperspectief niet haalbaar is. Dit vanwege de hoogte van windturbines en de daardoor te verwachten effecten op windvang van zichtbeleving van de molenbiotopen. Voor windturbines geldt daarom een sterk negatieve beoordeling bij ligging in de molenbiotoop.

Voor zonnevelden geldt dat realisatie binnen 100 m rondom de molenbiotopen naar verwachting negatieve (-) effecten heeft. In de Omgevingsverordening Gelderland (artikel 2.64) is namelijk opgenomen dat rekening gehouden dient te worden met de belevingswaarde en het historisch karakter van de omgeving van de molen. In een zone tussen 100 en 400 m rondom de molenbiotopen zijn zonnevelden echter niet op voorhand niet haalbaar. Dit omdat de beperkte hoogte van een zonneveld naar verwachting tot minder effecten leidt op de windvang en zichtbeleving van de molenbiotopen en daardoor mogelijk is onder voorwaarden (licht negatief (0/-) effect). Dit moet per project nader worden onderzocht.

---

Gelet op de aanwezigheid van cultuurhistorisch waardevolle gebieden en rijksmonumenten worden de effecten van de zoekgebieden op deze gebieden in de effectenanalyse van dit planMER onderzocht en beoordeeld aan de hand van de beoordelingsschaal in tabel 6.14. Een sterk negatieve (--) beoordeling is in dit planMER niet van toepassing. De vernietiging of aantasting van cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten is te vermijden door hiermee rekening te houden in de opstelling. Hiervoor is op projectniveau een nadere afweging nodig. Daarnaast zijn rijksmonumenten als harde belemmering opgenomen in dit planMER. Op projectniveau is het denkbaar dat cultuurhistorische waarden door

---

[1] In het waardevol open gebied ten zuiden van Beuningen, zoals aangewezen in de Omgevingsverordening, worden windturbines ontwikkeld. Voor dit criterium wordt gekeken naar de effecten op cultuurhistorie. Dit betekent dus niet dat de windturbines in dit gebied niet mogelijk is, maar vanuit cultuurhistorie geldt hiervoor een negatieve (-) beoordeling.

[2] De afstand van 100 m is gekozen om aan te geven dat het gaat om een aandachtsgebied. Het is hierbij belangrijk om te vermelden dat de gebieden die zich direct buiten de begrenzing van de verschillende cultuurhistorisch waardevolle gebieden en rijksmonumenten bevinden, niet vanzelfsprekend geschikt zijn voor inpassing. Dit geldt ook voor realisatie buiten de gekozen afstand van 100 m. Het realiseren van windturbines en/of zonnevelden net buiten de begrenzing van cultuurhistorisch waardevolle gebieden en rijksmonumenten kan mogelijk wel effecten hebben op het betreffende gebied of object. In een latere fase is het wenselijk om op een groter detailniveau de effecten van windturbines en/of zonnevelden net buiten de ruimtelijke grenzen uit te werken.

windturbines en/of zonnevelden versterkt kunnen worden, waarmee positieve effecten kunnen ontstaan. Een dergelijke beoordeling past echter niet bij het schaalniveau van dit planMER. Op projectniveau dient dit verder onderzocht te worden.

Tabel 6.14 Beoordelingsschaal criterium invloed op cultuurhistorische waarden

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling heeft geen of zeer beperkte effecten op cultuurhistorische waarden ten opzichte van de referentiesituatie |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling heeft mogelijk een negatief effect op de beleving van cultuurhistorie ten opzichte van de referentiesituatie, omdat windturbines en/of zonnevelden binnen 100 m van de grens van nabijgelegen cultuurhistorisch waardevolle gebieden en/of rijksmonumenten liggen |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling heeft een negatief effect op cultuurhistorie ten opzichte van de referentiesituatie. De cultuurhistorische waarden kunnen worden aangetast door ontwikkeling in cultuurhistorisch waardevolle gebieden. Voor molenbiotopen geldt voor zonnevelden binnen 100 m rond de molen een negatief effect |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

### Aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden

Bij het ontwikkelen van windturbines en zonnevelden vinden bodemroerende activiteiten plaats. Zo is er tijdens de aanleg van de windturbines bodemverstoring door aanleg van de fundering en een bouwvlak voor onder andere een kraanopstelling. Hiermee kunnen de archeologische waarden die zich in de bodem bevinden worden aangetast. Zoals beschreven in paragraaf 4.2.2 zijn er in het plangebied gebieden aanwezig van ((zeer) hoge) archeologische waarde en gebieden die onderdeel zijn van de Romeinse Limes. Dit zijn de bekende archeologische waarden. Daarnaast zijn er gebieden aanwezig met verwachte archeologische waarden, volgend uit de IKAW. Deze informatie is meer generiek opgesteld. Iedere gemeente heeft eigen archeologisch beleid en per ontwikkeling kan archeologisch onderzoek nodig zijn voor het verkrijgen van een vergunning Per alternatief is daarom onderzocht in hoeverre negatieve effecten te verwachten zijn voor de alternatieven binnen de gebieden met een bekende archeologische waarde (--) en verwachte (middel)hoge archeologische waarde (0/-) is gelegen. De daadwerkelijke effecten van het planvoornemen dienen in het vervolg nader onderzocht te worden. De sterk negatieve beoordeling geldt hierbij als een sterk aandachtspunt, omdat sterk negatieve effecten niet zijn uitgesloten.

Tabel 6.15 toont de beoordelingsschaal voor bekende en verwachte archeologische waarde.

Tabel 6.15 Beoordelingsschaal criterium aantasting bekende en verwachte archeologische waarden

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling heeft geen tot een beperkt effect op archeologie ten opzichte van de referentiesituatie |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling heeft mogelijk een negatief effect op archeologie ten opzichte van de referentiesituatie door ligging in gebieden met verwachte (middel) hoge archeologische trefkansen. Hierdoor worden verwachte archeologische waarden mogelijk aangetast |
| - | negatief effect | niet van toepassing* |
| -- | sterk negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling heeft een sterk negatief effect op archeologie ten opzichte van de referentiesituatie, door ligging op/in een bekende wettelijk beschermd archeologisch monument en gebieden van archeologische waarde. Bekende archeologische waarde worden hiermee mogelijk aangetast |

* Om een ontwikkeling mogelijk te maken is een nadere lokale afweging nodig van de bekende archeologische waarden. Op basis van de voor dit planMER toegepaste informatie kan geen eenduidige

categorisering worden gemaakt die een passend beeld kan geven van de lokale situatie. Lokaal onderzoek is nodig, omdat een negatieve (-) beoordeling wellicht ten onrechte gebieden als minder geschikt aanmerkt.

### 6.3.4 Veiligheid

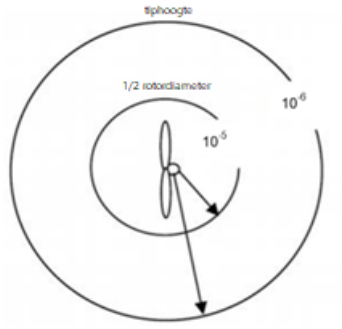
De onderstaande criteria hebben alleen betrekking op de ontwikkeling van windturbines. De effecten van zonnevelden met betrekking tot veiligheid worden niet beoordeeld, omdat de invloed van zonnevelden op externe veiligheid zeer beperkt is en bovendien niet doorslaggevend in de keuze voor een techniek en locatie. Zo is het middels maatwerk bijvoorbeeld mogelijk dat in enkele gevallen zonnevelden onder een bovengrondse hoogspanningsverbinding worden gerealiseerd, bovenop een ondergrondse buisleiding of in de nabijheid van een spoorweg. Op projectniveau dient dit, indien relevant, wel onderzocht te worden. Daarnaast is er een trend gaande waarbij zonnevelden worden gerealiseerd met een batterij, waarbij de stoom wordt opgeslagen. Dit heeft mogelijk risico's ten aanzien van externe veiligheid. Een dergelijk detailniveau is een inpassingsvraagstuk en niet passend is bij het detail- en schaalniveau van dit planMER.

**Invloed op (beperkt) kwetsbare objecten**

Effecten op (beperkt) kwetsbare objecten, zogenaamde risico-ontvangers (zie kader), 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 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. De beoordelingsschaal wordt gecombineerd met 'invloed op andere risicobronnen'. Dit is opgenomen in tabel 6.17.

Afbeelding 6.1 toont een schematische weergave van de PR 10-6 en PR10-5 contour.

Afbeelding 6.1 Schematische weergave PR10-6 en PR10-5 contour




**Risicobronnen en risico-ontvanger**

Externe veiligheid maakt onderscheid tussen:

- 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 waar 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. 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 in een gebied met een woningdichtheid van twee woningen per ha of minder, worden ook beschouwd als een beperkt kwetsbaar object.

**Plaatsgebonden risico en andere onderzochte risico's**

Bij het vaststellen van nieuwe ruimtelijke plannen moet worden getoetst of het realiseren van het plan een extern veiligheidsrisico oplevert. Voor dit planMER wordt alleen het plaatsgebonden risico beschouwd. Het groepsrisico is ook onderdeel van externe veiligheid, maar de beoordeling hiervan is niet opgenomen voor windturbines in het Activiteitenbesluit. Voor deze fase is het groepsrisico niet bepalend voor de locatiekeuze.

Het plaatsgebonden risico (PR) is het risico uitgedrukt in de 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 per jaar;
- de PR 10-5 risicocontour is een gebied waar de kans gelijk of groter is dan 1 op de honderdduizend per jaar.

**Invloed op overige 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 risico verhogende werking op andere risicobronnen, zoals het hoogspanningsnet, buisleidingen en wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Daarom zijn in de HRW2020 adviesafstanden opgenomen. Tabel 6.16 geeft een overzicht van de norm- en adviesafstanden tot overige risicobronnen. Een deel van deze afstanden is al (deels) opgenomen als harde 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 6.16 Afstanden tussen windturbines en veelvoorkomende objecten (Bron: Handreiking Risicozonering Windturbines, 2020)

| Type object | Adviesafstanden of normafstanden | Harde belemmering | Juridische status/beleid |
|---|---|---|---|
| rijkswegen | ten minste ½ rotordiameter uit de rand van de verharding *adviesafstand* | object + 15 m | artikel 3 lid 1 in 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 1 van de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken |
| waterkeringen | kern- en beschermingszone van een waterkering *adviesafstand* | niet van toepassing | artikel 3 lid 1 en artikel 7 in 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 | Spoorwegwet |
| ondergrondse buisleidingen | de grootste afstand van: | object + 15 m | advies door leidingbeheerder |

| Type object | Adviesafstanden of normafstanden | Harde belemmering | Juridische status/beleid |
|---|---|---|---|
| | - de maximale werpafstand bij een nominaal toerental<br>- ashoogte + ½ rotordiameter<br>*adviesafstand* | | |
| | de 10-6 contour (PR) van de ondergrondse leiding reikt niet verder dan 5 m uit het hart van de leiding<br>*normafstand* | object + 15 m | Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) |
| hoogspanningsinfrastructuur (≥110 kV) | - de grootste afstand van:<br>· de maximale werpafstand bij een nominaal toerental<br>· ashoogte + ½ rotordiameter, of;<br>- op een afstand van meer dan 245 m<br>*adviesafstand* | - ½ rotordiameter (bovengronds)<br>- object + 15 m (ondergronds) | advies door TenneT |
| inrichtingen met opslag gevaarlijke stoffen, waaronder BRZO | afhankelijk van de inrichtingen grenswaarde PR10-5 als basis genomen<br>*normafstand* | ½ rotordiameter | besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) |

Voor de criteria 'invloed op (beperkt) kwetsbare objecten' en 'invloed op overige 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. Deze beoordeling is niet toegekend in dit planMER, omdat deze afstanden als harde belemmering zijn uitgesloten. Een negatieve (-) beoordeling is van toepassing bij ligging binnen de adviesafstanden van beheerders (tabel 6.16). Op projectniveau dient hier een nadere overweging en/of onderzoek naar de daadwerkelijke belemmering plaats te vinden. Ligging buiten de adviesafstanden (PR10-6 van kwetsbare objecten en afstanden uit tabel 6.16) leidt tot een neutrale (0) beoordeling.

De beoordelingsschaal in 6.17 beschrijft hoe invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen wordt beoordeeld.

Tabel 6.17 Beoordelingsschaal invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | geen knelpunten aanwezig van externe veiligheidsrisico's en zonder mitigerende maatregelen kan worden voldaan aan de afstandscriteria |
| 0/- | licht negatief effect | niet van toepassing |
| - | negatief effect | de ontwikkeling vindt plaats binnen de adviesafstanden van beheerders van risicobronnen of objecten |
| -- | sterk negatief effect | de ontwikkeling voldoet niet de normwaarden voor risicobronnen of objecten |

### Invloed op Defensie, radar en luchtvaart

In de 'Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtperiode voor militaire vliegtuigen en helikopters' zijn binnen het plangebied gebieden aangewezen voor gebruik door Defensie. Voor de in paragraaf 4.2.4 beschreven laagvliegterreinen geldt een minimale vlieghoogte van minimaal 30 m boven hindernissen, of zoveel lager als voor het doel van de vlucht noodzakelijk is. In de praktijk betekent dit dat ieder object hoger dan 30 m dat wordt gerealiseerd in de aanvliegroute een negatief effect heeft op de referentiesituatie. Voor de laagvliegroute VO geldt een minimum vlieghoogte van 75 m boven hindernissen. Daarnaast zijn er bouwhoogtebeperkingen in het aanvlieggebied rond vliegbasis Deelen. Verspreid over het plangebied bevinden zich nog diverse zweefvliegterreinen en helikopterplatforms.

In dit planMER is geen sprake van een sterk negatieve (--) beoordeling voor het criterium invloed op Defensie, radar en luchtvaart. Ontwikkelingen binnen de laagvliegroute VO, laagvlieggebied Maas en Waal, het aanvlieggebied rond vliegbasis Deelen, de diverse zweefvliegterreinen en helikopterplatforms zijn onder voorwaarden wellicht wel mogelijk, bijvoorbeeld door een ontheffing of mitigerende maatregelen. Hoewel er hoogtebeperkingen gelden, is niet eenduidig in hoeverre deze belemmerend zijn voor de ontwikkeling van windturbines. De hoogtebeperkingen zijn namelijk niet eenduidig geformuleerd. Gekozen is om uit te gaan van een licht negatief effect (0/-), waarbij geldt dat afstemming met de betrokken partijen over de mogelijkheden nodig is. De ontwikkeling van windturbines is binnen gebieden met een hoogtebeperking daardoor niet bij voorbaat uitgesloten en er is geen eenduidig negatief (-) effect van toepassing voor het huidige gebruik van de betreffende gebieden. De exacte mogelijkheden dienen per project bepaald te worden. Voor de militaire oefenterreinen en de munitieopslagplaats geldt in principe een negatieve (-) beoordeling. Omdat deze locaties volledig binnen de zone van 1 km rond de Veluwe, is deze beoordeling in dit planMER niet gegeven.

Ten aanzien van radarverstoring geldt dat het gehele plangebied een maximale bouwhoogte van 90 m geldt. Middels een radartoets kan worden aangetoond dat hiervan kan worden afgeweken. Dit dient op projectniveau beschouwd te worden. Omdat de bouwhoogtebeperking vanuit radarverstoring in het gehele plangebied gelijk is, is dit aspect niet onderscheidend voor dit planMER. Daarom worden de alternatieven voor windturbines hierop niet beoordeeld. Op projectniveau is dit echter wel relevant en zal dit onderzocht moeten worden.

Tabel 6.18 toont de beoordelingsschaal voor invloed op Defensie en luchtvaart.

Tabel 6.18 Beoordelingsschaal invloed op Defensie en luchtvaart

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt niet of slechts beperkt tot effecten ten opzichte van de referentiesituatie |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt mogelijk tot een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie voor Defensie door ligging in laagvlieggebied, aanvlieggebieden en de laagvliegroute VO |
| - | negatief effect | de ontwikkeling zorgt voor een beperking ten aanzien van het huidige gebruik. In afstemming kunnen hier mogelijk wel windturbines worden ontwikkeld. |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

### 6.3.5 Leefomgeving

#### Overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten (gebruiksfase)

*Windturbines*

Windturbines maken geluid. Dit geluid 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. Dit kan zorgen voor geluidhinder op gevoelige functies, zoals woningen.

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[1] 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, en levert voor geluid een maximale contourafstand op. Het geluid van de windturbines onderling beïnvloeden elkaar dan het sterkst, waardoor het cumulatieve effect 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 het zoekgebied. Tabel 6.19 toont de specificaties van de windturbines die gebruikt zijn voor het bepalen van de afstanden.

Tabel 6.19 Specificaties van de 120 m en 166 m windturbine

| | 120 m windturbine | 166 m windturbine |
|---|---|---|
| naam | Nordex N117 | Enercon E-160 |
| vermogen (MW) | 3,6 | 5,5 |
| ashoogte (m) | 120* | 166** |
| rotordiameter (m) | 116,8 | 160 |
| maximale geluidemissie (dB) | 105*** | 107,0*** |

* Deze windturbine is leverbaar met een ashoogte tussen de 76 en 141 m, gekozen is voor een ashoogte van 120 m.

** Deze windturbine is leverbaar met een ashoogte tussen de 120 en 166 me, gekozen is voor de maximale ashoogte van 166 m.

*** Inclusief *trailing edge serrations*, toevoeging aan het blad van een windturbine waardoor minder geluid produceren.

Van de 120 m en 166 m windturbines is de maximale afstand tot de 47 dB Lden[2] contour bepaald. Dit is gedaan in Geomilieu versie 5.20. Geomilieu is een softwarepakket voor het berekenen, presenteren, beoordelen en het voorspellen van onder andere geluidshinder. De genoemde 47 dB Lden is de grenswaarde die geldend was vanuit het Activiteitenbesluit. Deze grenswaarde bepaalt de afstand die tussen een windturbine en een gevel moet zitten om aan de geluidnorm te voldoen. Wordt een windturbine dichterbij geplaatst, dan is de geluidbelasting te hoog en voldoet deze niet. Deze norm biedt voldoende bescherming tegen laagfrequent geluid (zie kader).

1 De contourafstand is de afstand rond de windturbine(s) waar de geluidseffecten waarneembaar zijn.

2 Lden staat voor Level day, evening, night, ofwel het tijdgewogen jaargemiddelde geluidniveau in de dag-, de avond- en de nachtperiode. 's Avonds geldt er een correctie van +5 dB en 's nachts van +10 dB (Lnight). Er is gekozen voor deze weging om recht te doen aan de omstandigheden. 's Avonds en 's nachts zijn mensen vaker in rust, is het omgevingsgeluid minder, maar waait het vaak harder. Daarom wegen de avond en de nacht zwaarder mee dan de dag.

**Laagfrequent geluid**
Een gedeelte van het geluid dat windturbines produceren heeft een frequentie van 4-125 Hz en wordt daarom geclassificeerd als laagfrequent geluid. Laagfrequent geluid is geluid dat zich in het grensgebied tussen normaal hoorbaar en onhoorbaar geluid bevindt. 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 (Factsheet RIVM 2021[1]). Infrageluid van windturbines is niet sterker dan infrageluid 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 en infrageluid andere effecten hebben op omwonenden dan gewoon geluid. Daarnaast blijkt uit het onderzoek van het RIVM dat de normen van 47 dB en 45 dB voldoende rekening houden met laagfrequent geluid.

In dit planMER worden de effecten van de plaatsingszones met betrekking tot laagfrequent geluid daarom ook niet specifiek onderzocht.

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

In tabel 6.20 staan de bepaalde contourafstanden van de referentieturbines.

Tabel 6.20 Bepaalde contourafstanden van de 120 m en 166 m windturbine

| Omschrijving | Afstand in [m] |
|---|---|
| | Lijnopstelling |
| 47 dB Lden, 120 m windturbine | 340 |
| 47 dB Lden, 120 m windturbine, inclusief 3 dB mitigatie | 210 |
| 47 dB Lden, 166 m windturbine | 620 |
| 47 dB Lden, 166 m windturbine, inclusief 3 dB mitigatie | 385 |

Voor dit planMER is uitgegaan van een relatief stille 120 m windturbine, waarmee de geluidscontouren relatief beperkt in omvang zijn. Er bestaat hierdoor het risico dat bij uiteindelijke projectrealisatie onvoldoende keus in te plaatsen windturbines resteert, omdat kan blijken dat de zoekgebieden minder ruimte bieden dan verwacht op grond van dit planMER. Dit wordt onderschreven door de Cie-m.e.r. in haar advies. Dit planMER wil echter ook de maximaal beschikbare ruimte in beeld brengen en daarnaast worden nieuwe windturbines steeds stiller. Hierdoor sluit het toepassen van de contouren uit tabel 6.20 aan bij het doel en schaalniveau van het planMER. Op projectniveau is nadere invulling van een gebied aan de hand van nog te bepalen normen noodzakelijk. In paragraaf 6.4.3 is daarnaast weergegeven wat de effecten zijn van het toepassen van strengere geluidsnormen, namelijk 40, 45 en 47 dB Lden, en dus grotere geluidscontouren en het alternatief Leefomgeving hanteert een afstand van 700 m rond geluidsgevoelige objecten.
Ondanks dat er geen geldende normen zijn voor geluid, wordt in dit planMER een waardeoordeel toegekend aan de geluidbelasting. Hierbij wordt aangesloten bij de normen uit het Activiteitenbesluit. Bij concrete

[1] RIVM (2021). Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid, geraadpleegd via https://www.rivm.nl/sites/default/files/2021-08/Factsheet-windturbines.pdf.

ontwikkelingen dient een lokale afweging plaats te vinden of kan aangesloten bij de nieuwe windturbinenormeringen die op dat moment landelijk van toepassing zijn en volgen uit het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving.

Een sterk negatieve beoordeling (--) is in dit planMER niet van toepassing, omdat is uitgegaan van een minimale afstand van 210 m (120 m windturbine) en 385 m (166 m windturbine) als harde belemmering. Dit is de voor dit planMER berekende 47 dB Lden contour inclusief 3 dB mitigatie. Uitgaande van deze normering is er geen zoekruimte binnen 210 m of 385 m van geluidgevoelige objecten. Wel is een negatieve (-) beoordeling van toepassing. Hiervan is sprake bij ligging in de 47 dB contour, zonder mitigatie. Dit zijn dus locaties die liggen binnen het gebied tussen de 210 m en 340 m (120 m windturbines) en binnen het gebied tussen de 385 en 620 m (166 m windturbines) van geluidsgevoelige bestemming. Mitigerende maatregelen zijn hierbij een vereiste. Een licht negatieve (0/-) beoordeling is niet van toepassing, omdat voor dit planMER het uitgangspunt van de beoordeling de 47 dB Lden contour is gehanteerd. Paragraaf 6.4.3 toont de effecten van een strengere geluidsnorm. Tabel 6.21 toont de beoordelingsschaal voor geluidbelasting op gevoelige bestemmingen.

Tabel 6.21 Beoordelingsschaal geluidbelasting op gevoelige bestemmingen door windturbines

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt niet tot geluidbelasting boven de norm |
| 0/- | licht negatief effect | niet van toepassing |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt tot een negatief effect op de leefomgeving door windturbines ten opzichte van de referentiesituatie door geluidbelasting boven de 47 dB op geluidsgevoelige bestemmingen, mitigerende maatregelen zijn mogelijk |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

*Zonneveld*

Voor wat betreft geluid van zonnevelden 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 6.22 toont de aan te houden richtafstanden per aansluitvermogen.

Tabel 6.22 Aanbevolen richtafstanden per aansluitvermogen en omgevingstypering

| | Omgevingstypering | |
|---|---|---|
| Aansluitvermogen | Rustige woonwijk | Gemengd gebied |
| <= 10 MVA (15 ha) | 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 zonnevelden door geluidproducerende onderdelen van zonnevelden op grotere afstand van bebouwing te plaatsen.

In dit planMER is geen sprake van een sterk negatieve beoordeling (--). Er is geen wet- en regelgeving rondom zonnevelden en leefomgeving. Een negatieve beoordeling (-) wordt gegeven aan gebieden met afstand van maximaal 30 m tot gevoelige bestemmingen. Voor overige geluidsgevoelige bestemmingen als gezondheidscentra of onderwijsgebouwen is dit niet het geval. Van een licht negatieve (0/-) beoordeling is sprake als een geluidsgevoelige bestemming binnen 30-50 m ligt (zie ook tabel 6.23). Uitgangspunt hierbij is een aansluitvermogen van 10-100 MVA en ligging in een rustige woonwijk.

Tabel 6.23 Beoordelingsschaal geluidbelasting op gevoelige bestemmingen door zonnevelden

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt niet tot een negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonnevelden op meer dan 50 m van een geluidsgevoelige bestemming |
| 0/- | licht negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt tot een licht negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonnevelden binnen 30 - 50 m van een geluidsgevoelige bestemming |
| - | negatief effect | de voorgenomen ontwikkeling leidt tot een negatief effect op de leefomgeving ten opzichte van de referentiesituatie door zonnevelden binnen 30 m van een geluidsgevoelige bestemming |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing |

### 6.3.6 Gebruiksfuncties

#### Invloed op ruimtegebruik

De opwek van duurzame energie leidt tot ruimtebeslag, waardoor de ontwikkeling van wind- en zonne-energie kan leiden tot oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties. De invloed op het ruimtegebruik is onderzocht in een kwalitatieve analyse.

Voor ruimtegebruik geldt dat hoofdzakelijk de keuze voor windturbines of zonnevelden bepalend is voor het ruimtebeslag. De locaties zijn beperkt van invloed op de effecten, tenzij de voorgenomen ontwikkelingen zijn gepland in bijvoorbeeld recreatiegebieden of op (geschikte) woningbouwlocaties. Afhankelijk van de locatie kunnen windturbines en zonnevelden wel invloed hebben op deze functies.

In de effectanalyse worden de volgende gebruiksfuncties beschouwd:
- recreatiefunctie (recreatieve gebieden en verbindingen);
- agrarische functie (akkerland, (glas)tuinbouw, grasland).

In de effectanalyse voor ruimtegebruik is enkel gekeken naar ruimtebeslag op bovenstaande gebruiksfuncties. Woon- en werkfuncties zijn niet beschouwd, omdat deze op basis van de harde belemmeringen al zijn uitgesloten en hiermee geen onderdeel zijn van de alternatieven. Effecten door bijvoorbeeld (geluid)hinder zijn beschouwd onder leefomgeving. Het gebruik van het gebied voor natuur is al meegenomen bij natuur en de verkeersfunctie is opgenomen bij veiligheid.

Voor de beoordeling van het criterium ruimtegebruik is het belangrijk om te benoemen dat het criterium ‘invloed op ruimtegebruik’ niet bij voorbaat vanuit milieuperspectief niet haalbaar is. Dit onderzoek brengt slechts in beeld wat de effecten zijn. Daarnaast bestaan er voldoende maatregelen voor dubbel ruimtegebruik. Er is daarom niet sprake van een sterk negatieve (--) beoordeling.

Wel geldt een negatieve (-) beoordeling bij de ontwikkeling van zonnevelden op gronden met een recreatieve functie en gronden die in gebruik zijn ten behoeve van akkerbouw en (glas-)tuinbouw. Voor ontwikkelingen op grasland geldt een licht negatieve (0/-) beoordeling, omdat hier kansen zijn voor multifunctioneel ruimtegebruik, bijvoorbeeld door dieren te laten grazen onder de zonnepanelen. Voor windturbines geldt een licht negatieve (0/-) beoordeling voor gronden met een recreatieve functies. Voor ontwikkeling op agrarische functies geldt een neutrale (0) beoordeling. Dit komt omdat het ruimtegebruik beperkt is en het huidige gebruik veelal grotendeels kan worden voortgezet.

Dit criterium kan worden beoordeeld met hulp van de beoordelingsschaal in tabel 6.23.

Tabel 6.23 Beoordelingsschaal invloed op ruimtegebruik

| | Toelichting algemeen | Specificatie voor criterium |
|---|---|---|
| 0 | geen of zeer beperkt effect | beperkt oppervlakteverlies voor bestaande gebruiksfuncties |
| 0/- | licht negatief effect | oppervlakteverlies is beperkt en/of er zijn kansen voor multifunctioneel ruimtegebruik |
| - | negatief effect | grote mate van oppervlakteverlies en/of verloren gaan van huidige gebruiksfuncties |
| -- | sterk negatief effect | niet van toepassing* |

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

## 6.4 Niet-maatgevende effecten

Deze paragraaf beschrijft de milieueffecten van criteria die in paragraaf 6.2 als 'niet-maatgevend' zijn aangemerkt. Dit zijn criteria die met name voor de verdere uitwerking van projecten kunnen leiden tot aandachtspunten. De aandachtspunten zijn vooral van invloed op de keuze tussen windturbines en zonnevelden en zijn beperkt van invloed op de uiteindelijke locatiekeuze. De effecten op de niet-maatgevende criteria zijn in dit planMER niet beoordeeld, omdat de effecten op deze criteria naar verwachting niet leiden tot een risico voor de uitvoerbaarheid. Er zijn hiervoor over het algemeen namelijk (voldoende) maatregelen beschikbaar om effecten op deze criteria te voorkomen of beperken.

### 6.4.1 Effectanalyse bodemkwaliteit

**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 zonnevelden.

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 planMER 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 planMER 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 gehalte humus, 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 zonnevelden 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 zonnevelden (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. In paragraaf 4.2.5 is een kaart opgenomen met de bodemtypen in de regio (afbeelding 4.23).

Uit bovenstaande beschrijving 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;
- zonnevelden zijn mogelijk op zettingsgevoelige gebieden, omdat de risico op zettingen laag is.

### 6.4.2 Effectanalyse grondwater

**Risico op verzilting**

In het NRD is het risico op verzilting opgenomen als niet-maatgevend criterium in het beoordelingskader. Verzilting is de toename van het zoutgehalte in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. De beschikbaarheid van zoet grond- en oppervlaktewater is van belang voor gebruiksfuncties zoals landbouw, industrie, drinkwater en natuur. Verzilting komt voornamelijk voor in het westen en noorden van Nederland, waar zout water vanuit de zee of via kwel aan de oppervlakte komt. Door de ligging van het plangebied op grote afstand tot zoutwaterbronnen is verzilting naar verwachting geen risico bij de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden. Daarom is dit criterium niet bepalend voor de locatiekeuze of keuze voor wind- of zonne-energie

### 6.4.3 Effectanalyse leefomgeving

**Geluidgehinderden**

Hoewel de vergunbaarheid bij dit criterium op dit moment nog geen rol speelt, bieden de geluidscontouren behorende bij normen lager dan 47 dB Lden (‘onder de norm’) toch inzicht. Dit is te meer relevant, omdat de geluidscontouren aangepast kunnen worden naar aanleiding van de resultaten uit het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving. Het criterium normoverschrijding geeft het speelveld aan waarbinnen gezocht moet worden om hinder zoveel mogelijk te voorkomen. Dit criterium geeft dus nadere informatie over de locaties waar de geluidseffecten op de omgeving het kleinste zijn. Het onderzoek richt zich op windturbines.

*Analyse geluidgehinderden door windturbines*

Dit criterium hanteert als uitgangspunt de 40 en 45 dB Lden geluidscontour. Daarnaast is ook de 47 dB Lden contour in beeld gebracht die van toepassing is zonder mitigerende maatregelen.

Bij de 40 dB Lden is circa 1 % van de bevolking ernstig gehinderd, volgens onderzoek van RIVM[1]. Dit is dus de geluidbelasting waarbij de kans op hinder zeer klein is (‘onder de norm’). De berekeningen in deze paragraaf tonen de volgende contouren middels een voorbeeldsituatie:

- 40 dB Lden contour van de 120 m windturbine in lijnopstelling;
- 40 dB Lden contour van de 166 m windturbine in lijnopstelling.

[1] Rapportage ‘Windturbines: invloed op de beleving van gezondheid van omwonenden - GGD informatieblad medische milieukunde (update 2013), met kenmerk 200000001/2013 door Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

De 45 dB Lden ís afkomstig van de advieswaarden van de WHO-richtlijnen. De berekeningen in deze paragraaf tonen de volgende contouren middels een voorbeeldsituatie:
- 45 dB Lden contour van de 120 m windturbine in lijnopstelling;
- 45 dB Lden contour van de 166 m windturbine in lijnopstelling.

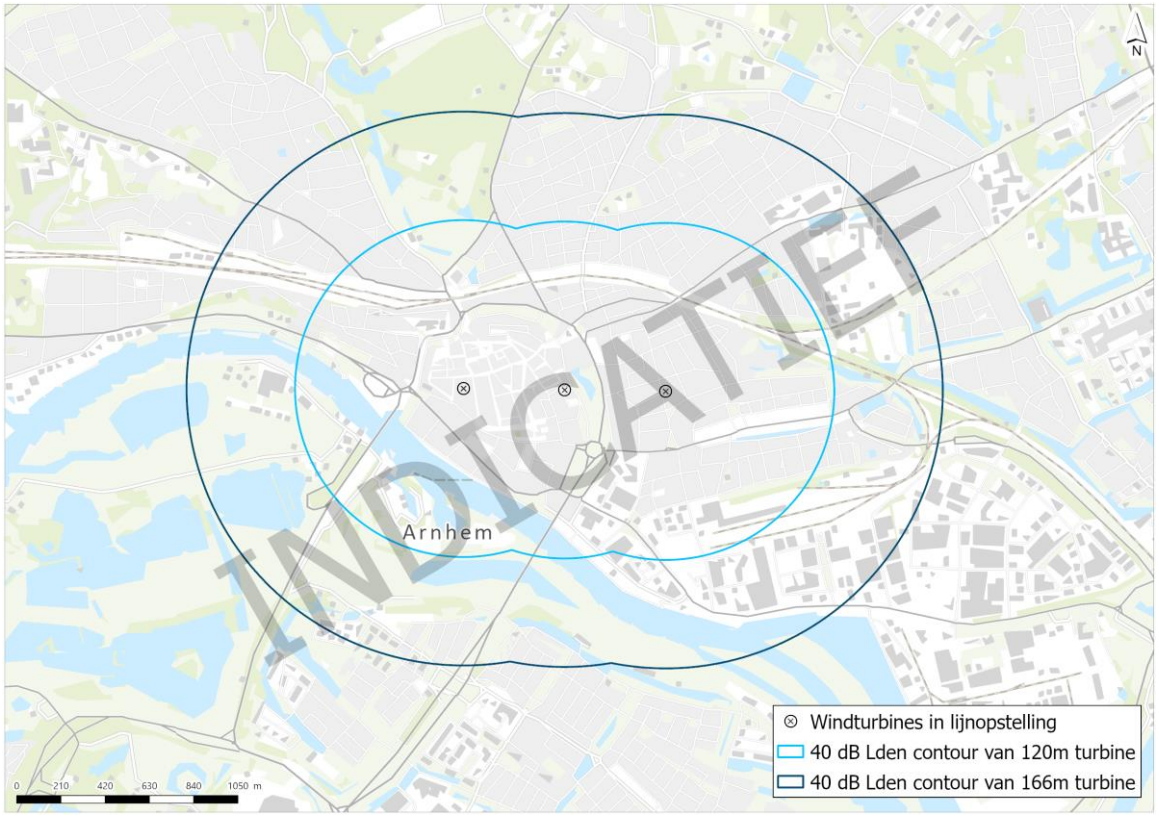
De contouren van de 40, 45 en 47 dB Lden reiken een stuk verder dan de 47 dB Lden contouren (met 3 dB mitigatie, zie paragraaf 7.5). Overeenkomstig de methodiek bij normoverschrijding, is voor het criterium geluideffecten onder de norm de contourafstanden naar de 40, 45 en 47 dB Lden contour berekend. Hiervoor zijn de referentieturbines uit tabel 6.18 als uitgangspunt gebruikt. Tabel 6.24 beschrijft de resultaten van windturbines in lijnopstelling.

Tabel 6.24 Berekende 40, 45 en 47 dB contourafstanden van de 120 m en 166 m windturbine in lijnopstelling

| Omschrijving | Afstand [m] |
|---|---|
| | Lijnopstelling |
| 40 dB Lden, 120 m windturbine | 800 |
| 40 dB Lden, 166 m windturbine | 1.315 |
| 45 dB Lden, 120 m windturbine | 450 |
| 45 dB Lden, 166 m windturbine | 800 |
| 47 dB Lden, 120 m windturbine | 340 |
| 47 dB Lden, 166 m windturbine | 620 |

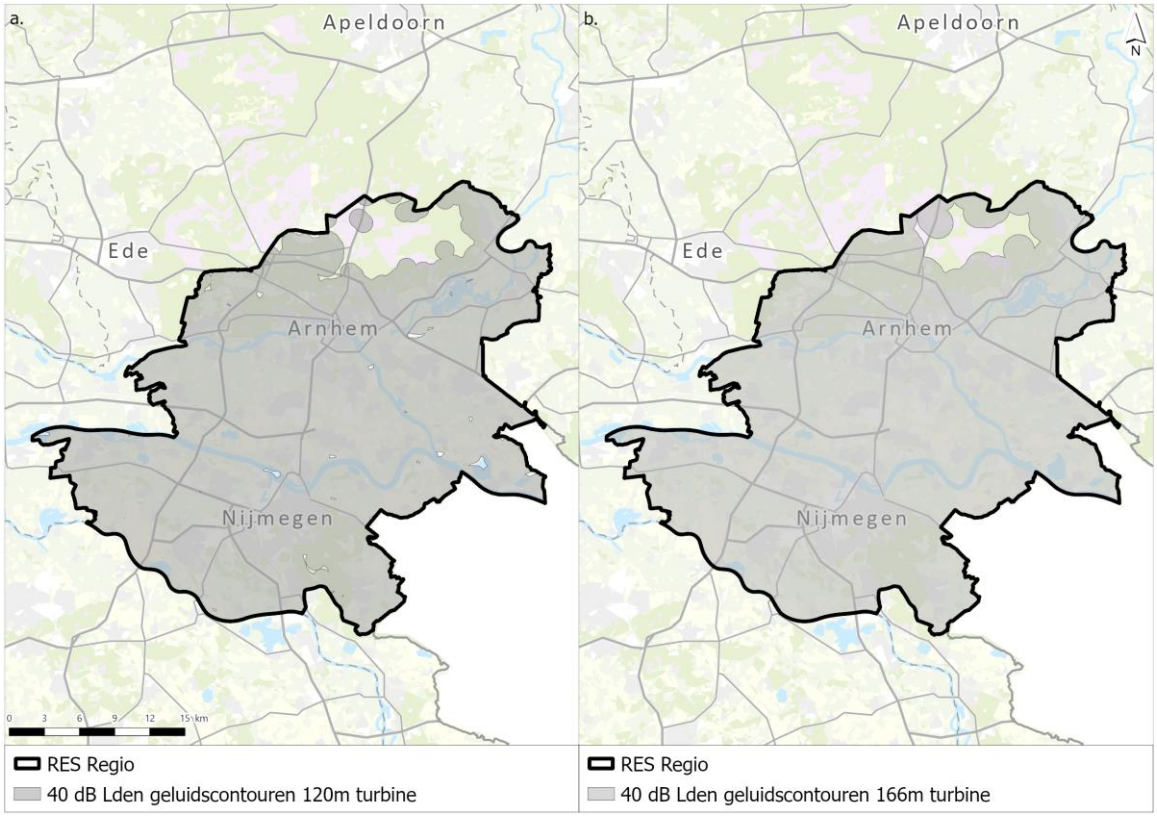
Tabel 6.24 laat zien dat de 40 dB Lden contour van een 120 m windturbine op circa 800 m ligt. Voor een grotere windturbine is deze afstand 1.315 m. Onderstaande afbeelding 6.2 toont de berekende 40 dB Lden contouren van een lijnopstelling op een indicatieve locatie in Arnhem. Deze afbeelding is slechts bedoeld om een beeld te geven van de schaalgrootte van de contouren.

Afbeelding 6.2 40 dB Lden contourafstanden 120 m en 166 m windturbines in lijnopstelling op indicatieve locatie in Arnhem



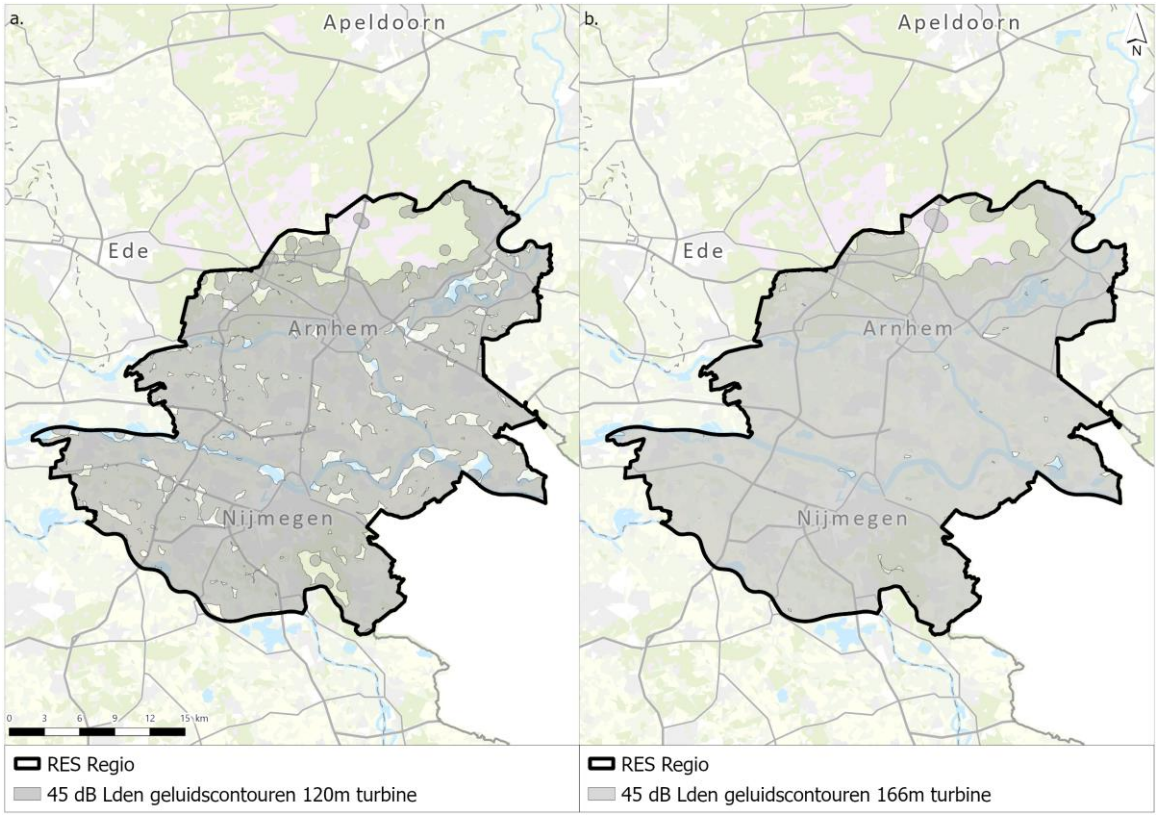

Afbeelding 6.3 geeft de geluideffecten onder de norm weer voor het plangebied voor 40 dB Lden. De geluidscontouren zijn in deze afbeelding om geluidsgevoelige objecten gelegd. De gebieden die niet grijs zijn ingekleurd zijn gebieden waar windturbines geplaatst kunnen worden zonder een negatief effect te veroorzaken op geluidsgevoelige bestemmingen. Voor 166 m windturbines (afbeelding 6.3b) betreft dit een gebied aan de oostkant van de Veluwe. Voor 120 m windturbines (afbeelding 6.3a) geldt dit eveneens, daarnaast zijn verspreid over het plangebied kleine gebieden aanwezig waar windturbines minimale geluidbelasting (maximaal 40 dB) veroorzaken op geluidsgevoelige bestemmingen.

Afbeelding 6.3 Geluideffecten 40 dB Lden



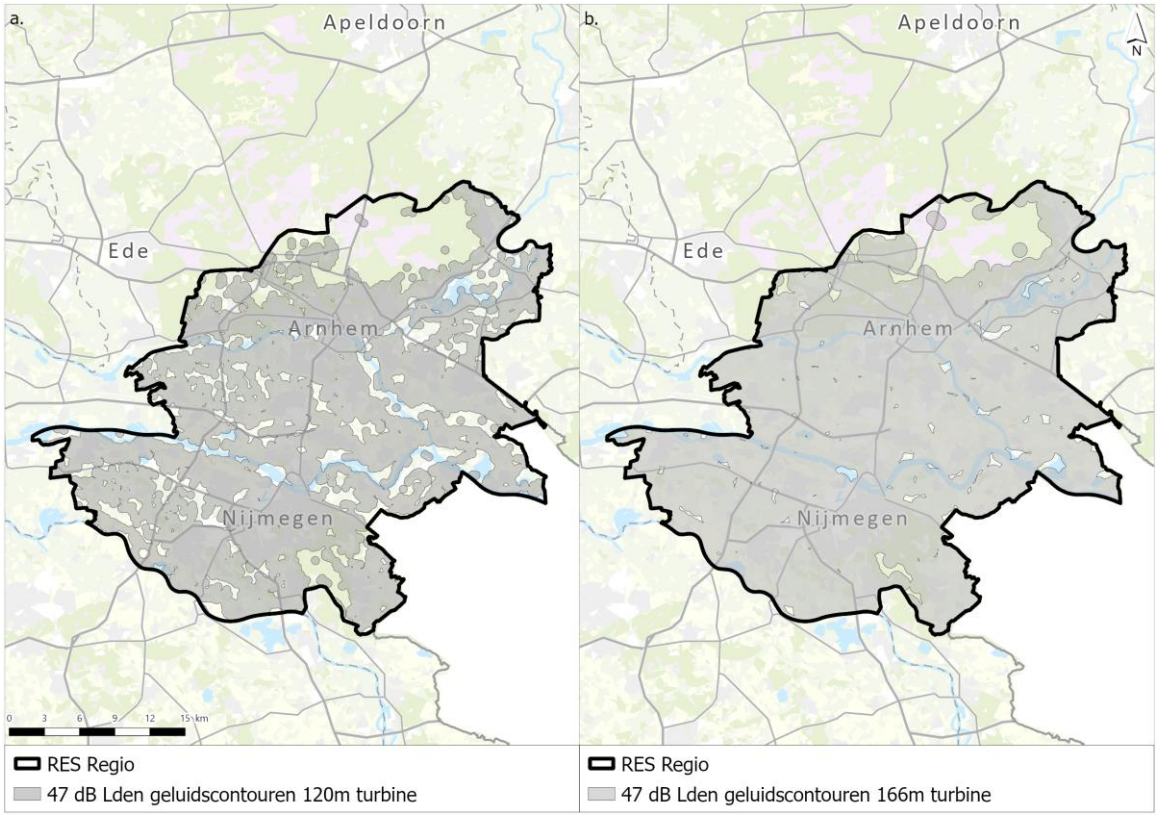

Afbeelding 6.4 toont de geluidseffecten onder de norm voor 45 dB Lden. Ook hiervoor geldt dat voor een groot deel van het plangebied plaatsing van windturbines leidt tot negatieve effecten op geluidsgevoelige bestemmingen.

Afbeelding 6.4 Geluideffecten 45 dB Lden




Afbeelding 6.5 toont de geluidseffecten onder de norm voor 47 dB Lden (zonder mitigatie) voor 120 m windturbines en 166 m windturbines. Ook hiervoor geldt dat voor een groot deel van het plangebied plaatsing van windturbines leidt tot negatieve effecten op geluidsgevoelige bestemmingen.

Afbeelding 6.5 Geluideffecten 47 dB Lden (exclusief 3 dB mitigatie)




### Invloed op gezondheid

Rond de ontwikkeling van windturbines bestaan zorgen met betrekking tot gezondheid. Windturbines veroorzaken geluid (inclusief laagfrequent geluid) en slagschaduw. Dit kan hinderlijk zijn en mogelijk gevolgen hebben voor de gezondheid (zie onderzoeken van het RIVM[1]). Een actuele wetenschappelijke beschouwing ten aanzien van gezondheid en windturbines maakt daarom deel uit van de effectbeoordeling van dit aspect. Voor zonnevelden zijn minder tot geen gezondheidszorgen. Dit is daarom niet beschouwd.

Uit de literatuurstudie[1] blijkt dat hinder optreedt als gevolg van geluid. Hoe sterker het geluid (in dB) van windturbines, hoe groter de hinder ervan. Uit de bestaande literatuur bleek niet dat het zogeheten 'laagfrequent geluid' (lage tonen) van windturbines voor extra hinder zorgt tot die gerelateerd aan 'gewoon' geluid. Voor andere gezondheidseffecten zijn de resultaten van wetenschappelijk onderzoek niet eenduidig. Deze effecten hangen niet duidelijk samen met het geluidniveau, maar soms wel met de ervaren hinder. De resultaten onderbouwen de eerdere conclusies van een vergelijkbare opdracht circa drie jaar geleden.

Er is aangetoond dat persoonlijke, situationele en contextuele factoren, die op zichzelf geen directe invloed hebben op de gezondheid, wel de beleving van geluidhinder kunnen versterken. Persoonlijke factoren betreffen houding ten opzichte van windturbines, persoonlijke verwachtingen en de geluidgevoeligheid van elk individu. De literatuur laat duidelijk zien dat omwonenden minder hinder hebben van de windturbines als ze betrokken zijn bij de plaatsing ervan. Dit hangt samen met de persoonlijke beleving van de ontwikkeling. Door mee te kunnen denken over de plaatsing en de balans tussen kosten en baten, ervaren omwonenden

[1] Van het RIVM zijn drie recente publicaties beschikbaar, waarover nader contact geweest is voor uitleg over onderdelen van deze publicaties:
- I. van Kamp | G.P. van den Berg, 2021: Gezondheidseffecten van windturbinegeluid, RIVM-rapport 2020-0214.
- M. Reedijk, I. van Kamp, J. Hin, juli 2021: Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid, RIVM.
- Irene van Kamp & Frits van den Berg, 30 August 2021: Health Effects Related to Wind windturbine Sound: An Update; In: International Journal of Environmental Research and Public Health.

minder hinder. Het is daarom belangrijk zorgen van omwonenden serieus te nemen en hen te betrekken bij het planningsproces en de plaatsing van windturbines.

Er is ook onderzoek gedaan naar slaapverstoring door windturbines. Er kunnen geen conclusies worden getrokken over de samenhang van het geluidniveau van windturbinegeluid en slaapverstoring, omdat de resultaten van het onderzoek niet eenduidig zijn.

Omdat de effecten op gezondheid met name raken aan geluid, wordt het aspect 'gezondheid' niet als apart criterium behandeld in dit planMER. Tijdens de verdere uitwerking van de zoekgebieden, middels bijvoorbeeld een projectMER, kan gezondheid als milieuthema beschouwd worden. Hierbij kunnen de resultaten van het landelijk planMER naar windturbinebepalingen worden benut en verdient het de aanbeveling om omwonenden te betrekken bij het planningsproces.

### Invloed op gevoelige objecten door slagschaduw

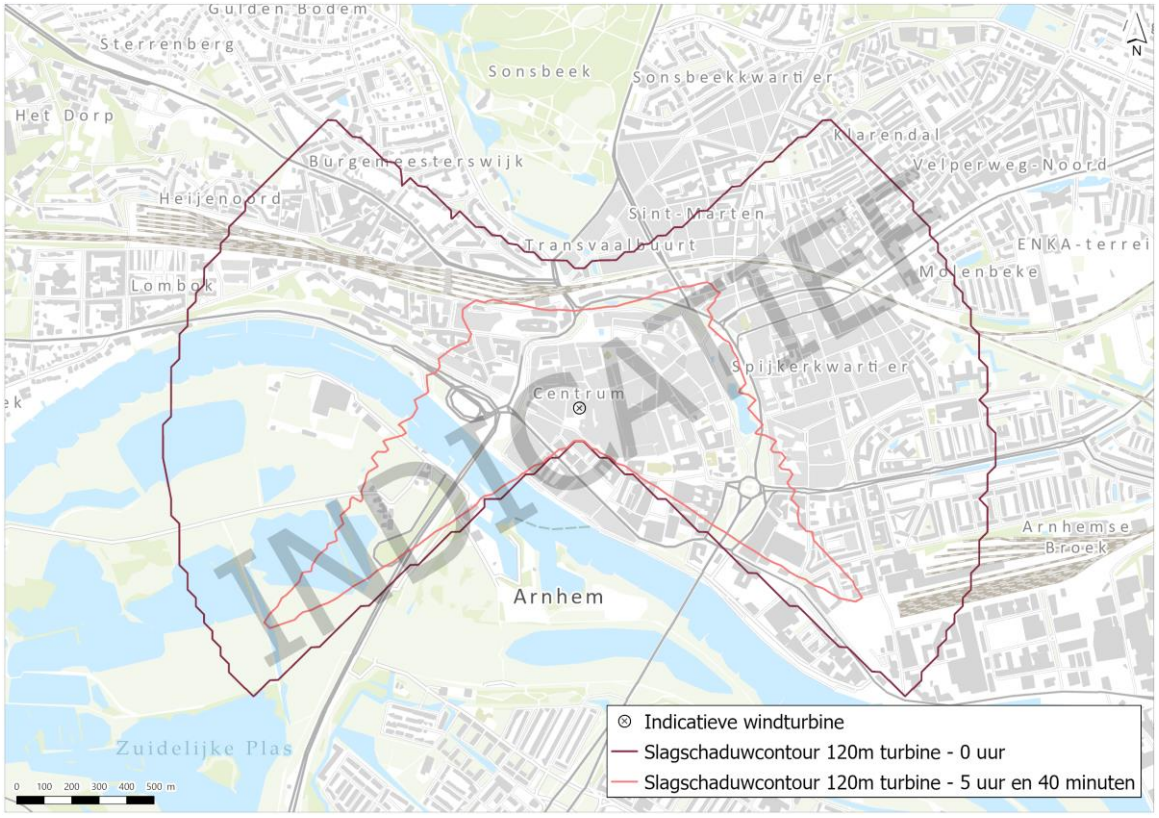
De rotorbladen van een windturbine draaien rond. Hierdoor ontstaan schaduwen, die meebewegen met het ronddraaien van de windturbine. De schaduw die een windturbine veroorzaakt heet slagschaduw. Deze slagschaduw reikt het verst als de zon laag staat, wat het geval is gedurende de winter, tijdens de ochtenduren en de avonduren. Het verschijnen en verdwijnen van de schaduw in, met name, 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 6.6). De omvang van deze 'vlinder' neemt toe met de grootte (rotordiameter en ashoogte) van de windturbine. Door een verhoogd landoppervlakte (bijvoorbeeld door heuvelachtig landschap) 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.

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

Afbeelding 6.6 Slagschaduwcontour van windturbine met ashoogte van 120 m op een indicatieve locatie in Arnhem. 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




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, moet een stilstandsvoorziening worden toegepast. Voor het planMER op regionaal schaalniveau 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. Voor de ontwikkeling van Windpark Caprice (gemeente Lingewaard) is bijvoorbeeld opgenomen dat de windturbines helemaal stil worden gezet, zodra slagschaduw optreedt[1].

[1] Gemeente Lingewaard - ZS 412025 - Bijlage 7 - Raadsvoorstel - Windpark Caprice, 27 juni 2022.

# 7

## EFFECTANALYSE- EN BEOORDELING WIND- EN ZONNE-ENERGIE

Dit hoofdstuk presenteert voor wind- en zonne-energie de effectanalyse op gebiedsniveau en de effectbeoordeling van de alternatieven. De effectanalyse op gebiedsniveau is uitgevoerd voor de maatgevende criteria die bijdragen aan de besluitvorming voor locaties en de keuze tussen windturbines en/of zonnevelden (zie hoofdstuk 6). Elke paragraaf presenteert per criterium eerst de effectanalyse voor het gehele plangebied op kaarten. Hierbij zijn op de kaarten de harde belemmeringen (zie bijlage III) uitgesloten. De effectanalyses resulteren per aspect in een toelichtende effectbeoordeling en een effectbeoordeling in de vorm van kaarten die aangeven welke gebieden binnen het plangebied vanuit het betreffende criterium:
- sterk negatief (--) (rode kleur);
- negatief (-) (oranje kleur);
- licht negatief (0/-) (gele kleur);
- neutraal (0) (lichtgrijze kleur).

Voor de leesbaarheid van dit planMER zijn alleen de kaarten met de beoordeling voor het gehele plangebied minus de harde belemmeringen weergegeven. In verschillende bijlagen zijn de effecten van de alternatieven per criterium op kaart beoordeeld.

Naast de kaarten is in iedere paragraaf ook een tabel opgenomen met de effectbeoordeling. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de beoordeling in de tabellen is gebaseerd op het gehele alternatief. Voor een gedeelte van het alternatief kan de beoordeling afwijken. De kaarten in de verschillende bijlagen tonen de exacte beoordeling.

### 7.1 Bodem en water

#### Invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

De voorgenomen activiteiten kunnen effecten hebben op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringgebieden (zie voor een gedetailleerde beschrijving 6.3.1). De kwaliteit van het grondwater kan worden beïnvloed door bemaling of het lekken van schadelijke stoffen bij de aanleg en verwijdering van windturbines en zonnevelden. Ook kunnen bodemlagen die het grondwater beschermen worden verstoord, waardoor verontreinigingen met lekstromen in het diepere grondwater kunnen komen.

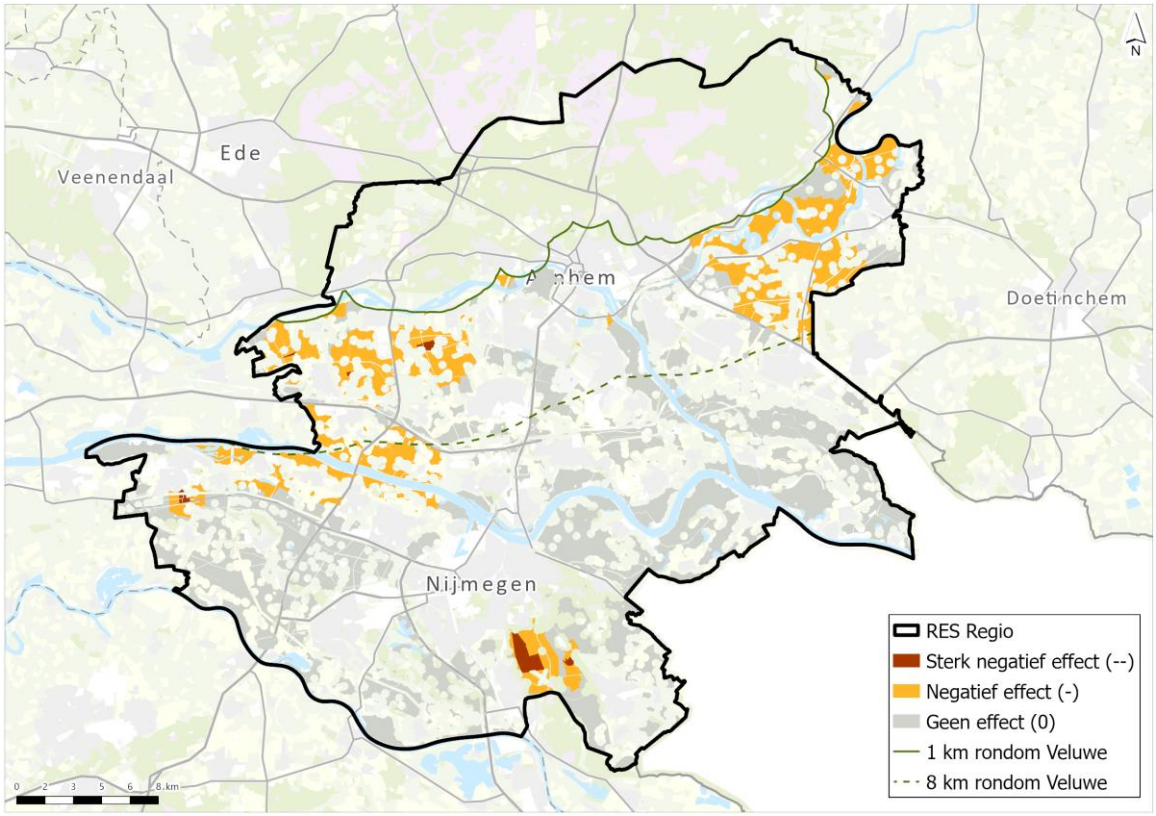
Daarom geldt in waterwingebieden een maximale diepte voor grondroerende werkzaamheden van 2 m. Windturbines kennen een fundering die circa 30 m diep de grond in gaat. De ontheffingsmogelijkheden bieden naar verwachting geen mogelijkheid hiervan af te wijken. Er geldt voor windturbines daarom een sterk negatieve (--) beoordeling. De fundering van zonnevelden reikt circa 0,3 m diep. Voor zonnevelden geldt daarom bij ligging in waterwingebieden een licht negatieve (0/-) beoordeling, omdat dit een aandachtspunt is oor de ontwikkeling.

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. Hierdoor is voor windturbines een negatieve (-) beoordeling van toepassing. Voor zonnevelden geldt voor

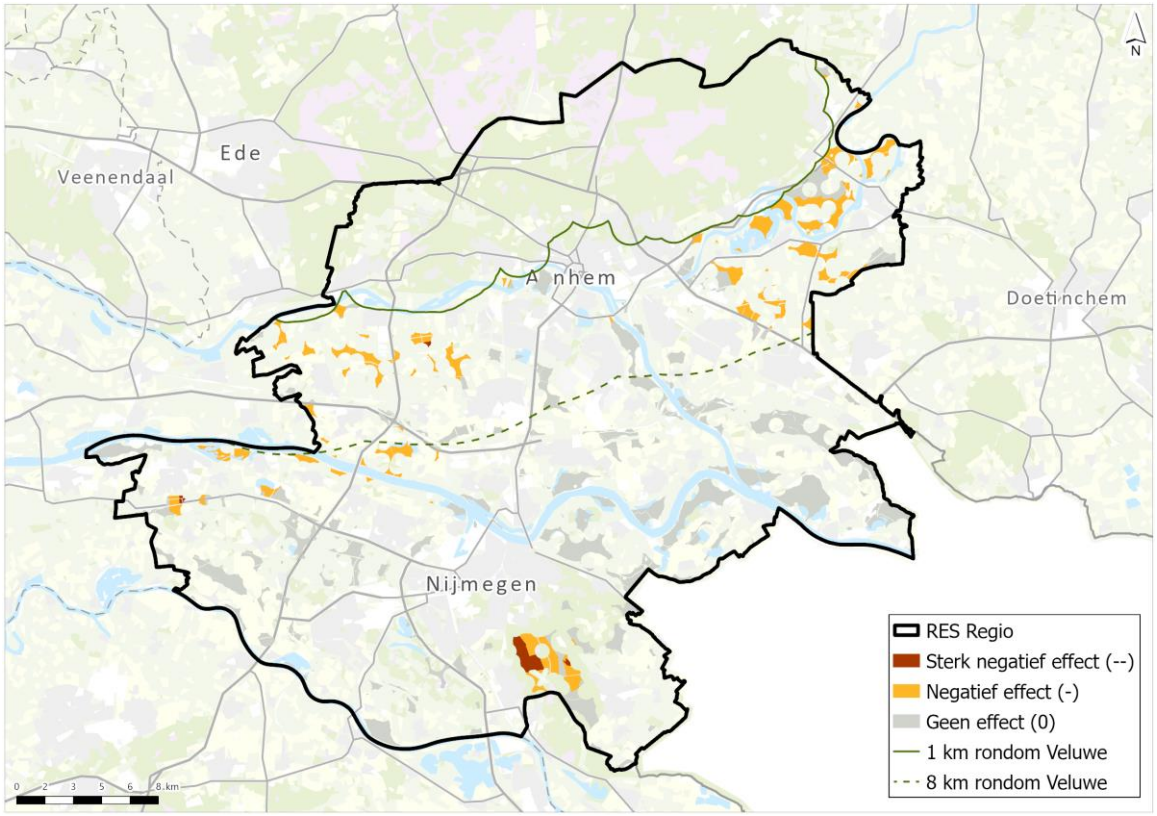
deze gebieden een licht negatieve (0/-) beoordeling, omdat zonnevelden naar verwachting onder (beperkte) voorwaarden mogelijk zijn.

Afbeelding 7.1 laat zien welke gebieden in het plangebied sterk negatief, negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.2 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Afbeelding 7.3 toont de beoordeling voor zonnevelden. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage VII zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.1).

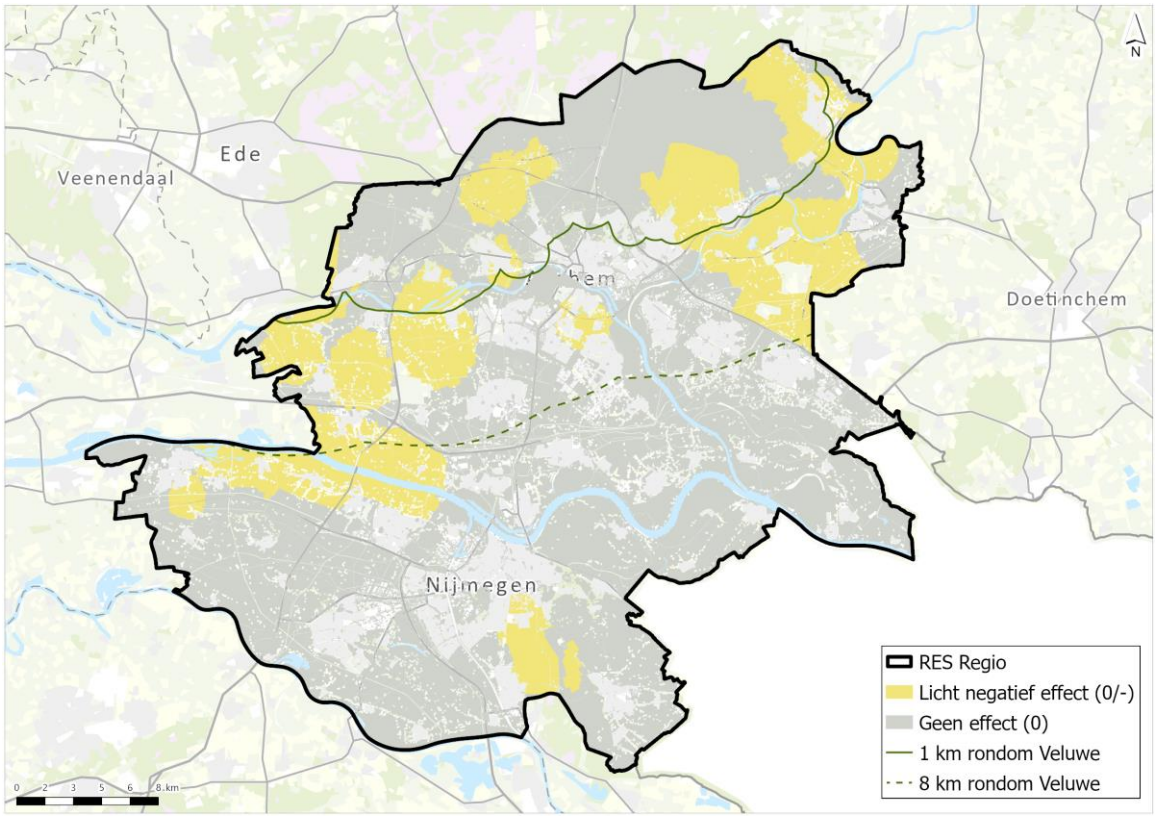
Afbeelding 7.1 Beoordeling invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.2 Beoordeling invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden voor 166 m windturbines op kaart




Afbeelding 7.3 Beoordeling invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden voor zonnevelden op kaart



### Effectbeoordelingstabel bodem en water

Tabel 7.1 toont een overzicht van de effectbeoordeling, zoals beschreven in voorgaande paragraaf. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de beoordeling is gebaseerd op het gehele alternatief. Voor een gedeelte van het alternatief kan de beoordeling afwijken. Het uitgangspunt is hierbij een worst-case beoordeling.

Tabel 7.1 Overzicht effectbeoordeling invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden

| | 120 m windturbines | | | | 166 m windturbines | | | | Zonnevelden | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | - | -- | -- | -- | - | -- | -- | -- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

## 7.2 Natuur

De effectanalyse en -beoordeling van windturbines en zonnevelden op natuur zijn uitgebreid beschouwd in bijlage V. Deze paragraaf bevat een korte toelichting van de effectanalyse- en beoordeling. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de effecten op Natura 2000-gebieden, GNN, Groene Ontwikkelingszones (inclusief ganzenrustgebieden) en beschermde soorten. Voor een uitgebreide toelichting en achtergrondinformatie wordt verwezen naar bijlage V. Hier zijn ook de beoordelingen van de alternatieven op kaart weergegeven. Zoals benoemd in paragraaf 6.3.2 zijn de effecten op weidevogelgebieden niet beoordeeld.

### Effecten op Natura 2000-gebieden

Effecten op Natura 2000-gebieden worden beoordeeld aan de hand van instandhoudingsdoelstellingen (IHD) die in het aanwijzingsbesluit en de wijzigingsbesluiten voor de betreffende Natura 2000-gebieden zijn vastgesteld. Hierbij is onderscheid gemaakt voor effecten door stikstofdepositie en overige effecten, zoals oppervlakteverlies en verstoring. Opgemerkt dient te worden dat in een latere fase, op projectniveau, AERIUS-berekeningen uitgevoerd moeten worden met de meest recente versie van AERIUS voor zowel de aanleg- als de gebruiksfase, om de precieze gevolgen van stikstofemissie inzichtelijk te maken. Pas dan kan exact beoordeeld worden wat de werkelijke milieueffecten zijn. De effectbeoordeling voor dit onderdeel kan daarmee negatiever worden, bijvoorbeeld doordat deposities zodanig hoog zijn dat mitigatie/compensatie niet voldoende is om negatieve gevolgen op de IHD te voorkomen. Wel kan vanuit kennis van eerdere vergelijkbare projecten en expert judgement worden gesteld dat de stikstofdepositie van het voornemen, ongeacht het gekozen alternatief, naar verwachting beperkt is en stikstofdeposities in de aanlegfase grotendeels te mitigeren zijn met maatregelen zoals het gebruik van aangepast (elektrisch) materieel.

In het kader van het planMER wordt daarom aangenomen dat alle alternatieven (voor zowel windturbines als zonnevelden) zorgen voor een kleine en tijdelijke, doch (deels) te mitigeren, projectbijdrage. De alternatieven krijgen daarmee allen een voorlopige beoordeling licht negatieve (0/-) beoordeling voor de effecten door stikstofdepositie. Omdat dit voor het gehele plangebied gelijk is, is dit niet op kaart weergegeven.

Voor de overige effecten op Natura 2000-gebieden volgt hierop de beoordeling.

*Windturbines*

Bij ligging binnen Natura 2000-gebieden of binnen een 1 km zone van het Natura 2000-gebied Veluwe (Wespendief) geldt voor windturbines een sterk negatieve (--) beoordeling. De zone van 1 km rond de Veluwe is al uitgesloten op basis van de harde belemmeringen. De zone van 1 tot 8 km rond de Veluwe is niet separaat beoordeeld. Wel is met een contour aangegeven waar deze zone ophoudt. Effecten op de Wespendief zijn hier niet uitgesloten, maar nader onderzoek naar de IHD is nodig.

Voor de Natura 2000-gebieden die aangewezen zijn als habitatrichtlijn geldt verder binnen een zone van 1,5 km[1] een negatieve (-) beoordeling. Dit is gebaseerd op de meest verstorende werkzaamheden die in het kader van de realisatie mogelijk plaatsvinden, namelijk heiwerkzaamheden, maar ook door de werking van slagschaduw op de habitattypen. Bij ligging binnen de 10 km contour van vogelrichtlijngebieden geldt een licht negatief effect (0/-). Deze 10 km zone is gebaseerd op de zone waarbinnen een aantal belangrijke foerageergebieden voor de Natura 2000 populaties aanwezig zijn. Deze zone is geen harde, wettelijke grens, maar is vastgelegd in het ecologisch onderzoek op basis van observaties van locaties waar belangrijke slaapplaatsen en foerageergebieden voorkomen. In en om het plangebied zijn Natura 2000-gebieden de Rijntakken en Vogelschutsgebiet Unterer Niederrhein aangewezen als vogelrichtlijngebieden.

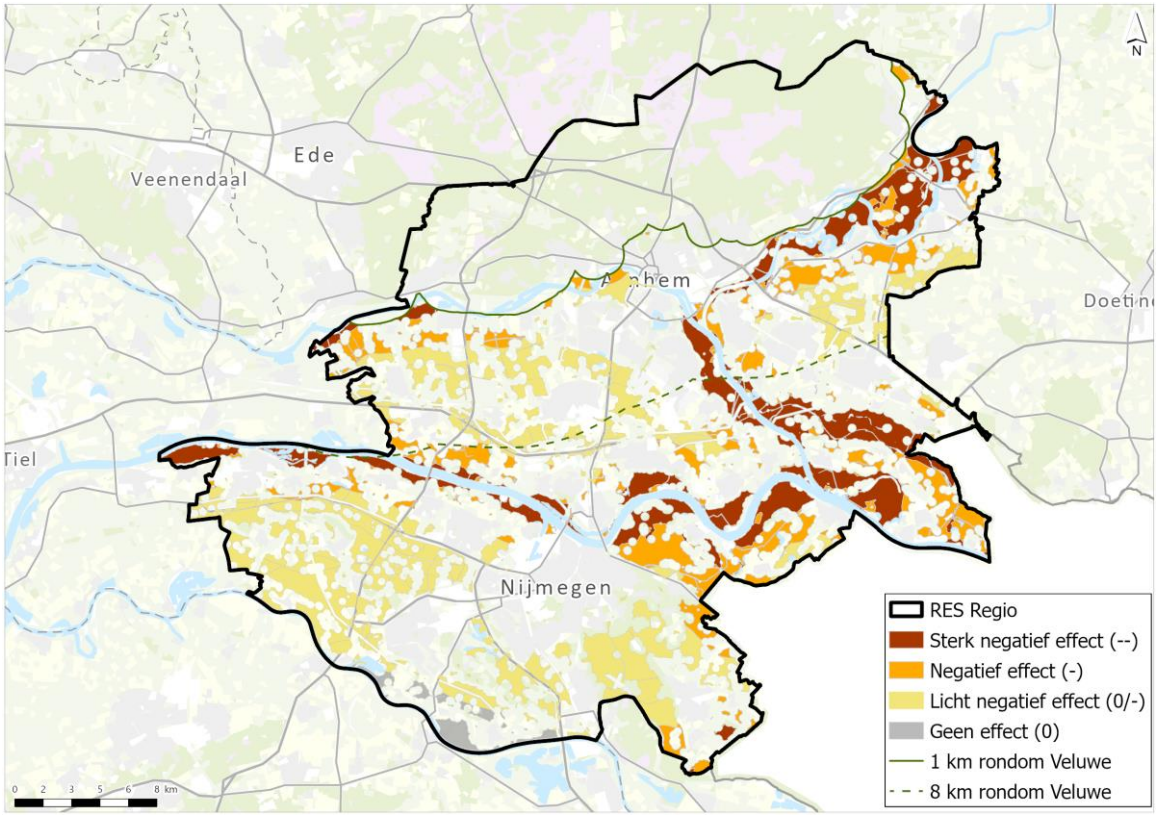
Voor de overige gebieden geldt een neutrale (0) beoordeling. Op projectMER-niveau is nader onderzoek nodig om te bepalen wat de effecten zijn van de windturbines op één of meerdere IHD van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Voor de alternatieven Landschap en Leefomgeving geldt dat minstens een deel van het zoekgebied voor windturbines is gelegen binnen Natura 2000 habitattypen, waardoor significant negatieve gevolgen voor IHD ook na het nemen van mitigerende maatregelen niet zijn uit te sluiten. Deze alternatieven krijgen daarom de beoordeling sterk negatief (--). De alternatieven Natuur en RES 1.0 liggen niet binnen de Natura 2000-gebieden, maar omvat zoekgebieden voor windturbines binnen 1,5 km rond Natura 2000-gebieden. Deze alternatieven is daarom voor beide windturbinetypen beoordeeld als negatief (-).

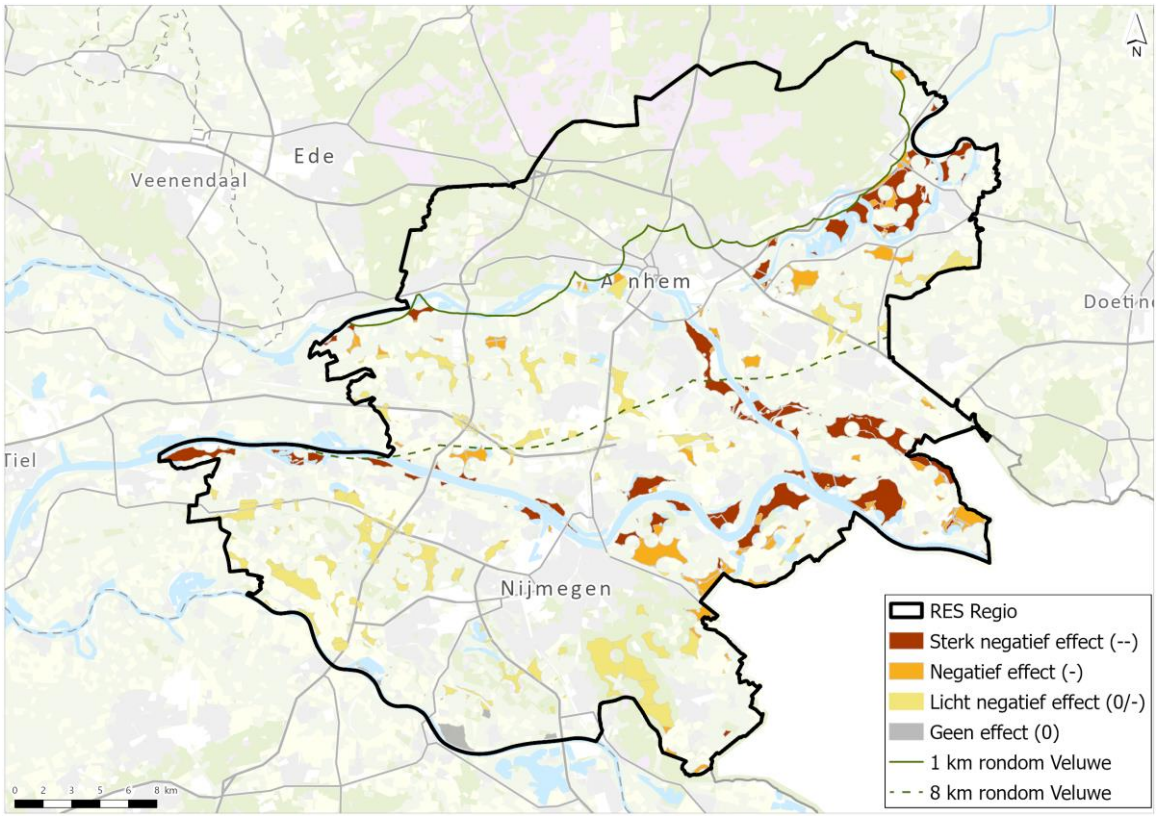
Afbeelding 7.4 laat zien welke gebieden in het plangebied sterk negatief, negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.5 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage V zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.2).

[1] In deze toetsing wordt uitgegaan van een maximaal effectbereik van 1,5 km als maximale verstoringsbereik. Dit is gebaseerd op de meest verstorende werkzaamheden die in het kader van de realisatie mogelijk plaatsvinden, namelijk heiwerkzaamheden.

Afbeelding 7.4 Beoordeling effecten op Natura 2000-gebieden voor 120 m windturbines op kaart



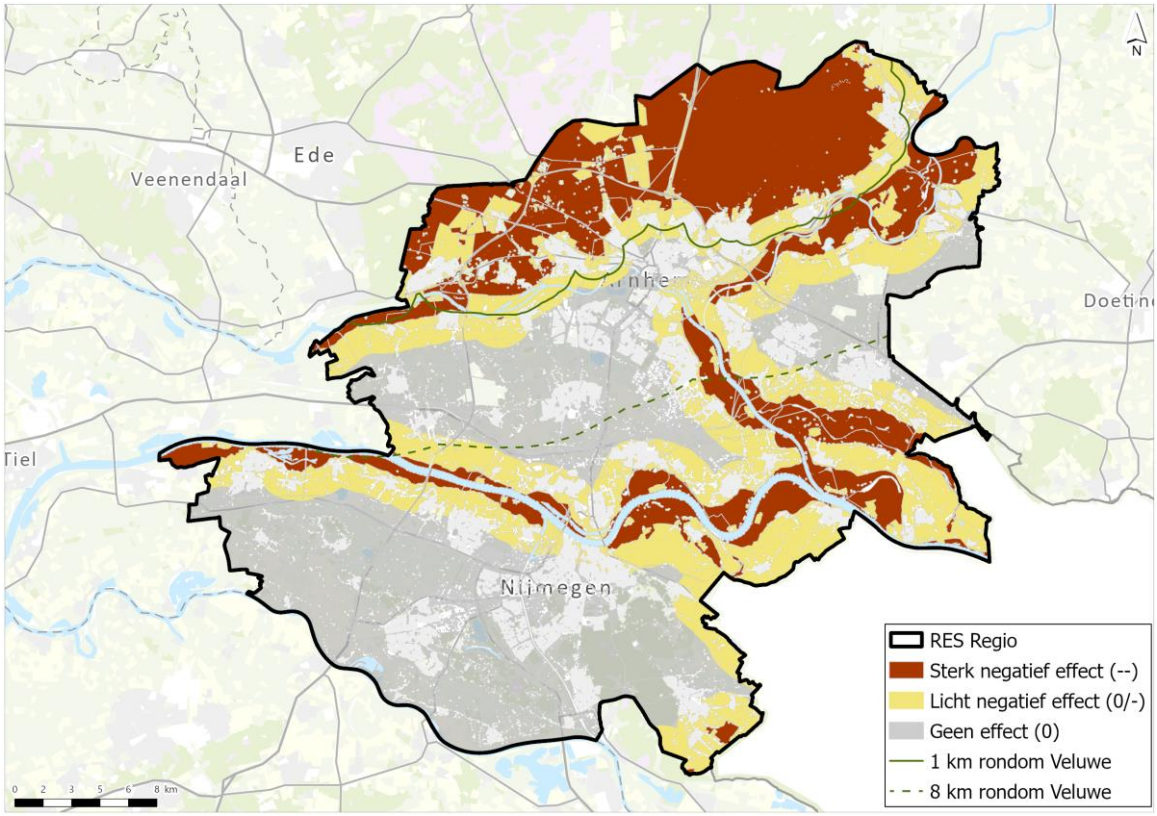

Afbeelding 7.5 Beoordeling effecten op Natura 2000-gebieden voor 166 m windturbines op kaart



*Zonnevelden*

Het zoekgebied voor zonnevelden binnen het alternatief Natuur ligt geheel buiten Natura 2000-gebied, maar op enkele plekken wel binnen een zone van 1,5 km van Natura 2000 waardoor het effect op dit criterium als licht negatief (0/-) wordt beoordeeld. Voor alle overige alternatieven geldt dat minstens een deel van het zoekgebied is gelegen binnen Natura 2000, en zelfs binnen aangewezen habitattypen van deze gebieden. Deze krijgen daarom een sterk negatieve beoordeling (--). Voor de overige gebieden geldt ten aanzien van de ontwikkeling van zonnevelden een neutrale (0) beoordeling. Hierbij is eveneens nader onderzoek nodig bij concrete projecten. De beoordeling is visueel weergegeven op afbeelding 7.6. In bijlage V zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Tabel 7.2 bevat de beoordeling van de alternatieven.

Afbeelding 7.6 Beoordeling effecten op Natura 2000-gebieden voor zonnevelden op kaart




## Effecten op GNN

Bij de realisatie van windturbines en/of zonnevelden binnen de grenzen van het GNN, kunnen effecten op de kernkwaliteiten van dit provinciaal natuurgebied optreden. Het gaat dan om effecten zoals verlies van de openheid en rust, afname leefgebied van bepaalde doelsoorten (bijvoorbeeld weidevogels). Voor zonnevelden geldt dat het voornaamste effect optreedt als gevolg van ruimtebeslag.

*Windturbines*

Voor windturbines is geen sprake van een sterk negatieve (--) beoordeling, omdat nader onderzoek nodig is om te bepalen wat de kernkwaliteiten zijn van het GNN. Hiermee kan bepaald worden of voldaan kan worden aan de voorwaarden uit de Omgevingsverordening.

Voor ligging binnen GNN geldt een negatieve (-) beoordeling, omdat de kernkwaliteiten mogelijk worden aangetast. Voor het plaatsen van windturbines in verkenningsgebieden voor windenergie in het GNN dient het oppervlak van natuur dat verloren gaat voor 200 % gecompenseerd te worden. Deze gebieden zijn beoordeeld als licht negatief (0/-) voor windturbines. Dit geldt ook voor een zone van 1,5 km rond GNN gebied, in verband met de externe werking.

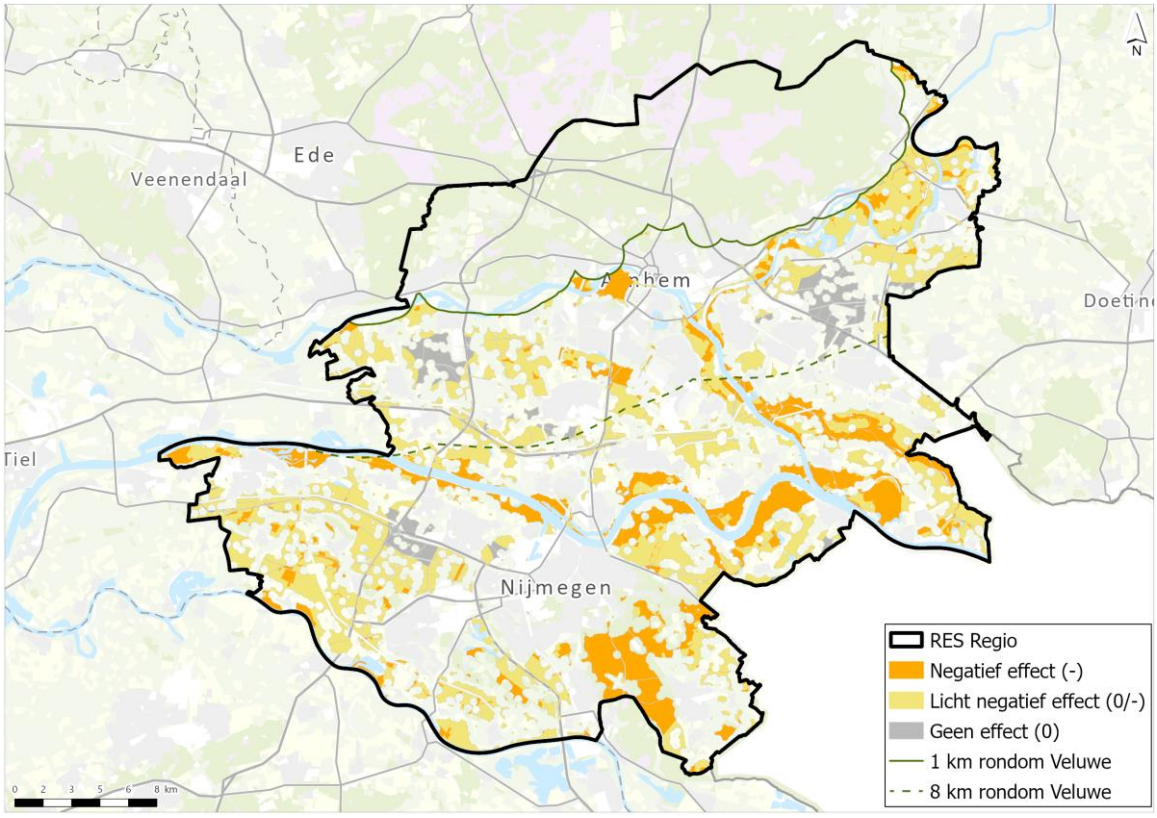
Binnen het alternatief Natuur zijn de zoekgebieden voor windturbines allen buiten GNN gelegen, waardoor directe effecten op de kernkwaliteiten niet aan de orde zijn. Voor dit alternatief geldt voor beide windturbinetypen (120 m en 166 m) een licht negatieve (0/-) beoordeling, gezien de ligging binnen 1,5 km rond GNN.

Het alternatief RES 1.0 kent zoekgebieden binnen GNN. Het gaat echter enkel om zoekgebieden gelegen binnen verkenningsgebied voor windturbines. De effecten op de kernkwaliteiten van het GNN worden hier op voorhand als beperkt ingeschat (zie bijlage V voor een nadere toelichting). Voor dit alternatief geldt de beoordeling negatief (0/-).

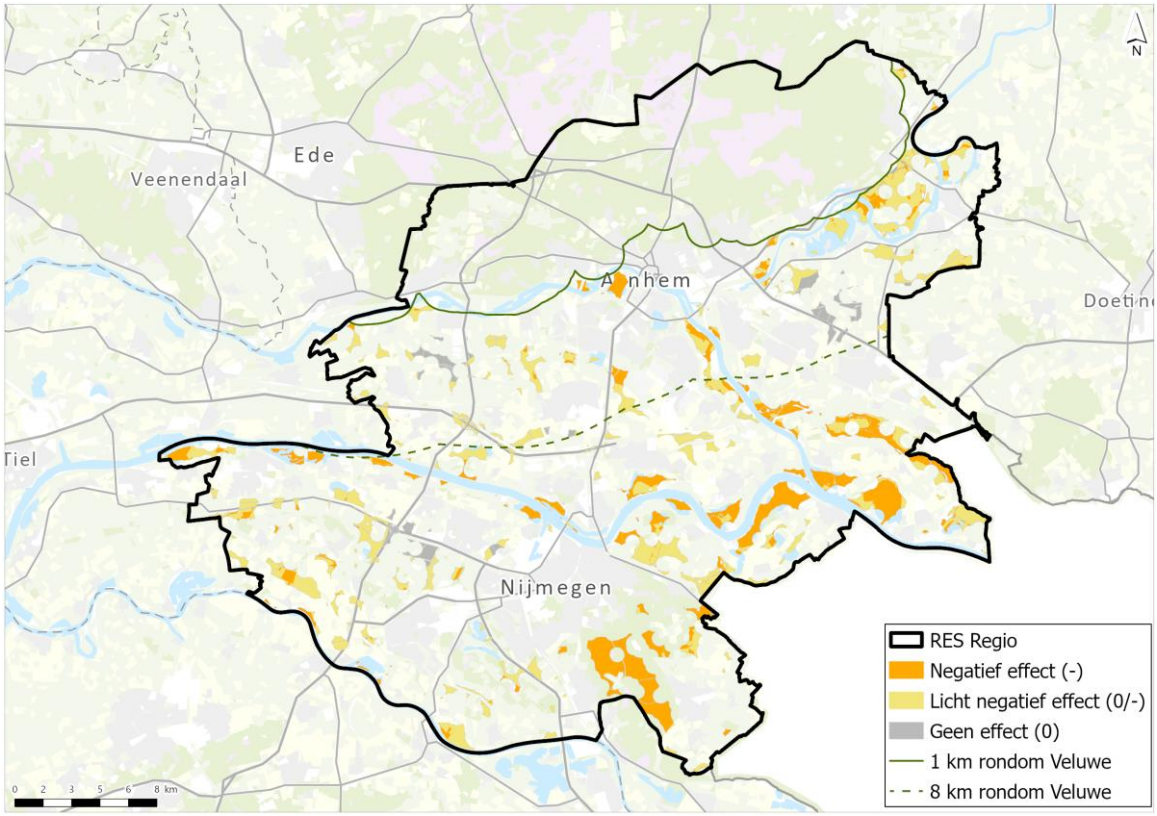
Voor alle overige alternatieven geldt dat minstens een deel van het zoekgebied voor windturbines is gelegen binnen GNN, buiten het verkenningsgebied voor windturbines. Deze krijgen daarom de beoordeling negatief (-), omdat aantasting van de kernkwaliteiten van het GNN ook met toepassing van mitigerende maatregelen niet op voorhand is uit te sluiten.

Afbeelding 7.7 laat zien welke gebieden in het plangebied negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.8 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.2).

Afbeelding 7.7 Beoordeling effecten op GNN voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.8 Beoordeling effecten op GNN voor 166 m windturbines op kaart

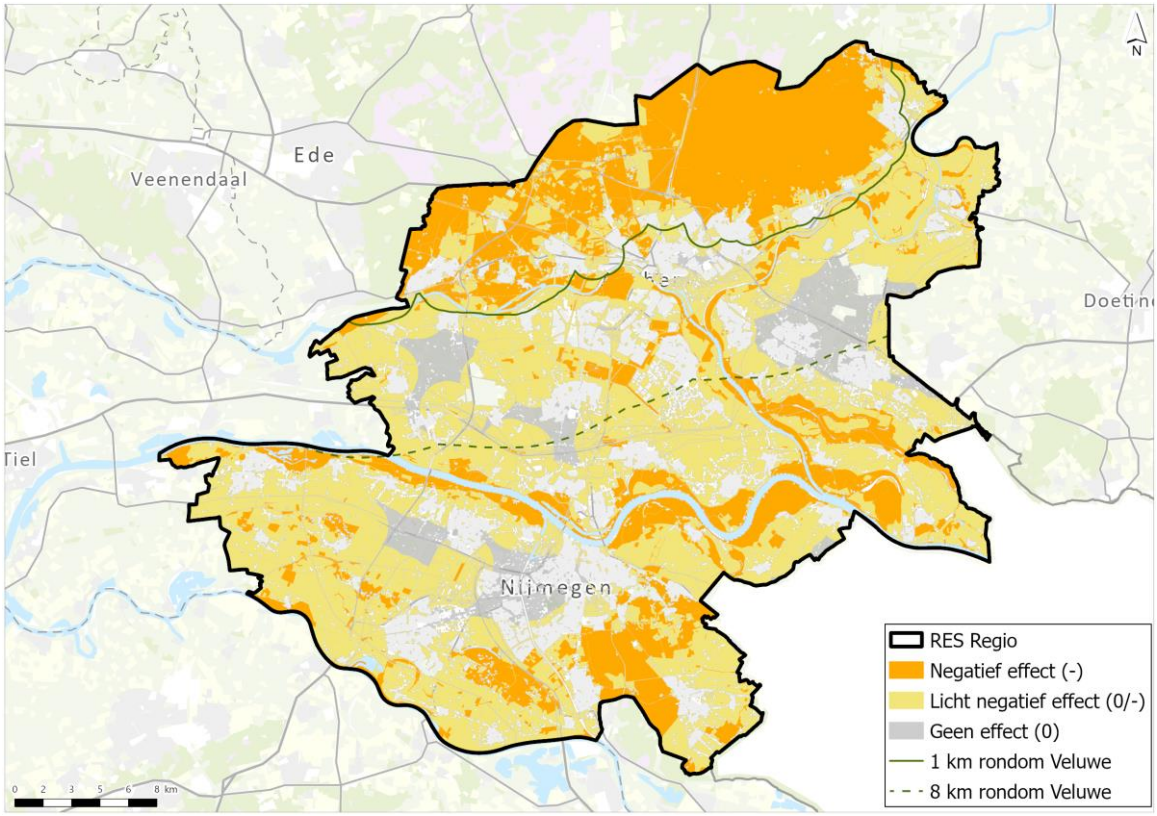



*Zonnevelden*

Voor zonnevelden geldt een negatieve (-) beoordeling bij ligging binnen GNN. Een licht negatieve (0/-) beoordeling is van toepassing van ligging in een zone van 1,5 km rond GNN. De overige gebieden zijn voor zonnevelden beoordeeld als neutraal (0) voor dit criterium.

Het zoekgebied voor zonnevelden binnen het alternatief Natuur ligt geheel buiten GNN, maar binnen een zone van 1,5 km rond GNN waardoor het effect op dit criterium als licht negatief (0/-) wordt beoordeeld. Voor alle overige alternatieven geldt dat minstens een deel van het zoekgebied is gelegen binnen GNN. Deze krijgen daarom een negatieve beoordeling (-). De beoordeling is visueel weergegeven op afbeelding 7.9. Tabel 7.2 bevat de beoordeling van de alternatieven.

Afbeelding 7.9 Beoordeling effecten op GNN voor zonnevelden op kaart




### Effecten op Groene Ontwikkelingszones (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden)

Bij realisatie van een windturbines en/of zonnevelden binnen de grenzen van de GO, inclusief EVZ en ganzenrustgebieden, kunnen effecten op de kernkwaliteiten van de GO optreden. Dit kan leiden tot negatieve effecten, bijvoorbeeld door ruimtebeslag of verstoring van rustgebieden.

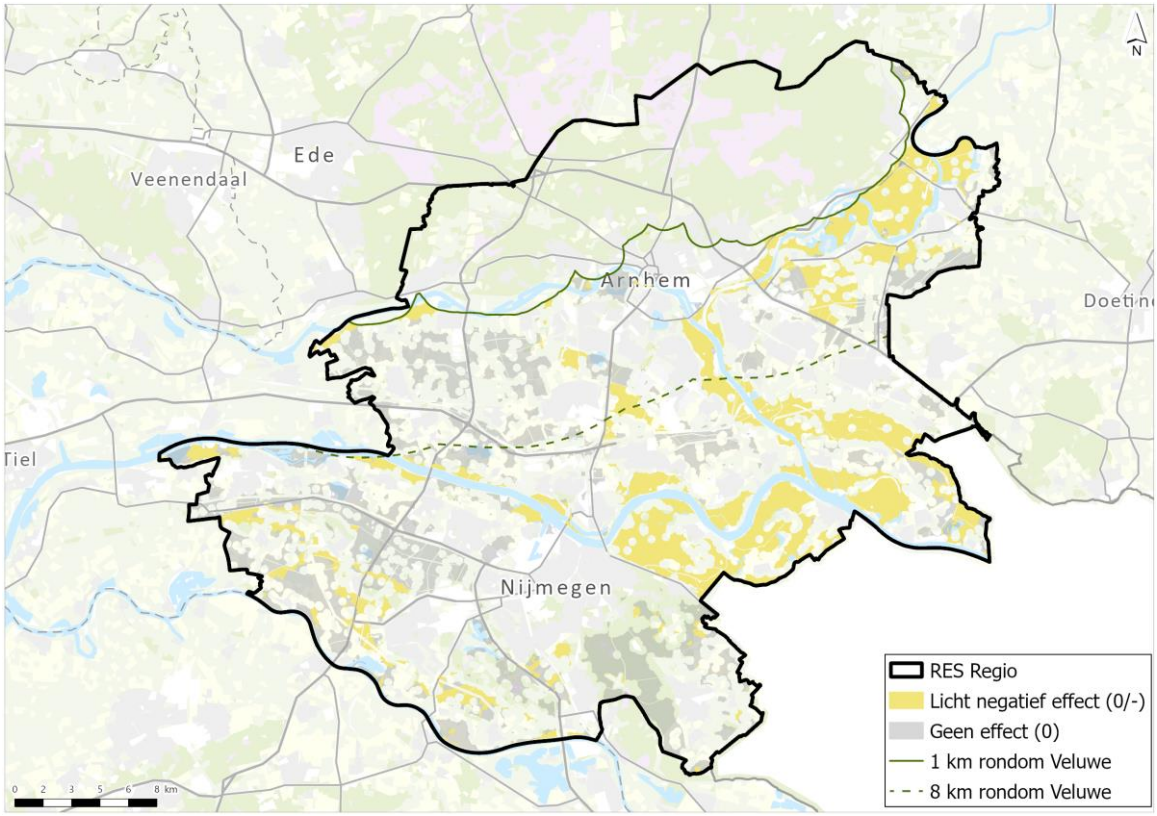
*Windturbines*

Binnen het alternatief Natuur zijn de zoekgebieden voor windturbines allen buiten GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) gelegen, waardoor effecten op de kernkwaliteiten niet aan de orde zijn. Voor beide windturbinetypen (120 m en 166 m) geldt de beoordeling neutraal (0). Voor alle overige alternatieven geldt dat minstens een deel van het zoekgebied voor windturbines is gelegen binnen GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden).

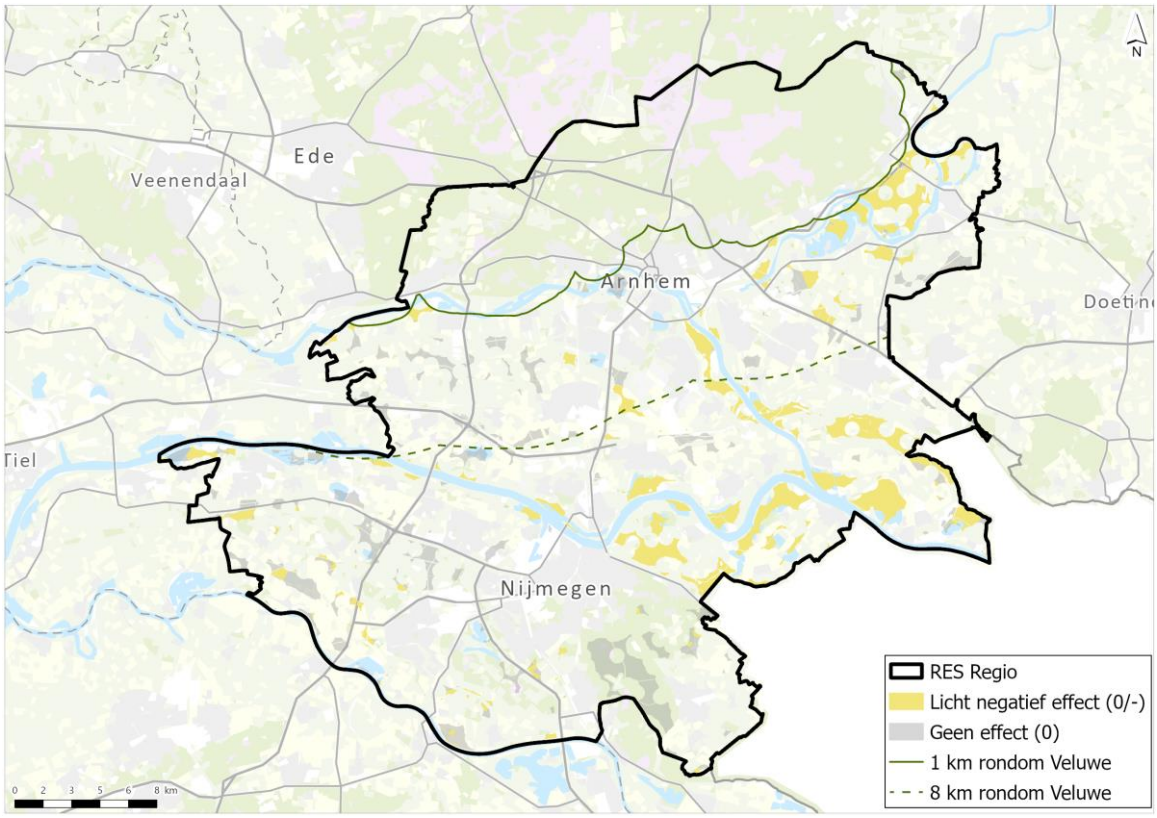
Door het nemen van gepaste mitigerende en compenserende maatregelen zijn negatieve effecten veelal te voorkomen. Zo is het van belang dat bij de realisatie van windturbines, er voldoende onverstoord rust- en foerageergebied voor doelsoorten (bijvoorbeeld ganzen) resteert en/of wordt teruggebracht. Ook is het bij de realisatie van windturbines belangrijk dat de exacte locatie en opstelling zodanig wordt gekozen dat deze minimale impact heeft op de doelsoorten van de GO, zoals rustende ganzen (bijvoorbeeld niet in aanvliegroute). Over het algemeen geldt dat alternatieven met windturbines en/of zonnevelden binnen GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebied), mits het nemen van gepaste mitigerende en compenserende maatregelen, haalbaar zijn. Deze krijgen daarom een licht negatieve (0/-) beoordeling.

Afbeelding 7.10 laat zien welke gebieden in het plangebied licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.11 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.2).

Afbeelding 7.10 Beoordeling effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) voor 120 m windturbines op kaart




Afbeelding 7.11 Beoordeling effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) voor 166 m windturbines op kaart

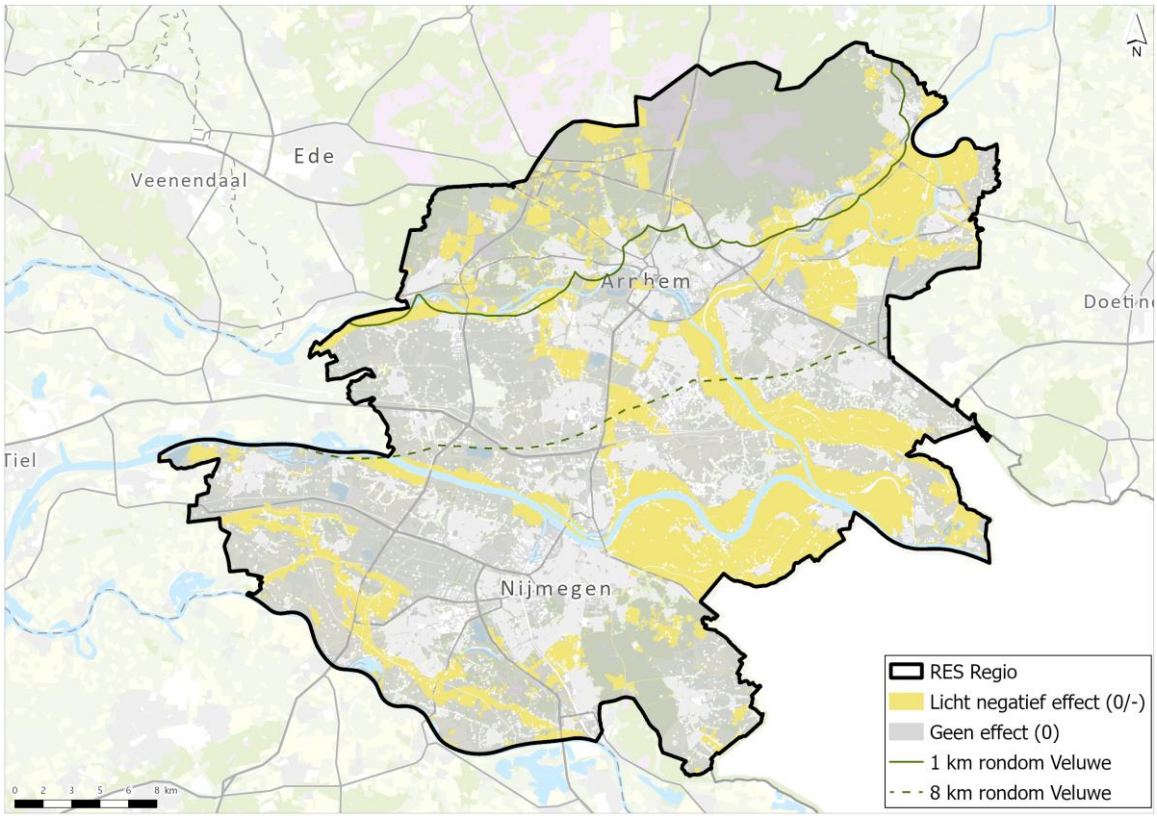


*Zonnevelden*

De zoekgebieden voor zonnevelden binnen het alternatief Natuur liggen geheel buiten GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebied), waardoor het effect op dit criterium als neutraal (0) is beoordeeld. Voor alle overige alternatieven geldt dat minstens een deel van het zoekgebied is gelegen binnen GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebied). Deze krijgen daarom een licht negatieve (0/-) beoordeling. Afhankelijk van de exacte invulling van het gebied met zonnevelden zijn negatieve effecten veelal te voorkomen. Hierbij is het van belang dat niet het gehele gebied van de GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebied), wordt benut ten behoeve van zonnevelden, maar dat er ruimte beschikbaar blijft of komt voor compensatie.

De beoordeling is visueel weergegeven op afbeelding 7.12. Tabel 7.2 bevat de beoordeling van de alternatieven.

Afbeelding 7.12 Beoordeling effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) voor zonnevelden op kaart




**Effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming**

De effecten op beschermde soorten zijn beoordeeld op basis van het voorkomen in of nabij hotspotgebieden voor de voornaamste risicosoorten, namelijk vogels en vleermuizen. Op basis van hotspot/risicokaarten (afbeelding 4.6) is een beoordeling mogelijk van de te verwachten impact van het voornemen op deze soortgroepen en het risico op overtreding van de Wnb verbodsbepalingen (aantasting/vernietiging essentieel leefgebied; sterfte).

*Windturbines*

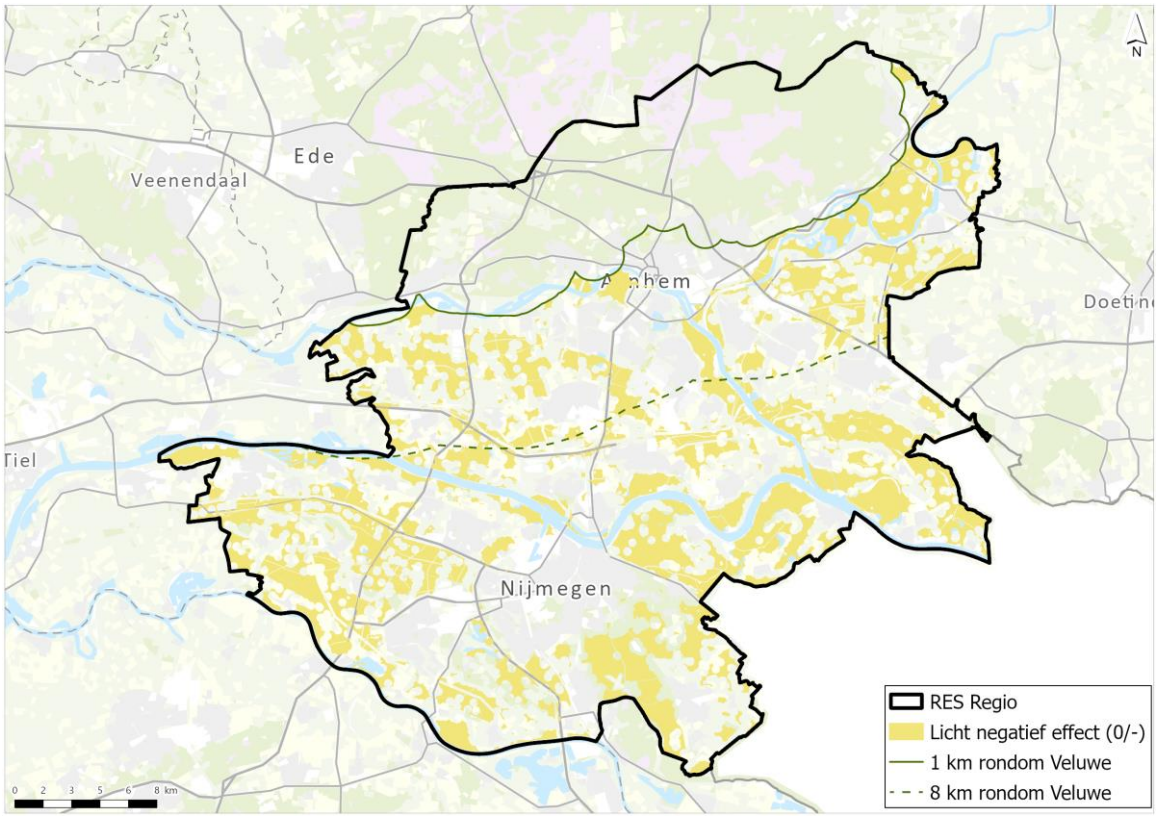
Bij de realisatie van windturbines, zijn vogels en vleermuizen de belangrijkste risicosoorten. Effecten treden met name op tijdens de gebruiksfase doordat de draaiende rotorbladen aanvaringsslachtoffers veroorzaken onder vogels en vleermuizen en een verstorende werking kunnen hebben op vogels (door onder andere geluid en slagschaduw).

Voor alle alternatieven voor windturbines geldt dat er sprake is van een aanvaringsrisico. Met de beschikbare informatie is geen eenduidige beoordeling te geven die passend is bij het detail- en schaalniveau van dit

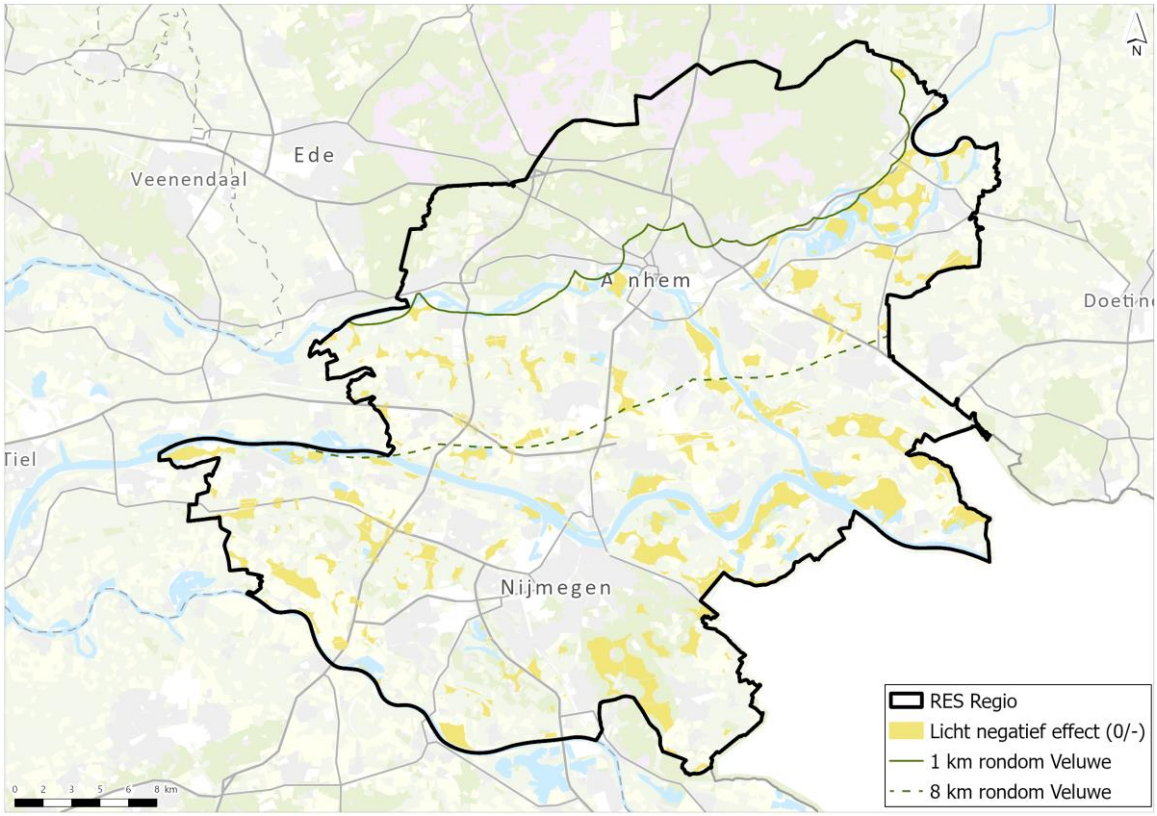
planMER. Alle alternatieven zijn daarom licht negatief (0/-) beoordeeld. Door deze beoordeling wordt voorkomen dat gebieden middels dit planMER mogelijk ten onrechte worden aangemerkt als niet geschikt voor windturbines. Bovendien wordt op deze manier recht gedaan aan het feit dat negatieve effecten op beschermde soorten niet zijn uit te sluiten bij de ontwikkeling van windturbines. Hierbij geldt wel de algemene opmerking dat meer vleermuizen zijn te verwachten rond natuurgebieden (Natura 2000, GNN/GO) en structuren in het landschap die een vliegroute en/of foerageergebied voor vleermuizen vormen. Bij de realisatie van windturbines binnen 200 m van bijvoorbeeld bomenrijen, hagen, bossen, bosranden, waterlopen en oevers is de kans op negatieve effecten dus groter. Een neutrale (0) beoordeling is niet van toepassing in dit planMER, omdat negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten door de ontwikkeling van windturbines. Afbeelding 4.6 geeft hierbij een goede indicatie van de risicovolle gebieden.

Afbeelding 7.13 laat zien welke gebieden in het plangebied licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.14 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.2).

Afbeelding 7.13 Beoordeling effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming voor 120 m windturbines op kaart



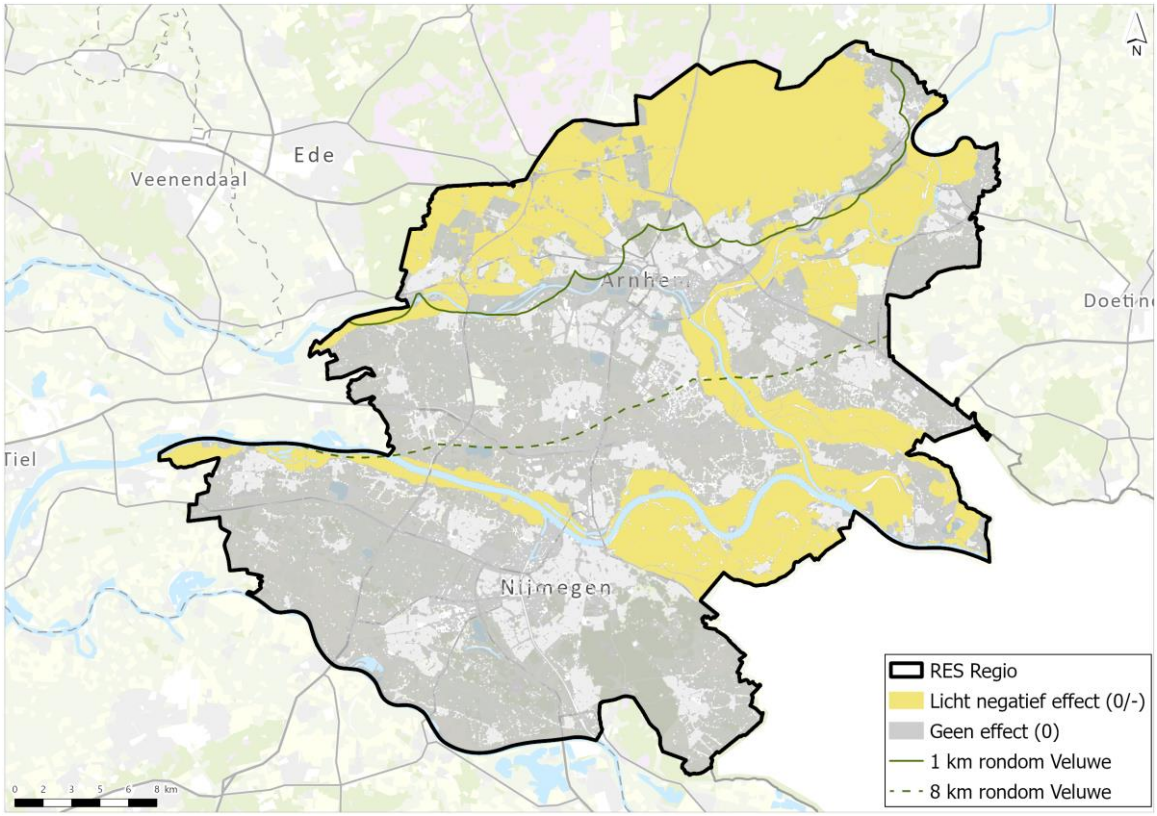
Afbeelding 7.14 Beoordeling effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming voor 166 m windturbines op kaart




*Zonnevelden*

Bij de realisatie van zonnevelden zijn de grootste effecten te verwachten voor vogels. Dit is dan ook de belangrijkste risicogroep voor dit type projecten. Natuurgebieden met waarden voor vogels krijgen daarom de een licht negatieve (0/-) beoordeling. In alle overige gebieden zijn geen noemenswaardige effecten van zonnevelden op vogelpopulaties te verwachten. Het zoekgebied voor zonnevelden binnen het alternatief Natuur ligt geheel buiten belangrijke vogelgebieden, waardoor het effect ten aanzien van vogels als neutraal (0) wordt beoordeeld. Voor alle overige alternatieven geldt dat minstens een deel van het zoekgebied is gelegen binnen een voor vogels belangrijk gebied. Deze krijgen daarom een licht negatieve (0/-) beoordeling. De beoordeling is visueel weergegeven op afbeelding 7.15. Tabel 7.2 bevat de beoordeling van de alternatieven.

Afbeelding 7.15 Beoordeling effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming voor zonnevelden op kaart




### Effectbeoordelingstabel natuur

Tabel 7.2 toont een samenvattend overzicht van de effectbeoordeling van het thema natuur, zoals toegelicht in voorgaande alinea's en bijlage V. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de beoordeling is gebaseerd op het gehele alternatief. Voor een gedeelte van het alternatief kan de beoordeling afwijken. Het uitgangspunt is hierbij een worst-case beoordeling.

Tabel 7.2 Overzicht effectbeoordeling invloed op natuur

| | 120 m windturbines | | | | 166 m windturbines | | | | Zonnevelden | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| effecten op Natura 2000-gebied - stikstofdepositie | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- |
| effecten op Natura 2000-gebied - overige effecten | - | -- | - | -- | - | -- | - | -- | -- | -- | 0/- | -- |
| effecten op GNN | 0/- | - | 0/- | - | 0/- | - | 0/- | - | - | - | 0/- | - |
| effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) | 0/- | 0/- | 0 | 0/- | 0/- | 0/- | 0 | 0/- | 0/- | 0/- | 0 | 0/- |
| effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0 | 0/- |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

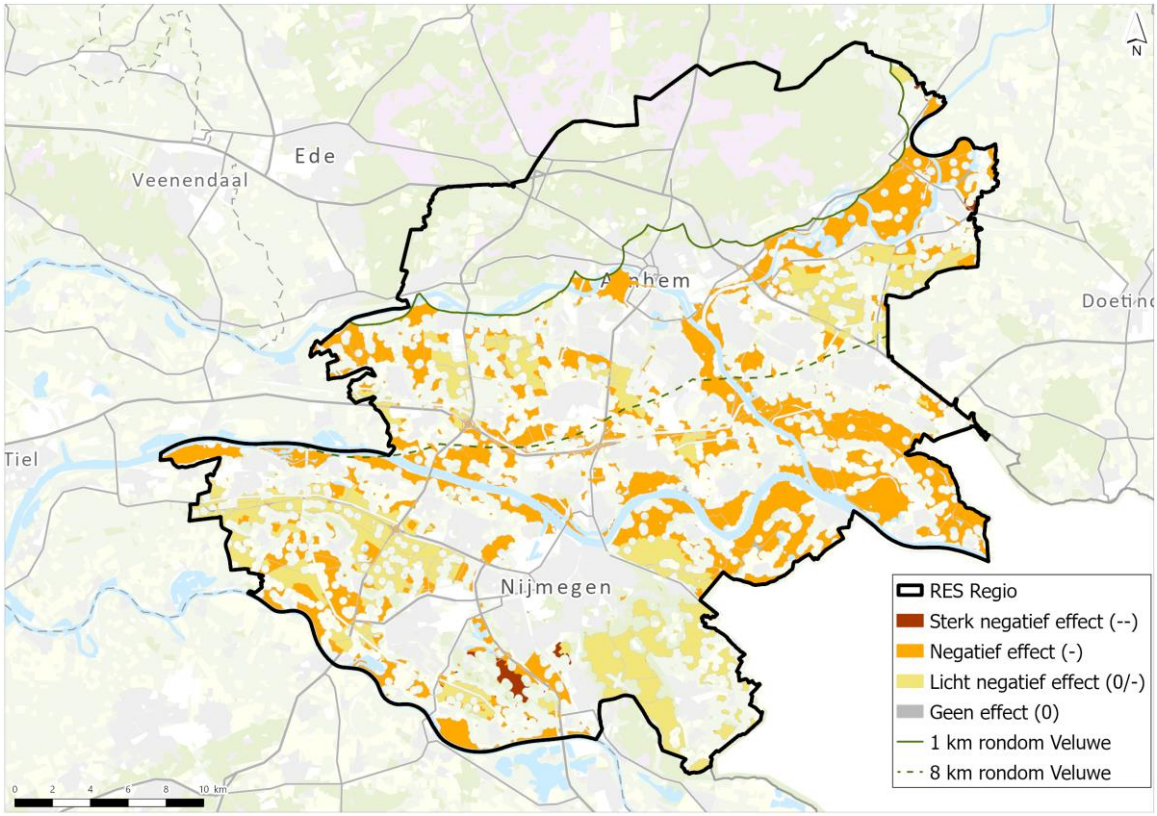
## 7.3 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

### Invloed op landschapstype en -structuur

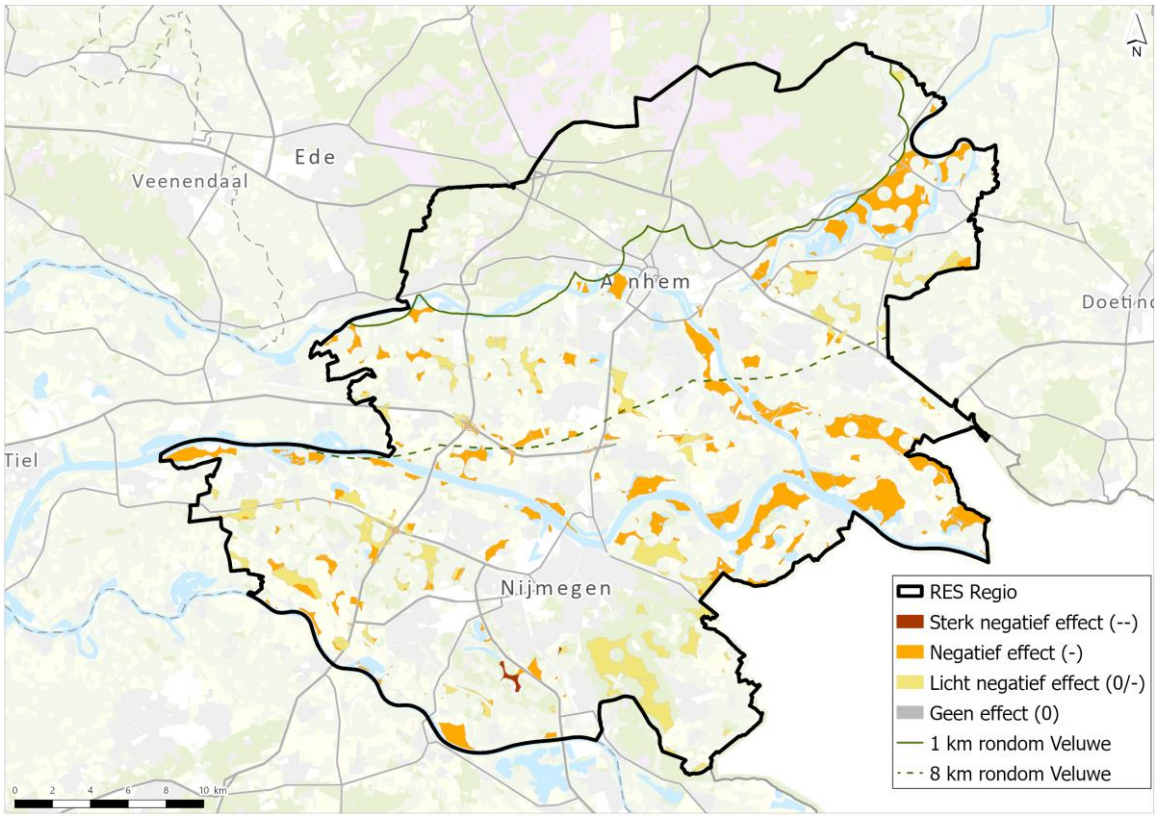
Windturbines en zonnevelden kunnen landschapstypen en -structuren aantasten. Het effect van het plaatsen van windturbines is een mogelijke aantasting van de bestaande bebouwingstructuur, beplantingsstructuur, karakteristieke waterlopen, verkavelingspatroon en andere bepalende structuren. Windturbines kunnen effecten hebben op de herkenbaarheid van het kenmerkend karakter van deze structuren, bijvoorbeeld als de beleving van (micro-)reliëf door perspectief vertekening effect ondervinden. De effecten van zonnevelden hebben eveneens betrekking op de herkenbaarheid van de kenmerkende structuren in het landschapstype. Deze effecten treden bijvoorbeeld op als een karakteristieke beplantingsstructuur of verkavelingspatroon aan het zich onttrokken wordt. Daarbij kan de gaafheid van structuren aangetast worden door doorsnijding of vervanging van structuren door zonnevelden. Voor een uitgebreide toelichting op de beoordeling wordt verwezen naar bijlage VI. Hier is per landschapstype en -structuur aangegeven welke beoordeling van toepassing is, inclusief een toelichting. In bijlage VI zijn tevens alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.3).

Afbeelding 7.16 laat zien welke gebieden in het plangebied sterk negatief, negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.17 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Windturbines op heide of zandverstuivingen (op een stuwwal) en windturbines opeen stuwwalflank zijn als sterk negatief (--) beoordeeld. Op onderstaande afbeeldingen is dit te zien ten zuidwesten van Nijmegen. De schaal van de windturbine zorgt voor een aantasting van het kenmerkende reliëf en brengt schade aan het karakteristieke contrast tussen stuwwal- en rivierenlandschap. Het stuwwallenlandschap rond de Veluwezoom is op onderstaande kaarten niet beoordeeld, omdat hier vanuit de harde belemmeringen windturbines reeds zijn uitgesloten. De negatieve beoordeling in het plangebied is het gevolg van ligging in de sub-landschappen stroomruggenlandschap en uiterwaarden als onderdeel van het rivierenlandschappen. Hier worden kleinere windturbines passender geacht en dienen zowel de locatie- als opstellingsfactor gemitigeerd te worden.

Afbeelding 7.16 Beoordeling invloed op landschapstype en -structuur voor 120 m windturbines op kaart

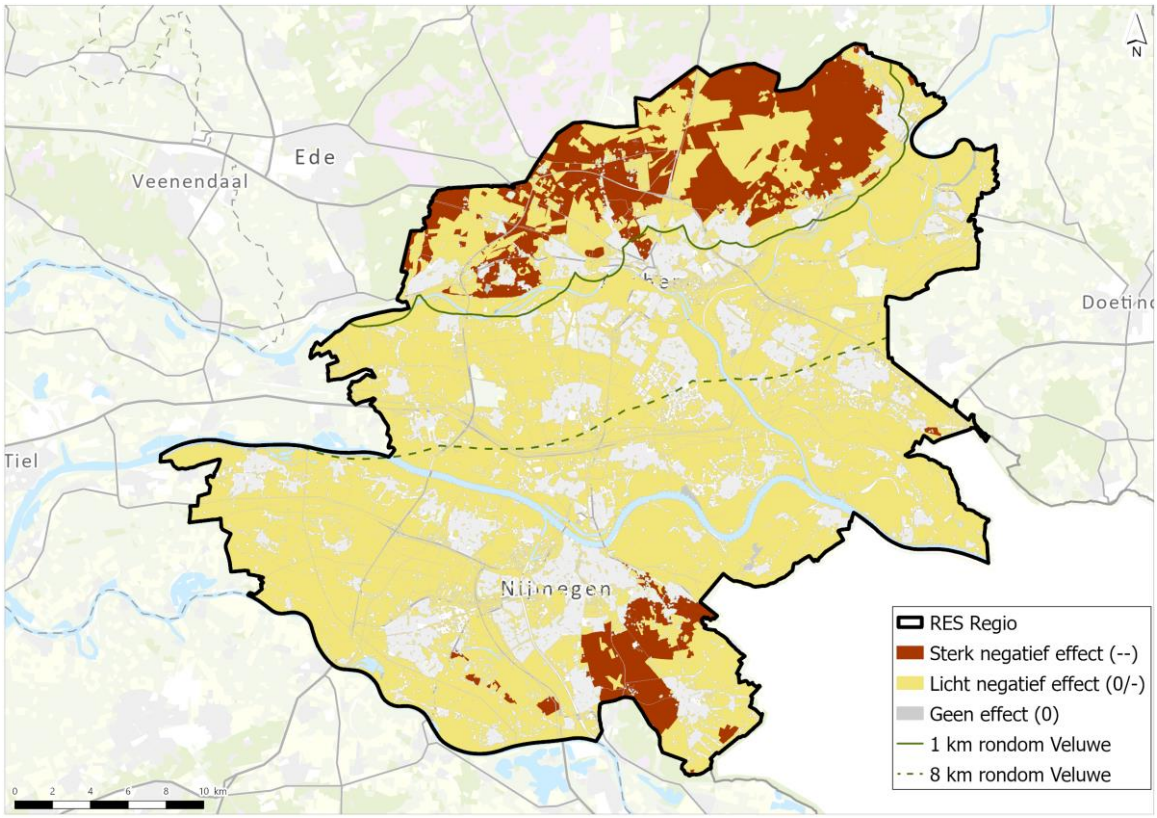



Afbeelding 7.17 Beoordeling invloed op landschapstype en -structuur voor 166 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.18 toont de beoordeling voor zonnevelden. Zonnevelden in het stuwwalbos zorgen voor sterk negatieve (--) effecten op het landschap. Zonnevelden worden heir gezien als niet haalbaar, vanwege de onherstelbare aantasting van de aaneengesloten bosstructuur.

Afbeelding 7.18 Beoordeling invloed op landschapstype en -structuur voor zonnevelden op kaart




### Invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen

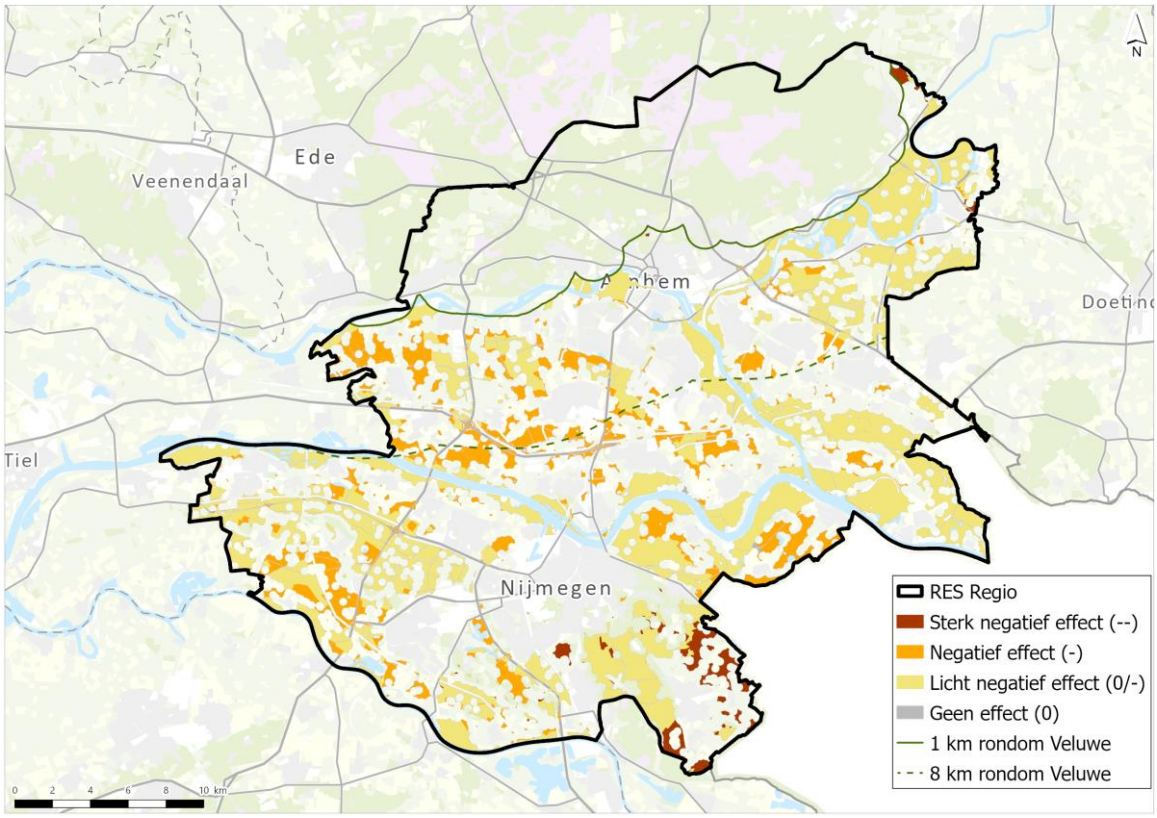
De ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen kunnen beïnvloed worden door de realisatie van windturbines en zonnevelden. De ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen beschrijven de visuele beleving van het landschap, zoals de begrenzing vanuit ooghoogteperspectief die openheid of beslotenheid creëert, schaal en maatvoering en het contrast tussen stad en land. Daarnaast zijn ook zichtrelaties van belang. Effecten van windturbines en zonnevelden op de ruimtelijk-visuele kenmerken van een landschapstype hangen in bepaalde gevallen eveneens af van de vorm van de opstelling, welke pas in latere fase bepaald wordt.

De windturbines (ashoogtes variërend van 120 m tot 166 m) zijn van zodanige verticale maat dat ze bestaande landschapselementen overstijgen en hiermee effect hebben op de ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen. Ook voor zonnevelden wordt de zichtbaarheid bepaald door de schaal en openheid van de landschapstypen, aangevuld met de bebouwingsdichtheid en fijnmazigheid van route- en wegennetwerken. Zonnevelden staan relatief laag bij de grond en verdwijnen uit het zichtveld achter landschappelijke elementen en beplantingsstructuren. Voor een uitgebreide toelichting op de beoordeling wordt verwezen naar bijlage VI. Hier is per landschapstype en -structuur aangegeven welke beoordeling van toepassing is, inclusief een toelichting. In bijlage VI zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.3).

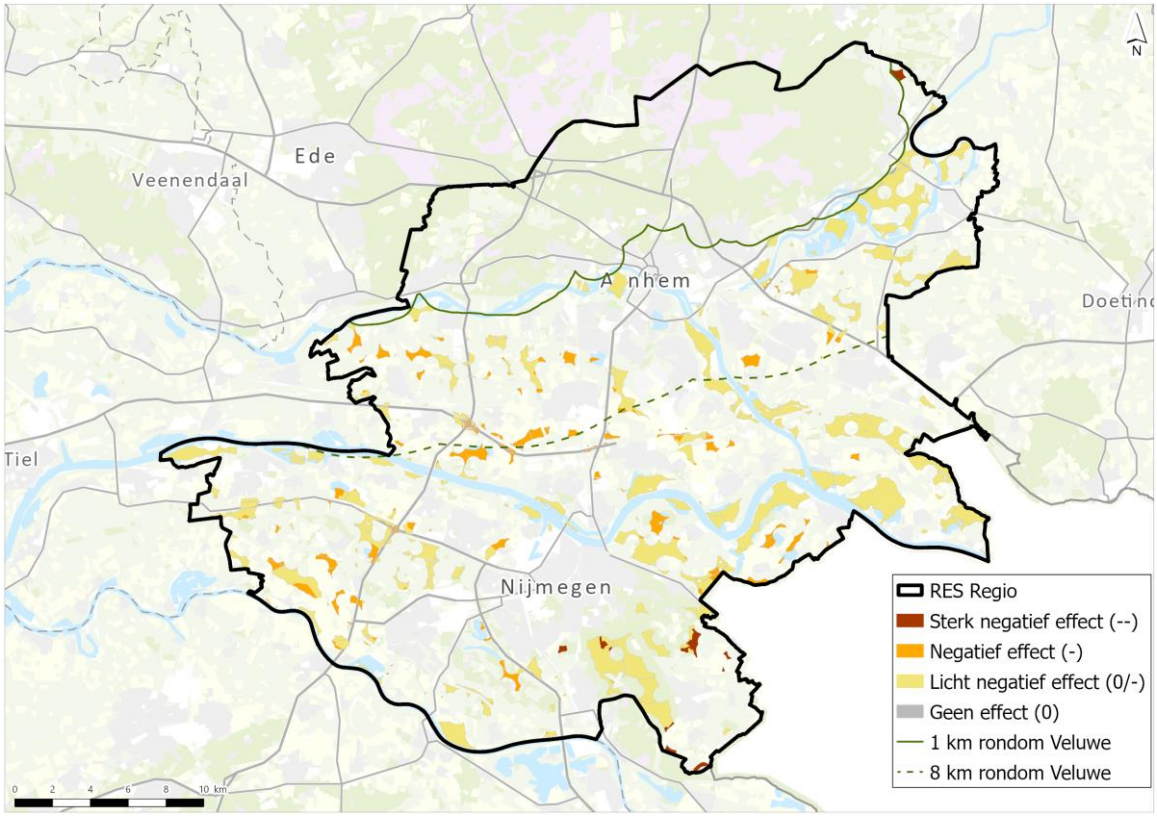
Afbeelding 7.19 laat zien welke gebieden in het plangebied sterk negatief, negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.20 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Voor het stuwwallenlandschap geldt een sterk negatieve (--) beoordeling op de ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen bij plaatsing van windturbines in de sub-landschappen agrarische enclaves

en stuwwalflanken. In de agrarische enclaves verhoudt de schaal van windturbines zich niet tot de schaal en variatie binnen een korte straal rondom de enclaves en wordt het kleinschalige karakter van de enclaves aangetast. Windturbines op stuwwalflanken zorgen voor aantasting van het kleinschalig karakter en zich op de stuwwal. Het zorgt voor onherstelbare verstoring van zichtrelaties tussen de stuwwal en andere landschapstypen. Rond Nijmegen en Dieren zorgt dit voor een sterk negatieve beoordeling. Windturbines in het stroomruggenlandschap, als onderdeel van het rivierenlandschap, zorgt voor een aantasting van het kleinschalige en besloten karakter. Het tast bovendien het zicht vanuit de omliggende open landschapstypen aan. Hiervoor zijn mitigerende maatregelen ten aanzien van de opstelling en locatie benodigd om de windturbines te realiseren.

Afbeelding 7.19 Beoordeling invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen voor 120 m windturbines op kaart

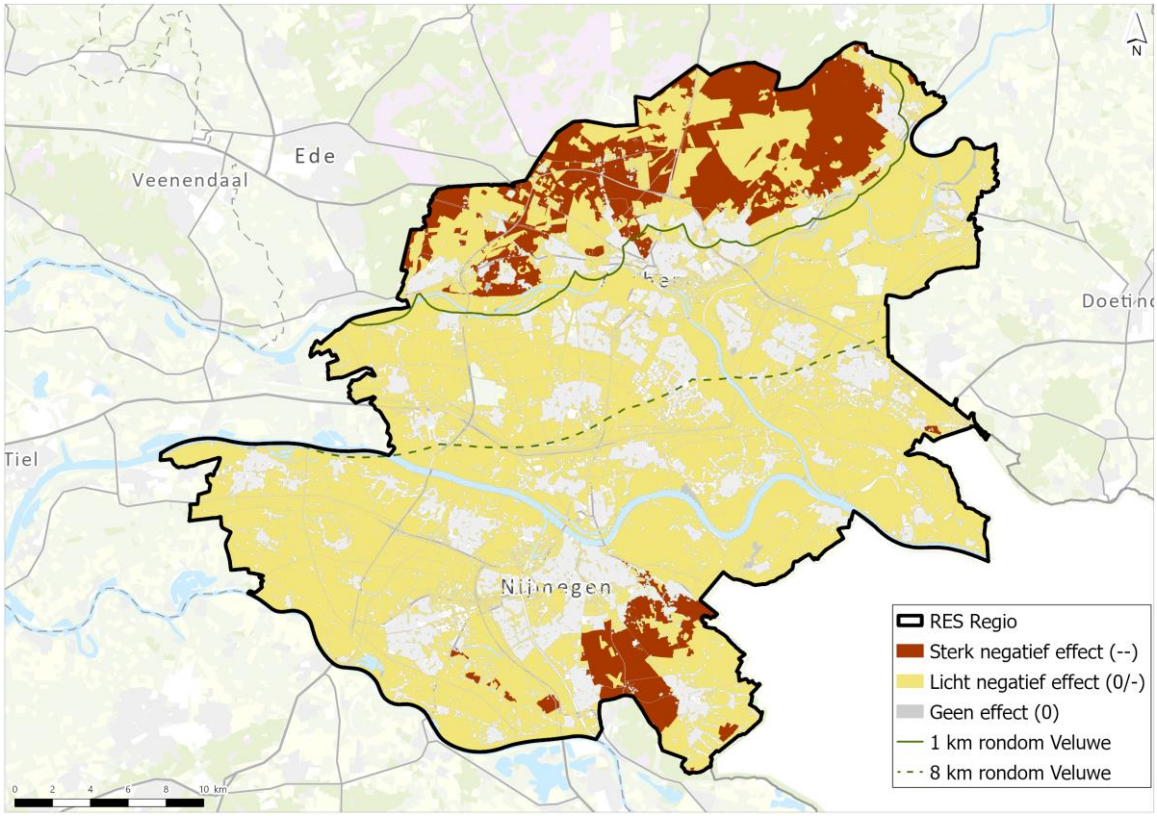


Afbeelding 7.20 Beoordeling invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen voor 166 m windturbines op kaart




Afbeelding 7.21 toont de beoordeling voor zonnevelden. Zonnevelden in stuwwalbossen zorgen voor een permanente verstoring van de beslotenheid en zorgen hiermee voor een sterk negatief effect op de beleving van dit landschapstype. De overige gebieden zijn beoordeeld als licht-negatief. Er worden weliswaar effecten op de ruimtelijk-visueel kenmerken en elementen voorzien, maar deze zijn middels opstellingsfactor of locatiefactoren te mitigeren. Hierbij kan gedacht worden aan een goede landschappelijke inpassing, of het kiezen van een locatie aansluitend aan bestaande bebouwing of landschapsstructuren.

Afbeelding 7.21 Beoordeling invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen voor zonnevelden op kaart




### Invloed op cultuurhistorische waarden

Windturbines en zonnevelden kunnen cultuurhistorisch waardevolle gebieden en objecten aantasten. Het kan hierbij gaan om zowel fysieke aantasting als de aantasting van de beleving, door plaatsing in de nabijheid van de cultuurhistorisch waardevolle gebieden en rijksmonumenten. De volgende gebieden zijn beschouwd als cultuurhistorisch waardevol gebied:

- beschermde stads- en dorpsgezichten;
- de Nieuwe Hollandse Waterlinie (NHW);
- waardevol open gebied;
- molenbiotopen;
- historische buitenplaatsen.

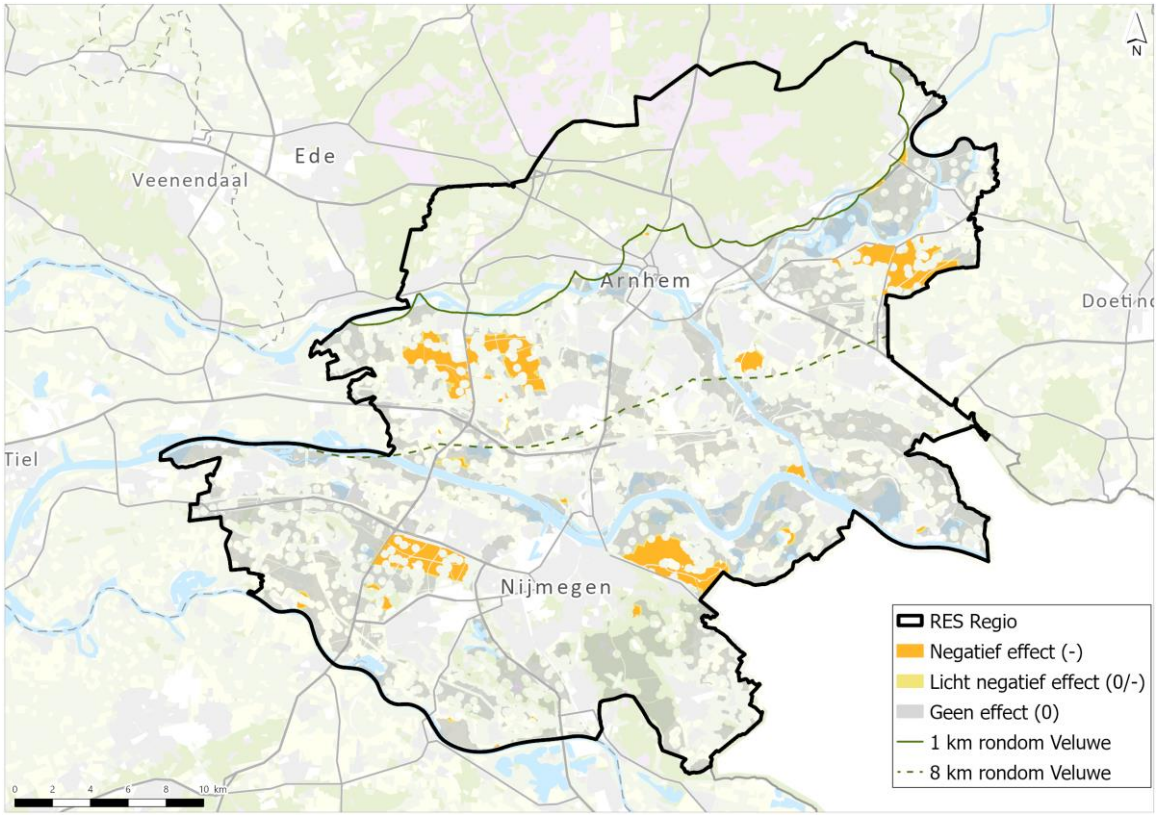
Voor ligging in cultuurhistorisch waardevolle gebieden (zoals hierboven opgesomd) geldt voor windturbines een negatieve (-) beoordeling. Dit geldt ook voor zonnevelden. Uitzondering hierop is de ligging van zonnevelden binnen een molenbiotoop. Hier is alleen de straal van 100 m rond de molen beoordeeld als negatief (-).

Een licht negatieve (0/-) beoordeling is van toepassing bij ontwikkeling binnen een gebied van 100 m rond de grens van cultuurhistorisch waardevolle gebieden en rijksmonumenten. Hierbij geldt voor zonnevelden dat de zone van 100 - 400 m rond molens (de molenbiotopen) wordt gezien als licht negatief (0/-). De overige gebieden zijn neutraal (0) beoordeeld. Opgemerkt dient te worden dat ligging buiten deze zone van 100 m niet betekent dat er geen effecten op cultuurhistorische waarden zijn. Op projectniveau dient dit verder onderzocht te worden.

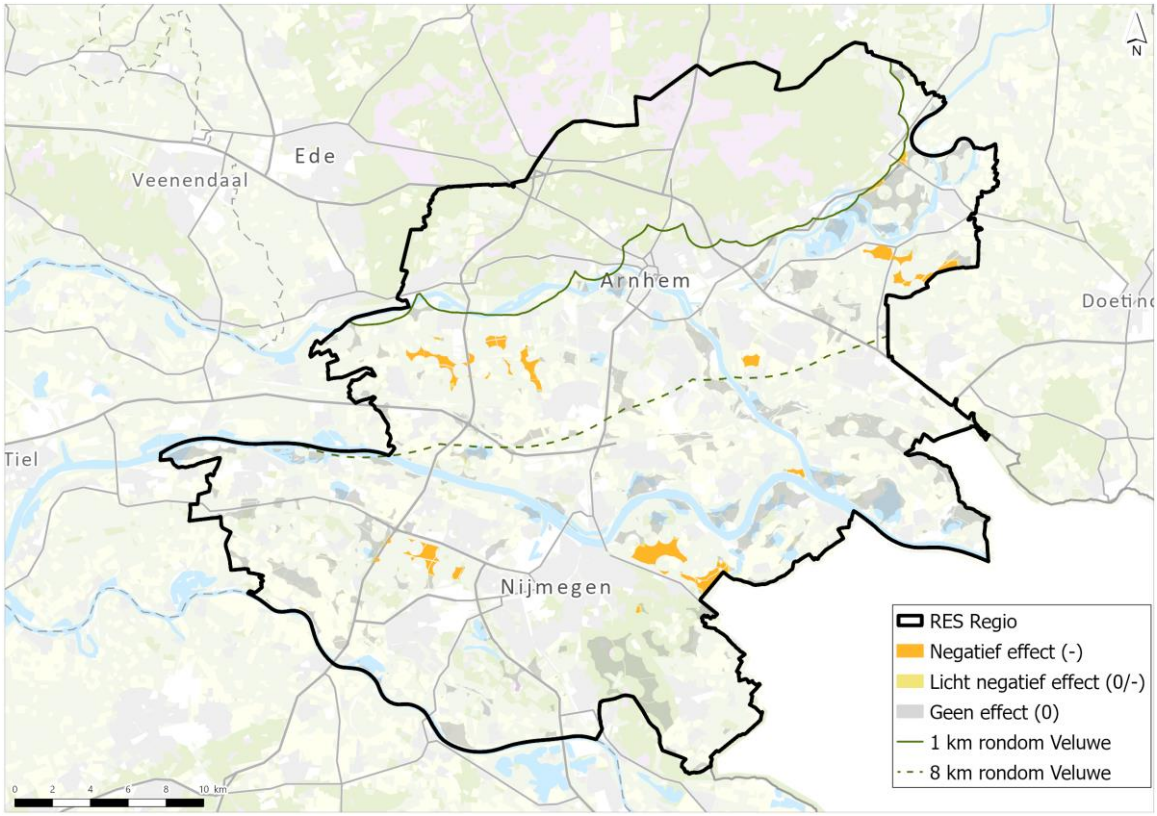
Afbeelding 7.22 laat zien welke gebieden in het plangebied negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.23 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Afbeelding 7.24 toont de beoordeling voor zonnevelden. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage VIII zijn alle alternatieven en

varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.3).

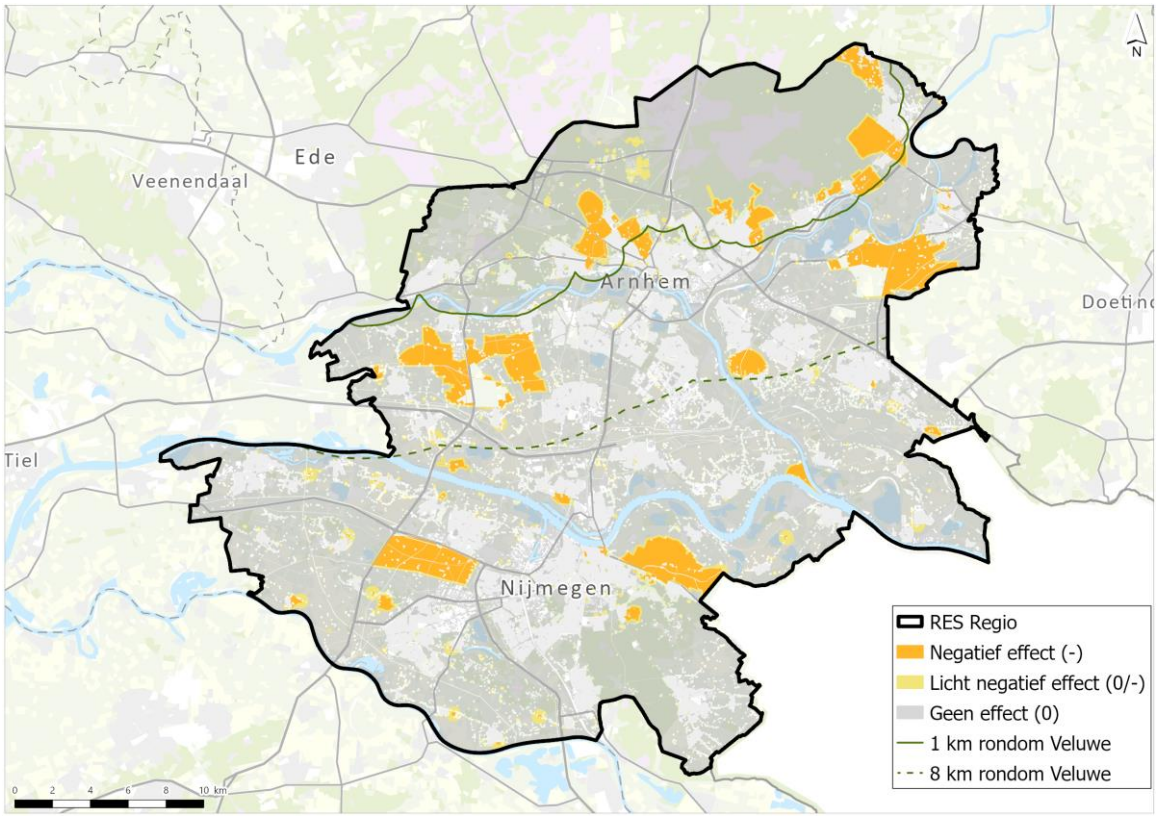
Afbeelding 7.22 Beoordeling invloed op cultuurhistorische waarden voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.23 Beoordeling invloed op cultuurhistorische waarden voor 166 m windturbines op kaart




Afbeelding 7.24 Beoordeling invloed op cultuurhistorische waarden voor zonnevelden op kaart



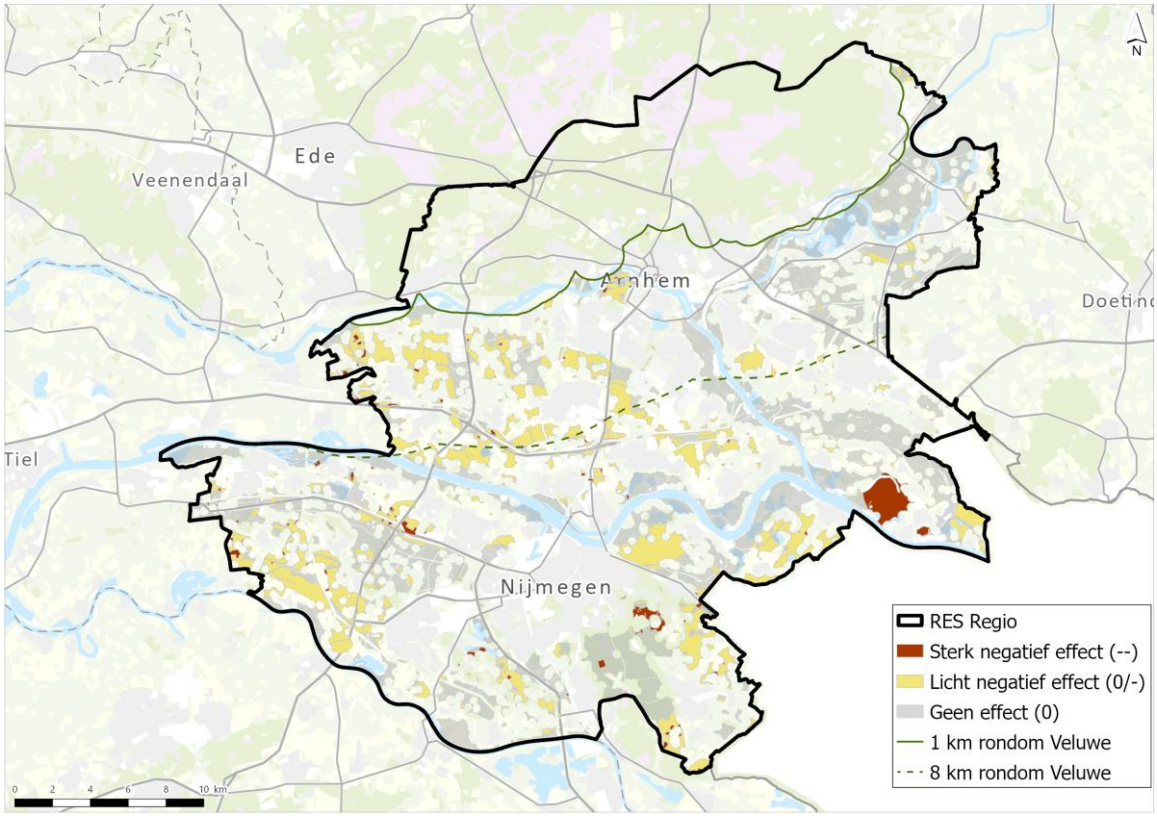
### Aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden

Bij het ontwikkelen van windturbines en zonnevelden vinden bodemroerende activiteiten plaats. Zo is er tijdens de aanleg van de windturbines bodemverstoring door aanleg van de fundering en een bouwvlak voor onder andere een kraanopstelling. Hiermee kunnen de verwachte of bekende archeologische waarden die zich in de bodem bevinden worden aangetast. Voor de effectanalyse is uitgegaan van landelijk beschikbare datasets. De beoordeling vindt dus op gebiedsniveau plaats en betreft een inschatting. Op gemeentelijk niveau kan het archeologisch beleid afwijken. Dit dient voor concrete projecten nader beschouwd te worden.

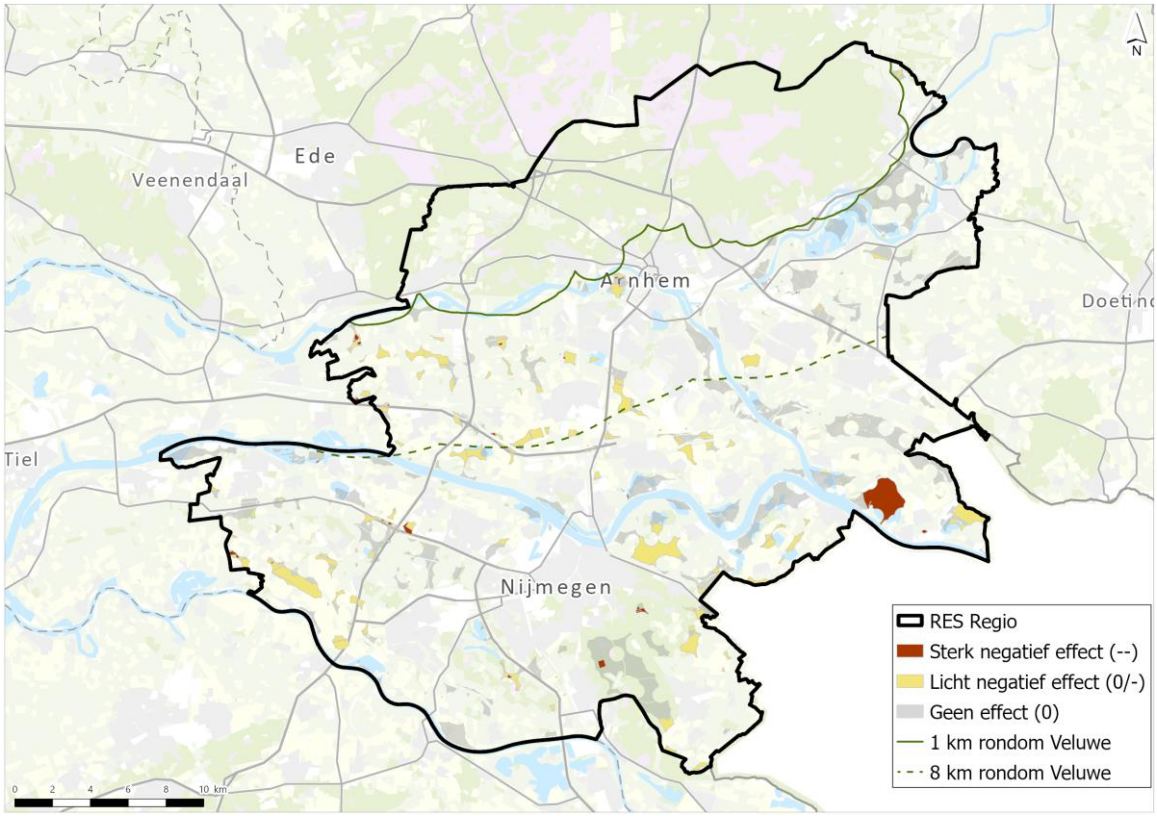
Zoals beschreven in paragraaf 4.2.2 zijn er in het plangebied gebieden aanwezig van ((zeer) hoge) archeologische waarde en gebieden die onderdeel zijn van de Romeinse Limes. Dit zijn de bekende archeologische waarden. Deze gebieden zijn als geheel beoordeeld als sterk negatief (--) voor de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden. Dit betekent echter niet dat voor het gehele gebied sterk negatieve effecten aanwezig zijn. Hier is nader onderzoek nodig. Een negatieve (-) beoordeling is niet van toepassing in dit planMER, omdat op basis van de voor dit planMER bekende informatie op regionaal detail- en schaalniveau geen eenduidige categorisering gemaakt kan worden die een passend beeld kan geven van de lokale situatie. Hiervoor is lokaal onderzoek nodig. Een licht negatieve (0/-) beoordeling is van toepassing bij ligging in gebieden met verwachte (middel) hoge archeologische trefkansen op basis van data van IKAW. Voor de rest van de gebieden geldt een neutrale beoordeling (0), waarbij opgemerkt dient te worden dat dit niet betekent dat er geen effecten zijn op archeologische waarden. Een lokale afweging is hierbij noodzakelijk.

Afbeelding 7.25 laat zien welke gebieden in het plangebied sterk negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.26 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Afbeelding 7.27 toont de beoordeling voor zonnevelden. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage VIII zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.3).

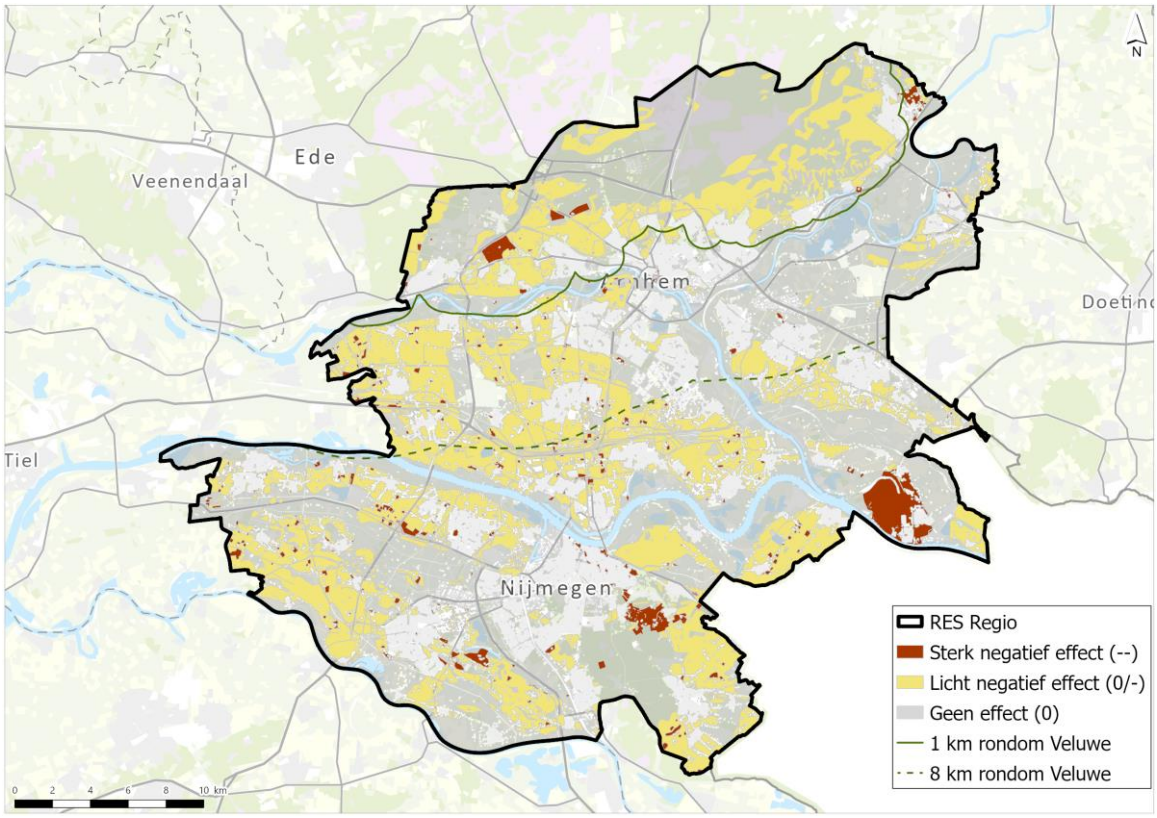
Afbeelding 7.25 Beoordeling aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.26 Beoordeling aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden voor 166 m windturbines op kaart




Afbeelding 7.27 Beoordeling aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden voor zonnevelden op kaart



### Effectbeoordelingstabel landschap, cultuurhistorie en archeologie

Tabel 7.3 toont een samenvattend overzicht van de effectbeoordeling van het thema landschap, cultuurhistorie en archeologie, zoals toegelicht in voorgaande alinea's. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de beoordeling is gebaseerd op het gehele alternatief. Voor een gedeelte van het alternatief kan de beoordeling afwijken. Het uitgangspunt is hierbij een worst-case beoordeling.

Tabel 7.3 Overzicht effectbeoordeling invloed op landschap, cultuurhistorie en archeologie

| | 120 m windturbines | | | | 166 m windturbines | | | | Zonnevelden | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| invloed op landschapstype en -structuur | - | -- | -- | - | - | -- | - | - | -- | -- | -- | -- |
| invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen | - | -- | -- | -- | - | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| invloed op cultuurhistorische waarden | - | 0/- | - | - | - | 0/- | - | - | - | - | - | - |
| aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

## 7.4 Veiligheid

De effectanalyse en -beoordeling van het thema veiligheid heeft alleen betrekking op windturbines. Voor zonnevelden zijn de effecten beperkt en naar verwachting op projectniveau te mitigeren.

### Invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen

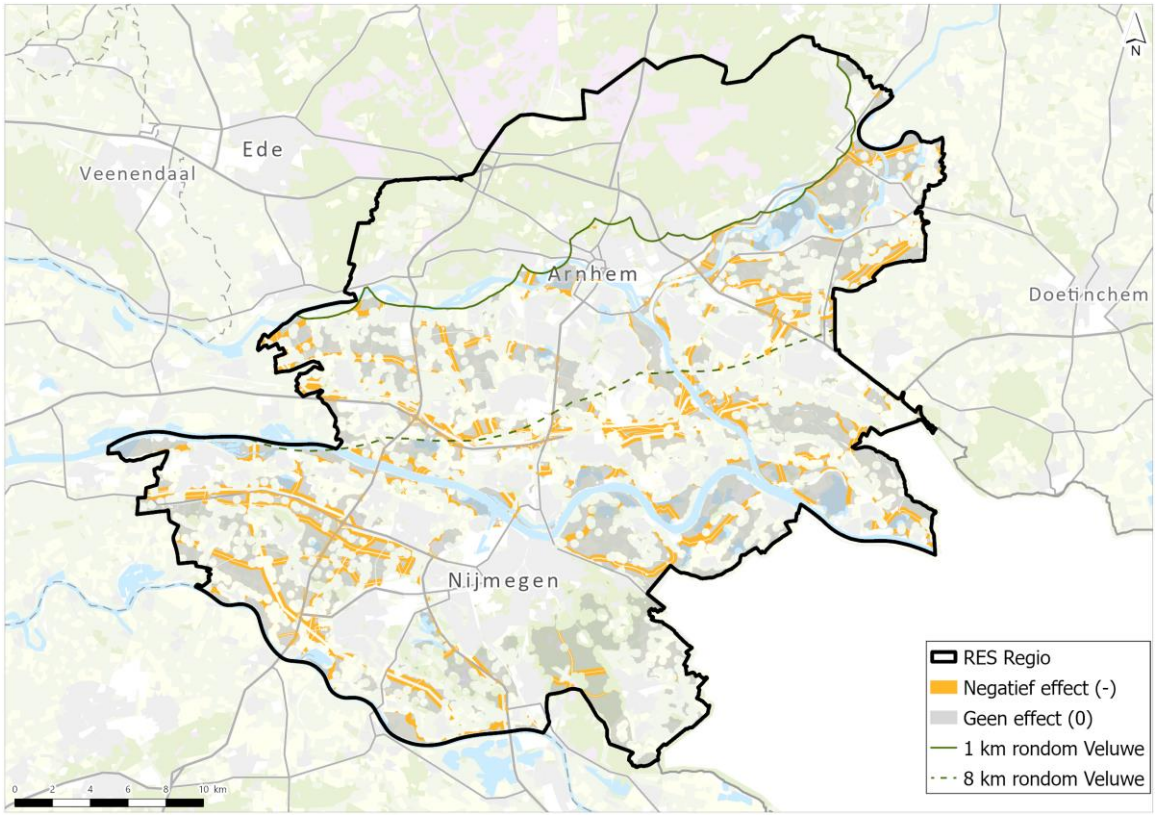
Plaatsing van windturbines binnen veiligheidszones van risicobronnen kan indirect voor vergroting van het plaatsgebonden risico voor (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen zorgen. Effecten op (beperkt) kwetsbare objecten zijn beoordeeld aan de hand van de aanwezige risicobronnen en daaruit volgende beperkingen. De aanwezigheid van windturbines een risico-verhogende werking op andere risicobronnen, zoals het hoogspanningsnet, buisleidingen, inrichtingen en (water- of spoor-)wegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

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. Omdat deze normafstand al is opgenomen als harde belemmering is deze in dit planMER niet van toepassing. Voor kwetsbare objecten is de tiphoogte als minimale afstand aangehouden. De ontwikkeling binnen de adviesafstanden van de beheerders zijn negatief (-) beoordeeld. Ligging buiten de adviesafstanden (PR10-6 van kwetsbare objecten en adviesafstanden uit tabel 6.16) leidt tot een neutrale (0) beoordeling.

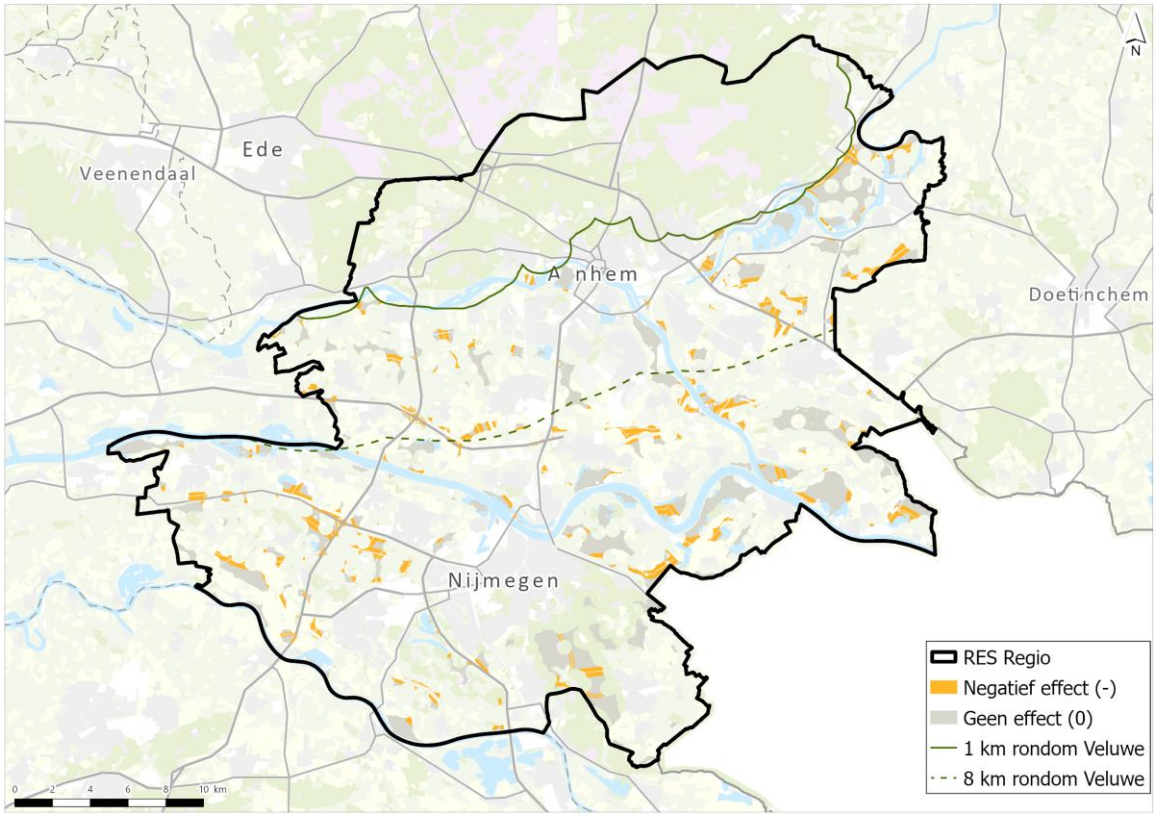
Afbeelding 7.28 laat zien welke gebieden in het plangebied negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.29 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage X zijn alle

alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.4).

Afbeelding 7.28 Beoordeling invloed op overige risicobronnen voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.29 Beoordeling invloed op overige risicobronnen voor 166 m windturbines op kaart




### Invloed op Defensie en luchtvaart

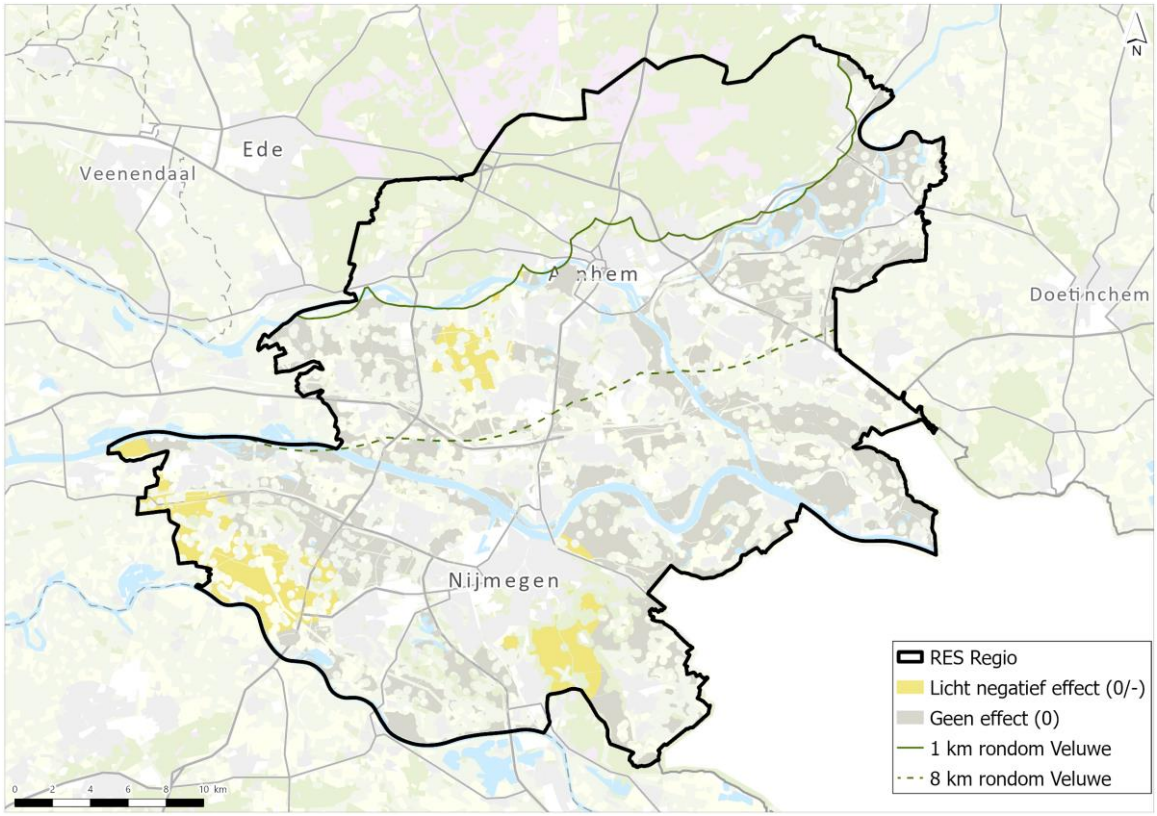
Windturbines kunnen zorgen voor negatieve effecten op het gebruik van gebieden die zijn aangewezen als laagvlieggebied, aanvlieggebied van (militaire) vliegvelden en de laagvliegroute VO. De windturbines vormen dan een fysiek obstakel die hinder opleveren voor het gebruik. In dit planMER is geen sprake van een sterk negatieve (--) beoordeling voor het criterium invloed op Defensie, radar en luchtvaart. Ontwikkelingen binnen de laagvliegroute VO, laagvlieggebied, het aanvlieggebied rond vliegbasis Deelen, de diverse zweefvliegterreinen en helikopterplatforms zijn onder voorwaarden wellicht wel mogelijk, bijvoorbeeld door een ontheffing of mitigerende maatregelen. Hoewel er hoogtebeperkingen gelden in deze gebieden, is niet eenduidig in hoeverre deze belemmerend zijn voor de ontwikkeling van windturbines. De hoogtebeperkingen zijn namelijk niet eenduidig geformuleerd. Gekozen is om uit te gaan van het principe ‘ja, mits’ (0/-), waarbij geldt dat afstemming met de betrokken partijen over de mogelijkheden nodig is. De ontwikkeling van windturbines is binnen gebieden met een hoogtebeperking daardoor niet bij voorbaat uitgesloten en er is geen eenduidig ‘nee, tenzij’ principe van toepassing vanuit de betrokken partijen. De exacte mogelijkheden dienen per project bepaald te worden. Voor de militaire oefenterreinen en de munitieopslagplaats geldt in principe een negatieve (-) beoordeling. Omdat deze locaties volledig binnen de zone van 1 km rond de Veluwe, is deze beoordeling in dit planMER niet gegeven,

Ten aanzien van radarverstoring geldt dat het gehele plangebied een maximale bouwhoogte van 90 m kent. Middels een radartoets kan worden aangetoond dat hiervan kan worden afgeweken. Dit dient op projectniveau beschouwd te worden. Omdat de bouwhoogtebeperking vanuit radarverstoring in het gehele plangebied gelijk is, is dit aspect niet onderscheidend voor dit planMER. Daarom worden de alternatieven voor windturbines hierop niet beoordeeld. Op projectniveau is dit echter wel relevant en zal dit onderzocht moeten worden. De overige gebieden zijn daarom ten aanzien van dit criterium beoordeeld als neutraal.

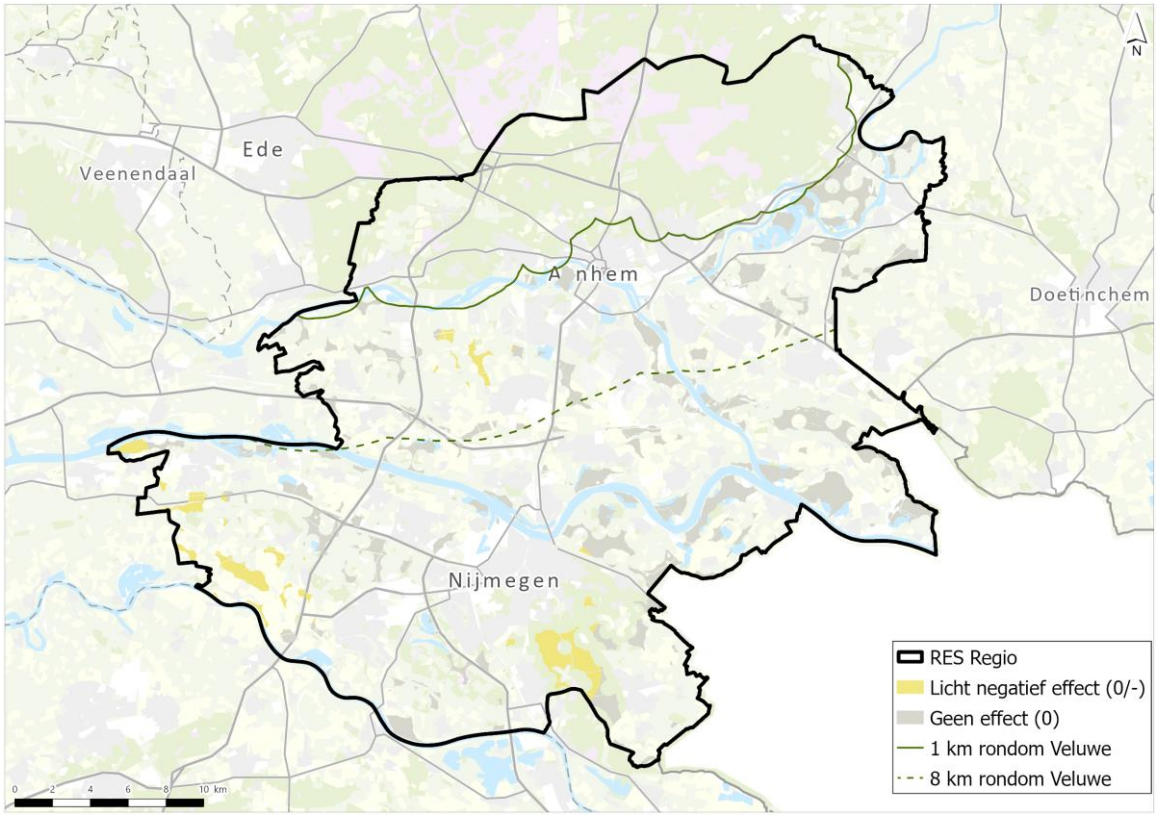
Afbeelding 7.30 laat zien welke gebieden in het plangebied licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.31 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage X

zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.4).

Afbeelding 7.30 Beoordeling invloed op Defensie en luchtvaart voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.31 Beoordeling invloed op Defensie en luchtvaart voor 166 m windturbines op kaart




### Effectbeoordelingstabel veiligheid

Tabel 7.4 toont een samenvattend overzicht van de effectbeoordeling van het thema veiligheid, zoals toegelicht in voorgaande alinea's. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de beoordeling is gebaseerd op het gehele alternatief. Voor een gedeelte van het alternatief kan de beoordeling afwijken. Het uitgangspunt is hierbij een worst-case beoordeling.

Tabel 7.4 Overzicht effectbeoordeling veiligheid

| | 120 m windturbines | | | | 166 m windturbines | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen | - | - | - | - | - | - | - | - |
| invloed op Defensie en luchtvaart | 0 | 0/- | 0/- | 0/- | 0 | 0/- | 0/- | 0/- |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

## 7.5 Leefomgeving

### Overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten

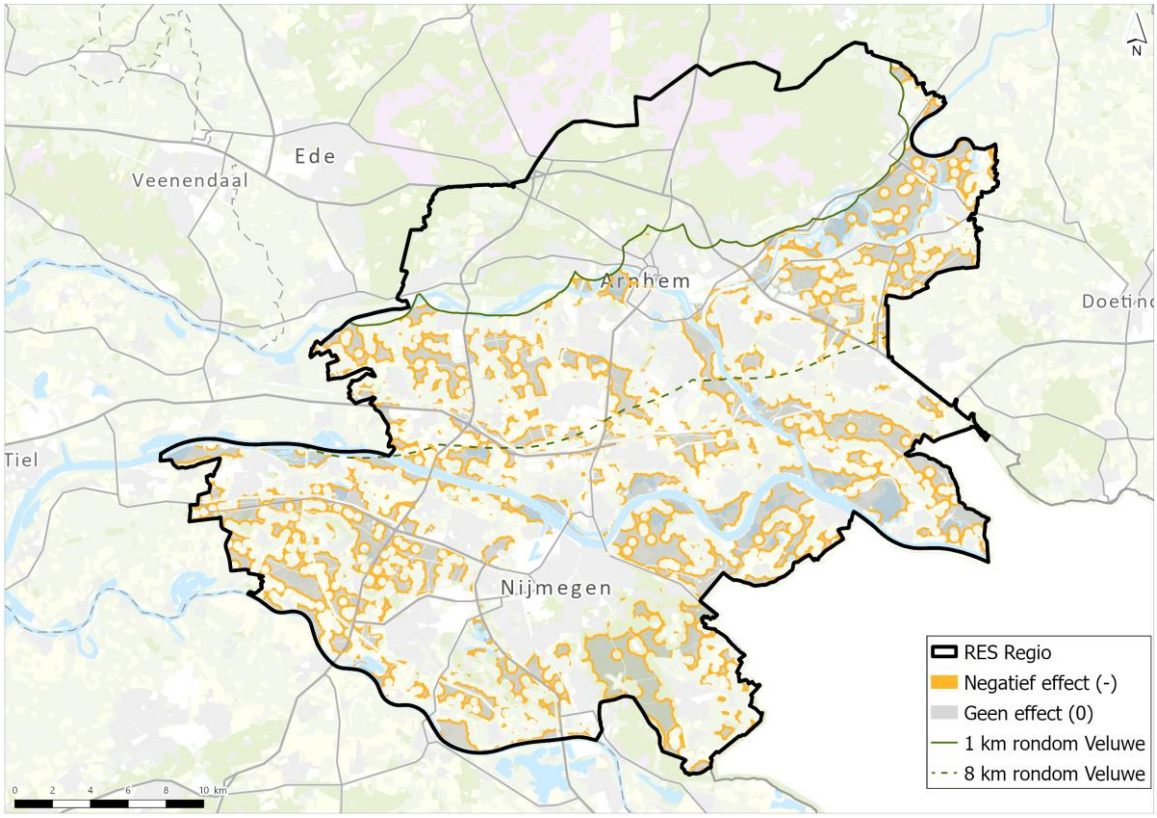
*Windturbines*

Windturbines maken geluid. Dit geluid 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. Dit kan zorgen voor geluidhinder op gevoelige bestemmingen, zoals woningen.

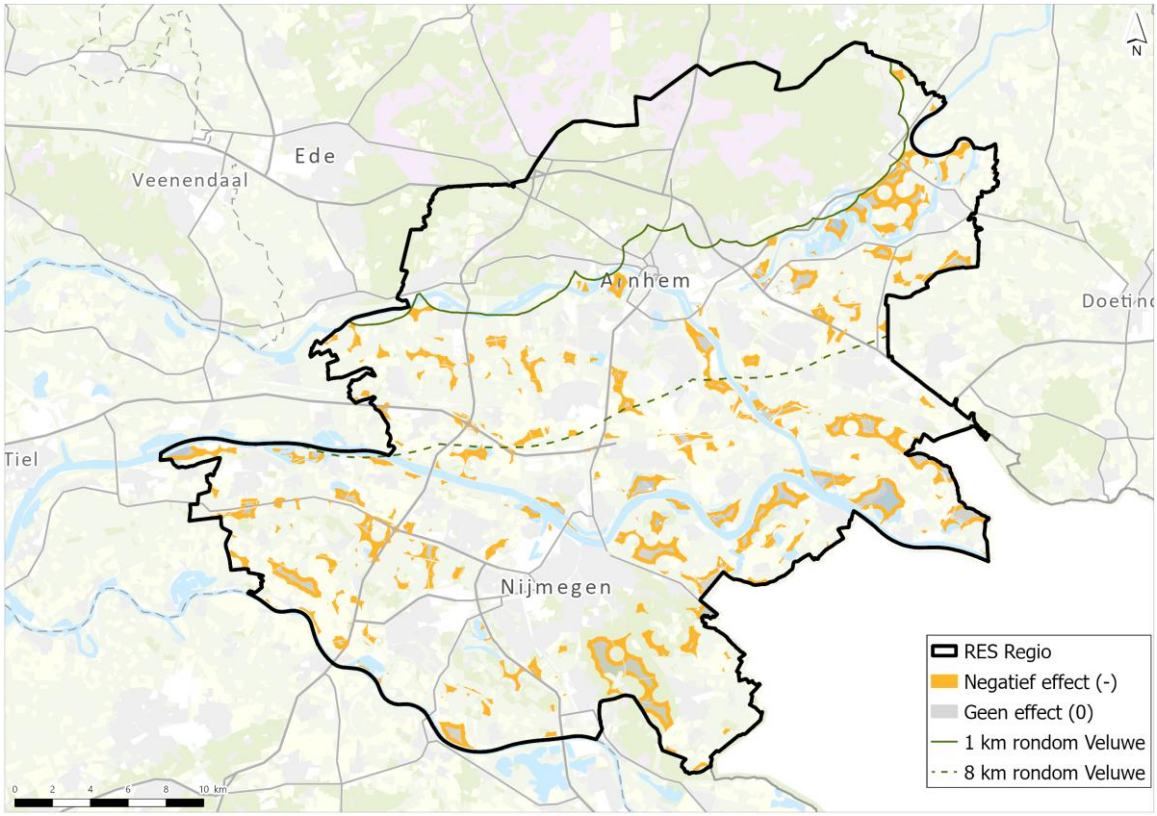
Voor de beoordeling van dit criterium wordt aangesloten bij de normen uit het Activiteitenbesluit. Bij concrete ontwikkelingen dient een lokale afweging plaats te vinden of kan aangesloten worden bij de nieuwe windturbinenormeringen die op dat moment landelijk van toepassing zijn en volgen uit het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving Een sterk negatieve beoordeling (--) beoordeling is in dit planMER niet van toepassing, omdat is uitgegaan van een minimale afstand van 210 m (120 m windturbine) en 385 m (166 m windturbine) als harde belemmering. Dit is de voor dit planMER berekende 47 dB Lden contour inclusief 3 dB mitigatie. Uitgaande van deze normering is er geen zoekruimte binnen 210 m of 385 m van geluidgevoelige objecten. Wel is een negatieve (-) beoordeling van toepassing. Hiervan is sprake bij ligging in de 47 dB contour, zonder mitigatie. Dit zijn dus locaties die liggen binnen het gebied tussen de 210 m en 340 m (120 m windturbines) en binnen het gebied tussen de 385 en 620 m (166 m windturbines) van geluidsgevoelige bestemming. Mitigerende maatregelen zijn hierbij mogelijk. De overige gebieden zijn beoordeeld als neutraal (0).

Afbeelding 7.32 laat zien welke gebieden in het plangebied negatief en neutraal zijn beoordeeld voor 120 m windturbines. Afbeelding 7.33 bevat de beoordeling op kaart voor 166 m windturbines. Voor alle kaarten geldt dat alleen de harde belemmeringen zoals benoemd in de bijlage III zijn uitgesloten. In bijlage IX zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.5).

Afbeelding 7.32 Beoordeling overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten voor 120 m windturbines op kaart



Afbeelding 7.33 Beoordeling overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten voor 166 m windturbines op kaart

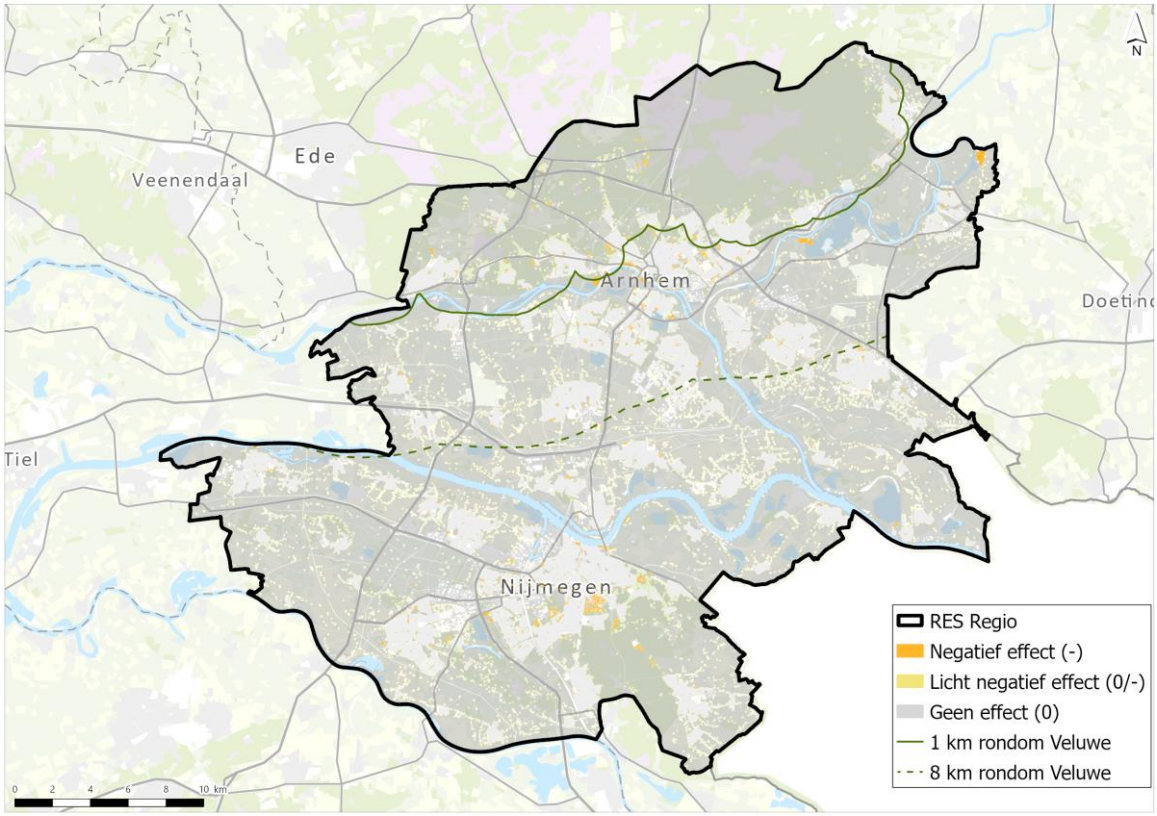



*Zonnevelden*

Voor wat betreft het geluid van zonnevelden zijn over het algemeen alleen de bijbehorende omvormers en transformatoren relevant. De zonnepanelen zelf zijn geen bron van geluid. Voor de beoordeling is aangesloten bij de VNG-brochure 'Handreiking bedrijven en milieuzonering'. In dit planMER is geen sprake van een sterk negatieve beoordeling (--). Er is geen wet- en regelgeving rondom zonnevelden en leefomgeving. Zonnevelden op minder dan 30 m van gevoelige objecten zijn beoordeeld als negatief (-). Voor zonnevelden op 30-50 m van gevoelige objecten geldt een licht negatieve (0/-) beoordeling.

Afbeelding 7.34 laat zien welke gebieden in het plangebied negatief, licht negatief en neutraal zijn beoordeeld voor zonnevelden. In bijlage IX zijn alle alternatieven en varianten separaat op kaart beoordeeld. Deze beoordelingen zijn gebruikt voor de effectbeoordeling van de alternatieven (zie tabel 7.5).

Afbeelding 7.34 Beoordeling overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten voor zonnevelden op kaart




### Effectbeoordelingstabel overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten

Tabel 7.5 toont een samenvattend overzicht van de effectbeoordeling van het criterium overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten, zoals toegelicht in voorgaande alinea's. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de beoordeling is gebaseerd op het gehele alternatief. Voor een gedeelte van het alternatief kan de beoordeling afwijken. Het uitgangspunt is hierbij een worst-case beoordeling.

Tabel 7.5 Overzicht effectbeoordeling overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten

| | 120 m windturbines | | | | 166 m windturbines | | | | Zonnevelden | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten | - | - | - | 0 | - | - | - | 0 | - | - | - | - |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

## 7.6 Gebruiksfuncties

### Invloed op ruimtegebruik

In de RES 1.0 heeft de regio de ambitie vastgelegd om in 2030 1,62 TWh duurzame energieopwek (elektriciteit) te realiseren. De opwek van duurzame energie leidt tot ruimtebeslag waardoor de inpassing van wind en zon leidt tot oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties.

Tabel 7.6 toont het ruimtebeslag van de 120 m en 166 m windturbines en zonnevelden dat nodig voor het opwekken van 1,13 TWh[1]. Voor het opwekken van een vergelijkbare hoeveelheid energie (0,015 TWh) is respectievelijk één 166 m windturbine, twee 120 m windturbines of 18 ha zonneveld (oost-west oriëntatie) nodig. Daarmee wekt één 166 m windturbine de meeste energie op binnen de minste ruimte ten opzichte van twee 120 m windturbines of 18 ha zonneveld.

Bij het bepalen van het aantal ha zon is er uitgegaan van maximaal ruimtegebruik door het zonneveld. Als een kavel niet volledig benut wordt voor zonne-energie, bijvoorbeeld door een gecombineerd ruimtegebruik met natuur, is het totale ruimtebeslag groter.

Tabel 7.6 Ruimtebeslag van windturbines en zonnevelden

| Windturbine | 1,13 TWh komt overeen met: | 0,015 TWh komt overeen met: | Referentie: 1 TWh komt overeen met:[2] |
|---|---|---|---|
| 166 m windturbine (7,0 MW) | 57 à 80 stuks | 1 windturbine | 45 à 70 stuks |
| | 5,13 ha à 7,2 ha | 0,09 ha[3] | - |
| 120 m windturbine (3,6 MW) | 112 à 157 stuks | 2 windturbines | 85 à 115 stuks |
| | 7 ha à 9,8 ha | 0,125 ha | - |
| zonneveld (oost-west oriëntatie) | 960 à 1243 ha | 18 ha | 850 à 1100 ha |
| zonneveld (zuid oriëntatie) | 1582 à 1695 ha | 28 ha | 1400 à 1500 ha |

Voor ruimtegebruik geldt dat hoofdzakelijk de keuze voor windturbines of zonnevelden bepalend is voor het ruimtebeslag. Hierbij geldt voor zonnevelden een groter ruimtebeslag dan voor 166 m windturbines of 120 m windturbines. Afhankelijk van de locatie kunnen energietechnieken in meer of minder mate invloed hebben op de bestaande of toekomstige gebruiksfuncties. De verstoring op de woonfunctie is beoordeeld onder het thema leefomgeving. Voor gronden met een agrarische functie geldt bij de ontwikkeling van zonnevelden dat een groter landbouwareaal verloren gaat. Bij de ontwikkeling van windturbines gaat weliswaar een deel van het areaal verloren, maar kan voor het grootste gedeelte van het areaal de agrarische functie worden voortgezet.

*Ruimtegebruik 120 m windturbines (3,6 MW)*

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

Afbeelding 7.35 toont het ruimtebeslag van twee 120 m windturbines (circa 0,015 TWh) in een landschap met een agrarische functie. De gebruiksfunctie agrarische functie wordt beperkt verhinderd door het ruimtebeslag van de 120 m windturbines.

[1] Dit is gebaseerd op de totale doelstelling van 1,62 TWh minus de opgave die voorziet in zon op dak (0,49 TWh).

[2] Bandbreedte hangt af van aanname aantal vollasturen per jaar voor wind en hoeveel MW per hectare voor zon. Voor windturbines is uitgegaan van een conservatieve inschatting van 2000 tot 2.800 vollasturen (cijfers 2020, afgerond naar beneden. Bron: https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/70960ned/table). Voor zonnevelden is uitgegaan van de cijfers uit de Factsheet elektriciteit van het NPRES, zoals ook weergegeven op afbeelding 1.1 van dit planMER.

[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 7.35 De ruimtelijke inpassing van twee 120 m windturbine (circa 0,015 TWh) in een akkerland (op 1,1 km afstand tot de linker windturbine, op 985 m afstand tot de rechter windturbine)



*Ruimtegebruik 166 m windturbine (7,0 MW)*

In vergelijking met de 120 m windturbine en zonnevelden, 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 7.36 toont het ruimtebeslag van een 166 m windturbine (circa 0,015 TWh) in een landschap met een agrarische functie. Windturbines zijn over het algemeen goed te combineren met ander grondgebruik, zoals agrarisch gebruik.

Afbeelding 7.36 De ruimtelijke inpassing van een 166 m windturbine (circa 0,015 TWh) in een akkerland (op circa 1,1 km afstand tot de windturbine)



*Ruimtegebruik zonnevelden*

Een zonneveld heeft de meeste ruimte nodig om dezelfde hoeveelheid energie op te wekken als de andere twee technieken. Daarmee zorgt een zonneveld voor meer oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties dan de windturbines. Afbeelding 7.37 toont het ruimtebeslag van een 18 hectare zonneveld (circa 0,015

TWh) in een landschap met een agrarische functie. De gebruiksfunctie agrarische functie wordt verhinderd door het ruimtebeslag van het zonneveld.

Afbeelding 7.37 De ruimtelijke inpassing van een 18 ha zonneveld (circa 0,015 TWh) in een akkerland (op circa 45 m afstand tot het zonneveld)



*Vergelijking ruimtebeslag energietechnieken*

Voor de ambitie van het duurzaam opwekken van 1,13 TWh in 2030 heeft het realiseren van windturbines en zonnevelden op land invloed op het ruimtebeslag. Tabel 7.6 toont de inschatting van het ruimtebeslag van de verschillende technieken om deze ambitie te behalen:

- 166 m windturbines wekken de meeste energie op binnen de minste ruimte ten opzichte van andere technieken. Het oppervlakteverlies op andere gebruiksfuncties kan daarmee beperkt worden gehouden. Windturbines maken multifunctioneel ruimtegebruik met landbouw en/of natuur mogelijk;
- 120 m windturbines wekken minder energie op binnen dezelfde ruimte dan 166 m windturbines, maar wekken wel meer energie op binnen de ruimte die zonnevelden nodig hebben. Daarmee zorgt de 120 m windturbine voor oppervlakteverlies in beperkte mate voor andere gebruiksfuncties. Hierbij is wel sprake van meer ruimtebeslag dan bij 166 m windturbines, waarbij de bestaande gebruiksfunctie in mindere mate kan worden behouden. Dit verschil is echter beperkt;
- een zonneveld heeft de meeste ruimte nodig voor het opwekken van een vergelijkbare hoeveelheid energie als windturbines. Daarmee zorgen zonnevelden in grotere mate voor oppervlakteverlies voor andere gebruiksfuncties waardoor het niet mogelijk is om de bestaande gebruiksfunctie te behouden.

Op basis van bovenstaande kan geconcludeerd worden dat het realiseren van windturbines met een ashoogte van 166 m de minste invloed hebben op het fysieke ruimtegebruik. Wel geldt hierbij dat de hindercontouren groter zijn en er hiermee dus wel een grotere ruimtelijke impact bestaat. Binnen deze hindercontouren kunnen dan bijvoorbeeld geen woningen worden gerealiseerd. Voor zonnevelden geldt een groter fysiek ruimtebeslag, maar zijn de hindercontouren beperkter. Daarnaast zijn windturbines en zonnevelden in de energietransitie complementair. Daarom zijn er geen kaarten gemaakt waarbij gebieden zijn beoordeeld op de effecten, omdat hier op regionaal niveau geen beoordelingsschaal aan te koppelen is die recht doet aan de noodzaak voor het realiseren van zowel windturbines als zonnevelden in het behalen van de doelstellingen uit de RES 1.0 in 2030. De beoordelingsschaal uit tabel 6.23 kan echter wel als inspiratie worden gebruik voor de beoordeling van de invloed op ruimtegebruik bij concrete projecten en/of bij een kleiner schaalniveau, waarbij dit onderwerp in meer details kan worden onderzocht.

# 8

## CONCLUSIES EN VERGELIJKING ALTERNATIEVEN WIND- EN ZONNE-ENERGIE

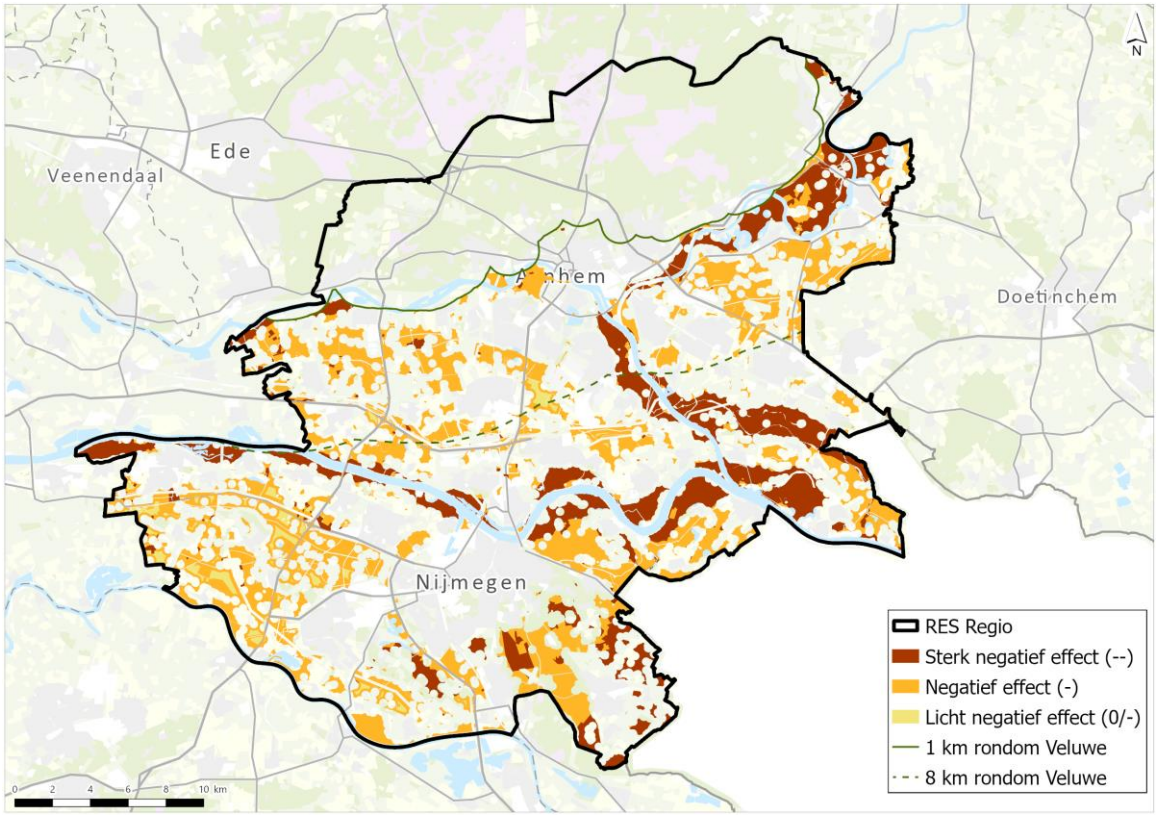
Dit hoofdstuk geeft een samenvattend overzicht van de effectanalyses en -beoordelingen die in dit planMER zijn uitgevoerd. In de kaarten in dit hoofdstuk zijn de verschillende thematische kaarten voor bodem en water, natuur, landschap, cultuurhistorie en archeologie, veiligheid en leefomgeving over elkaar heen gelegd.

Dit resulteert in samenvattende kaarten voor de milieubeoordeling van wind- en zonne-energie. De kaarten maken daarbij onderscheid tussen gebieden met beperkte tot geen milieueffecten, licht negatieve milieueffecten, negatieve milieueffecten en sterk negatieve milieueffecten (zie afbeeldingen 8.1 ten met 8.3). Het is belangrijk om hierbij in beschouwing te nemen dat de effecten gelden vanuit specifieke thema's. Het is aan de RES-regio om te komen tot keuzes voor gebieden voor windturbines en zonnevelden, waarbij de milieueffecten één van de pijlers wordt voor de keuze van zoekgebieden.

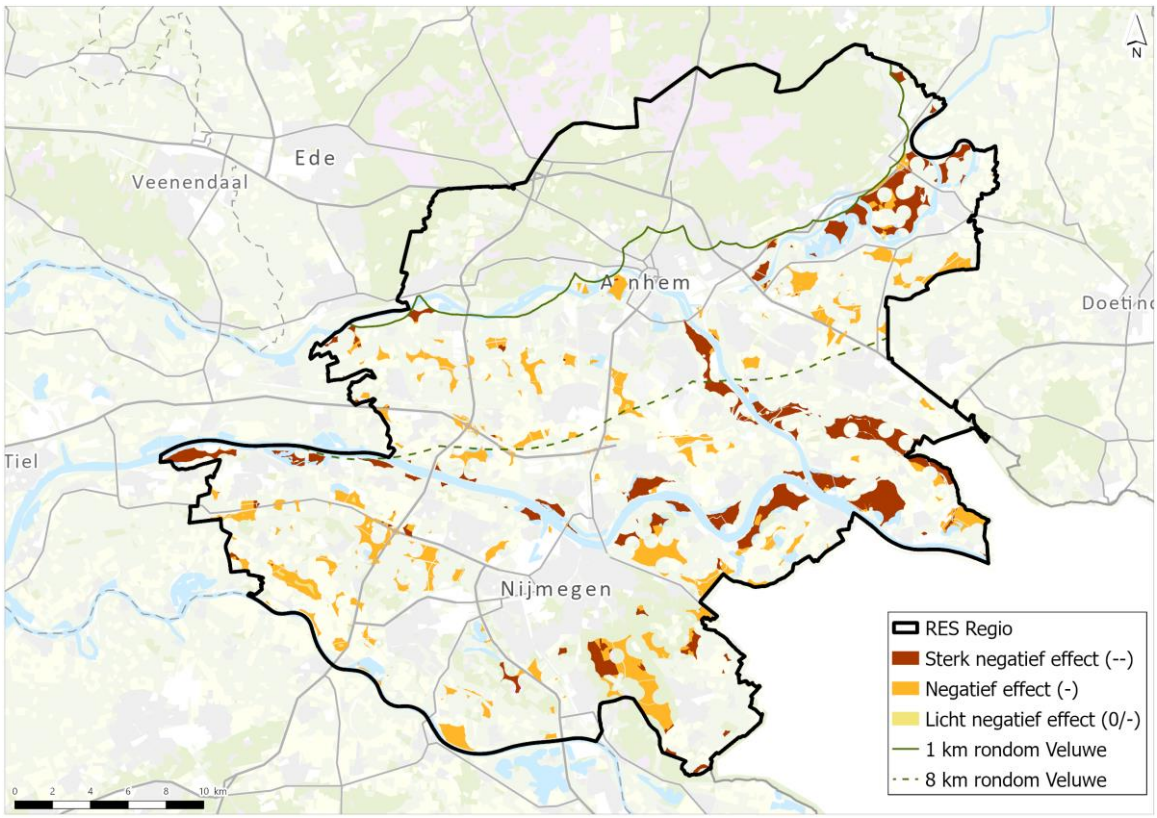
Paragraaf 8.1 licht toe welke ontwikkelingen vanuit milieu- en veiligheidswetgeving leiden tot sterk negatieve effecten (rode gebieden in de kaart). Paragraaf 8.2 beschrijft welke negatieve milieueffecten optreden (oranje gebieden op de kaarten). In paragraaf 8.3 wordt nadere duiding gegeven aan de licht negatieve milieueffecten en de gebieden zonder milieueffecten bij de ontwikkeling van wind- en zonne-energie.

In paragraaf 8.4 worden de alternatieven vergeleken. Deze vergelijking toont een overzicht van de beoordeling van de alternatieven, los van de samenvattende kaarten van de milieubeoordeling. Ten slotte beschrijven paragrafen 8.5 en 8.6 monitoring en evaluatie en leemten in kennis.

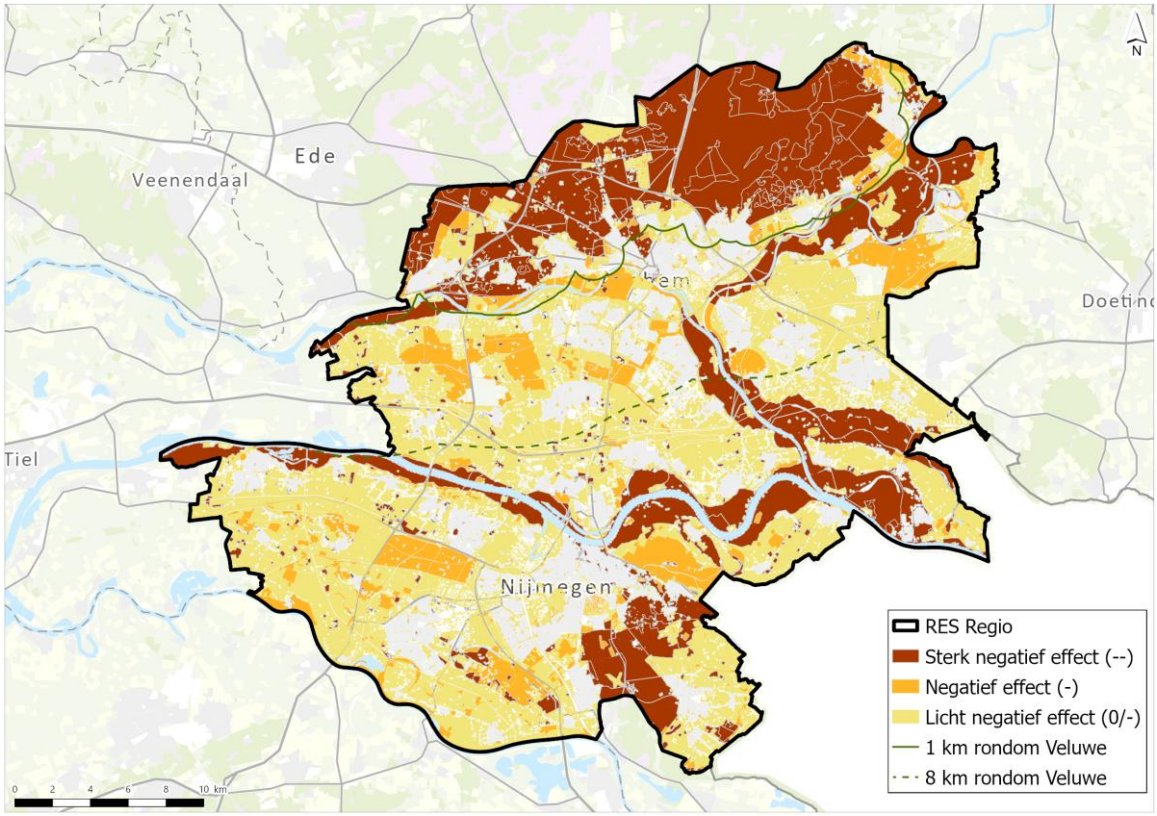
Afbeelding 8.1 Samenvattende kaart milieubeoordeling 120 m windturbines




Afbeelding 8.2 Samenvattende kaart milieubeoordeling 166 m windturbines



Afbeelding 8.3 Samenvattende kaart milieubeoordeling zonnevelden




## 8.1 Sterk negatieve milieueffecten

Vanuit eisen uit milieu- en veiligheidswetgeving, is het niet mogelijk om windturbines of zonnevelden te realiseren in bepaalde gebieden. In eerste instantie zijn bekende belemmeringen voor windturbines en zonnevelden in beeld gebracht. Dit zijn de harde belemmeringen, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 5. Deze belemmeringen hebben de basis gelegd voor de zoekruimte binnen de alternatieven. Over het algemeen zijn er meer belemmeringen van toepassing voor windturbines dan voor zonnevelden. Dit is terug te zien in de beschikbare ruimte na uitsluiting van de harde belemmeringen (zie hoofdstuk 5).

Op basis van de uitwerking van de diverse milieuthema's die van belang zijn om de geschiktheid van gebieden voor windturbines en zonnevelden op regionale schaal te beoordelen, zijn voor enkele thema's aanvullende sterk negatieve (--) effecten in beeld gebracht. Dit leidt ertoe dat de samenvattende kaarten (afbeeldingen 8.1 tot en met 8.3) verder zijn ingekaderd met de rode kleur. Vanuit de milieuthema's zijn deze gebieden beoordeeld als gebieden met (potentieel) sterk negatieve milieueffecten.

Ligging in Natura 2000-gebieden leidt met name tot een sterk negatieve (--) beoordeling. Zo zijn de Veluwe en de Rijntakken in het rood zichtbaar op de samenvattende beoordelingskaarten. Ruimtebeslag in deze gebieden zorgt voor aantasting van de waarden van deze beschermde gebieden. Het is niet realistisch omdat in deze gebieden windturbines en zonnevelden te ontwikkelen. Dit komt door de strenge wetgeving, waarbij in de basis geldt dat bij de aanwezigheid van alternatieven er geen ontwikkelingen plaatsvinden in Natura 2000-gebieden die zorgen voor aantasting van deze gebieden. In het plangebied zijn er alternatieve locaties beschikbaar voor de ontwikkeling van duurzame energie, waardoor de Natura 2000-gebieden als sterk negatief beoordeeld zijn.

Ten zuidoosten van Nijmegen zijn daarnaast enkele rode gebieden aanwezig. Dit volgt vanuit de sterk negatieve beoordeling ten aanzien van windturbines en zonnevelden in het stuwwallenlandschap (onder andere stuwwalbos). De landschapsstructuren en -typen worden hier aangetast, evenals de ruimtelijke-visuele kenmerken en elementen. De aantasting is niet te mitigeren met het toepassen van maatregelen.

De gebieden waar sterk negatieve (--) effecten van toepassing zijn, aanvullend aan de harde belemmeringen, worden als niet geschikt beschouwd voor windturbines en zonnevelden. De milieueffecten zijn samengevat in een tweetal tabellen. Er is onderscheid te maken tussen windturbines (tabel 8.1) en zonnevelden (tabel 8.2).

Tabel 8.1 Sterk negatieve (--) beoordeling voor windturbines

| Thema | Toelichting |
|---|---|
| waterwingebied | bodemroerende werkzaamheden binnen waterwingebieden zijn dieper dan de toegestane diepte vanuit de Omgevingsverordening. Sterk negatieve effecten zijn niet uitgesloten en het wordt niet waarschijnlijk geacht dat voldaan kan worden aan de ontheffingsmogelijkheden. |
| Natura 2000 | windturbines binnen Natura 2000-gebieden zorgen voor directe effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (IHD). Bovendien vindt versnippering plaats door de windturbines. Het wordt niet waarschijnlijk geacht dat de ADC-toets kan worden doorlopen, omdat er alternatieve locaties bestaan in het plangebied. |
| landschap | windturbines op heide of zandverstuivingen (op stuwwal) en op stuwwalflanken zorgen voor aantasting landschapsstructuren en -typen. Windturbines in agrarische enclaves en stuwwalflanken zorgen voor aantasting ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen. De aantasting is niet te mitigeren met het toepassen van maatregelen. De genoemde landschapsstructuren en -typen worden gezien als niet geschikt. |
| archeologie | ontwikkeling in gebieden van ((zeer) hoge) archeologische waarde en gebieden die onderdeel zijn van de Romeinse Limes zorgt voor aantasting van de bekende archeologische waarden en hiermee een sterk negatief effect op deze gebieden vanuit het thema archeologie. |

Tabel 8.2 Sterk negatieve (--) beoordeling voor zonnevelden

| Thema | Toelichting |
|---|---|
| Natura 2000 | zonnevelden binnen Natura 2000-gebieden zorgen voor directe effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (IHD). Bovendien vindt versnippering plaats door de zonnevelden. Het wordt niet waarschijnlijk geacht dat de ADC-toets kan worden doorlopen, omdat er alternatieve locaties bestaan in het plangebied. |
| landschap | zonnevelden in het stuwwalbos zorgen voor aantasting landschapsstructuren en -typen en voor aantasting ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen. De aaneengesloten bosstructuur wordt aangetast, evenals de beslotenheid. |
| archeologie | ontwikkeling in gebieden van ((zeer) hoge) archeologische waarde en gebieden die onderdeel zijn van de Romeinse Limes zorgt voor aantasting van de bekende archeologische waarden en hiermee een sterk negatief effect op deze gebieden vanuit het thema archeologie |

## 8.2 Negatieve milieueffecten

Vanuit milieuperspectief zijn er in het plangebied verschillende gebieden waar negatieve (-) effecten niet zijn uit te sluiten. Enerzijds zijn dit gebieden waarbij niet met zekerheid valt te beoordelen of er daadwerkelijk sterk negatieve (--) effecten zullen zijn en anderzijds zijn dit gebieden waar de milieueffecten mogelijk negatiever zijn dan 'slechts' licht negatief (0/-). Dit komt door bijvoorbeeld de omvang, duur of beperkte mitigeerbaarheid van de milieueffecten. Op projectniveau dient dit afgewogen te worden. Wel geldt over het algemeen de verwachting dat de effecten mogelijk te mitigeren zijn, waarmee de gebieden die als negatief (-) zijn beoordeeld geschikt kunnen zijn voor windturbines en zonnevelden.

De negatieve milieubeoordelingen voor windturbines volgen met name uit de 1,5 km verstoringscontour rond Natura 2000-gebieden als verstoringscontour. Daarnaast zijn de cultuurhistorisch waardevolle gebieden als negatief beoordeeld, omdat hiervoor negatieve effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten en een zorgvuldige afweging nodig is bij ontwikkeling is deze waardevolle gebieden. Vanuit het landschap geldt daarnaast dat windturbines in het stroomruggenlandschap (als sub-landschap in het rivierenlandschap)

zorgen voor een negatieve beoordeling. Hierbij zijn meerdere inpassingsmaatregelen nodig om de ontwikkeling vanuit landschap mogelijk te maken.

De gebieden waar negatieve (-) effecten van toepassing zijn voor windturbines en zonnevelden worden als beperkt geschikt beschouwd. Er is in de milieueffecten onderscheid te maken tussen windturbines (tabel 8.3) en zonnevelden (tabel 8.4).

Tabel 8.3 Negatieve (-) beoordeling voor windturbines

| Thema | Toelichting |
|---|---|
| grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | bodemroerende werkzaamheden binnen deze gebieden zijn alleen onder voorwaarden toegestaan. Negatieve effecten zijn niet uitgesloten en er dient voldaan te worden aan de ontheffingsvoorwaarden. |
| Natura 2000 | windturbines binnen 1,5 km zone rond Natura 2000 habitatrichtlijngebieden zorgen voor mogelijke negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (IHD) van de gebieden. Deze zone wordt bij voorkeur gemeden en nader onderzoek is nodig. |
| GNN | windturbines binnen GNN zorgen mogelijk voor negatieve effecten op de kernkwaliteiten van GNN. GNN wordt bij voorkeur gemeden en nader onderzoek naar de kernkwaliteiten is nodig. Uitzondering hierop zijn de verkenningsgebieden voor windturbines binnen GNN. |
| landschap | windturbines op stroomruggenlandschap, in uiterwaarden of terrasontginningen, in bebouwd gebied zorgt voor aantasting landschapsstructuren en -typen. Windturbines op heide of zandverstuiving, stroomruggenlandschap en in bebouwd gebied zorgt voor aantasting ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen. De aantasting is mogelijke te mitigeren met de juiste landschapsstrategie, waarbij minimaal twee maatregelen nodig zijn om de effecten te mitigeren. |
| cultuurhistorie | de ontwikkeling van windturbines in cultuurhistorisch waardevolle gebieden zorgt mogelijk voor negatieve effecten op deze gebieden vanuit het thema cultuurhistorie. De effecten kunnen niet op voorhand worden uitgesloten en nader onderzoek is nodig. |
| veiligheid | de ontwikkeling vindt plaats binnen adviesafstanden van beheerders van risicobronnen en elementen. Er is mogelijk sprake van een negatief effect en er bestaat het risico dat de beheerder geen toestemming verleent om af te wijken van de adviesafstand. |
| leefomgeving | windturbines worden op een afstand geplaatst die gelijk staat aan de 47 dB Lden contour (zonder 3 dB mitigatie). Hiermee ontstaan mogelijk negatieve effecten voor geluidgevoelige objecten en een risico voor de ontwikkeling binnen deze gebieden. |

Tabel 8.4 Negatieve (-) beoordeling voor zonnevelden

| Thema | Toelichting |
|---|---|
| GNN | zonnevelden binnen GNN zorgen mogelijk voor negatieve effecten op de kernkwaliteiten van GNN. GNN wordt bij voorkeur gemeden en nader onderzoek naar de kernkwaliteiten is nodig. |
| cultuurhistorie | de ontwikkeling van zonnevelden in cultuurhistorisch waardevolle gebieden zorgt mogelijk voor negatieve effecten op deze gebieden vanuit het thema cultuurhistorie. De effecten kunnen niet op voorhand worden uitgesloten en nader onderzoek is nodig. |
| leefomgeving | zonnevelden op minder dan 30 m van gevoelige objecten zijn beoordeeld als negatief, omdat deze mogelijk zorgen voor negatieve effecten op de gebruikers van de gevoelige objecten. |

## 8.3 Licht negatieve en beperkt tot geen milieueffecten

De overige gebieden, waarvoor vanuit de milieueffecten een licht negatieve (0/-) of neutrale (0) milieubeoordeling geldt, zijn naar verwachting het meest geschikt voor de ontwikkeling van windturbines en zonnevelden. De gebieden die als licht negatief (0/-) zijn beoordeeld, zijn gebieden waar op basis van de uitgevoerde effectanalyses wel effecten worden verwacht, maar deze zijn met maatregelen of door een goede ruimtelijke inpassing grotendeels te beperken of voorkomen.

Voor windturbines zijn er in de samenvattende beoordelingskaarten geen gebieden met een neutrale (0) milieubeoordeling Met name in het zuidwesten van het plangebied en rond de corridor van de (toekomstige) A15 en de Betuwelijn zijn gebieden aanwezig waar licht negatieve (0/-) effecten zijn te verwachten. Hier liggen gebieden die geschikt zouden kunnen zijn voor het combineren van wind- en zonne-energie. Op regionale schaal zijn de effecten hier naar verwachting beperkt.

Specifiek vanuit het thema natuur gelden de volgende aandachtspunten:
- in dit planMER is voor stikstofdepositie een licht negatieve (0/-) beoordeling van toepassing. De effecten van stikstofdepositie dienen berekend te worden over een afstand van 25 km, waardoor in het plangebied op iedere locatie in theorie stikstofemissie kan zorgen voor stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden;
- effecten op beschermde soorten (vogels en vleermuizen) zijn voor windturbines generiek beoordeeld als licht negatief (0/-). Per project dient onderzoek plaats te vinden om de effecten in beeld te brengen. Een onderzoek is niet passend bij het detail- en schaalniveau van dit planMER. De effectbeoordeling ten aanzien van beschermde soorten kan dus een overschatting, maar ook een onderschatting zijn.

## 8.4 Alternatievenvergelijking

**Windturbines**

Tabel 8.5 toont de samenvattende beoordelingstabel voor de alternatieven van windturbines. Uit de beoordelingstabel vallen de volgende zaken met betrekking tot de vier alternatieven op:

*Alternatief RES 1.0*

De beoordeling van dit alternatief onderscheidt zich van de andere alternatieven op de volgende criteria:
- ligging buiten waterwingebieden, dus geen sterk negatieve effecten op thema bodem en water te verwachten;
- de effecten op verstoring van Natura 2000-gebieden zijn negatief beoordeeld door ligging buiten Natura 2000-gebieden. Aandachtspunt hierbij is de ligging binnen de 8 km-zone rond de Veluwe (Wespendief);
- ligging buiten GNN (uitgezonderd de verkenningsgebieden voor windturbines) zorgt naar verwachting alleen voor indirecte effecten door werkzaamheden nabij GNN;
- negatieve invloed op de landschapsstructuren, maar door ligging buiten het stuwwallenlandschap is het gehele alternatief met de juiste inpassingsmaatregelen naar verwachting haalbaar is;
- geen effecten te verwachten die negatief zijn voor het gebruik door Defensie en overige luchtvaart.

*Alternatief Landschap*

De beoordeling van dit alternatief onderscheidt zich van de andere alternatieven op de volgende criteria:
- door ligging binnen Natura 2000-gebieden worden sterk negatieve effecten verwacht;
- ligging binnen GNN, dit zorgt naar verwachting voor negatieve effecten op de kernkwaliteiten;
- ondanks dat er rekening is gehouden met landschappelijke waardevolle gebieden, zijn sterk negatieve effecten niet uitgesloten, door ligging in het stuwwallenlandschap;
- dit alternatief heeft als enige alternatief naar verwachting slechts licht negatieve effecten op cultuurhistorische waarden. Dit komt omdat de waardevolle gebieden op voorhand zijn uitgesloten in dit alternatief.

*Alternatief Natuur*

De beoordeling van dit alternatief onderscheidt zich van de andere alternatieven op de volgende criteria:

- voor dit alternatief worden negatieve effecten verwacht op Natura 2000, maar door ligging buiten Natura 2000-gebieden zijn de effecten minder negatief dan bij de alternatieven Landschap en Leefomgeving;
- de effecten op GNN worden als licht negatief ingeschat. Deze effecten komen voort uit de effecten door werkzaamheden buiten GNN, maar binnen 1,5 km van deze gebieden;
- geen of zeer beperkte (indirecte) effecten worden verwacht op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden;
- voor de 166 m windturbines worden alleen negatieve effecten verwacht op de landschapstypen en -structuren. Dit komt doordat het alternatief buiten de stuwwallandschappen ligt. Voor de 120 m windturbines geldt dit niet.

*Alternatief Leefomgeving*

De beoordeling van dit alternatief onderscheidt zich van de andere alternatieven op de volgende criteria:

- door ligging binnen Natura 2000-gebieden worden sterk negatieve effecten verwacht;
- ligging binnen GNN, dit zorgt naar verwachting voor negatieve effecten op de kernkwaliteiten;
- negatieve invloed op de landschapsstructuren, maar door ligging buiten het stuwwallenlandschap is het gehele alternatief met de juiste inpassingsmaatregelen naar verwachting haalbaar is vanuit de landschapsstructuren en -typen. Dit geldt niet voor de ruimtelijke-visuele kenmerken en elementen;
- door de afstand van 700 m tot geluidgevoelige objecten wordt voor dit alternatief geen risico verwachtten aanzien van de overschrijding van de geluidsnormen.

*Algehele conclusie alternatieven windturbines*

Op basis van de alternatievenvergelijking geldt dat geen van de alternatieven zorgt voor het vermijden van sterk negatieve effecten. Dit staat in relatie tot de beoordeling van de alternatieven als geheel. Wel valt op dat vanuit bepaalde denkrichtingen milieueffecten te beperken zijn. Door de meest gunstige uitgangspunten van de verschillende alternatieven te combineren kan een gewogen keuze worden gemaakt voor gebieden waar windturbines ontwikkeld kunnen worden. Zo zorgt het ontzien van natuurgebieden naar verwachting voor minder effecten op de natuur, en zorgt een grotere afstand tot woningen voor minder nadelige effecten ten aanzien van het overschrijden van geluidsnormen.

Daarnaast kan geconcludeerd worden dat de zoekgebieden voor windturbines in de RES 1.0 vanuit milieuperspectief goed onderbouwd is. Voor deze gebieden zijn de (sterk) negatieve effecten beperkt. De sterk negatieve effecten ten aanzien van archeologie zijn te vermijden door de zones met hoge waarden te mijden en/of door nader onderzoek naar de exacte ligging van de archeologische waarden. Dit staat echter ook in relatie tot de omvang van het alternatief, waarbij slechts drie gebieden zijn aangewezen voor de ontwikkeling van windturbines.

Tabel 8.5 Vergelijking alternatieven windturbines

| | 120 m windturbines | | | | 166 m windturbines | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | - | -- | -- | -- | - | -- | -- | -- |
| effecten op Natura 2000-gebied - stikstofdepositie | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- |
| effecten op Natura 2000-gebied - overige effecten | - | -- | - | -- | - | -- | - | -- |
| effecten op GNN | 0/- | - | 0/- | - | 0/- | - | 0/- | - |
| effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) | 0/- | 0/- | 0 | 0/- | 0/- | 0/- | 0 | 0/- |
| effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- |
| invloed op landschapstype en -structuur | - | -- | -- | - | - | -- | - | - |
| invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen | - | -- | -- | -- | - | -- | -- | -- |
| invloed op cultuurhistorische waarden | - | 0/- | - | - | - | 0/- | - | - |
| aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| invloed op (beperkt) kwetsbare objecten en overige risicobronnen | - | - | - | - | - | - | - | - |
| invloed op Defensie en luchtvaart | 0 | 0/- | 0/- | 0/- | 0 | 0/- | 0/- | 0/- |
| overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten | - | - | - | 0 | - | - | - | 0 |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

### Zonnevelden

Tabel 8.6 toont de samenvattende beoordelingstabel voor de alternatieven van zonnevelden. Uit de beoordelingstabel vallen de volgende zaken met betrekking tot de vier alternatieven op:

- het alternatief Natuur kent de minst negatieve beoordeling. Dit komt omdat dit alternatieven op de voor zonnevelden onderscheidende criteria minder negatief is beoordeeld:
  - door ligging buiten Natura 2000-gebieden worden geen directe effecten op de habitattypen verwacht;
  - door ligging buiten GNN zijn directe effecten op de kernkwaliteiten naar verwachting niet aan de orde;
  - door ligging buiten GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) zijn effecten zeer waarschijnlijk uit te sluiten, waardoor een neutrale beoordeling volgt;
  - vanuit de effecten op beschermde soorten (vogels en vleermuizen) geldt dat dit alternatief buiten gebieden ligt waar de beschermde soorten worden verwacht. Hierdoor zijn effecten niet of slechts beperkt te verwachten;
- alle alternatieven zijn sterk negatief beoordeeld op het thema landschap. Dit komt door ligging in het stuwwallenlandschap. Voor de zonnevelden is voldoende ruimte om de bepalende sub-landschappen te mijden;

- alle alternatieven zijn sterk negatief beoordeeld op de aantasting van archeologische waarden. Dit komt door ligging op bekende archeologische waardevolle gebieden. Binnen de alternatieven is ruimte om dergelijke gebieden te mijden.

Tabel 8.6 Vergelijking alternatieven zonnevelden

| | Zonnevelden | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Alternatief*** | **1.0** | **LS** | **NA** | **LO** |
| waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en/of kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- |
| effecten op Natura 2000-gebied - stikstofdepositie | 0/- | 0/- | 0/- | 0/- |
| effecten op Natura 2000-gebied - overige effecten | -- | -- | 0/- | -- |
| effecten op GNN | - | - | 0/- | - |
| effecten op GO (inclusief EVZ en ganzenrustgebieden) | 0/- | 0/- | 0 | 0/- |
| effecten op beschermde soorten Wet natuurbescherming | 0/- | 0/- | 0 | 0/- |
| invloed op landschapstype en -structuur | -- | -- | -- | -- |
| invloed op ruimtelijk-visuele kenmerken en elementen | -- | -- | -- | -- |
| invloed op cultuurhistorische waarden | - | - | - | - |
| aantasting van bekende en verwachte archeologische waarden | -- | -- | -- | -- |
| overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten | - | - | - | - |

* Alternatieven: 1.0 = RES 1.0, LS = Landschap, NA = Natuur, LO = Leefomgeving

## 8.5 Monitoring en evaluatie

De RES wordt tweejaarlijks geëvalueerd en geactualiseerd. Dit planMER draagt bij aan het selecteren van zoekgebieden voor windturbines en zonnevelden voor de RES 2.0. Waar nodig zullen aanvullende onderzoeken worden uitgevoerd om nieuwe inzichten te toetsen op milieueffecten. Indien relevant, wordt het planMER geactualiseerd of wordt een addendum aan het planMER toegevoegd, naar aanleiding van bijvoorbeeld de keuze voor een voorkeursalternatief. Hierdoor blijft het inzicht in de milieu- en omgevingseffecten uit de RES 2.0 actueel en navolgbaar. Een aanzet voor monitoring en evaluatie voor specifieke windprojecten wordt gedaan in een projectMER/m.e.r.-beoordelingen voor de betreffende projecten.

Wel geldt dat de regio voor de zoekgebieden die worden opgenomen de opwekpotentie dient te bepalen om te toetsen of de zoekgebieden ook zullen bijdragen aan het behalen van de doelstellingen zoals deze in de RES 1.0 zijn geformuleerd. Hierbij is een betere verhouding tussen wind- en zonne-energie één van de afwegingen. Bijlage XI geeft een eerste inschatting van de opwekpotentie. Dit dient per zoekgebied verder uitgewerkt te worden.

## 8.6 Leemten in kennis, aandachtspunten en informatie wind- en zonne-energie

In deze paragraaf zijn eerst in het algemeen de leemten in kennis beschreven van dit planMER voor de herijking RES 2.0. De (milieu)effecten van windturbines en zonnevelden zijn globaal op regionaal detail- en schaalniveau in beeld gebracht, maar een concrete ruimtelijke uitwerking van deze plannen op lokaal niveau ontbreekt. De milieueffecten zijn daarmee een globale inschatting van de mogelijke ruimtelijke en milieutechnische gevolgen. Een nadere detaillering van de plannen en daarmee de milieueffecten op lokaal niveau kan worden meegenomen in de (verplichte) planMER voor Omgevingsvisies en Omgevingsplannen, maar ook in de uitwerking van concrete projecten.

De plannen richten zich op een eindsituatie in 2030 waarbij gevarieerd wordt op de locatiekeuze en/of de keuze voor een bepaalde energietechniek (wind- of zonne-energie). Een beeld van de benodigde faseringsstappen en de daarbij behorende effecten ontbreekt. Zo is niet duidelijk op welk moment een bepaalde maatregel nodig is om ongewenste milieueffecten te beperken. Voor de regionale schaal van dit planMER zijn de milieueffecten van de fasering minder van toepassing. Zodra de zoekgebieden voor windturbines en zonnevelden zijn bepaald kan rekening worden gehouden met de fasering.

Het is uiteindelijk aan de RES-gemeenten binnen de GMR Arnhem-Nijmegen om gezamenlijk een keuze te maken in het aanwijzen van gebieden voor windturbines en zonnevelden. De milieu-informatie vormt hierbij één van de pijlers voor de voorliggende keuzes. Hierbij kan geconcludeerd worden dat de zoekgebieden uit de RES 1.0 vanuit milieuperspectief aandachtspunten kennen, maar naar verwachting op termijn wel zijn uit te voeren. Hierbij geldt wel dat dit afhankelijk is van de ontwikkelingen ten aanzien van de Wespendief. Daarnaast was het doel van dit planMER om meer zoekgebieden in beeld te brengen voor de ontwikkeling van windenergie. De samenvattende beoordelingskaarten bieden hierin een samenhangend, regionaal inzicht.

Algemeen geldt dat de leemten in kennis het doel van dit planMER niet in de weg staan, namelijk het in beeld brengen van de milieueffecten van windturbines en zonnevelden, om zo de regio inzicht de bieden in geschikte, (mogelijk) geschikt te maken en ongeschikte gebieden voor wind- en zonne-energie. Bij het opstellen van dit planMER is sprake van onzekerheden die voortkomen uit de afwezigheid van de daadwerkelijke uitwerking van de plannen, zoals opstellingsvarianten, exacte locaties en windturbinetypen. Het vormt namelijk geen belemmering voor de besluitvorming over locaties en technieken die nu voorligt, omdat de effectanalyses aansluiten bij het abstracte karakter van dit planMER.

De leemten in kennis hebben onder andere betrekking op de volgende aspecten. Deze aspecten zijn (in meer of mindere mate) bepalend voor de milieueffecten van de energietechnieken:

- de locatie, afmetingen van de windturbines en positionering van windturbines ten opzichte van natuurwaarden bepalen de (positieve of negatieve) effecten van clustering en verspreiding op natuur:
  - clustering van windturbines wanneer de windturbines hierdoor verder of dichterbij belangrijke leefgebieden of vliegroutes komen te liggen. De effecten voor vogels en vleermuizen (Wet natuurbescherming) zijn generiek beoordeeld in dit planMER. Op projectniveau is nader onderzoek nodig. Daarnaast is het aan te raden dat de regio afbeelding 4.6 met de risicogebieden in ogenschouw neemt bij het aanwijzen van aanvullende zoekgebieden voor windturbines en zonnevelden;
  - spreiding van de windturbines waarmee geen of wel sprake is van een barrièrewerking doordat soorten net wel of net niet tussen de windturbines door kunnen;
- de effecten van stikstofdepositie dienen op projectniveau berekend te worden over een afstand van 25 km, waardoor in het plangebied op iedere locatie in theorie stikstofemissie kan zorgen voor stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. In het planMER is de stikstofdepositie niet specifiek onderzocht met stikstofdepositieberekeningen;
- de cumulatieve effecten van het opwekken van duurzame energie door windturbines en zonnevelden zijn niet beschouwd. Het is aannemelijk dat door de ontwikkelingen effecten een cumulerend karakter krijgen, zoals extra barrièrewerking voor trekvogels, maar ook transformaties van bepaalde landschappen naar energielandschappen. In de uitwerking van de resultaten van dit planMER in de herijking van de RES 2.0 kan, aan de hand van de aanvullende zoekgebieden voor windturbines en zonnevelden, hiertoe een

aanzet worden gedaan. Op dit moment ontbreekt voldoende inzicht in het bepalen van specifieke cumulatieve effecten. Wel is in de bijlagen met betrekking tot de thema's natuur en landschap een eerste aanzet gedaan;
- de mogelijkheden voor het aanwijzen van molenaarswoningen om grotere gebieden aan te kunnen wijzen voor de ontwikkeling van windturbines zijn onderzocht. Hierbij geldt echter dat de gebieden die mogelijk aanvullend beschikbaar komen niet zijn onderzocht op milieueffecten. De beschikbare informatie in dit planMER biedt hiervoor een goede basis, maar nader onderzoek is nodig indien de regio kiest voor het aanwijzen van molenaarswoningen. Bijlage XII bevat een toelichting op de analyse en presenteert de resultaten;
- parallel aan het planMER lopen andere ontwikkelingen, zoals de verstedelijkingsstrategie waarmee toekomstige woningbouwlocaties worden verkend en de landbouwtransitie. De locaties zijn nu nog niet bekend, maar hebben wel invloed op het toekomstige ruimtegebruik en de (on)mogelijkheden voor de ontwikkeling van duurzame energie. Ontwikkelingen die wel bekend zijn, zijn opgenomen in bijlage I. In dit planMER is het thema ruimtegebruik niet beoordeeld op kaart. Over het algemeen geldt dat windturbines ten aanzien van ruimtegebruik minder effect hebben dan zonnevelden, omdat hiermee het huidige gebruik grotendeels voortgezet kan worden. Op regionaal schaalniveau is dit echter niet goed om kaart te vatten en dienen de verschillende ruimtelijke ontwikkeling gezamenlijk beschouwd te worden om een samenhangend beeld te krijgen van de consequenties voor het ruimtegebruik. Dit planMER geeft hiervoor een eerste aanzet;
- de mogelijkheden voor windturbines en zonnevelden hangen samen met de beschikbare netcapaciteit. Hiervoor is aanvullend een analyse uitgevoerd (in plaats van een specifiek alternatief). Samen met de netbeheerders dient in de RES 2.0 bepaald te worden welke gebieden geschikt, geschikt te maken en niet geschikt zijn vanuit het energiesysteem.

# DEEL C - EFFECTONDERZOEKEN WARMTETECHNIEKEN

# 9

## ONDERZOEKSAANPAK WARMTE

Dit hoofdstuk presenteert de onderzoeksaanpak voor warmte. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen drie relevante onderdelen. Paragraaf 9.1 beschrijft de ingreep-effectrelaties en onderzoeksaanpak voor warmtebronnen. De onderzoeksaanpak is hierbij, in overeenstemming met de effectanalyse beschreven per warmtebron. Het warmteaanbod door inzet van de warmtebronnen is veelal niet gelijk aan de warmtevraag. Daarnaast liggen de warmtebronnen vaak niet direct naast de afnemers. Daarom is in veel gevallen warmteopslag (paragraaf 9.2) en warmtedistributie (paragraaf 9.3) nodig.

De effectanalyse warmte is passend bij het doel van warmte in de RES 2.0, namelijk het actualiseren van de warmtekansenkaart[1] op basis van nieuwe inzichten. De milieueffecten van de warmtebronnen en -distributie nog niet zo vaak onderzocht zijn. Dit planMER is één van de eersten in Nederland waarin de milieueffecten van warmte op regionaal schaalniveau wordt onderzocht. De mogelijkheden voor het gebruik van de verschillende warmtebronnen zijn erg locatie-specifiek. Dit is één van de redenen dat de gemeenten de regie hebben op de lokale warmtetransitie. De gemeenten hebben daartoe verschillende instrumenten binnen de kaders van de Warmtewet en de Omgevingswet, en andere beleidsruimte om de afspraken over warmte te borgen. De uitwerking van deze instrumenten zijn vastgelegd in de RES 1.0.

De aanpak focust zich op een beschouwing van de milieueffecten van de warmtebronnen en -distributie. Daarbij worden indicatieve afbeeldingen opgenomen die een beeld geven van de werking van de onderdelen van warmtebronnen en -distributie. Hiermee biedt dit planMER extra inzichten voor warmte in de regio en helpt de gemeenten in de uitwerking van de Transitievisie Warmte.

### 9.1 Onderzoeksaanpak warmtebronnen

De RES 1.0 benoemt in totaal drie typen warmtebronnen. Dit betreffen de volgende bronnen:

1 warmte uit biomassa:
   - verbranden biomassa;
   - vergisten biomassa;

2 restwarmte:
   - industrie;
   - condensatiewarmte van bedrijven;
   - datacenters;

3 omgevingswarmte:
   - ondiepe bodemenergiesystemen/open WKO's[2];
   - geothermie;
   - aquathermie: thermische energie uit oppervlaktewater (TEO);

[1] De warmtekansenkaart hoort bij de Regionale Structuur Warmte. Deze kaart is niet opgenomen in dit planMER, omdat dit planMER alleen uitgaat van generieke milieueffecten en aandachtspunten van verschillende warmtebronnen en niet specifieke locaties aanwijst die potentieel geschikt zijn. De kaart geeft een goed beeld van de spreiding van warmtebronnen en de invulling in de regio, en is te raadplegen via https://www.regioan.nl/media/A0-RSW-ArnhemNijmegen.pdf.

[2] Ondiepe bodemenergiesystemen en open WKO's betreffen het benutten van warmte (en koude) uit de ondiepe ondergrond (tot 500 m diepte). Bodemenergie kan benut worden met bodemenergiesystemen, zoals een bodem-warmtepomp en een warmtekoudeopslagsysteem (WKO). De effecten worden gezamenlijk onderzocht in dit planMER onder: open WKO's

- aquathermie: thermische energie uit afvalwater (TEA) zoals rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI), afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI) en rioolgemalen;
- zonthermie.

**Warmtepompen en all-electric toepassingen**
De milieueffecten van warmtepompen zijn in dit planMER buiten beschouwing gelaten, omdat deze installaties op huis- of buurtniveau worden gerealiseerd. De effecten (zoals geluidemissie) vinden op dusdanig lokaal niveau plaats, dat deze niet passen bij het detailniveau van dit planMER. Deze effecten leiden niet tot informatie die onderscheidend of van belang is voor de keuzes voor locaties en technieken die in deze fase voorliggen. De effecten van de warmtepompen kunnen later per project in beeld worden gebracht.

In onderstaande alinea's wordt toegelicht hoe de verschillende onderdelen zijn onderzocht en beschouwd in dit planMER.

*Ad 1 Biomassa*
Het beschikbare aanbod van biomassa binnen de regio is beperkt in omvang. Het betreft voornamelijk het aanbod van laagwaardige verbrandbare en vergistbare biomassa, waarbij alleen het jaarlijkse (groei)overschot in beeld is. Daarnaast bestaat er landelijk veel discussie over de uitstoot van $CO_2$ door verbranding van biomassa. De EU heeft het verbranden van biomassa als $CO_2$-neutraal bestempeld. Dit omdat de vrijgekomen $CO_2$ uit de lucht is gehaald tijdens het groeiproces van de planten. Omdat planten tijdens de groei $CO_2$ opnemen, die bij de verbranding of vergisting weer vrijkomt, wordt gesproken over een kort cyclisch proces. In dit planMER wordt daarom de $CO_2$ uitstoot van biomassa buiten beschouwing gelaten, omdat dit niet aansluit bij het detailniveau van het planMER.

*Ad 2 Restwarmte*
De effecten van restwarmte worden beschouwd onder warmtedistributie. Dit omdat voor restwarmte, buiten het warmtenet, binnen de regio geen ingrepen nodig zijn die milieueffecten veroorzaken die passen bij het detailniveau van dit planMER. Uitgangspunt is dat gebruik wordt gemaakt van de restwarmte uit bestaande warmtebronnen in en direct rondom de regio. Dit betreffen (in willekeurige volgorde)[1]: de papierfabrieken in Renkum en Eerbeek, de WKC van Vattenfall in Arnhem, de RWZI[1] in Olburgen, de afvalverwerkingscentrales in Weurt en Duiven, en de bio-energie centrale in Cuijk[2].

Aangezien het uitgangspunt bestaat uit het benutten van restwarmte uit bestaande warmtebronnen, veroorzaakt de warmtebron dus geen nieuwe milieueffecten ten opzichte van de referentiesituatie. Hierbij geldt wel de nuancering dat er in vele gevallen bij de ontwikkeling van een project aanpassingen moeten worden gedaan aan het proces, die bijvoorbeeld ten koste van de efficiëntie. Bij bijvoorbeeld een WKC-centrale kan er zowel warmte als stroom geproduceerd worden, maar door warmte te produceren wordt er wel minder stroom geproduceerd. In dat geval moet dus wel een deel van de $CO_2$ uitstoot van de centrale toegekend worden aan de warmteproductie. Voor het detail- en schaalniveau van dit planMER is het uitgangspunt echter dat er sprake is van benutting van volledige restwarmte, zonder aanpassingen. Om deze reden zijn de effecten van restwarmte niet separaat onderzocht. Het benodigde warmtenet wordt als warmtedistributienetwerk beschouwd. De onderzoeksaanpak staat beschreven onder paragraaf 9.3.

[1] Deze bronnen zijn benoemd in de RES 1.0 als regionale en bovenregionale warmteclusters en/of opgenomen in de Warmteatlas van de provincie Gelderland op de kaarten voor Restwarmte (met een inschatting van de benutbare restwarmte > 100.000 GJ/jaar). In dit planMER worden de effecten beschouwd van RWZI's beschouwd onder omgevingswarmte en de effecten van bio-energie onder biomassa.

[2] De bio-energie centrale in Cuijk ligt buiten het plangebied. Op basis van nieuwe informatie wordt het niet waarschijnlijk geacht dat deze centrale als warmtebron wordt gebruik in de RES gemeenten binnen de GMR Arnhem-Nijmegen.

*Ad 3 Omgevingswarmte*
Zonthermie is -met uitzondering van de warmteopslag- in dit planMER niet nader onderzocht. Dit omdat de milieueffecten van de zonnecollectoren vergelijkbaar zijn met milieueffecten van elektrische zonnepanelen. Voor de milieueffecten van de zonnecollectoren wordt daarom verwezen naar deel B van dit planMER (de effecten van zonnevelden). Voor zonthermie wordt daarom alleen de warmteopslag beschouwd. De onderzoeksaanpak is beschreven in paragraaf 9.2.

**Effectbeoordeling warmtebronnen**
Voorliggende paragrafen presenteren de aanpak van de effectanalyse voor de verschillende warmtebronnen. De effectanalyse voor warmtebronnen omvat een analyse op hoofdlijnen. Dit maakt dat de effecten niet worden beoordeeld zoals de effecten in deel B van dit planMER zijn beoordeeld. Zo is niet per thema een aparte beoordelingsschaal opgenomen, maar wordt verwezen naar de beoordelingsschalen zoals gepresenteerd in paragraaf 6.3. in deel B van dit planMER. Daarnaast zijn voor de warmtebronnen geen geschikte (groen) en geschikt te maken (oranje) gebieden aangeduid op kaart. Op dit moment is onvoldoende informatie beschikbaar om een betrouwbaar onderscheid te kunnen maken tussen geschikte gebieden en geschikt te maken gebieden.

**Interpretatie effectbeoordeling warmte**
De effectbeoordelingen in deel C (warmte) van dit planMER dienen anders geïnterpreteerd te worden dan in deel B (elektriciteit) van dit planMER. Waar in deel B de effectbeoordelingen zijn toegekend op basis van gegronde onderzoeken naar bekende milieueffecten van wind- en zonne-energie, zijn de milieueffecten van warmtetechnieken beperkt onderzocht. De effectbeoordelingen voor warmtetechnieken betreffen daarom een eerste inschatting van de aard van de milieueffecten. Een sterk negatieve beoordeling (--) betekent voor warmte dat op basis van de kenmerken van het gebied mogelijk is sprake van grote effecten die een risico vormen voor de uitvoerbaarheid van de onderzochte warmtetechnieken.

Wel is per warmtebron weergegeven welke gebieden vanuit milieuperspectief bij voorkeur vermeden worden (oranje) en op welke locaties de milieueffecten een risico voor de uitvoerbaarheid kunnen vormen (rood). Onderstaande tabel laat de toelichting voor deze beoordelingen zien. De effecten die niet onder een van deze beoordelingen vallen, zijn samengevat in een tabel met aandachtspunten voor de vervolgfases.

Tabel 9.1 Algemene beoordelingsschaal warmtebronnen

| | Beoordeling | Toelichting algemeen |
|---|---|---|
| - | negatief | effecten leiden tot een verslechtering van milieukwaliteiten ten opzichte van de referentiesituatie en/of zijn strijdig met vigerend beleid. Vanuit milieuperspectief hebben deze gebieden niet de voorkeur |
| -- | sterk negatief | effect is vanwege de aard en omvang, of vanwege strijdigheid met milieu- en/of veiligheidswetgeving beperkt acceptabel. Daarbij zijn de mogelijkheden om effecten te mitigeren naar verwachting beperkt. Hierdoor vormen de effecten een risico voor de uitvoerbaarheid |

### 9.1.1 Aanpak effectanalyse warmte uit biomassa

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak voor warmte uit biomassa. De twee genoemde methoden om warmte te creëren uit biomassa (verbranden en vergisten) worden hierbij gezamenlijk beschouwd. De uitstoot van $CO_2$ wordt hierbij buiten beschouwing gelaten, omdat dit niet aansluit bij het detailniveau van dit planMER.

De biomassa kan bestaan uit onder andere houtsnippers, houtpellets, afvalhout of biologische bronnen (mest, gft, agrarische reststromen). Voor biomassa is onderscheid te maken tussen verbranden en vergisten:

- verbranding: biomassa als organisch materiaal dat wordt verbrand om warmte te winnen voor collectieve verwarming voor invoer op een warmtenet Afbeelding 9.1 laat een indicatieve weergave van de werking van een biomassacentrale zien;
- vergisting: biomassa als organisch materiaal dat wordt vergist en opgewerkt wordt tot groengas door middel van verwijdering van $CO_2$ en verontreinigde stoffen. Afbeelding 9.2 toont een indicatieve weergave van de opwekken van groengas. Groengas is geen energiebron, maar een energiedrager die kan worden geïnjecteerd in het aardgasnet. De distributie van groengas wordt daarom niet beschouwd in dit planMER.

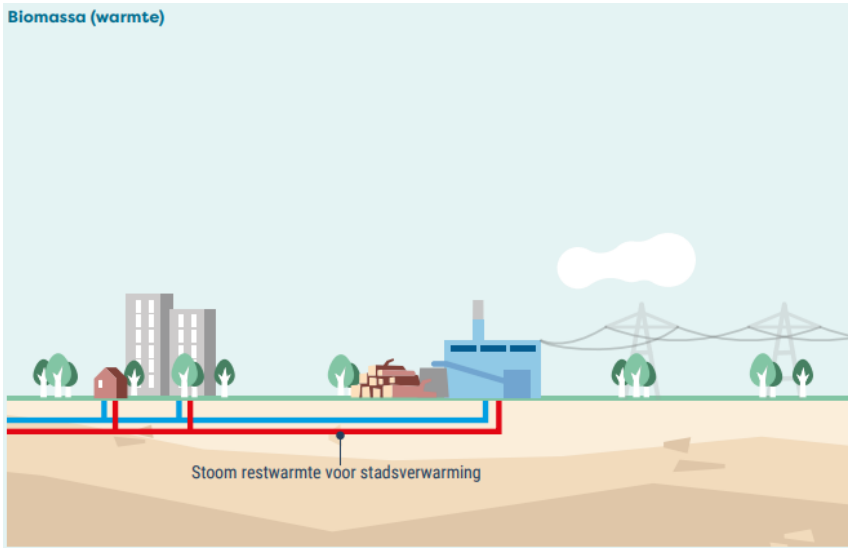
In dit planMER wordt voor het opwekken van warmte of groengas uit biomassa voor de eenduidigheid de term 'biomassa' gebruikt. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen verbranding en vergisting, maar wordt uitgegaan van de worst-case effecten.

*Onderdelen*

Voor biomassa zijn voor dit planMER de volgende onderdelen relevant:

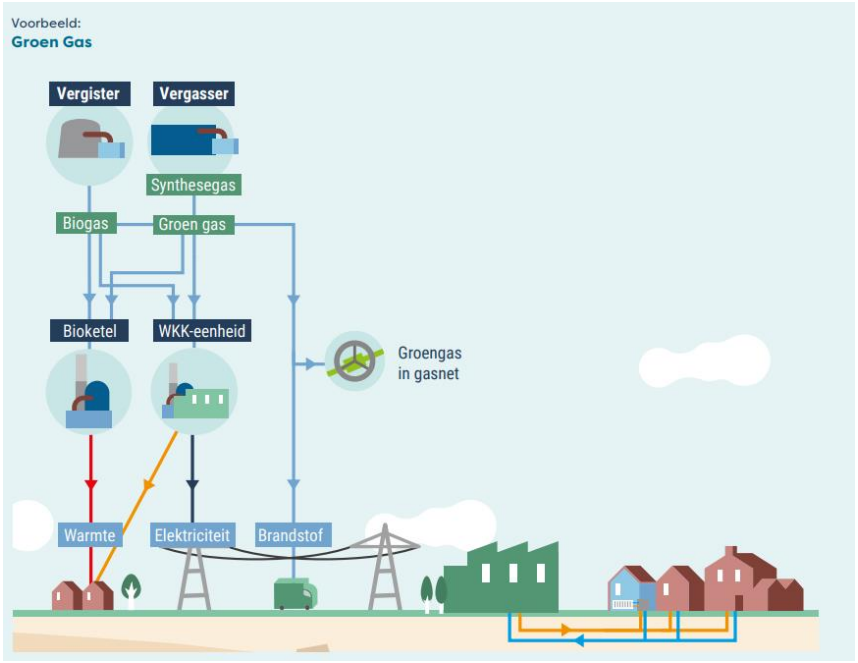
- een biomassacentrale waar de biomassa wordt verbrand of vergist;
- het warmtenet. Dit is het warmtetransportnetwerk waarin de warmte wordt getransporteerd van- en naar de afnemer (zie onderzoeksaanpak warmtedistributie in paragraaf 9.3).

Afbeelding 9.1 Voorbeeldweergave biomassa door verbranding




bron: NP RES

Afbeelding 9.2 Voorbeeldweergave vergisting biomassa




bron: NP RES

Tabel 9.2 laat de ingreep-effectrelaties zien voor biomassa.

Tabel 9.2 Ingreep-effectrelaties biomassa

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| - vergisting en vergassing biomassa om biogas te produceren. Dit wordt opgewaardeerd tot groen gas<br>- verbranding biomassa om water te verwarmen. | stikstofemissie | stikstofdepositie op beschermde natuurgebieden |
| | emissie van geur, geluid en stof | invloed op geurhinder, geluidhinder en luchtverontreiniging (stof) |
| | veiligheidsrisico's met gevolgen op mensen | invloed op externe veiligheid |
| | tijdelijk ruimtebeslag op natuur | effecten op Natura 2000-gebieden en GNN<br>effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | verstoring beschermde soorten | effecten op beschermde soorten effecten op Natura 2000-gebieden en GNN<br>effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | aantasting of vernietiging archeologische waarden | effecten op archeologische waarden |
| | aantasting of vernietiging cultuurhistorische waarden | effecten op cultuurhistorische waarden |

### Onderzoeksaanpak warmte uit biomassa

De effecten van warmte uit biomassa hebben betrekking op het verbranden of vergisten van biomassa. Hiervoor is een centrale benodigd waar biomassa zoals mest, slib, GFT, reststromen of overige biomassa wordt verbrand of vergist. Voor dergelijke centrales zijn richtafstanden bepaald om hinder op woningen te beperken. Deze richtafstanden zijn middels zoneringen vastgelegd in de Handreiking bedrijven van milieuzonering van de Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG). Deze handreiking bevat een lijst met een integrale benadering op aan te houden afstanden tussen het bedrijf en woningen voor de aspecten geluid, geur, stof en externe veiligheid. De grootste richtafstand voor een biomassacentrale bedraagt 100 m (voor geluid). Deze richtafstand vormt de basis voor de effectanalyse voor warmte uit biomassa.

## 9.1.2 Aanpak effectanalyse omgevingswarmte

Deze paragraaf presenteert de onderzoeksaanpak voor de verschillende bronnen voor omgevingswarmte. Zoals benoemd in paragraaf 9.1 zijn de effecten van zonthermie niet apart beschouwd in dit planMER.

### Geothermie

Geothermie is het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van woningen en utiliteitsgebouwen, het leveren van warm tapwater en warmte voor industriële processen. De warmte wordt gewonnen door het omhoog pompen van heet water uit ondergrondse gesteentelagen (> 500 m diepte). Bij warmtewinning op een diepte van < 500 m, wordt gesproken over bodemenergie (de onderzoeksaanpak hiervoor staat beschreven onder 'Open WKO's'). Het water wordt eenmaal bovengronds gebruikt om warmte over te dragen aan een warmtenet. Het afgekoelde water wordt vervolgens terug de gesteentelaag in gepompt. Aardwarmte kan niet overal worden gewonnen: diepe zandige gesteentelagen zijn veel meer geschikt hiervoor dan kleiige lagen. Hoe dieper een laag zich onder de grond bevindt, hoe heter het grondwater. Hoe zandiger een laag is, hoe meer grondwater deze kan bevatten en hoe makkelijker het grondwater door deze laag kan stromen, met andere woorden: hoe makkelijker grondwater uit de laag kan worden gepompt. Voor geothermie zijn dus vooral diepe zandige gesteentelagen geschikt. Afbeelding 9.3 laat een indicatieve weergave van de onderdelen en werking van geothermie zien.

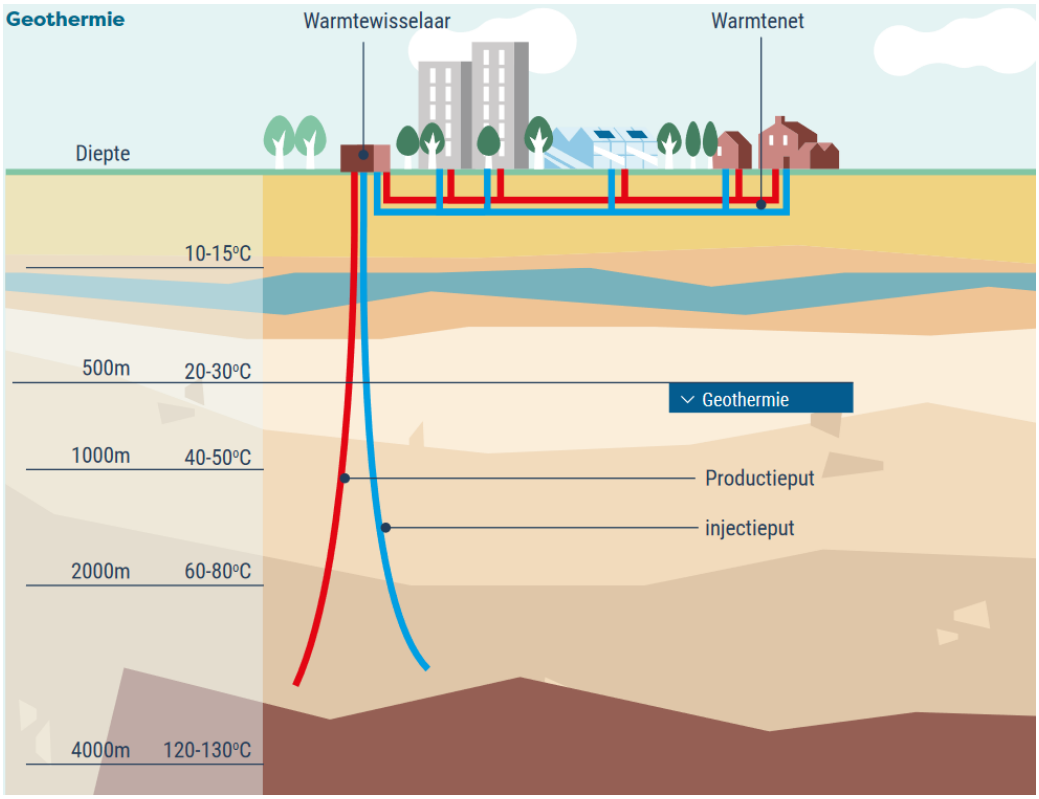
*Onderdelen*

Voor geothermie zijn de volgende onderdelen relevant:

- een ondergrondse put met een productieput waarin het warme water uit het aangeboorde reservoir[1] naar de oppervlakte wordt gepompt en een injectieput waarin het afgekoelde water in het reservoir teruggepompt wordt. Deze putten vormen samen een open systeem en heten een doublet. De diepte van een doublet varieert tussen de 500 m en enkele kilometers;
- een bovengrondse installatie boven de boorput, met een warmtewisselaar en pompen waarmee de energie wordt afgegeven aan het warmtenet;
- het warmtenet, zie hiervoor bij restwarmte. Het warmtenet voor geothermie is beperkt tot een regionale- of subregionale schaal (zie ook onderzoeksaanpak warmtedistributie in paragraaf 9.3);
- een individuele of collectieve warmtepomp om het water op de juiste temperatuur te brengen voor gebruik bij de afnemer.

[1] De warmte wordt gewonnen vanuit een ondergronds geothermisch reservoir. Dit betreft veelal een gesteentelaag (zandsteen of kalk) waar het warme water in de poriën van het gesteente wordt vastgehouden.

Afbeelding 9.3 Voorbeeldweergave geothermie




bron: NP RES

Tabel 9.3 laat de ingreep-effectrelaties zien voor geothermie.

Tabel 9.3 ingreep-effectrelaties geothermie

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| uitvoeren boring geothermieputten (> 500 m diepte) (aanlegfase) | aantasting opbouw en stabiliteit ondergrond | risico op (acute) diepe bodemdaling en ondiepe zettingen |
| | aantasting of verspreiding bodemverontreinigingen | invloed op bodemkwaliteit |
| | veranderingen in de samenstelling van het grondwater | invloed op waterwingebieden en grondwaterbeschermingszones |
| | | invloed op de grondwaterkwaliteit |
| | tijdelijk ruimtebeslag op natuur | effecten op Natura 2000-gebieden en GNN<br>effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | verstoring beschermde soorten | effecten op beschermde soorten<br>effecten op Natura 2000-gebieden en GNN<br>effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | aantasting of vernietiging archeologische waarden | effecten op archeologische waarden |
| | aantasting of vernietiging cultuurhistorische waarden | effecten op cultuurhistorische waarden |
| | veiligheidsrisico's met gevolgen op mensen | invloed op externe veiligheid |

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| | geluidemissie tijdens aanleg- en gebruiksfase | overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten |
| gebruiksfase geothermie-installatie | ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | effecten op Natura 2000-gebieden en GNN |
| | ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | aantasting ruimtelijk-visuele kenmerken | effecten op ruimtelijk-visuele kenmerken |

*Onderzoeksaanpak geothermie*

De effectanalyse voor geothermie wordt toegelicht op hoofdlijnen. Dit komt omdat er in 2022 een potentieonderzoek geothermie is uitgevoerd in opdracht van de provincie Gelderland[1]. Hierdoor is al in beeld gebracht welke gebieden in de regio een grote potentie kennen voor geothermie, zie afbeelding 10.2 in paragraaf 10.1.2. Er wordt in dit planMER dus geen dus geen kansenkaart voor geothermie getoond. Wel worden in hoofdstuk 10.1.2 de algemene milieueffecten nader uitgewerkt en worden de belemmeringen op kaart gezet. Deze kunnen worden gezien als aandachtspunten voor de uitwerken van concrete projecten, waarbij de resultaten uit het potentieonderzoek naar geothermie van de provincie als basis gebruikt kan worden.

De effecten die volgen uit de ingreep-effectrelaties zijn op hoofdlijnen beschreven. Hierbij is ter onderbouwing gebruik gemaakt van bronmateriaal. Voor de milieuthema's laat de effectanalyse een beknopte uiteenzetting zien van de mogelijke verbodsbepalingen vanuit wetgeving, de te verwachte effecten en de aan te raden vervolgstappen. Tot slot zijn de effecten beoordeeld conform de beoordelingsmethodiek uit tabel 9.1 en zijn de aandachtspunten voor vervolgfases uiteengezet.

### Open WKO's

Een open WKO is een ondiep bodemenergiesysteem dat gebruik maakt van de warmte of koude die aanwezig is in de bodem en in het grondwater. Het grondwater wordt uit de bron gepompt en na gebruik (verwarming of verkoeling) weer in de bron gepompt. Bij een open WKO wordt het grondwater dus verplaatst, terwijl bij een gesloten systeem het grondwater enkel wordt gebruikt om ingebrachte vloeistof in een buisleiding (een bodemlus) te verwarmen[2]. Afbeelding 9.4 laat een indicatieve weergave van de werking van een open WKO zien.

*Onderdelen*

Voor open WKO's zijn de volgende onderdelen relevant:

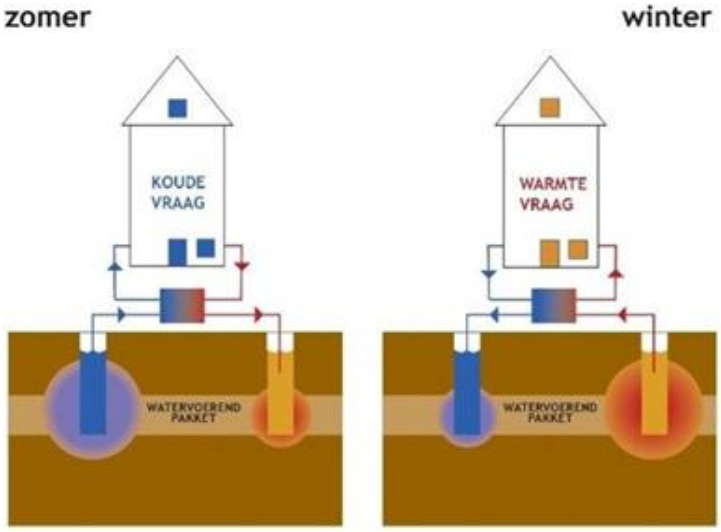
- het bodemenergiesysteem met een ondergrondse onttrekking- en infiltratiebron. Vanuit hier wordt het grondwater omhoog gepompt en na gebruik geretourneerd. Er zijn verschillende typen bodemenergiesystemen, maar voor collectieve warmteopslag wordt gebruik gemaakt van een doubletsysteem. Een doubletsysteem maakt gebruik van een warmte- en een koudebron, waarbij in beide bronnen een leiding is aangebracht (een doublet). De onttrekkingsleiding en de infiltratieleiding liggen dus in twee aparte bronnen die op afstand van elkaar gescheiden zijn. De winterkoude wordt hierbij apart opgeslagen voor verkoeling in de zomer en zomerwarmte apart voor verwarming in de winter;

[1] Potentieonderzoek geothermie Gelderland - publieksrapportage - 15 april 2022 127351/22-005.773 via https://www.gelderland.nl/themas/duurzaamheid/energietransitie/warmtetransitie.

[2] Een gesloten systeem wordt niet als warmtebron beschouwd in dit planMER, omdat dit voornamelijk kansen biedt voor warmte- en koude-uitwisseling op gebouw en wijkniveau. Daarom wordt dit in dit planMER als individuele warmtetechniek beschouwd. Dit betekent dat dit planMER niet ten grondslag ligt aan de besluitvorming over bodemwarmtewisselaars. De milieueffecten van bodemwisselaars zijn op hoofdlijnen vergelijkbaar met de effecten van open WKO's, met uitzondering van de effecten door verplaatsing van grondwater.

- een warmtetransportsysteem om de warmte of koude te transporteren van de bron naar de afnemer. Dit kan een collectief warmtenet zijn of een systeem voor meer individueel gebruik (zie onderzoeksaanpak warmtedistributie in paragraaf 9.3).

Afbeelding 9.4 Voorbeeldweergave open WKO-systeem




De ingreep-effectrelaties van open WKO's komen op hoofdlijnen overeen met de ingreep-effectrelaties van geothermie. Daarom wordt hiervoor verwezen naar tabel 9.3. De ingreep verschilt in de diepte van de boring: de boring voor open WKO's vindt plaats op een diepte minder dan 500 m. Daarnaast is de benodigde (bovengrondse) installatie voor een WKO-systeem van dusdanig kleine omvang, dat de ingreep-effectrelaties gerelateerd aan ruimtebeslag en aantasting van belevingswaarden in aanmerkelijk mindere mate optreden dan bij geothermie. Ook is een open WKO geschikt voor individueel gebruik. Hier bestaat dus minder invloed op externe veiligheid dan bij geothermie. Voor externe veiligheid is geen representatief vergelijkbaar onderzoek gevonden wat een indicatie geeft voor een minimaal aan te houden afstand tot kwetsbare objecten. Externe veiligheid dient daarom per project te worden afgewogen.
Bij open WKO's is aanvullend wel sprake van onttrekking en lozing van grondwater. Deze ingreep-effectrelatie is uitgelicht in tabel 9.4.

Tabel 9.4 Ingreep-effectrelaties open WKO's

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| aanleg en gebruik (onderhoud) van de WKO-putten | onttrekking en lozing van grondwater uit de reservoirs in het watervoerend pakket | invloed op de grondwaterkwaliteit, de oppervlaktewaterkwaliteit en de oppervlaktewaterkwantiteit |

### *Onderzoeksaanpak open WKO's*

Voor de onderzoeksaanpak voor open WKO's wordt verwezen naar de onderzoeksaanpak voor aquathermie.

## Aquathermie

Aquathermie maakt gebruik van warmte en koude (thermische energie) uit oppervlaktewater (TEO) of afvalwater (TEA). Zowel de warmte als de koude kan worden gebruikt om gebouwen te verwarmen dan wel te koelen.

Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) wordt veelal een WKO gebruikt om in de zomer gewonnen warmte op te slaan en te gebruiken in de winter. Andersom wordt de in de winter gewonnen koude hier opgeslagen om in de zomer te gebruiken. TEO is ook mogelijk zonder WKO-systeem. De keuze hiervoor hangt af van seizoenvariatie in de bron en de toepassing van piekbelasting. Dit gebeurt bij kleinschalige toepassingen, die niet passen bij het detailniveau van dit planMER, maar ook langs grote rivieren is aquathermie zonder WKO een goede mogelijkheid[1]. Daarom dient voor TEO zonder WKO-systeem per project onderzoek plaats te vinden en beschouwt dit planMER enkel TEO in combinatie met een WKO-systeem. Afbeelding 9.5 laat een indicatieve weergave van de onderdelen en werking van aquathermie (TEO) zien.

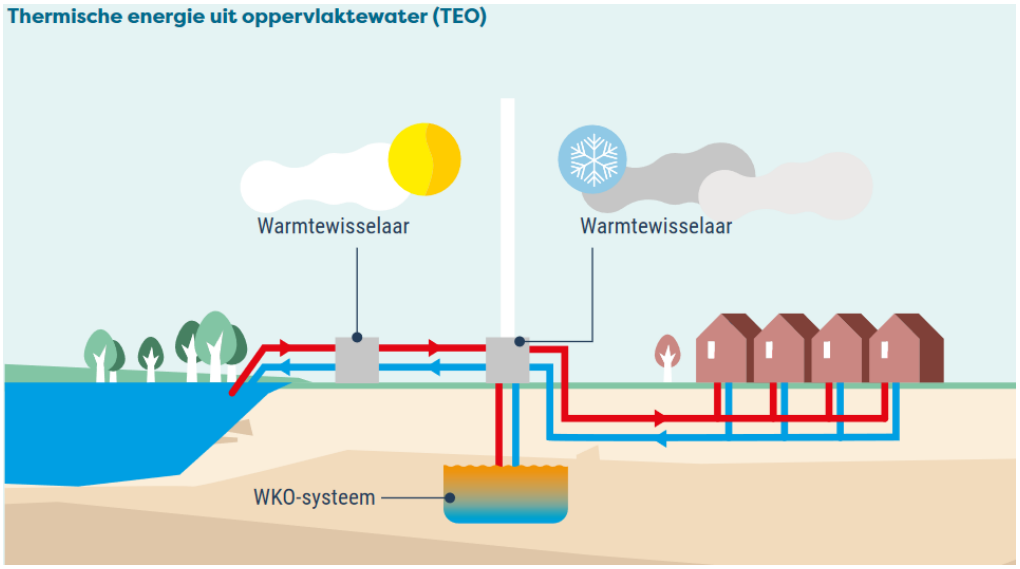
TEA is de winning van thermische energie uit de waterketen, zoals warm douche- en (af)waswater vanuit woningen, maar ook regenwater. Het 'warme' water (circa 10-20 °C) komt uit in de waterketen en verliest daar haar warmte. Met TEA wordt deze warmte gewonnen en ingezet om woningen te verwarmen. Bij deze vorm van aquathermie zijn individuele of collectieve warmtepompen nodig en wordt, in de meeste gevallen, gebruik gemaakt van een WKO-systeem. De onderzoeksaanpak voor een WKO-systeem is benoemd in de vorige paragraaf. Daarmee zijn de ingrepen benodigd voor TEA beperkt tot ingrepen op een klein schaalniveau. De ingrepen voor TEA zijn daarom gelijk gesteld aan TEO. Op projectniveau dienen de effecten, die voor TEA kleiner zijn dan bij toepassing van TEO, nader onderzocht te worden.

*Onderdelen*

Voor TEO en TEA (in combinatie met WKO's) zijn de volgende onderdelen relevant:

- een warmtewisselaar om de warmte of koude uit de bron te onttrekken met een maximale omvang vergelijkbaar met een transformatorhuisje in stedelijk gebied;
- een warmtetransportsysteem om de warmte of koude te transporteren van de bron naar de afnemer of naar de WKO (zie onderzoeksaanpak warmtedistributie in paragraaf 9.3);
- een WKO om in de zomer gewonnen warmte op te slaan en te gebruiken in de winter. Andersom wordt de in de winter gewonnen koude hier opgeslagen om in de zomer te gebruiken. De WKO is een ondergronds gesloten of open systeem (zie ook de beschrijving bij open WKO's);
- een individuele of collectieve warmtepomp om het water op de juiste temperatuur te brengen voor gebruik bij de afnemer.

Afbeelding 9.5 Voorbeeldweergave aquathermie (TEO) met een WKO




bron: NP RES

[1] Onderzoek Grootschalige Aquathermie: realistische warmteoptie? Casus Nijmegen, door WarmingUP, 16 juli 2021.

Tabel 9.5 laat de ingreep-effectrelatie van TEO en TEA zien die in dit planMER zijn beschouwd.

Tabel 9.5 Ingreep-effectrelaties aquathermie

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| warm- en koudwaterlozing na winning van koude en warmte uit oppervlaktewater | verandering samenstelling, temperatuur en stroming oppervlaktewater | effect op de oppervlaktewaterkwaliteit |

Voor de ingreep-effectrelaties die volgen uit toepassing van een open WKO-systeem wordt verwezen naar de ingreep-effectrelaties onder 'open WKO's'. Voor de ingreep-effectrelaties met betrekking tot ruimtebeslag in natuurgebieden (Natura 2000, GNN en overige natuurgebieden) en aantasting van cultuurhistorische en archeologische waarden wordt verwezen naar de ingreep-effectrelaties van geothermie, zie tabel 9.3. Echter is de benodigde installatie voor TEO van dusdanig kleine omvang - vergelijkbaar met een transformatorhuisje in stedelijk gebied[1] - dat de verwachte effecten beperkter zijn dan bij geothermie.

*Onderzoeksaanpak aquathermie (en open WKO's)*

Voor aquathermie en open WKO's zijn de effecten beschouwd die op basis van de ingreep-effectrelaties de grootste milieueffecten lijken te veroorzaken. De effecten van open WKO-systemen komen op veel vlakken overeen met de milieueffecten van geothermie. Voor de vergelijkbare effecten wordt daarom verwezen naar geothermie. De overige milieueffecten voor aquathermie en open WKO-systemen zijn beschouwd aan de hand van bronmateriaal en vigerende wettelijke- en beleidskaders. Voor beide bronnen bestaat de effectanalyse uit een beknopte beschrijving van deze effecten, gevolgd door een conclusie en effectbeoordeling en uiteenzetting van aandachtspunten voor de vervolgfase.

[1] Met een omvang van circa 3-4 m (l), bij 2 m (b) bij 2,5 m (h).

## 9.2 Onderzoeksaanpak warmteopslag

Warmteopslag is het tijdelijk opslaan van warmte voor gebruik op een later moment op de dag of in het jaar. De warmtebronnen (zie paragraaf 9.1) leveren vaak continu warmte. De warmtevraag verschilt echter per dag, seizoen en jaar. Hierdoor is het warmteaanbod in disbalans met de warmtevraag. Met warmteopslag gaat de gewonnen warmte niet verloren en wordt de warmte ingezet op het moment dat de vraag daar aanleiding toe geeft. Naast deze dag- of seizoensopslag, kan warmteopslag bijdragen aan het optimaliseren van het energiesysteem. Dit kan door de warmteopslag te verwarmen op momenten dat er een overschot is aan hernieuwbare elektriciteit en de warmte te gebruiken als er weinig warmteaanbod is. Warmteopslag kan onder- of bovengronds.

### 9.2.1 Aanpak effectanalyse ondergrondse warmteopslag

Warmte wordt doorgaans ondergronds opgeslagen. Hiervoor worden in de praktijk diverse vormen toegepast, waaronder een WKO (open of gesloten) en buffervaten (zoals een thermische put en een ondergrondse tankopslag). Een WKO-systeem biedt uitkomst bij warmteopslag op (zeer) lage temperatuur op wijk- of woningniveau. Op wijkniveau wordt een open WKO-systeem toegepast (zie ook paragraaf 9.1.2) en op woningniveau wordt een gesloten WKO-systeem in de vorm van een bodemlus toegepast (wordt niet nader beschouwd[1]). Voor warmteopslag voor hogere temperaturen wordt gebruik gemaakt van een buffervat. De omvang van een dergelijk buffervat varieert met de benodigde opslagcapaciteit, wat samenhangt met de aangesloten warmtebronnen, de temperatuur en de warmteafnemers.

In Nederland zijn verschillende verkenningen[2] uitgevoerd naar de mogelijkheden voor warmteopslag. Hierbij is een aantal collectieve opslagsystemen beschouwd die hieronder kort zijn toegelicht om een beeld te geven van de omvang van dergelijke systemen.

*Hogetemperatuur opslag (HTO)*
Bij hogetemperatuur opslag (HTO) wordt thermische energie opgeslagen in een watervoerende laag in de bodem (een aquifer) op een diepte van 200-300 m. De techniek bij HTO lijkt op de techniek van WKO-systemen. Via boorgaten wordt opgewarmd water in de watervoerende laag geïnjecteerd en opgeslagen. Zodra de warmte nodig is, wordt deze uit ditzelfde watervoerend pakket gepompt (zie afbeelding 9.3). Het verschil tussen HTO en WKO's zit in de temperatuur van de opgeslagen warmte. Er is sprake van hoge temperatuur opslag bij deze techniek versus lage temperatuur opslag bij WKO's. HTO is geschikt voor grootschalige en langdurige warmteopslag, maar is gebonden aan strenge voorwaarden. Zo is open bodemopslag boven de 25 °C-grens (Algemene Maatregel van Bestuur Bodemenergie) niet toegestaan en mag een HTO geen warmteoverschot in de ondergrond veroorzaken. Dit vraagt om uitgebreid milieuonderzoek per project.

*Thermische put*
Een thermische put is een groot gegraven gat dat warm water opslaat. In deze (overdekte) putten kunnen grote hoeveelheden water worden opgeslagen. De constructiekosten zijn beperkt, maar het ruimtebeslag is groot. In sommige gevallen kunnen zonnecollectoren op de overkapping worden geplaatst, waarmee ter plaatse warmte kan worden gewonnen. Afbeelding 9.6 laat voorbeeld zien van een thermische put.

[1] Zie onder andere: https://energeia.nl/energeia-artikel/40088919/tot-2030-geen-rol-voor-opslag-of-waterstof-in-nederlandse-elektriciteitssysteem.

[2] Zie: CE Delft (2020), via: https://www.invest-nl.nl/media/attachment/id/941.

Afbeelding 9.6 Links een schematische weergave van een thermische put, rechts een voorbeeld




bron: CE Delft, 2020

Een ondergrondse tankopslag is een grote ondergrondse tank waar over lange termijn warm water wordt opgeslagen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een ondergronds vat met een doorsnede van 30 m en een diepte van 30 m. Deze vorm van warmteopslag wordt in dit planMER niet nader beschouwd, omdat toepassing in Nederland nog niet erg gangbaar is en de kosten hoog zijn.

Tabel 9.6 presenteert de ingreep-effectrelaties voor ondiepe (< 50 m) ondergrondse warmteopslag. Deze hebben betrekking op thermische putten. Overige ondergrondse warmteopslag maakt geen onderdeel uit van de scope van dit planMER. De ingreep-effectrelaties voor diepe ondergrondse opslag (> 50 m) zijn op hoofdlijnen vergelijkbaar met de ingreep-effectrelaties van geothermie. HTO vindt namelijk plaats op dieptes die vergelijkbaar zijn aan- of minder diep zijn dan geothermieprojecten en dieper dan open WKO-projecten. Daarom wordt voor de ingreep-effectrelaties van HTO verwezen naar de tabellen 9.3 en 9.4.

De diepte van de thermische put hangt af van de benodigde omvang en de oppervlakte. Hoe groter de oppervlakte, hoe minder diep de put hoeft te zijn. Beide variabelen hebben eigen voor- en nadelen, zoals ruimtebeslag, effecten op de bodem en effecten op grondwater.

Tabel 9.6 Ingreep-effectrelaties ondiepe ondergrondse warmteopslag (thermische putten)

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| graafwerkzaamheden voor aanleg van de thermische put | aantasting opbouw en stabiliteit ondiepe ondergrond | risico op zettingen |
| | aantasting of verspreiding bodemverontreinigingen | invloed op bodemkwaliteit |
| | tijdelijk ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | effecten op Natura 2000-gebieden en GNN |
| | tijdelijk ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | verstoring beschermde soorten | effecten op beschermde soorten |
| | aantasting of vernietiging archeologische waarden | effecten op archeologische waarden |
| | aantasting of vernietiging cultuurhistorische waarden | effecten op cultuurhistorische waarden |
| | geluidemissie tijdens aanleg- en gebruiksfase | overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten |
| bemalingswerkzaamheden voor aanleg van de thermische put | veranderingen in de samenstelling van het grondwater | invloed op waterwingebieden en grondwaterbeschermingszones |
| | | invloed op de grondwaterkwaliteit |

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| gebruiksfase van de thermische put | ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | effecten op Natura 2000-gebieden en GNN |
| | ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | aantasting ruimtelijk-visuele kenmerken | effecten op ruimtelijk-visuele kenmerken |

*Onderzoeksaanpak ondergrondse warmteopslag*

De effectanalyse voor ondergrondse warmteopslag focust zich op de effecten van HTO en thermische putten. Voor beide opslagtechnieken zijn de milieueffecten in beeld gebracht, waarbij in veel gevallen een verwijzing is opgenomen naar de effectanalyses onder warmtebronnen. HTO lijkt immers in veel aspecten op een open WKO-systeem en geothermie, waardoor ook de milieueffecten vergelijkbaar zijn. Voor beide technieken ligt de focus op de onderscheidende milieueffecten ten opzichte van elkaar en ten opzichte van warmtebronnen. Zo is voor thermische putten meer aandacht besteed aan de effecten door ruimtebeslag en de effecten op de ruimtelijk visuele kenmerken. Bij de effectanalyse zijn daarom de onderscheidende effecten apart beschreven en zijn de overige milieueffecten -die vergelijkbaar zijn met warmtebronnen- enkel samengevat.

### 9.2.2 Aanpak effectanalyse bovengrondse warmteopslag

Warmteopslag kan naast ondergronds ook bovengrond plaatsvinden. De in paragraaf 9.2.1 genoemde thermische putten zijn hier een voorbeeld van. Daarnaast kan gebruik worden gemaakt van een bovengrondse tankopslag. Een bovengrondse tankopslag is het opslaan van warm water in een opslagvat. In deze tank kan grootschalig en kort- of langdurig warmte worden opgeslagen. Momenteel wordt deze opslagtechniek voornamelijk gebruikt als tijdelijke (dag- of week) opslag bij elektriciteitscentrales, glastuinbouw en warmtenetten. Afbeelding 9.7 laat een voorbeeld zien van een bovengrondse warmteopslagtank.

Afbeelding 9.7 Bovengrondse warmteopslagtank Diemen



bron: Vattenfall, via Expertisecentrum Warmte

De ingreep-effectrelaties van bovengrondse warmteopslag hebben betrekking op de bovengrondse tankopslag. De ingreep-effectrelaties zijn op hoofdlijnen vergelijkbaar met de ingreep-effectrelaties van ondergrondse warmteopslag. Daarom wordt hiervoor verwezen naar tabel 9.6. De verschillen zitten in:

- voor bovengrondse warmteopslag leidt bemaling door de beperkte omvang niet tot onderscheidende effecten, waardoor dit geen onderdeel uitmaakt van de effectanalyse;
- de effecten op de bodem, het grondwater en het ruimtebeslag treden in mindere mate op dan bij ondergrondse warmteopslag, doordat ingrepen in de bodem beperkter zijn in omvang en diepte;

- de landschappelijke effecten van een bovengrondse opslagtank zijn groter dan de landschappelijke effecten van HTO. Een thermische put is over het algemeen lager dan een opslagtank, waarmee ook deze naar verwachting minder landschappelijke effecten veroorzaakt.

*Onderzoeksaanpak bovengrondse warmteopslag*
De effectanalyse voor bovengrondse warmteopslag focust zich op de effecten van bovengrondse tankopslag. Net als voor ondergrondse warmteopslag, is ook hier zoveel mogelijk verwezen naar de effectanalyse van warmtebronnen. De bovengrondse warmteopslag onderscheidt zich van de ondergrondse bronnen door de effecten bovengronds, zoals ruimtebeslag en effecten op ruimtelijk visuele kenmerken. Ook hier zijn enkel deze onderscheidende effecten apart beschreven en zijn de overige milieueffecten samengevat.

## 9.3 Onderzoeksaanpak warmtedistributie

Een warmtenet is een collectief transportsysteem om gebouwen te verwarmen. Het warmtenet is onderdeel van een energiesysteem, bestaande uit een warmtebron (restwarmte, geothermie, biomassa, etc.), warmteopslag, distributie (warmtenet) en afnemers. Een warmtenet is veelal geschikt voor plaatsen waar de warmtevraag hoog en geconcentreerd is. Voorbeelden hiervan is het glastuinbouwgebied bij Huissen of woonwijken met een hoge bebouwingsdichtheid. De omvang van een warmtenet loopt uiteen en varieert van een interregionaal netwerk tot een lokaal netwerk.

De volgende onderdelen worden beschouwd:
- transportnet;
- distributienet.

### 9.3.1 Aanpak effectanalyse warmtedistributie

*Transportnet*
Een warmtetransportnetwerk is nodig om de warmte van de bron naar de buurt te verplaatsen. Hierbij bestaan verschillende schaalniveau. Een interregionaal warmtetransportnetwerk wordt gebruikt om warmte van een grootschalige bron (bijvoorbeeld restwarmte) te transporteren naar de afnemers. Een voorbeeld hiervan is de aansluiting van de stedelijke gebieden op een grote restwarmtebron in de regio. In dit voorbeeld bestaat het netwerk uit een stelsel van grote transportleidingen aangevuld met regionaal warmtenet voor aansluiting op de afnemer. Een regionaal warmtenet is een warmtenet voor meerdere gemeenten. Een voorbeeld hiervan is een geothermienetwerk. Een enkel doublet kan hierbij warmte bieden voor de aansluiting van circa 8.000 woningen, waarmee meerdere doubletten genoeg warmte bieden voor meerdere gemeenten.

*Distributienet*
Het distributienet zorgt dat de warmte ook daadwerkelijk bij de afnemer terecht komt, zoals woningen. Zo'n lokaal distributienet is een warmtenet op buurtniveau. Een lokaal distributienet kan worden aangesloten op een regionaal warmtenet om warmte-uitwisseling mogelijk te maken. Hierbij wordt het verwarmde water op meerdere locaties ingezet voor verwarming. Zo kan het water dat in het regionale warmtenet is ingezet voor verwarming op (middel)hoge temperatuur via het lokale distributienet nog worden gebruikt voor verwarming op lage temperatuur. Hiermee wordt volledig en efficiënt gebruik gemaakt van de gewonnen warmte uit de warmtebron. Dit proces heet cascadering.

Het lokaal warmtenet wordt in dit planMER niet nader onderzocht, omdat de milieueffecten alleen op lokaal niveau optreden, wat maakt dat deze niet aansluiten bij het detail- en schaalniveau van dit planMER. De milieueffecten van een lokaal warmtenet zijn op hoofdlijnen vergelijkbaar met de milieueffecten van een (interregionaal) warmtenet, echter treden de effecten lokaal en in mindere mate op.

*Bovengrondse installaties*

Een warmtenet gaat -naast het ondergrondse distributienetwerk- gepaard met één of meerdere bovengrondse installaties. Deze installaties zorgen ervoor dat de warmte of koude door de buisleidingen gepompt kan worden, op temperatuur gebracht wordt of opgeslagen kan worden. Dit omvat in algemene zin de volgende onderdelen:

- het bovengrondse pompstation bij de warmtebron. Dit is het uitkoppelpunt. Hier wordt de warmte gewonnen en op het warmtenet gebracht. De grootte van deze stations varieert met de omvang van de warmtebron en het warmtenet;
- warmte-overdrachtsstation waar de drukhuishouding in het systeem geregeld. Op deze locatie wordt vaak ook de warmte op de gewenste temperatuur wordt gebracht;
- een piek- en back-upvoorziening. De piek- en/of back-up voorziening voorziet in extra energie (warmte of koude) als de warmtebron niet toereikend is. De piekvoorziening kan dezelfde zijn als de back-up voorziening. De piek- en back-upvoorziening is veelal een aangekoppelde extra warmtebron;
- een verdeelstation waar de warmte wordt gecascadeerd of wordt verdeeld over meerdere (kleinere) warmtenetten.

Deze bovengrondse installaties worden in dit planMER niet nader onderzocht. Dit omdat deze installaties geen onderscheidende milieueffecten veroorzaken die bijdragen aan de nu voorliggende besluitvorming over locaties en warmtetechnieken op het regionale detail- en schaalniveau. De exacte milieueffecten van deze installaties kunnen later per project worden onderzocht.

### Ingreep-effectrelaties

De realisatie van een warmtedistributienetwerk heeft effecten op verschillende milieuaspecten. Tabel 9.7 beschrijft welke ingreep-effectrelatie op hoofdlijnen te verwachten zijn voor het ondergrondse warmtenet. Hierbij geldt als uitgangspunt dat de effecten van het interregionaal warmtetransportnetwerk en het regionale warmtenet op dezelfde wijze worden onderzocht.

Tabel 9.7 Ingreep-effectrelaties warmtedistributie

| Ingreep | Effect | Criterium |
|---|---|---|
| werkzaamheden aanleg warmtenet (graafwerkzaamheden, bemaling en boringen) | aantasting opbouw en stabiliteit ondergrond | risico op (acute) diepe bodemdaling en ondiepe zettingen |
| | aantasting of verspreiding bodemverontreinigingen | invloed op bodemkwaliteit |
| | veranderingen in de samenstelling van het grondwater | invloed op waterwingebieden en grondwaterbeschermingszones |
| | | invloed op de grondwaterkwaliteit |
| | tijdelijk ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | effecten op Natura 2000-gebieden en GNN |
| | tijdelijk ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | effecten op overige beschermde natuurgebieden |
| | verstoring beschermde soorten | effecten op beschermde soorten |
| | aantasting of vernietiging cultuurhistorische waarden | effecten op cultuurhistorische waarden |
| | aantasting of vernietiging archeologische waarden | effecten op archeologische waarden |
| | geluidemissie tijdens aanleg- en gebruiksfase | overschrijding geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten |
| | kruisingen wegen, spoorwegen, vaarwegen en kabels en leidingen | kruisingen met bestaande infrastructuur |
| | belemmering toekomstig ruimtegebruik | effecten op toekomstig ruimtegebruik |

Het milieuaspect externe veiligheid is niet beschouwd. Dit omdat voor het transport van warmte door buisleidingen op het gebied van externe veiligheid geen wettelijke eisen gelden met betrekking tot het plaatsgebonden risico en groepsrisico.

### Effectbeoordeling warmtedistributie

De milieueffecten als gevolg van de aanleg van het warmtenet worden niet beoordeeld op kaart. Dit omdat de effecten van de aanleg van het warmtenet sterk afhankelijk zijn van de ingreep ter plaatse, de locatie en daarnaast kan een deel van de effecten worden weggenomen door toepassing van maatregelen zoals een HDD-boring. Zo kan aantasting van een archeologisch monument worden vermeden door een kleine tracéwijziging of kan onder het monument doorgeboord worden. Ook kan (mits minder dan circa 1 km) onder een natuurgebied worden doorgeboord. Daarnaast kan een warmteleiding in een natuurgebied worden aangelegd als voldaan wordt aan (strenge) voorwaarden. Het rood of oranje aanduiden van gebieden of locaties op kaart leidt daarmee tot een overschatting van effecten en dus tot een vertekend beeld van de mogelijkheden voor aanleg van het warmtedistributienetwerk. Dit staat in relatie met het feit dat er nog geen duidelijkheid bestaat over welke warmtebronnen worden toegepast, waardoor kaartmateriaal voor warmtedistributie een zeer beperkte toegevoegde waarde heeft. De effectanalyse beperkt zich daarom tot een beschrijving van wat (niet) haalbaar is op grond van wetgeving en beleid.

#### *Uitgangspunten effectanalyse warmtedistributie*

Warmtedistributie bestaat uit het ondergronds warmtenet en bovengrondse installaties. Van beide onderdelen zijn nog veel factoren onbekend. Daarom zijn uitgangspunten gedefinieerd die achtergrondinformatie bieden voor de effectanalyse. Onder onbekende factoren worden onder andere de factoren verstaan:

- de aansluiting op het type warmtebron;
- de aansluiting op het type afnemer, zoals kassen of woningen;
- de omvang van het warmtenet (regionaal, subregionaal, lokaal);
- de omvang van de buisleidingen;
- de omvang en de hoeveelheid benodigde bovengrondse installaties. Varieert ten minste per warmtebron, omvang van het warmtenet en het type afnemer.

Bovenstaande ontbrekende factoren maken dat de effectanalyse warmte zich beperkt tot een analyse op hoofdlijnen. Om een beeld te geven van de aard en omvang van het warmtedistributienet, zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd. Deze uitgangspunten zijn gebruikt voor het bepalen van de effecten op hoofdlijnen. Daarnaast geven deze uitgangspunten een beeld van de te verwachten bandbreedte van mogelijke effecten van de warmtedistributie.

#### *Diameter en lengte warmtetransportleidingen*

De diameter van een warmtetransportleiding varieert met de omvang van het warmtenet. Een regionaal warmtenet heeft baat bij een grotere buisleiding dan een lokaal warmtenet. Hoe groter de diameter, hoe meer warmte door de buis gevoerd kan worden. De diameter van de verschillende warmtenetten betreft:

- een regionaal warmtenet: binnendiameter van 500 mm en een buitendiameter van 700-900 mm. Van toepassing op de aanvoer- en retourleiding. Inzet voor circa 10.000 woningen;
- een subregionaal warmtenet: binnendiameter tussen de 200 en 500 mm (aanvoer- en retourleiding). Inzet voor circa 5.000 woningen;
- een lokaal warmtenet: binnendiameter van circa 200 mm (aanvoer- en retourleiding). Inzet voor circa 1.000 woningen.

De lengte van de warmtetransportleiding varieert. Met name voor warmtebronnen als geothermie en aquathermie is een warmteleiding van circa 1,5 km het maximum. Dit omdat de kosten toenemen bij grotere transportafstanden. Voor een regionaal warmtenet kan de lengte oplopen tot tientallen kilometers. Hiervoor zijn persleidingen benodigd die de warmte onder druk van de restwarmtebron naar een (buffer)locatie pompen. Vanuit daar wordt de warmte opgewaardeerd of juist gecascadeerd en ingevoerd op subregionale of lokale warmtenetten.

*Aanlegmethode en diepte*

Een warmtetransportleiding kan, net als een hoogspanningskabel, worden aangelegd in open ontgraving of met een gestuurde boring. De aanlegdiepte bij open ontgraving is circa 2 m. Bij aanleg met een boring kan de diepte oplopen tot 35 m. Dit kan nodig zijn voor kruising van een kanaal, snelweg of brede spoorweg. Voor beide aanlegtechnieken kan bemaling nodig zijn om de leidingen in den droge aan te kunnen leggen. Dit is afhankelijk van de grondwaterstand ter plaatse.

*Isolatie*

Warmtetransportleidingen zijn goed geïsoleerd. Warmte-uitstraling naar de bodem treedt hierdoor niet tot nauwelijks op. Er kan sprake zijn van minimale effecten op de bodem, het grondwater of ecologie. Dit zijn effecten die erg lokaal optreden. Deze maken daarom geen onderdeel uit van dit planMER.

### Onderzoeksaanpak warmtedistributie

De effectanalyse voor warmtedistributie beperkt zich tot de effecten van de aanleg van het ondergrondse warmtenet.

Voor deze onderdelen betreft de effectanalyse een beschrijving van de milieueffecten op hoofdlijnen. De kansen voor realisatie, de beoogde tracés, de technische kenmerken en de hoeveelheid en locatie van benodigde bovengrondse installaties zijn namelijk onbekend. Deze hangen alle direct samen met de locaties en technische kenmerken van de warmtebronnen. Realisatie van een hoge- of middentemperatuur geothermiebron vraagt om een ander type warmtenet en bijbehorende bovengrondse installaties dan realisatie van een lagetemperatuur aquathermiebron. Daar komt bij dat de locatie van de warmtebron bepalend is voor de ligging van het warmtenet en daarmee ook van de milieueffecten van het warmtenet.

Dit maakt dat de effectanalyse een beschrijving op principeniveau betreft. Hierbij is niet altijd specifiek ingegaan op gebiedseigenschappen van de regio. Zo zijn bijvoorbeeld de gebiedseigenschappen van natuurgebieden (bijvoorbeeld leefgebieden specifieke soorten) en gebiedsspecifieke landschappelijke waarden buiten beschouwing gelaten. Of, waar en hoe een warmtenet in of nabij de natuurgebieden in de regio komt te liggen is namelijk onbekend. Hetzelfde geldt voor het doorkruisen van landschappelijk waardevolle gebieden. Ook beschrijft deze effectanalyse geen effecten op het detailniveau van een wijk, buurt of woning. Deze effecten zijn dusdanig afhankelijk van de eigenschappen van de wijk, buurt of woning (dichtheid, aanwezige leidingen, woningeigenschappen) dat deze niet passen bij het detailniveau van dit planMER.

Wel presenteert paragraaf 10.3 voor het ondergrondse warmtenet en de bovengrondse installaties per milieuthema een effectbeschrijving op hoofdlijnen. Hierbij is per milieuthema (bodem, water, natuur, landschap, etc.) beschreven wat de te verwachten effecten zijn op deze thema's. De thema's waarvoor de effecten op hoofdlijnen zijn beschreven, volgen uit de ingreep-effectrelaties. Per milieuthema is naast de effectbeschrijving op hoofdlijnen ook aangegeven of, en zo ja, welke gebieden vanuit dat milieuthema bij voorkeur vermeden worden.

Voor het ondergrondse warmtenet beperkt de effectbeschrijving zich tot effecten gedurende de aanlegfase. Dit omdat tijdens de gebruiksfase in principe geen effecten optreden. Gelijk aan de effectanalyse voor elektriciteit in deel B van dit planMER, geldt ook voor de warmtedistributie dat niet elk effect een risico vormt voor de uitvoerbaarheid van het project. De omvang van de effectbeschrijvingen loopt hierdoor uiteen. Daarnaast zijn de effecten van aanleg van het warmtenet naar verwachting op hoofdlijnen vergelijkbaar met de aanleg van hoogspanningskabels. Daarom is bij sommige thema's verwezen naar de effectbeschrijving bij elektriciteit. Ook zijn de daar beschreven wettelijke- en beleidskaders in veel gevallen ook van toepassing op de warmtedistributie.

# 10

# EFFECTANALYSE WARMTE

Dit hoofdstuk presenteert de effectanalyse voor warmte. Paragraaf 10.1 presenteert de effectanalyse voor warmtebronnen, paragraaf 10.2 voor warmteopslag en paragraaf 10.3 voor warmtedistributie.

## 10.1 Effectanalyse warmtebronnen

### 10.1.1 Biomassa

Deze paragraaf beschrijft de effecten van biomassa op hoofdlijnen. Biomassa is biologisch materiaal. Dit materiaal kan worden verbrand om warmte te winnen voor collectieve verwarming voor invoer op een groot of klein warmtenet, of de biomassa kan worden vergist en opgewerkt worden tot groengas. De biomassa kan bestaan uit onder andere houtsnippers, houtpellets, afvalhout of biologische bronnen (mest, gft, agrarische reststromen). In paragraaf 9.1.1 is een nadere toelichting op warmte uit biomassa opgenomen. De effectenanalyse gaat in op de effecten van de biomassacentrale. Voor de effecten van de distributie van de warmte of het groengas wordt verwezen naar paragraaf 10.3.

#### Effectbeschrijving

*Stikstofdepositie op- en ruimtebeslag in beschermde natuurgebieden*
Bij de toepassing van biomassa komt stikstof vrij. Dit kan effect hebben op beschermde natuurgebieden, wat niet is toegestaan. Gezien de ligging van Natura 2000-gebieden in en rondom het plangebied, is stikstofdepositie op beschermde natuurgebieden te verwachten.

Voor biomassacentrales gelden strenge emissienormen voor de uitstoot van stikstof en andere luchtverontreinigende stoffen. Deze emissienormen zijn vastgelegd in het Activiteitenbesluit. Per project dient getoetst te worden aan deze normen. Daarnaast dient te worden aangetoond dat een concreet project niet leidt tot effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (IHD) van Natura 2000-gebieden in en buiten de regio als gevolg van stikstofdepositie. De stikstofdepositie is hiermee een aandachtspunt voor de mogelijke vervolgfases. Er is voor dit planMER geen stikstofdepositieonderzoek uitgevoerd, omdat de effecten sterk afhankelijk zijn van de projectspecificaties, zoals omvang en toegepaste techniek. Over het algemeen geldt hoe verder de ontwikkeling van stikstofgevoelig Natura 2000-gebied is gelegen hoe kleiner de effecten met betrekking tot stikstofdepositie.

Naast stikstofdepositie is ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN vanuit geldende wetgeving niet realistisch. Ruimtebeslag in overige natuurgebieden wordt bij voorkeur vermeden op grond van het geldende beleid en regelgeving. Tot slot worden effecten op beschermde soorten verwacht door verstoring tijdens de aanleg- en gebruiksfase. De effecten op hoofdlijnen zijn te vergelijken met geothermie, zie 10.1.2. Tabel 10.1 laat de concluderende tabel zien voor de effecten van biomassa op natuur zien.

Tabel 10.1 Concluderende tabel effecten op natuur

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| stikstofdepositie op beschermde natuurgebieden | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | effectbeoordeling, strijdig met wetgeving | -- |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | effectbeoordeling, strijdig met beleid | - |
| effecten op beschermde soorten | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |

*Invloed op geurhinder, geluidhinder, stof en externe veiligheid*

Bij het verbranden of vergisten van biomassa kan sprake zijn van geuremissie, geluidbelasting en emissie van stof. De geuren en stoffen komen vrij bij het verbrandings- of vergistingsproces van de biomassa. Daarnaast produceert de inrichting geluid, wat hinder kan veroorzaken op omliggende geluidsgevoelige objecten.

Daarom heeft de Handreiking Bedrijven en Milieuzonering van de VNG uit 2009 richtafstanden bepaald waar bij de realisatie van een biomassacentrale rekening moet worden gehouden. Het uitgangspunt is een indeling in milieucategorie 3.2. Bij het aanhouden van deze richtafstanden, zorgt een benodigde 'bio-energie-installatie' in principe niet voor aantasting van de ruimtelijke ordening of het veroorzaken van hinder. Tabel 10.2 laat de van toepassing zijnde richtafstanden zien.

Tabel 10.2 Richtafstanden biomassa

| Omschrijving | Afstand [m] | | | | | Categorie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **bio-energieinstallaties elektrisch vermogen < 50 MWe:** | **geur** | **stof** | **geluid** | **gevaar** | **grootste afstand** | |
| - covergisting, verbranding en vergassing van mest, slib, GFT en reststromen voedingsindustrie | 100 | 50 | 100 | 30 | 100 | 3.2 |
| - vergisting, verbranding en vergassing van overige biomassa | 50 | 50 | 100 | 30 | 100 | 3.2 |

Bron: Handreiking Bedrijven en milieuzonering, 2009

Deze afstanden zijn van toepassing op het gebiedstype 'rustige woonwijk', waarvoor strengere richtafstanden gelden dan bijvoorbeeld het gebiedstype 'gemengd gebied' of 'industrieterrein'. Indien een installatie geplaatst wordt bij een 'gemend gebied' (zoals een dorpskern met gemengde functies) kunnen de richtafstanden met één afstandsstap verkleind worden. Dit betekent dat de afstanden veranderen van 100 naar 50, van 50 naar 30, van 30 naar 10 en van 10 naar 0.

Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de milieueffecten van de voorziene installatie en de van toepassing zijnde richtafstanden op de voorziene locatie. Dit planMER gaat uit van de worst-case situatie, waardoor hier rekening is gehouden met een richtafstand van 100 m tot woningen.

Tabel 10.3 Concluderende tabel Invloed op geurhinder, geluidhinder, stof en externe veiligheid

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| invloed op geurhinder, geluidhinder, stof en externe veiligheid (100 m tot woningen) | effectbeoordeling, strijdig met richtafstanden VNG | --* |

* Enkel gebieden in een zone van 100 m rondom woningen zijn als niet haalbaar beoordeeld. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen rustige woonwijk. gemengd gebied en industrieterreinen.

*Overige milieueffecten*

Realisatie van een centrale voor het opwekken van warmte uit biomassa is vanuit milieuperspectief niet haalbaar in waterwingebieden. Grondroerende werkzaamheden zijn in die gebieden niet haalbaar, vanwege de verbodsbepaling in de Omgevingsverordening Gelderland. Hierdoor ruimtebeslag in deze gebieden bij voorkeur vermeden wordt. Daarnaast wordt aantasting van beschermde cultuurhistorische waarden bij voorkeur vermeden en is aantasting van gebieden met bekende archeologische waarden en rijksmonumenten niet toegestaan. Een uitgebreide toelichting op de effecten staat in paragraaf 10.1.2 beschreven (effecten geothermie).

### Overzicht milieueffecten biomassa

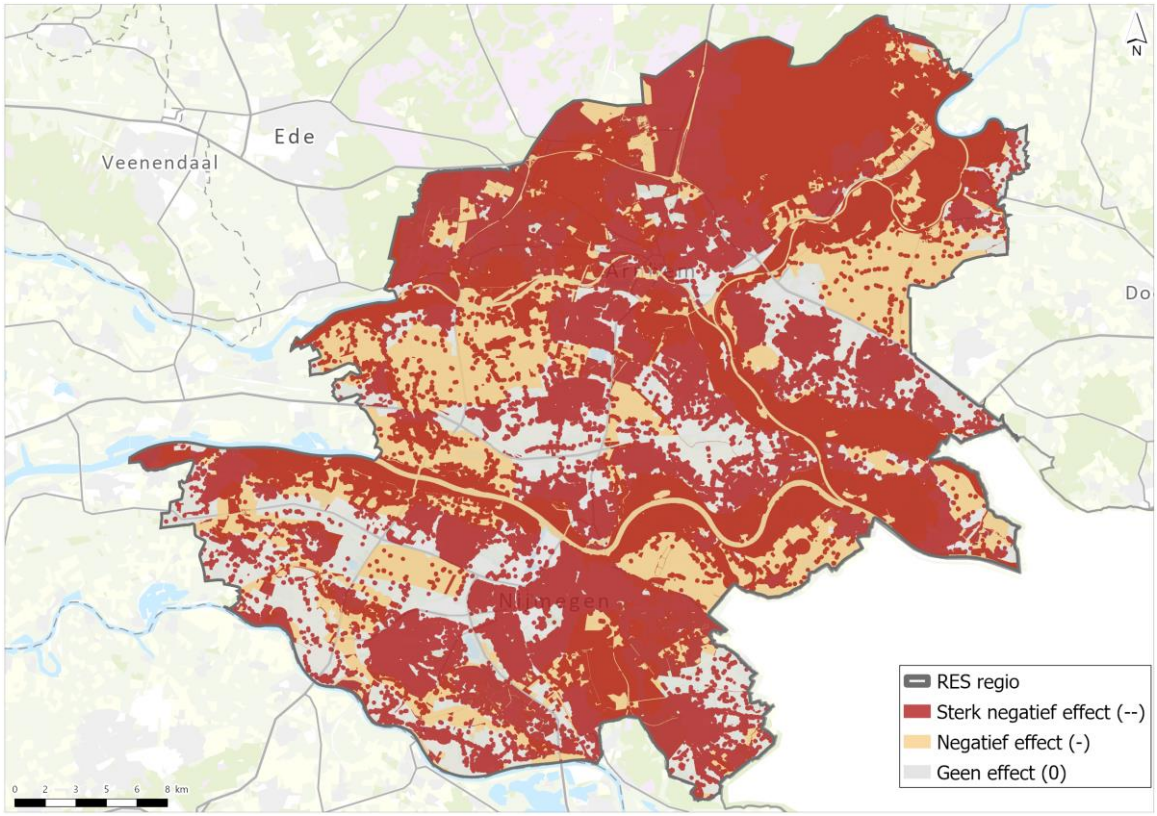
Tabel 10.4 laat het overzicht van effectbeoordelingen van biomassa zien. Zoals beschreven in 9.1.1 zijn alleen de effecten beoordeeld in gebieden die bij voorkeur vermeden moeten worden (-) en niet haalbaar zijn vanuit milieuperspectief (--). De effectbeoordeling betreft een eerste inschatting van de haalbaarheid. Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de project specifieke milieueffecten.

Tabel 10.4 Effectbeoordeling biomassa

| Aspect | Effectbeoordeling |
|---|---|
| invloed op waterwingebieden | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | - |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | -- |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | - |
| effecten op bekende archeologische waarden en rijksmonumenten | -- |
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden | - |
| effecten op molenbiotopen | -- |
| invloed op geurhinder, geluidhinder, stof en externe veiligheid (100 m tot woningen, ligplaatsen en standplaatsen) | -- |

Afbeelding 10.1 laat de effectbeoordeling voor biomassa zien die volgt uit tabel 10.4 en de gepresenteerde analyse.

Afbeelding 10.1 Effectbeoordeling biomassa (let op: eerste inschatting voor de haalbaarheid, nader onderzoek is nodig)




Het voornaamste aandachtspunt voor biomassa is de stikstofdepositie. In tegenstelling tot andere beschreven technieken leiden biomassacentrales niet alleen tijdens de aanleg-, maar ook tijdens de gebruiksfase tot stikstofdepositie. Dit is een risico voor de vergunbaarheid vanuit de Wet natuurbescherming. Daarom moet per project worden aangetoond dat het project voldoet aan de eisen uit de Wet natuurbescherming.

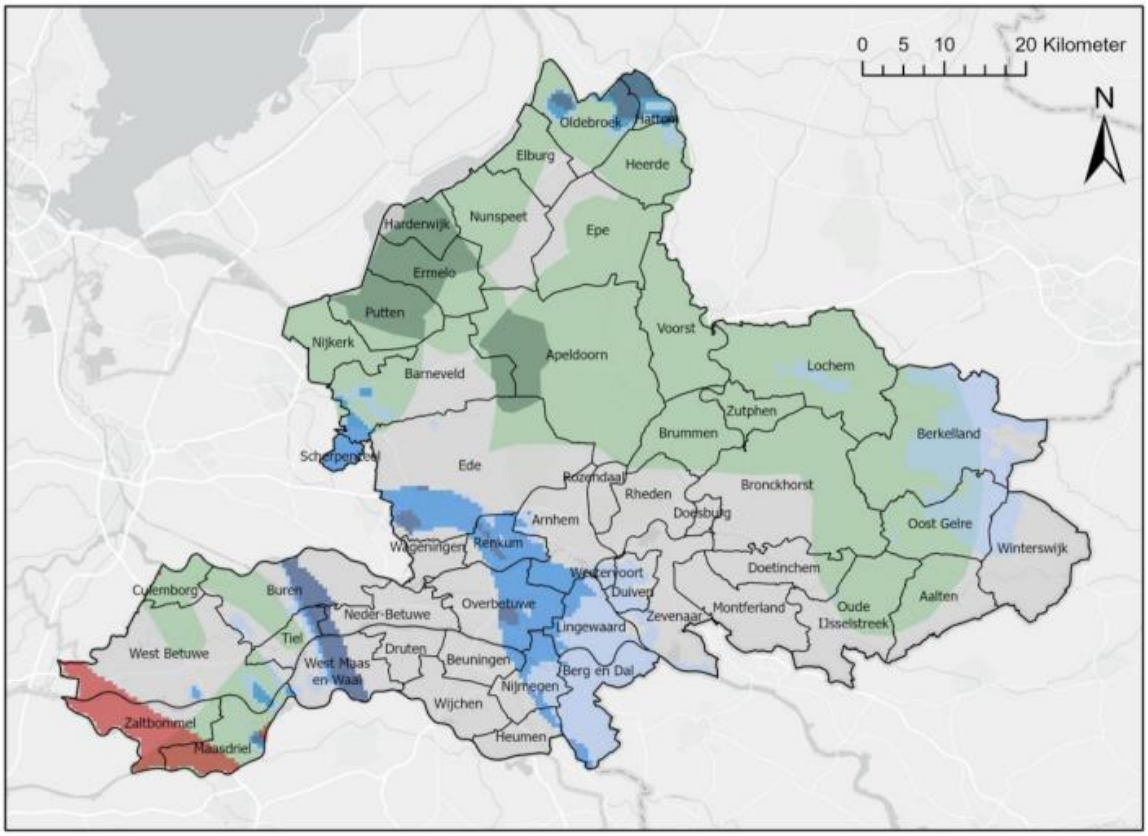
### 10.1.2 Geothermie

Deze paragraaf beschrijft de effecten van geothermie op hoofdlijnen. Geothermie is de winning van warmte uit de aarde voor het verwarmen van industrie, kassen en huizen. Het betreft een vorm van bodemenergie op diepten tussen de 500 en 2000 m diepte[1]. In paragraaf 9.1.2 is een nadere toelichting op geothermie als warmtebron opgenomen.

Deze paragraaf beschrijft de milieueffecten van geothermie. Deze moeten beschouwd worden als de aandachtspunten voor het ontwikkelen van geothermie. Er wordt voor de regio geen aparte kansenkaart gemaakt. Wel wordt inzicht gegeven in de aandachtspunten voor de ontwikkeling van geothermie en wordt benoemd welke gebieden geschikt en niet of minder geschikt zijn (afbeelding 10.3). Afbeelding 10.2 toont de kansenkaart voor geothermie uit de potentiestudie geothermie die in 2022 is uitgevoerd in opdracht van de provincie Gelderland. Op de afbeelding is te zien dat er met name in het middengebied (noord-zuid richting) van de regio kansen zijn voor diepe geothermie.

[1] Dieper dan 2.000 m kan ook, maar dan wordt gesproken over ultradiepe geothermie. Dit maakt geen onderdeel uit van de potentiescan naar geothermie in de regio en daarmee ook niet van dit planMER.

Afbeelding 10.2 Kansenkaart geothermie provincie Gelderland




**Kansen voor diepe geothermie**

Rotliegend reservoir
- Geen kans
- Redelijke kans
- Goede kans
- Zeer goede kans

Schieland reservoir
- Geen kans
- Redelijke kans
- Goede kans

**Kansen voor ondiepe geothermie**

Tertiair reservoirs
- Geen kans
- Redelijke kans
- Goede kans

### Effectbeschrijving

Onderstaande paragrafen geven een nadere toelichting op de algemene effecten op hoofdlijnen van geothermie. Deze dienen gelezen te worden als aandachtspunten. Bij concrete projecten moeten deze aandachtspunten nader uitgewerkt te worden.

*Risico op (acute) diepe bodemdaling en ondiepe zettingen*

Het **risico op (acute) bodemdaling** hangt onder andere af van de eigenschappen van de ondergrond. Bij de aanleg van de putten voor geothermie worden bodemlagen tot 2.000 m diepte doorboord. Hierdoor wordt de diepe bodemopbouw verstoord en kan in theorie geleidelijke bodemdaling optreden. Bij geothermie wordt, in tegenstelling tot delfstoffenwinning, netto geen materie uit de ondergrond onttrokken. Bovendien blijven de putten aanwezig in de ondergrond waardoor geen nieuwe ruimtes ontstaan tussen bodemlagen. Daarbij wordt de ruimte rondom de put gecementeerd (zie ook effecten op grondwater), zodat geen drukverschil optreedt langs de putten. De bodemopbouw blijft hiermee vrijwel intact, waardoor geleidelijke bodemdaling niet optreedt.

De activiteiten die plaatsvinden na doorboring van bodemlagen kunnen daarnaast leiden tot acute bodemdaling. Dit heet geïnduceerde seismiciteit, ofwel aardbevingen veroorzaakt door menselijke activiteit. De gaswinning in Groningen is hiervan een voorbeeld. In tegenstelling tot de gaswinning, wordt bij geothermie geen materie gewonnen. Hierdoor ontstaan geen vrije ruimten in de ondergrond die tot een drukverschil leiden met seismische activiteit tot gevolg. Bij geothermie wint de productieput warmte uit de ondergrond door warm water uit een reservoir in de bodem naar de oppervlakte te pompen. Dit water wordt via de injectieput weer in hetzelfde reservoir gebracht, waardoor de netto hoeveelheid water in het reservoir gelijk blijft. Het water wordt geleidelijk in het reservoir teruggebracht, waarmee drukverschillen in het reservoir niet of nauwelijks optreden. Aardbevingen door drukverschillen in het reservoir zijn hierdoor niet te verwachten, maar kunnen niet volledig worden uitgesloten. Geïnduceerde seismiciteit wordt gestimuleerd nabij van nature aanwezige breuken in de diepe ondergrond. Activiteiten nabij deze breuken stimuleren beweging in de diepe ondergrond, met een verhoogd risico op seismische activiteit tot gevolg.

Naast de eigenschappen van de ondergrond hebben ook operationele factoren en ondergrondse effecten van een geothermieproject invloed op de kans van geïnduceerde seismiciteit. Voorbeelden van ondergrondse effecten zijn drukverhoging door vloeistofinjectie (om stroming in het reservoir te stimuleren), afkoeling van het gesteente (door warmteonttrekking) en volumeverandering van vloeistof in de poriën van het gesteente. In vergelijking met veel internationale projecten hebben Nederlandse systemen een relatief lage injectiedruk, beperkte gesteenteafkoeling en is het volumeverschil nihil. Daarmee leiden deze operationele factoren in Nederland over het algemeen niet tot een verhoogd risico op seismische activiteit[1].

Voorafgaand aan een geothermieproject dient een seismologische risicoanalyse te worden uitgevoerd. Hiermee kunnen de risico's op seismische activiteit worden bepaald en kan een nauwkeurige locatieafweging plaatsvinden[2].

Geothermie heeft een **risico op ondiepe zettingen**. Bij geothermie wordt een bovengrondse installatie geplaatst waar de gewonnen warmte wordt ingebracht op het warmtedistributienetwerk. Het bodemtype bepaalt de stabiliteit en het risico op zettingen van de ondergrond. Zo bevatten veengronden veel en grote poriën gevuld met water en lucht. Door druk van bovenaf, door bijvoorbeeld de bouw van een bovengrondse installatie voor geothermie, kan deze lucht en water uit de poriën worden geperst. In dat geval wordt de bodem in elkaar gedrukt met een zetting tot gevolg. In de regio bestaat de bodem met name uit klei en zand (zie paragraaf 4.2.5). Klei is dit in mindere mate en zand is over het algemeen niet gevoelig voor zettingen.

De **conclusie** luidt dat geothermie een beperkt risico heeft op (acute) diepe bodemdaling doordat er netto geen materie uit de ondergrond wordt onttrokken. Wel dient voorafgaand aan de uitvoering van een geothermieproject, seismologisch onderzoek te worden uitgevoerd om eventuele seismologische activiteit door geothermie zoveel mogelijk uit te sluiten. Voor de bovengrondse installatie moet rekening gehouden worden met zettingsgevoelige bodemtypen en, indien nodig, (extra) funderingen worden aangebracht. Hiermee worden zettingen voorkomen.

Omdat beide milieueffecten niet leiden tot strijdigheden met wetgeving en/of beleid, is geen effectbeoordeling toegepast (tabel 10.5). Wel vormen bovengenoemde milieueffecten aandachtspunten voor de vervolgfase van de mogelijke projecten.

[1] Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity, TNO 2019.

[2] Voorstel voor een seismische gevaren- en risicoanalyse voor geothermische projecten in Nederland, QCon & IF Technology 2016.

Tabel 10.5 Concluderende tabel risico geothermie op (acute) diepe bodemdaling en ondiepe zettingen

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| risico op (acute) bodemdaling | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |
| risico op ondiepe zettingen | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |

*Invloed op grondwater*

Geothermie heeft mogelijk **effecten op de grondwaterkwaliteit.** Met de aanleg van de productie- en injectieput voor geothermie worden verschillende bodemlagen doorboord. Daarbij kunnen ook (ondiepe) kleilagen doorboord worden. Deze kleilagen fungeren door hun hoge dichtheid als afsluitende en beschermde laag voor grondwatervoorraden in watervoerende pakketten. Met het doorboren van deze grondlagen wordt deze afsluitende laag als het ware geopend. Bij onvoldoende afdichting van de boorput kan hierdoor lekkage plaatsvinden en krijgt het grondwater in het watervoerend pakket kans zich langs de put te mengen met overig grondwater en vice versa. Hierdoor kan de samenstelling van het aanwezige grondwater veranderen door verspreiding van verontreinigingen, of een toe- of afname van bijvoorbeeld het chloridegehalte. De verspreiding van eventuele verontreinigingen vormt een potentieel risico voor de geschiktheid van de drinkwatervoorraden.

Beschikbare onderzoeken laten zien dat waterverplaatsing langs de geothermieputten tussen afsluitende kleilagen in de praktijk door zorgvuldige werkzaamheden en een goede afdichting voorkomen wordt. Bovendien zijn de boringen onderhevig aan geldende eisen uit de Mijnbouwwet, waarmee risico's en effecten geminimaliseerd worden. De praktijk wijst uit dat de maatregelen daarmee voornamelijk betrekking hebben op het zorgvuldig uitvoeren van de boorwerkzaamheden. Met het gebruik van een boormethode met uitgebreide boorbeschrijving van de grondlagen, kunnen scheidende lagen goed geïdentificeerd worden. Afdichting van scheidende kleilagen kan hiermee tijdig en vakkundig plaatsvinden, waarmee ongewenste waterverplaatsing en hiermee vervuiling voorkomen wordt.

Overige mogelijke oorzaken van aantasting van het grondwater door geothermie (zoals putlekkage) worden niet beschouwd omdat deze in de praktijk tot op heden niet optreden[1].

Daarnaast heeft geothermie mogelijk **effecten op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden en koude-warmteopslagvrije zones** in het plangebied. In de regio wordt op verschillende plekken drinkwater gewonnen (zie paragraaf 4.2.5). Daarnaast liggen rond de waterwingebieden grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones. Ook zijn er verschillende kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden aangewezen:

- de waterwingebieden zijn gebieden waar grondwater wordt gewonnen, bijvoorbeeld voor drinkwaterdoeleinden. Het zetten van een boring in deze gebieden kan de prestaties van de waterwinning ten negatieve beïnvloeden. Om die reden mogen er in deze gebieden geen grondroerende activiteiten plaatsvinden die dieper reiken dan 2 m;
- voor grondwaterbeschermingsgebieden geldt dat deze door de provincie aangewezen zijn als gebieden die beschermd omdat het water vanaf die gebieden binnen 25 jaar bij een pompput voor openbare drinkwatervoorziening kan zijn en waar geen afdoende beschermende kleilaag aanwezig is. In deze gebieden mag tot 3 m diepte worden geboord bepaalde dieptes worden geboord om te voorkomen dat cruciale scheidende kleilagen worden geperforeerd. Het is mogelijk dat onder voorwaarden van de 3 m kan worden afgeweken;
- boringvrije zones zijn gebieden, waar omwille van omgevingsbelangen zoals het beschermen van het drinkwater niet dieper dan 3 m mag worden geboord, om te voorkomen dat de beschermende kleilaag niet wordt doorboord. Het is mogelijk dat onder voorwaarden van de 3 m kan worden afgeweken;

[1] Zie ook Risico-inventarisatie geothermie Provincie Gelderland.

- voor kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden geldt een verbod voor het roeren van de bodem dieper dan 10 m onder het maaiveld volgens artikel 3.32d van de Omgevingsverordening Gelderland, tenzij wordt voldaan aan de voorschriften in de bijlage Grondwaterbescherming, onderdeel F;
- koude-warmteopslagvrije zones zijn gebieden waar het grondwater binnen 25 jaar bij een pompput voor de openbare drinkwatervoorziening kan zijn en waar geen afdoende beschermende kleilaag aanwezig is. Het is verboden in een dergelijk gebied buiten een inrichting werken tot stand te brengen of handelingen te verrichten, waardoor direct of indirect warmte aan de bodem of het grondwater wordt onttrokken of toegevoegd. Grond- of funderingswerken op een diepte van 3 m of meer onder het maaiveld kunnen gedaan worden in overeenstemming met de voorschriften in bijlage Grondwaterbescherming, onderdeel F.

De conclusie luidt dat geothermie kan leiden tot effecten op de grondwaterkwaliteit. Deze effecten worden in de praktijk echter voorkomen door toepassing van standaard toegepaste maatregelen en zorgvuldig werken vormen daarmee enkel een aandachtpunt voor de vervolgfases. De realisatie van een geothermie- of bodemenergieproject in waterwingebieden en is vanuit de provinciale Omgevingsverordening niet toegestaan. Deze gebieden zijn daarom als sterk negatief (--) te beoordelen, omdat geothermie hier vanuit wetgeving niet haalbaar is. De gebieden rondom de beschermde waterwingebieden zijn mogelijk kansrijk vanuit bodempotentie, maar effecten op de drinkwaterwinning zijn hierbij niet uitgesloten. Deze gebieden zijn daarom als aandachtspunt opgenomen waarbij de effecten in volgende fases onderzocht moeten worden.

Tabel 10.6 Concluderende tabel invloed geothermie op grondwater

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| effecten op de grondwaterkwaliteit | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |
| invloed op waterwingebieden en koude-warmteopslag vrije zones | effectbeoordeling, strijdig met wetgeving | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | effectbeoordeling, strijdig met wetgeving, mogelijkheden om af te wijken | - |

*Effecten op natuur*

**Invloed op beschermde gebieden (habitatbescherming):** geothermieprojecten behoeven circa 0,5 hectare bovengrondse ruimte voor de bovengrondse installatie. Hierdoor is het potentieel ruimtebeslag in beschermde natuurgebieden relatief beperkt. Echter behoeft een geothermie-installatie een toegangsweg en is sprake van een constante licht- en geluidemissie. Daardoor zijn effecten op beschermde natuurgebieden naar verwachting significant negatief bij plaatsing van een geothermie-installatie in beschermde gebieden (Natura 2000-gebieden, GNN en overige provinciaal beschermde gebieden). Realisatie is enkel mogelijk als in een voortoets en, indien nodig, Passende Beoordeling wordt getoetst of sprake is van significante effecten. Naar verwachting is realisatie in een Natura 2000-gebied en GNN niet vergunbaar door significante effecten door ruimtebeslag. Dit maakt dat geothermieprojecten in Natura 2000-gebieden en GNN op basis van deze verwachting zijn uitgesloten. De effecten van realisatie van een geothermieproject in deze natuurgebieden worden daarom niet nader beschouwd.

Onderstaande paragrafen beschrijven de mogelijke effecten van een geothermieproject nabij beschermde natuurgebieden. Een geothermieproject dichtbij een Natura 2000-gebieden of GNN kan ook significant negatieve effecten hebben op de aanwezige natuurwaarden. Dit kan bijvoorbeeld gaan om verstoring door geluid- of licht emissie tijdens de aanleg en gebruiksfase. Voor deze projecten dient nader onderzoek plaats te vinden waarin deze effecten in beeld worden gebracht.

Tijdens de aanlegfase van geothermieputten kunnen negatieve effecten optreden op Natura 2000-gebieden in of buiten de regio. Dit komt voort uit de emissie van luchtverontreinigende stoffen gedurende de aanlegfase door de boringen en de transportbewegingen. Hierdoor kan de stikstofdepositie in de Natura 2000-gebieden toenemen. Hoofdstuk 2 van de Wet natuurbescherming bevat de kaders voor de beoordeling van activiteiten die (mogelijk) negatieve effecten hebben op de IHD van de Natura 2000-gebieden. Voor de vergunningverlening dient te worden aangetoond dat het project geen significant negatief effect heeft op de IHD van de Natura 2000-gebieden. Als het project leidt tot significant negatieve effecten, moet uit een voortoets of een Passende Beoordeling blijken dat de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet worden aangetast. Dit is een risico voor de vergunbaarheid vanuit de Wet natuurbescherming. Per project dient een onderzoek te worden uitgevoerd die de mate van stikstofdepositie en de effecten daarvan op de IHD van Natura 2000-gebieden aantoont.

Een geothermieproject in overige natuurgebieden zoals weidevogelgebieden en ganzenfoerageergebieden, leidt tot ruimtebeslag en verstorende effecten. Tijdens de aanlegfase worden soorten afgeschrikt door de geluidproductie en de transportbewegingen. Tijdens de gebruiksfase is een bovengrondse installatie van circa 0,5 ha te midden van een rust- of foerageergebied onwenselijk. Ook de lichtemissie en geluidproductie kan tijdens de gebruiksfase effect hebben op de functie van deze gebieden. De effecten op overige natuurgebieden betreft maatwerk en dient te worden afgewogen in de nadere projectfases. Deze gebieden hoeven op grond van het geldend beleid niet op voorhand worden vermeden, maar zijn enkel mogelijk onder voorwaarden. Wel geldt dat ze door de te verwachten effecten bij voorkeur vermeden worden vanuit milieuperspectief.

Een geothermieboring is niet per definitie een verticale boring, maar kan ook een schuine boring zijn. Hierbij kan ruimtebeslag door de bovengrondse installatie in een beschermd natuurgebied worden vermeden, maar kan de boring wel onder het natuurgebied worden gepositioneerd. Dit kan vanuit geothermische potentie de voorkeur genieten. Hierbij zijn effecten door verstoring echter niet op voorhand uit te sluiten, omdat de boorinstallatie alsnog op korte afstand van het natuurgebied staat. Per project dient dit daarom nader te worden onderzocht.

**Verstoring beschermde soorten:** een geothermieproject kan een verstorende werking hebben op beschermde soorten onder de Wet natuurbescherming. Dit komt voort uit de geluidproductie, de lichtemissie, het ruimtebeslag en de transportbewegingen. Met name tijdens het broedseizoen kan dit een verstorende werking hebben. Voor de vergunningverlening dient in het kader van de Wet natuurbescherming een ecologische quickscan (als onderdeel van de Natuurtoets) te worden uitgevoerd om te analyseren of, en zo ja welke, beschermde soorten zich in het gebied op en rond de beoogde locatie bevinden. Daarbij dienen ook de mogelijke negatieve effecten te worden beschouwd.

**Conclusie:** geothermieprojecten in Natura 2000-gebieden en GNN zijn uitgesloten op grond van geldende wet- en regelgeving. Naar verwachting leiden geothermieprojecten tijdens de aanlegfase tot (significant) negatieve effecten door stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. Ook worden effecten op ganzenfoerageergebieden en weidevogelgebieden verwacht door ruimtebeslag en/of verstoring in de aanleg- en gebruiksfase. Hetzelfde geldt voor beschermde soorten onder de Wet natuurbescherming. Daarom dient voorafgaand aan elk geothermieproject een onderzoek te worden aangetoond waarin aan- of afwezigheid van effecten op natuurwaarden wordt aangetoond. De mogelijkheden om schuin onder een natuurgebied te boren zijn locatieafhankelijk en moeten per project nader worden onderzocht.

Tabel 10.7 Concluderende tabel effecten geothermie op natuur

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | effectbeoordeling, strijdig met wetgeving | -- |
| ruimtebeslag in overige beschermde gebieden | effectbeoordeling, strijdig met beleid | - |
| effecten op beschermde soorten | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |

*Effecten op archeologische waarden*

De boorwerkzaamheden voor geothermie kunnen archeologische waarden aantasten of vernietigen. Een deel van de bekende archeologische waarden is vastgelegd als archeologisch monument. Deze monumenten zijn wettelijk beschermd, waarmee aantasting of vernietiging niet is toegestaan. Paragraaf 4.2.2 gaat nader in op de ligging en aard van de bekende archeologische monumenten en gebieden. Een geothermieboring op de locatie van deze archeologische monumenten is vanuit milieuperspectief niet haalbaar. Het type en de omvang van archeologische monumenten verschilt. Vaak gaat het om relatief kleine locaties die door nadere positionering van de geothermieboring te vermijden zijn. Per geothermieproject dient daarom in kaart te worden gebracht of er archeologische monumenten binnen de voorziene locatie liggen en of deze met nadere positionering te vermijden zijn.

Naast de wettelijke beschermde archeologische monumenten moet bij mogelijke geothermieprojecten rekening worden gehouden met de archeologische verwachtingswaarde. In gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde dient archeologisch onderzoek plaats te vinden voor uitvoering van de werkzaamheden. Hiermee moet worden aangetoond dat de werkzaamheden geen archeologische waarden aantasten of vernietigen.

Tabel 10.8 Concluderende tabel effecten geothermie op archeologische waarden

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| effecten op bekende archeologische waarden | effectbeoordeling, strijdig met wetgeving | -- |
| effecten op verwachte archeologische waarden | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |

*Effecten op beschermde cultuurhistorische waarden*

De boorwerkzaamheden voor geothermie kunnen cultuurhistorische waarden en/of rijksmonumenten aantasten of vernietigen. Een deel van de cultuurhistorische waarden is beschermd en mag niet worden aangetast. Dit gaat om de in paragraaf 4.2.2 genoemde gebieden. Realisatie van een geothermieproject op locaties die zijn aangeduid als cultuurhistorisch waardevol is vanuit milieuperspectief een aandachtspunt, omdat hier door zichtbeperking of windvang (bij molenbiotopen) de cultuurhistorische waarden kunnen worden aangetast. Mogelijkheden voor schuin boren onder cultuurhistorische waarden moeten per project nader worden onderzocht. Het is mogelijk dat met schuin boren de cultuurhistorische waarden niet worden aangetast of vernietigd, echter hangt dit af van de aard en omvang van de cultuurhistorische waarde.

Tabel 10.9 Concluderende tabel effecten op beschermde cultuurhistorische waarden

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten | effectbeoordeling, strijdig met wetgeving | - |

*Externe veiligheid*

In het Bevi[1] zijn inrichtingen aangewezen die een gevaar kunnen vormen voor de omgeving. Dit gevaar wordt uitgedrukt in het plaatsgebonden risico (PR), dat een maat is voor externe veiligheid. De reikwijdte van dit risico wordt aangeduid met de $PR10^{-6}$-risicocontour, ofwel de grenswaarde voor het jaarlijks risico voor kwetsbare objecten. Binnen deze risicocontour mogen, conform het Bevi, geen kwetsbare objecten (zoals woningen, scholen en ziekenhuizen) liggen. In het Bevi zijn inrichtingen aangewezen waarop de regels over het vaststellen van de risicocontouren van toepassing zijn. Dit omvat onder andere inrichtingen waar opslag of winning van gevaarlijke stoffen, zoals aardgas of aardolie, plaatsvindt.

Bij de winning van aardwarmte is echter geen sprake van gevaarlijke stof. De regels uit het Bevi zijn daarom niet van toepassing op booractiviteiten naar aardwarmte. Voor geothermieprojecten hoeft daarom formeel geen rekening te worden gehouden met het plaatsgebonden risico en het afstand houden tot kwetsbare objecten. Echter kan bij een geothermieboring onverhoopt op aardgas worden gestuit, waarmee risico's op externe veiligheid niet op voorhand met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Dit maakt dat voor uitvoering van een geothermieproject een kwantitatieve risicoanalyse moet worden uitgevoerd. In deze kwantitatieve risicoanalyse worden de eigenschappen van de activiteit afgezet tegen de eigenschappen van de omgeving. Hieruit volgt een afstand (risicocontour) die aanduidt waarbinnen externe veiligheidsrisico's kunnen optreden. Deze risicocontour geldt als adviesafstand om aan te houden tussen de geothermische installatie en kwetsbare objecten.

Eerdere kwantitatieve risicoanalyses van geothermieprojecten tonen aan dat de risicocontour op circa 100 m van de boorlocatie ligt[2,3]. Dit betekent dat op basis van deze voorgaande projecten een adviesafstand van 100 m tot kwetsbare objecten geldt. Per project moet een kwantitatieve risicoanalyse uitwijzen of deze afstand voldoende is om externe veiligheidsrisico's op kwetsbare objecten uit te sluiten.

Tabel 10.10 Concluderende tabel geothermie externe veiligheid

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| invloed op externe veiligheid (kwetsbare objecten binnen 100 m) | effectbeoordeling, strijdig met beleid | - |

*Geluid en overige hinder*

Een geothermieproject veroorzaakt geluidemissies gedurende de aanleg- en gebruiksfase. Geluidemissie treedt met name op tijdens de aanlegfase door boorwerkzaamheden. Omdat bij geothermie boringen worden toegepast, valt een geothermie-installatie onder het Besluit algemene regels milieu mijnbouw en de Handreiking Industrielawaai (1998). Hierin staan normen vastgesteld waar de maximale geluidbelasting gedurende de aanlegfase onder moet blijven. Deze normen zijn van toepassing op geluidsgevoelige objecten zoals woningen, scholen en ziekenhuizen, zoals vastgesteld in de Wet geluidshinder en het Besluit geluidshinder. Indien een locatie voor een geothermieproject binnen 300 m van een geluidsgevoelig object

[1] Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).

[2] QRA Geothermische boringen Aardwarmteproject 'Duurzaam Voorne' aan de Konneweg 4b te Tinte. (9 augustus 2018, Antea Group).

[3] Risicoanalyse Haagse Aardwarmte Leyweg (30 november 2018, Adviesgroep AVIV BV).

ligt, dient akoestisch onderzoek te worden uitgevoerd om aan te tonen dat de geluidbelasting tijdens de aanlegfase onder de gestelde normen blijft. Tabel 10.11 laat deze normen zien.

Tabel 10.11 Eisen langtijdgemiddeld beoordelingsniveau (LAr,LT) en maximaal geluidsniveau boorinstallatie per dagdeel

| | 07.00-19.00 uur | 19.00-23.00 uur | 23.00/07.00 uur |
|---|---|---|---|
| $L_{Ar, LT}$, in geluidsgevoelige gebouwen op een afstand van 300 m of minder van de mobiele installatie | 40 dB (A) | 35 dB (A) | 30 dB (A) |
| $L_{Ar, LT}$, op een afstand van 300 m van de mobiele installatie | 60 dB (A) | 55 dB (A) | 50 dB (A) |
| $L_{Amax}$, op een afstand van 300 m van de mobiele installatie | 70 dB (A) | 65 dB (A) | 60 dB (A) |

LAr, LT = het gemiddelde van de afwisselende niveaus van het ter plaatse optredende geluid, gemeten in een bepaalde periode en LAmax = maximaal geluidsniveau

Daarnaast zijn de normen uit artikel 8.3 van het Bouwbesluit 2012 van toepassing. Dit artikel bevat normen voor de dagwaarde en de daarbij behorende maximale blootstellingsduur in dagen. Tabel 10.12 laat deze waarden zien. Voor de nachtperiode is de standaardnorm van 40 dB(A) van toepassing, tenzij ontheffing wordt aangevraagd. Tot hoever deze geluidniveaus reiken is projectafhankelijk en dient moet per project worden onderzocht.

Tabel 10.12 Maximale blootstellingsduur bij bouw- en sloopwerkzaamheden (bron: artikel 8.3 van het Bouwbesluit 2012)

| | ≤60 dB(A) | >60 dB(A) (61-65 dB(A)) | >65 dB(A) (66-70 dB(A)) | >70 dB(A) (71-75 dB(A)) | >75 dB(A) (76-80 dB(A)) | >80dB(A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| maximale blootstellings-duur | onbeperkt | 50 dagen | 30 dagen | 15 dagen | 5 dagen | 0 dagen |

In algemene zin kan hinder ontstaan door de boorwerkzaamheden, de op- en afbouw van de boortoren en de aan en afvoer van materieel. Door de werkzaamheden en voertuigbewegingen kan hinder op omwonenden ontstaan. Indien de locatie slecht bereikbaar is via de weg, dienen tijdelijke bouwwegen te worden aangelegd en moet een permanente weg voor onderhoudswerkzaamheden worden aangelegd. Tot slot zijn de werkterreinen uit veiligheidsoverwegingen permanent verlicht. In woonwijken dient hiervoor hinderlijke lichtstraling zoveel mogelijk te worden vermeden conform de geldende regelgeving ter plaatse.

Tijdens de gebruiksfase kan enkel sprake zijn van normoverschrijding als de geothermie-installatie dichtbij woningen ligt. De geluidemissie tijdens de gebruiksfase is echter aanzienlijk kleiner dan tijdens de aanlegfase en wordt daarom niet nader beschouwd.

Tabel 10.13 Concluderende tabel geluid en overige hinder

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| overschrijding geluidsnorm | aandachtspunt, onderzoek verplicht binnen 300 m van geluidsgevoelige objecten | per project |
| overige hinder | aandachtspunt, onderzoek per project nodig | per project |

*Overige effecten*

- **landschap:** de bovengrondse geothermie-installatie (boortoren) dient landschappelijk te worden ingepast om impact op ruimtelijk-visuele kenmerken te beperken. De geothermiebronnen moeten zo dicht mogelijk bij de gebruikers worden gerealiseerd om warmteverlies tijdens transport te beperken (zie ook 9.1.2). Daarmee zijn potentiële locaties beperkt tot gebieden in (indien mogelijk vanuit overige aspecten) of rondom (< 1,5 km) stedelijk- of glastuinbouwgebied. Vanuit landschappelijk perspectief geniet plaatsing nabij bestaande bebouwing de voorkeur. Hiermee worden ruimtelijk-visuele kenmerken van het landschap zo min mogelijk aangetast. Indien dit niet kan, moet de installatie landschappelijk worden ingepast. Mogelijk kan plaatsing van bomen rondom de installatie de boortoren uit het zicht houden en daarmee de zichthinder beperken. Hiervoor is maatwerk nodig;
- **bodemkwaliteit:** boorwerkzaamheden kunnen bodemverontreinigingen aantasten en bijdragen aan de verspreiding daarvan. Voor aanvraag van de vergunning en uitvoering van de werkzaamheden is bodemonderzoek noodzakelijk. Hiermee moet worden aangetoond dat geen sprake is van (een vermoeden van) bodemverontreinigingen. Indien de locatie verdacht is, dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd. In geval van aangetoond verontreinigde locaties moeten saneringswerkzaamheden worden uitgevoerd. Daarom moet voorafgaand aan de werkzaamheden locatie-specifiek onderzoek uitgevoerd worden.

### Overzicht milieueffecten geothermie

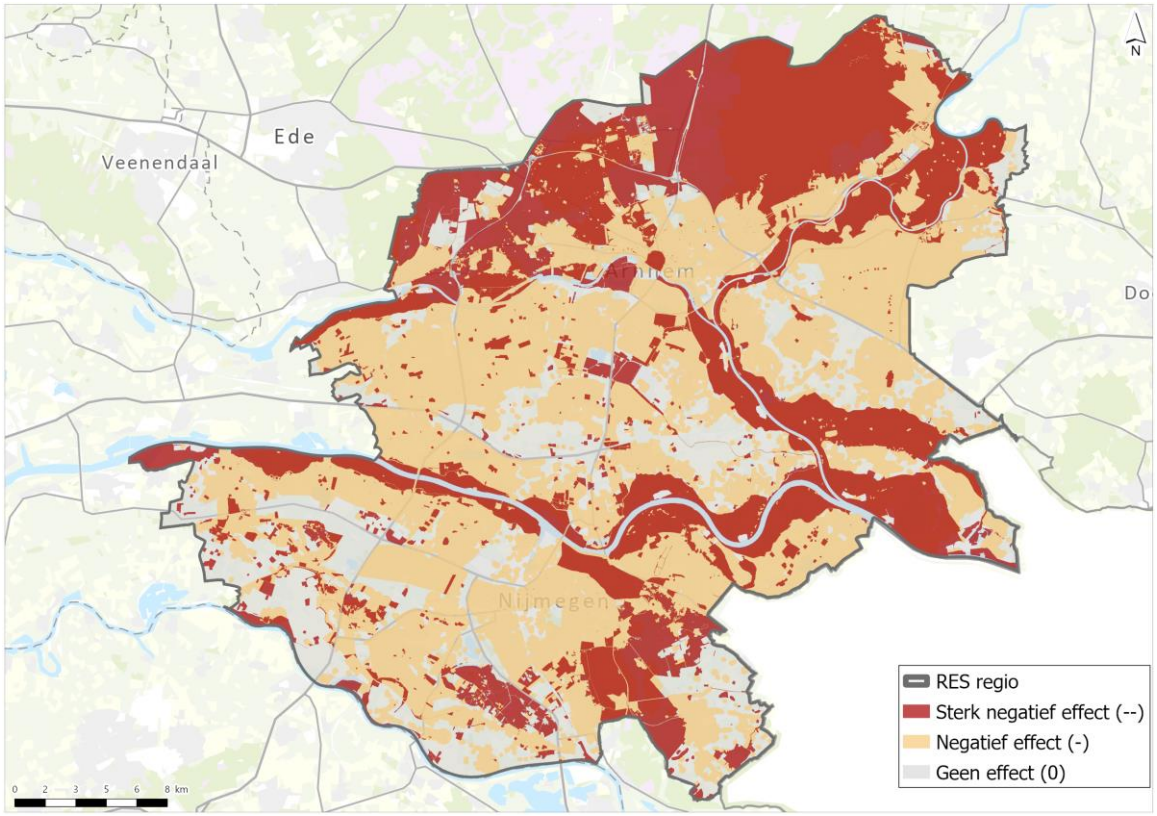
Tabel 10.14 laat het overzicht van effectbeoordelingen van geothermie zien. Zoals beschreven in 9.1.2 zijn alleen de effecten beoordeeld in gebieden die bij voorkeur vermeden moeten worden (-) en niet haalbaar zijn vanuit milieuperspectief (--). De effectbeoordeling betreft een eerste inschatting van de haalbaarheid. Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de project specifieke milieueffecten.

Tabel 10.14 Effectbeoordeling geothermie

| Aspect | Effectbeoordeling |
|---|---|
| invloed op waterwingebieden | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden en koude-warmteopslagvrije zones | - |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | -- |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | - |
| effecten op bekende archeologische waarden en rijksmonumenten | -- |
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden (molenbiotopen 100 m) | - |
| invloed op externe veiligheid (kwetsbare objecten binnen 100 m) | - |

Afbeelding 10.3 laat de effectbeoordeling voor geothermie zien die volgt uit tabel 10.14 en de gepresenteerde analyse.

Afbeelding 10.3 Effectbeoordeling geothermie (let op: eerste inschatting voor de haalbaarheid, nader onderzoek is nodig)




Tabel 10.15 laat de algemene aandachtspunten zien voor geothermie. Deze aandachtspunten zijn relevant voor de vervolgfases van mogelijke geothermieprojecten in de regio.

Tabel 10.15 Aandachtspunten geothermie

| Aspect | Aandachtspunt |
|---|---|
| risico op (acute) bodemdaling | seismologisch onderzoek uitvoeren om eventuele seismologische activiteiten te voorkomen |
| risico op ondiepe zettingen | veen- en kleigronden zijn zettingsgevoelig. Mogelijk toepassing extra funderingen voor boortorens |
| effecten op de grondwaterkwaliteit | effecten op grondwaterkwaliteit zijn in de praktijk te voorkomen standaard toegepaste maatregelen |
| invloed op niet-beschermde, relevante gebieden voor drinkwater | mogelijk (uitstralende) effecten op grondwater in gebieden die relevant zijn voor drinkwaterwinning, maar die niet beschermd zijn |
| effecten op beschermde soorten | geothermie veroorzaakt naar verwachting effecten op beschermde soorten gedurende de aanleg- en gebruiksfase. Per project moet onderzoek plaatsvinden om een ontheffing van de Wnb te kunnen aanvragen |
| invloed op verwachte archeologische waarden | voorafgaand aan uitvoeringswerkzaamheden dient archeologisch onderzoek plaats te vinden om aan te tonen dat geen archeologische waarden worden aangetast of vernietigd |
| overschrijding geluidsnorm | geluidonderzoek verplicht binnen 300 m van geluidsgevoelige objecten |
| overige hinder | overige hinder door werkzaamheden moet per project worden onderzocht |

### 10.1.3 Open WKO's

Deze paragraaf presenteert de effectanalyse op hoofdlijnen voor open WKO's. Een open WKO-systeem wordt enerzijds ingezet als warmtebron door warmte en koude te winnen uit grondwater in een watervoerende laag en anderzijds als opslag voor warmte of koude die gewonnen is bij aquathermie. Voor beide toepassingen wordt een doublet aangelegd, waarvan één boring naar het warmwaterreservoir gaat en één boring naar het koudwaterreservoir. Er zit vrijwel geen verschil tussen de milieueffecten van beide toepassingen. Daarom presenteert deze paragraaf de milieueffecten van de aanleg en het gebruik van open WKO-systeem, zonder daarbij specifiek in te gaan op de exacte toepassing. Dit past bij het detail- en schaalniveau van dit planMER.

#### Effectbeschrijving

*Onttrekking van water bij gebruik van open WKO-systemen*

Een open WKO-systeem onttrekt water uit het watervoerend pakket in de ondergrond. Hierbij wordt opgewarmd of afgekoeld water na gebruik terug in de bodem gebracht. Dit kan onder andere leiden tot inbreng of verspreiding van horizontale of verticale verontreinigingen van het grondwater of de bodem. Verspreiding van bodemverontreinigingen is niet toegestaan. Daarom dient per project bodemonderzoek plaats te vinden om vast te stellen of er sprake is van een bodemverontreiniging.

Daarnaast kan het onttrekken van grondwater bijdragen aan de grondwaterkwantiteit. Dit kan invloed hebben op het grondwaterpeil in gebieden die gebruikt worden voor drinkwaterwinning of landbouwgebruik. Daarom dient onttrekking van grondwater te voldoen aan de vergunningseisen van de Waterwet en het Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen, maar ook aan de voorwaarden uit de Omgevingsverordening van de provincie Gelderland. Hierbij worden onder andere voorschriften gesteld aan de retourtemperatuur en energiebalans. Per project moet dit worden aangetoond. Wel geldt dat de provincie Gelderland gebieden heeft aangewezen in de Omgevingsverordening als 'koude-warmteopslagvrije zone'. Het is verboden in een dergelijk gebied buiten een inrichting werken tot stand te brengen of handelingen te verrichten, waardoor direct of indirect warmte aan de bodem of het grondwater wordt onttrokken of toegevoegd.

*Lozing van water bij aanleg en gebruik van open WKO-systemen*

Bij de aanleg van een open WKO-systeem worden putten in de bodem geboord. Hierbij komt water vrij, deels met toevoeging van boorspoeladditieven. Deze boorspoeladditieven zijn toevoegingen om het water bij het boren viskeus (dik) te houden. Deze additieven betreffen veelal bentoniet en polymeren. Bentoniet is een soort zeer fijne klei. Hierdoor veroorzaakt het vertroebeling. De polymeren zijn goed biologisch afbreekbaar. De bronnen worden zand- en slibvrij gemaakt door spoeling met grondwater. Hierbij komt veel water vrij (circa 1,5 maal het ontwerpdebiet van de bron, ongeveer 400-1.000 $m^3$/uur[1]). Een WKO-systeem wordt regelmatig onderhouden en vrijgemaakt van zand en slib. Hiervoor worden de bronnen regelmatig (circa halfjaarlijks) gespoeld met grondwater om de bodemdeeltjes uit het systeem te verwijderen. Hierbij wordt veel afvalwater geproduceerd. De Handreiking 'Lozingen bij aanleg van onderhoud van bodemenergiesystemen' bevat een voorkeursvolgorde voor het lozen van het afvalwater tijdens de aanleg- en onderhoudsfase. De Handreiking gaat dieper in op de effecten per lozingsmogelijkheid. Tabel 10.16 laat de voorkeursvolgorde zien.

[1] Infomil. Via: https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/activiteiten/grondwater-ander/bodemenergiesystemen/open-systemen/.

Tabel 10.16 Voorkeursvolgorde lozing afvalwater (bron: handreiking Lozingen bij aanleg van onderhoud van bodemenergiesystemen')

| Type afvalwater | Kenmerken | Voorkeursvolgorde lozing |
|---|---|---|
| spoelwater ten gevolge van de aanleg van een bodemenergiesysteem | - water met bentoniet en polymeren<br>- relatief kleine hoeveelheid<br>- eenmalig | 1 vuilwaterriool<br>2 op de bodem<br>3 overige routes |
| spoelwater ten gevolge van ontwikkelen en onderhoud van een open bodemenergiesysteem | - grondwater, zoals lokaal aanwezig<br>- grote hoeveelheden<br>- herhaaldelijk in de gebruiksfase | 1 in de bodem<br>2 oppervlaktewater<br>3 schoonwaterriool<br>4 vuilwaterriool<br>5 externe verwerker |

Het afvalwater is in beginsel schoon grondwater. In enkele gevallen bevat het grondwater verontreinigingen of bijvoorbeeld een hoog zoutgehalte. Dit maakt dat het grondwater niet teruggebracht mag worden in het watervoerend pakket of op het oppervlaktewater. In veel gevallen heeft de lozing een dusdanig hoog zoutgehalte, dat lozing in de bodem moet worden teruggebracht en niet geloosd kan worden op het oppervlaktewater. In alle gevallen geldt dat de lozing van het grondwater in de bodem of op het oppervlaktewater moet worden getoetst aan de voorschriften en procedures uit Waterwet.

Omdat beide milieueffecten niet op voorhand leiden tot strijdigheden met wetgeving en/of beleid, is geen effectbeoordeling toegepast. Wel vormen bovengenoemde milieueffecten aandachtspunten voor de vervolgfase van de mogelijke projecten, met name in en rond gebieden die zijn aangewezen ter bescherming van grond- en drinkwater. Tabel 10.17 toont de concluderende tabel lozing en onttrekking van water, tabel 10.18 laat zien welke gebieden niet geschikt zijn voor een open WKO-systeem.

Tabel 10.17 Concluderende tabel lozing en onttrekking van water

| Aspect | Aandachtpunt of beoordeling? | Effectbeoordeling |
|---|---|---|
| onttrekking van water bij gebruik van open WKO-systemen | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |
| lozing van water bij aanleg en gebruik van open WKO-systemen | aandachtspunt, effecten per project onderzoeken | per project |

*Overige milieueffecten*

De overige milieueffecten van open WKO-systemen komen overeen met de milieueffecten die zijn beschreven onder 'overige milieueffecten' bij aquathermie (paragraaf 10.1.4). Samengevat betekent dit dat ruimtebeslag en boorwerkzaamheden in Natura 2000-gebieden, waterwingebieden en koude-warmteopslagvrije zones op grond van wet- en regelgeving niet is toegestaan (--) of niet haalbaar wordt geacht. Ook is aantasting van bekende archeologische waarden niet toegestaan. Hiervoor dient per project onderzoek plaats te vinden waaruit blijkt of effecten door nadere positionering te vermijden zijn.

Ruimtebeslag in GNN, weidevogelgebieden, ganzenrustgebieden en stiltegebieden wordt bij voorkeur vermeden (-). Voor GNN geldt dat nader onderzoek moet uitwijzen of de milieueffecten op deze gebieden (ruimtebeslag en/of verstoring) dusdanig beperkt zijn, dat realisatie in deze gebieden mogelijk is. Ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden wordt bij voorkeur vermeden omdat de voorgenomen ontwikkelingen vanuit beleid niet zijn toegestaan.

**Overzicht milieueffecten open WKO's**

Tabel 10.18 laat het overzicht van effectbeoordelingen van open WKO's zien. Deze komt grotendeels overeen met de effectbeoordeling voor geothermie. Zoals beschreven in 9.1.2 zijn alleen de effecten beoordeeld in gebieden die bij voorkeur vermeden moeten worden (-) en niet haalbaar zijn vanuit

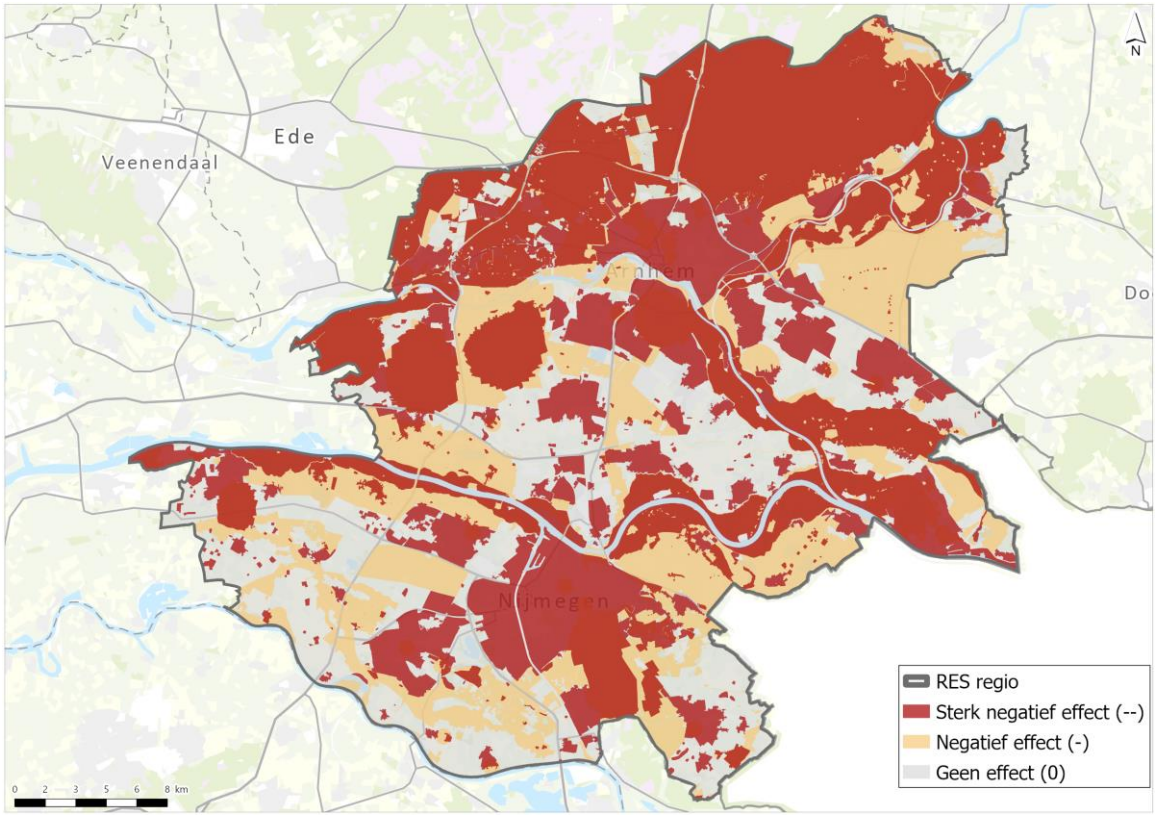
milieuperspectief (--). De effectbeoordeling betreft een eerste inschatting van de haalbaarheid. Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de project specifieke milieueffecten.

Tabel 10.18 Effectbeoordeling open WKO's

| Aspect | Effectbeoordeling |
|---|---|
| invloed op waterwingebieden en koude-warmteopslagvrije zones | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | - |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden | -- |
| ruimtebeslag in GNN | - |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | - |
| effecten op bekende archeologische waarden en rijksmonumenten | -- |
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden | - |
| bebouwde kom | -- |

Afbeelding 10.4 laat de effectbeoordeling voor open WKO's zien die volgt uit tabel 10.18 en de gepresenteerde analyse.

Afbeelding 10.4 Effectbeoordeling open WKO's (let op: eerste inschatting voor de haalbaarheid, nader onderzoek is nodig)



De aandachtspunten voor de vervolgfases voor projecten met open WKO's zijn vergelijkbaar met de aandachtspunten voor geothermie. Daarom wordt voor de aandachtspunten voor open WKO's verwezen naar tabel 10.15 onder geothermie (zie paragraaf 10.1.2).

### 10.1.4 Aquathermie

Aquathermie is de overkoepelende term voor het winnen van lage temperatuur warmte en koude uit water. De gewonnen warmte wordt opgeslagen in de bodem en opgewaardeerd via een warmtepomp. Daarna wordt het via een warmtenet gedistribueerd en wordt de warmte ingezet om gebouwen te verwarmen en te koelen. Zoals benoemd in paragraaf 9.1.2 beschouwt dit planMER alleen de effecten van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) en thermische energie uit afvalwater (TEA) in combinatie met een open WKO-systeem. Voor de specifieke effectbeschrijving van open WKO's wordt verwezen naar paragraaf 10.1.3. De ingrepen voor TEA zijn gelijk gesteld aan TEO. Op projectniveau dienen de effecten, die voor TEA kleiner zijn dan bij toepassing van TEO, nader onderzocht te worden.

**Effectbeschrijving**

Bij TEO (en TEA) wordt oppervlaktewater onttrokken om thermische energie te winnen. Dit kan op twee manieren:

1 winning van koude: de koude uit het oppervlaktewater wordt in de zomer gebruikt voor koeling van gebouwen. Hierbij wordt warmer water geloosd dan onttrokken (een warmwaterlozing). Voor een warmwaterlozing bestaat een beoordelingssysteem om de effecten te bepalen en beoordelen (HelpdeskWater, 2012[1]);
2 winning van warmte: de warmte uit het oppervlaktewater wordt in de winter gebruikt voor verwarming van gebouwen. Hierbij wordt kouder water geloosd dan onttrokken (een koudwaterlozing). Hiervoor is vooralsnog geen beoordelingssysteem beschikbaar.

*Effect van warmwaterlozing na koeling van gebouwen*

Een warmwaterlozing heeft effecten op het watersysteem en op de oppervlaktewaterkwaliteit. Op hoofdlijnen gaat dit om:

- een sneller verloop van chemische reacties in het water;
- een verschuiving van chemische evenwichten;
- een snellere groei van organismen (bijvoorbeeld plankton en vegetatie);
- een snellere afbraak van organisch materiaal;
- een lagere oplosbaarheid van zuurstof in water;
- een toename van stroming, wat leidt tot een toename van opname van zuurstof uit de lucht. Voor stilstaande wateren kan dit een belangrijke verandering voor het watersysteem betekenen.

De aanpassing van de samenstelling, chemische eigenschappen, temperatuur en stroming van het oppervlaktewater heeft effect op organismen die in het water leven. Vissen zijn over het algemeen weinig tolerant voor hoge water temperaturen. De mogelijkheden voor vissen om te kunnen wegzwemmen uit de stroom van de warmwaterlozing is hierbij essentieel. In algemene zin leidt een warmwaterlozing niet tot directe vissterfte of ernstige effecten op het oppervlaktewater. De omvang van effecten verschilt met de omvang van het oppervlaktewater (diepte, oppervlakte), de reguliere temperatuur, de mate van menging van het warme water en het aanwezige water, de aanwezigheid van soorten en of het stromend water of stilstaand water betreft. Dit vraagt om een locatie-specifieke afweging conform de beoordelingssystematiek van HelpdeskWater.

*Effect van koudwaterlozing na verwarming van gebouwen*

Een lozing van koud water in warmer water heeft effecten op het watersysteem en de oppervlaktewaterkwaliteit. De exacte aard en omvang van deze effecten, met name voor grootschalige

[1] Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu (2004). HelpdeskWater, Rijkswaterstaat.

toepassing van TEO, wordt nog onderzocht. Wel heeft het kennisprogramma WarmingUp[1] de eerste monitoringseffecten in beeld gebracht. Op hoofdlijnen gaat dit om:

- een langzamer verloop van chemische reacties in het water;
- een verschuiving van chemische evenwichten;
- een langzamere groei van organismen (bijvoorbeeld plankton, algen en overige vegetatie);
- een langzamere afbraak van organisch materiaal. Dit heeft een positief effect op het zuurstofgehalte;
- een hogere oplosbaarheid van zuurstof in water;
- een toename van stroming, wat leidt tot een toename van opname van zuurstof uit de lucht. Voor stilstaande wateren kan dit een belangrijke verandering voor het watersysteem betekenen.

Net als bij de lozing van warm water verschilt de omvang van de effecten met de kenmerken van het oppervlaktewater en de aard van de lozing. Dit vraagt om een locatie-specifiek onderzoek om aan te tonen dat de milieueffecten beperkt zijn. Hierbij kan geen gebruik worden gemaakt van bestaand beoordelingssysteem omdat deze vooralsnog niet bestaat.

In de zomermaanden kan het lozen van koud water op warm oppervlaktewater een positief effect hebben. Zo wordt algengroei (blauwalg) geremd en wordt bacterievorming met ernstige gevolgen voor mensen geremd (botulisme). Daarnaast kan lozing van koud water de temperatuur van het oppervlaktewater verlagen, wat in stedelijk gebied helpt om hittestress tegen te gaan. Tot slot kan in sommige gevallen stilstaand water in beweging worden gebracht. Dit heeft, met name in de zomermaanden, een positief effect op algengroei en de kwaliteit van het oppervlaktewater.

*Overige milieueffecten*

**Natuur**

Voor TEO in combinatie met een open WKO-systeem geldt dat realisatie in Natura 2000-gebieden vanuit wetgeving naar verwachting niet haalbaar is[2], zie ook de beschrijving onder geothermie (10.1.2). Realisatie van TEO in GNN is daarentegen onder voorwaarden mogelijk haalbaar, omdat hier de 'nee-tenzij'-voorwaarde op van toepassing is. Nader onderzoek moet uitwijzen of de milieueffecten op deze gebieden (ruimtebeslag en/of verstoring) vanwege de beperkte omvang van een aquathermie-installatie dusdanig beperkt zijn, dat realisatie in deze gebieden mogelijk is. GNN zijn daarom als negatief (-) beoordeeld en worden bij voorkeur vermeden. Realisatie in overige beschermde natuurgebieden wordt bij voorkeur eveneens vermeden (-) omdat dit vanuit beleid niet of alleen onder bepaalde voorwaarden is toegestaan. Negatieve effecten zijn hier niet uit te sluiten. Ook hiervoor is nader onderzoek nodig om de project specifieke milieueffecten in kaart te brengen.

**Verwachting ontwikkelingen aquathermie in GNN en overige natuurgebieden**

Vanuit beleid zijn ontwikkelingen binnen GNN en overige natuurgebieden niet toegestaan, tenzij kan worden aangetoond dat geen sprake is van aantasting van de kernkwaliteiten van deze gebieden. Hierbij is tevens een compensatieregeling van toepassing. Bij grote ontwikkelingen of bouwwerken wordt deze ontheffing niet zonder meer verleend. Een aquathermie-installatie is echter van beperkte omvang, namelijk enkele vierkante meters met een beperkte impact op openheid en beperkte verstoring van het gebied. Dit maakt dat de ontheffing voor de aquathermie-installatie naar verwachting relatief eenvoudig wordt afgegeven, mits voldaan wordt aan de (beperkte) compensatieopgave en voorwaarden.

Hierbij dient in beschouwing genomen te worden dat een aquathermie-installatie een leidingsysteem nodig heeft om de warmte- en koude te transporteren naar de afnamelocatie. Dit leidingsysteem is in de praktijk van beperkte lengte vanwege de warmtetransportverliezen, zie ook 9.3. Dit maakt dat de ontwikkeling van een aquathermie-systeem te midden van een natuurgebied -op ruime afstand van woningen of woonwijken- geen realistische verwachting is. Ontwikkeling aan de rand van deze gebieden -dichterbij woningen of

[1] Monitoringplan Ecologische Effecten Thermische Energie Oppervlaktewater (2020). Deltares, uitgevoerd onder WarmingUp.

[2] Voor zover significante effecten op ecologie niet kunnen worden uitgesloten en alternatieve locaties beschikbaar zijn. In dit geval is het namelijk onwaarschijnlijk dat een ADC-toets succesvol kan worden doorlopen.

andere afnemers- ligt meer voor de hand. Realisatie aan de rand van deze gebieden draagt bij aan het beperkt veroorzaken van milieueffecten op de natuurgebieden, wat de kans op het verkrijgen van de benodigde ontheffing ten goede komt.

**Cultuurhistorie en archeologie**
TEO vereist een installatie van enkele vierkante meters met een hoogte van circa 2-2,5 m (vergelijkbaar met een transformatorhuisje in stedelijk gebied). Dit maakt dat aantasting van de cultuurhistorische waarden vanuit zichtbeleving naar verwachting beperkt is. Realisatie in gebieden die zijn aangeduid als cultuurhistorische waardevol gebied, zoals benoemd in paragraaf 4.2.2, is daarom op voorhand niet uitgesloten en onder voorwaarden mogelijk haalbaar. Daarom moet nader onderzoek op projectniveau uitwijzen of realisatie binnen cultuurhistorisch waardevolle gebieden haalbaar is. Omdat de haalbaarheid gebonden is aan voorwaarden uit beleid, worden de cultuurhistorisch waardevolle gebieden dit planMER vanuit milieuperspectief bij voorkeur vermeden (-).

Aantasting van bekende archeologische waarden en rijksmonumenten is op grond van wet- en regelgeving niet toegestaan. Deze locaties zijn daarom naar verwachting niet haalbaar (-). Nadere positionering van de installaties biedt mogelijk uitkomst om de archeologische monumenten te vermijden. Nader onderzoek per project moet uitwijzen of realisatie mogelijk is zonder de archeologische waarden en rijksmonumenten aan te tasten of te vernietigen.

**Waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden en koude-warmteopslagvrije zones**
Ruimtebeslag in waterwingebieden en koude-warmteopslagvrije zones is niet toegestaan omdat dit onderzoek uitgaat van TEO in combinatie met een open WKO-systeem. Hiervoor zijn boorwerkzaamheden noodzakelijk, wat in de basis niet is toegestaan binnen deze gebieden. Voor de grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden dient nader onderzocht te worden of sprake is van negatieve effecten.

### Overzicht milieueffecten aquathermie
Thermische energie uit oppervlaktewater kan effecten hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit. Deze effecten komen door lozing van warm of koud water en zijn niet per definitie negatieve milieueffecten. De warmwaterlozingen dienen getoetst te worden aan de bestaande beoordelingssystematiek. Dit is niet beschikbaar voor de koudwaterlozingen. Per project dient daarom onderzoek plaats te vinden waarin de effecten op het oppervlaktewater worden aangetoond. Deze effecten zijn daarom aangeduid als aandachtspunt voor vervolgfases.

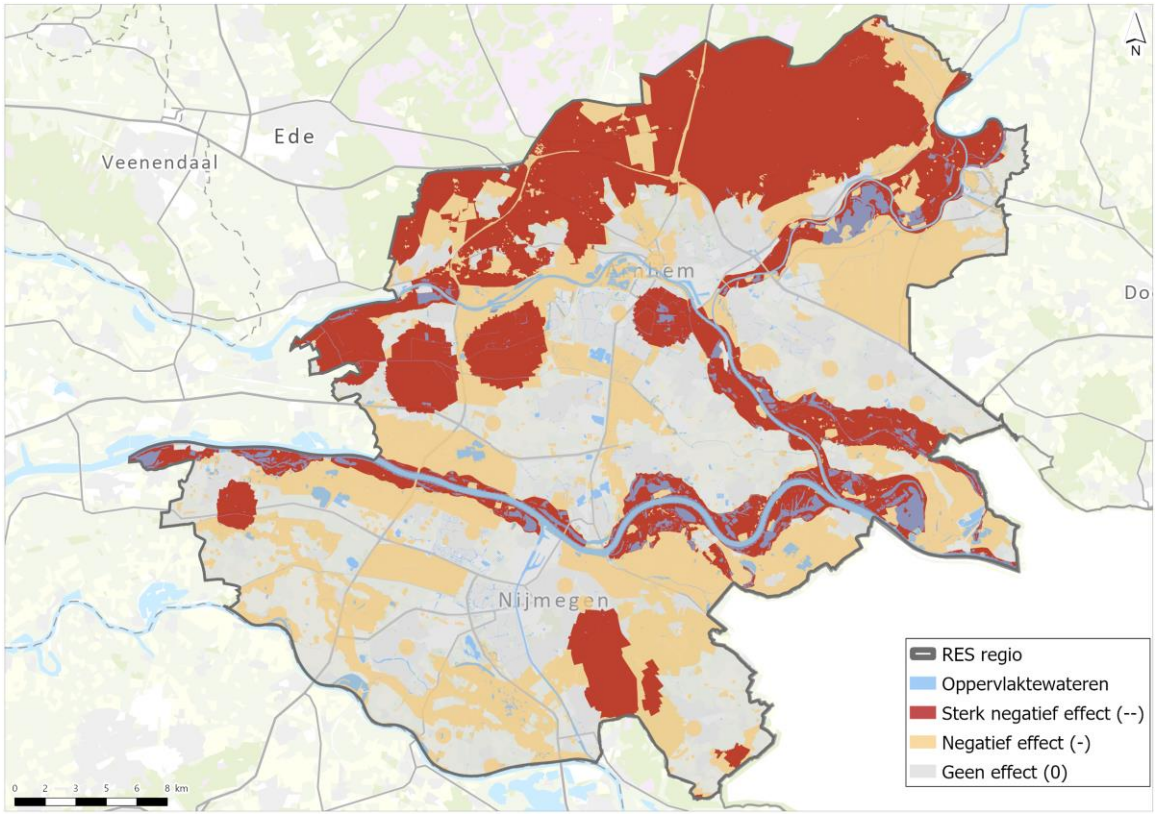
*Effectbeoordeling*
Tabel 10.19 laat het overzicht van effectbeoordelingen van aquathermie zien. Zoals beschreven in 9.1.2 zijn alleen de effecten beoordeeld in gebieden die bij voorkeur vermeden moeten worden (-) en niet haalbaar zijn vanuit milieuperspectief (--). De effectbeoordelingen hebben voornamelijk betrekking op ruimtebeslag in gebieden. De effectbeoordeling betreft een eerste inschatting van de haalbaarheid. Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de projectspecifieke milieueffecten.

Tabel 10.19 Effectbeoordeling aquathermie (TEO i.c.m. open WKO-systeem) (ruimtebeslag)

| Aspect | Effectbeoordeling |
|---|---|
| invloed op waterwingebieden en koude-warmteopslagvrije zones | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | - |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden | -- |
| ruimtebeslag in GNN | - |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | - |
| effecten op bekende archeologische waarden en rijksmonumenten | - |
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden | - |

Afbeelding 10.5 laat de effectbeoordeling voor aquathermie zien die volgt uit tabel 10.19 en de gepresenteerde analyse. Daarnaast laat de afbeelding de oppervlaktewateren in de regio zien die mogelijk kansen bieden voor aquathermie. Of dit zo is, moet uit nader onderzoek blijken.

Afbeelding 10.5 Effectbeoordeling aquathermie in combinatie met oppervlaktewateren (let op: eerste inschatting voor de haalbaarheid, nader onderzoek is nodig)



## 10.2 Effectanalyse warmteopslag

### 10.2.1 Ondergrondse warmteopslag

Voor grootschalige ondergrondse warmteopslag zijn de effecten van hogetemperatuur opslag (HTO) (diepe ondergrondse opslag, > 50 m) en thermische putten (ondiepe ondergrondse opslag, < 50 m) beschouwd. Paragraaf 9.2.1 geeft een beschrijving van deze technieken.

**Effectbeschrijving**
Deze paragraaf beschrijft de effecten waarop de ondergrondse warmteopslag zich onderscheidt van de effectanalyses van warmtebronnen. De niet-onderscheidende milieueffecten zijn kort samengevat onder 'overige effecten'. Deze effecten zijn niet minder belangrijk, maar worden niet nogmaals beschreven om herhaling te voorkomen.

*Effecten op de bodem*
De aanleg van een thermische put gaat gepaard met grondverzet, waarvan de omvang varieert met de diepte en oppervlakte van de warmteopslag. Het grondverzet heeft effect op de opbouw en stabiliteit van de bodem. Door het weggraven van de bodemlagen (tot diepten van circa 10-15 m, zie ook afbeelding 10.6) wordt de bodemopbouw permanent aangetast. Het weggraven van gronden kan leiden tot instabiliteit van de (omliggende) bodem. Hierdoor kan de bodem in beweging komen met alle gevolgen van dien. Realisatie van thermische put in klei en zandgronden leidt tot minder effecten op zettingen dan in veengronden, al is per project onderzoek nodig om dit uit te sluiten. Mogelijk is extra fundering of versteviging van de wanden nodig om zettingen of verschuivingen te voorkomen.

Voor de effecten van HTO op de bodemopbouw wordt verwezen naar de effectbeschrijvingen onder geothermie (zie 10.1.2) en open WKO's (zie 10.1.3). HTO reikt tot een diepte van enkele honderden meters, waardoor de stabiliteit kan worden aangetast en de bodemopbouw lokaal wordt verstoord. Ook hier is per project onderzoek nodig om effecten uit te sluiten en kan fundering van de boortorens nodig zijn.

Omdat beide milieueffecten niet leiden tot strijdigheden met wetgeving en/of beleid, is geen effectbeoordeling toegepast. Wel vormen bovengenoemde milieueffecten aandachtspunten voor de vervolgfase van de mogelijke projecten.

*Effecten op het grondwater*
De aanleg van een thermische put moet in den droge gebeuren. Afhankelijk van de grondwaterstand is hiervoor bemaling nodig. Dit kan effecten hebben op natuur en landbouwactiviteiten. Per project moet onderzoek plaatsvinden om de grondwaterstand te bepalen, de haalbaarheid van bemalingsactiviteiten te bepalen en de effecten van de benodigde bemaling in kaart te brengen.

De boorwerkzaamheden voor HTO kunnen leiden tot verplaatsing van (diep) grondwater. Dit omdat scheidende kleilagen doorboord kunnen worden, waardoor grondwater zich verticaal en horizontaal kan verplaatsen. Dit kan effect hebben op de grondwaterkwantiteit en -kwaliteit, zie ook 10.1.2. Dit vormt een aandachtspunt waarvan de effecten per project moeten worden onderzocht.

Beide opslagtechnieken zijn vanuit wetgeving niet of beperkt haalbaar in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden en koude-warmteopslagvrije zone. Dit omdat graaf- en booractiviteiten hier niet of slechts beperkt zijn toegestaan en de opslagtechnieken naar verwachting leiden tot aantasting van de kwantiteit en kwaliteit van het grondwater in deze gebieden. Ruimtebeslag in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is daarom als sterk negatief (--) beoordeeld in tabel 10.20 aan het eind van deze paragraaf.

*Effecten op het landschap*

Een thermische put kan effecten hebben op de ruimtelijk visuele kenmerken van het landschap. Dit omdat een thermische put niet volledig wordt ingegraven, maar een deel van de thermische put bovengronds ligt. Afbeelding 10.6 laat twee voorbeelden zien van thermische putten in Denemarken. De rechter afbeelding laat zien dat de thermische put niet ver uit komt boven het maaiveld. Dit maakt dat de thermische put op sommige locaties landschappelijke ingepast kan worden met, bijvoorbeeld, plaatsing van bomen. Hiermee raakt de thermische put uit het directe zicht. Dit is echter niet overal mogelijk. Met name in gebieden met grootschalige openheid of kleinschaligheid leidt een thermische put tot aantasting van de landschappelijke waarden. Per project moet daarom in kaart worden gebracht wat de effecten zijn op de ruimtelijk visuele kenmerken van het gebied.

Afbeelding 10.6 Voorbeelden grootschalige thermische putten. Links Vojens, Denemarken (in aanbouw, 200.000 $m^3$)[1], rechts Dronninglund, Denemarken (60.000 $m^3$)



Bronnen: Solar Heat Europe en Solarthermalworld[2]

De mogelijke landschappelijke effecten van een HTO worden veroorzaakt door de aanwezige boortoren. De effecten hiervan zijn beperkt, al is inpassing nabij bestaande (industriële) bebouwing gewenst. De effecten van HTO zijn daarmee vergelijkbaar met de effecten van geothermie, zie paragraaf 10.1.2.

Omdat de milieueffecten voor beide opslagtechnieken sterk samenhangen met de omvang van de warmteopslag en de landschappelijke waarde ter plaatse, is geen effectbeoordeling toegepast. Dit zou een over- of onderschatting van milieueffecten kunnen veroorzaken. Wel vormen bovengenoemde milieueffecten aandachtspunten voor de vervolgfase van de mogelijke projecten.

*Effecten op toekomstig ruimtegebruik*

Een thermische put kan een behoorlijk (bovengronds) oppervlak beslaan, zie ook afbeelding 10.6. De oppervlakte varieert tussen enkele tientallen vierkante meters tot meerder hectares (zoals de linker afbeelding in afbeelding 10.6) Op deze locaties zijn geen andere gebruiksfuncties mogelijk. Een thermische put heeft daarmee een groot effect op toekomstige gebruiksfuncties. In Nederland, en ook de regio, is ruimte schaars. Inpassing van een thermische put met een dergelijke oppervlakte is daarmee complex en in sommige gevallen zelfs onhaalbaar. Zo is realisatie in stedelijk gebied veelal onhaalbaar en belemmert realisatie nabij stedelijk gebied de uitbreidingsmogelijkheden van steden en dorpen. Realisatie ver van stedelijk gebied biedt meer kansen, maar is vanwege de transportafstand en bijbehorende warmteverliezen niet altijd haalbaar en rendabel. Dit betekent dat voor elk project onderzoek moet plaatsvinden om de effecten van een thermische warmteput (en de omvang daarvan) op het toekomstig ruimtegebruik in kaart te brengen. De effecten op toekomstig ruimtegebruik zijn niet beoordeeld en gelden als aandachtspunt voor de mogelijk vervolgfases, zie ook ‘effecten op het landschap’.

1 Via: http://solarheateurope.eu/2020/05/19/vojens-district-heating/.

2 Via: https://www.solarthermalworld.org/news/seasonal-pit-heat-storage-cost-benchmark-30-eurm3.

*Overige effecten*

Naast bovenstaande milieueffecten, heeft een thermische put effecten op natuur, archeologie en cultuurhistorie. Voor natuur geldt dat ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN niet haalbaar is. Vanuit wetgeving is dit niet toegestaan. Bovendien vraagt een thermische put om een groot ruimtebeslag (soms tot meerdere hectares), waarmee de haalbaarheid in deze gebieden zo goed als uitgesloten is. Ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden wordt bij voorkeur vermeden, waarbij geldt dat de haalbaarheid afneemt naarmate het ruimtebeslag van de thermische put toeneemt. Daarnaast is aantasting van archeologische waarden en rijksmonumenten niet toegestaan en worden beschermde cultuurhistorische waardevolle gebieden bij voorkeur vermeden. Voor een effectbeschrijving op deze criteria wordt verwezen naar de effectbeschrijving onder 10.1. Gezien het grote ruimtebeslag van thermische putten is de trefkans van bodemverontreinigingen en archeologische waarden relatief groot. Daarom moet per project worden onderzocht of en in welke mate bodemverontreinigingen en archeologische waarden aanwezig zijn, zie ook paragraaf 10.1.

Voor HTO zijn de overige effecten vergelijkbaar met de effecten van geothermie, zie 10.1.2.

*Conclusie en effectbeoordelingen*

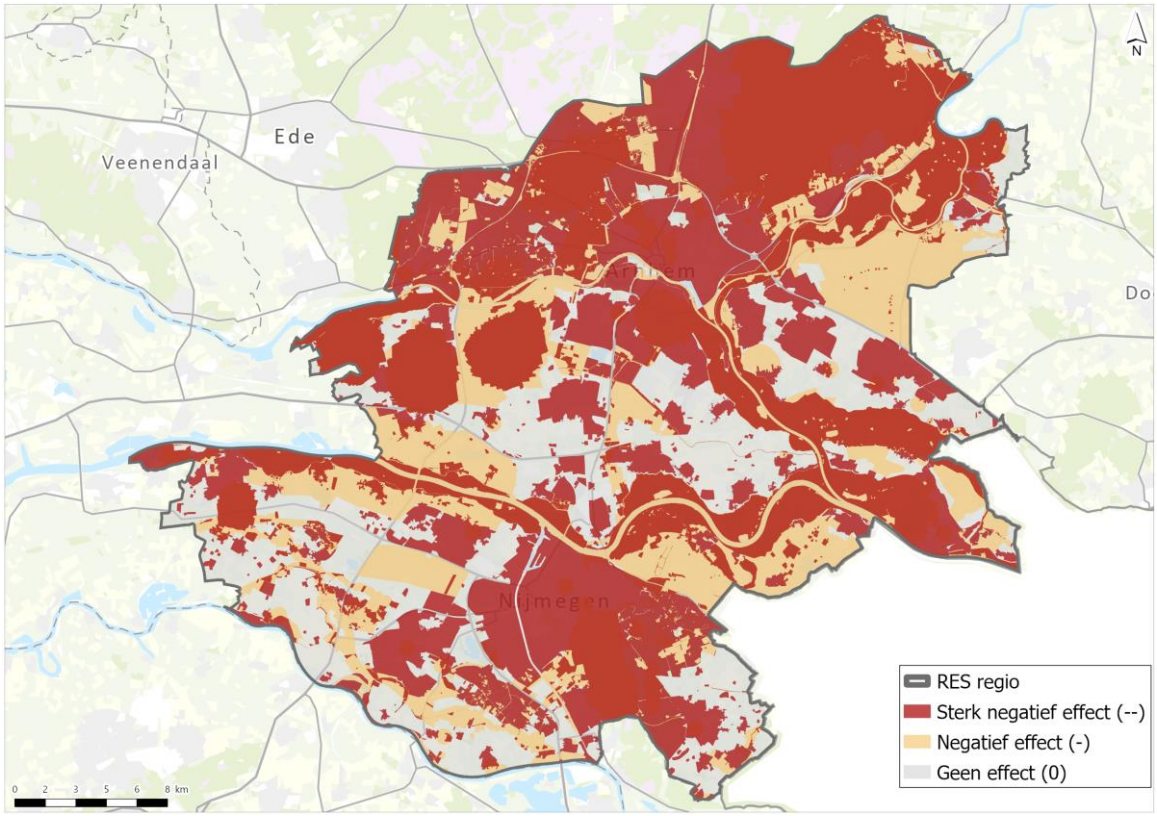
Tabel 10.20 laat de effectbeoordeling voor ondergrondse warmteopslag zien. Zoals beschreven in hoofdstuk 9 zijn alleen de effecten beoordeeld in gebieden die bij voorkeur vermeden moeten worden (-) en niet haalbaar zijn vanuit milieuperspectief (--). De effectbeoordeling is van toepassing op zowel diepe als ondiepe ondergrondse warmteopslag. De effectbeoordeling betreft een eerste inschatting van de haalbaarheid. Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de project specifieke milieueffecten.

Tabel 10.20 Effectbeoordeling ondergrondse warmteopslag

| Aspect | Effectbeoordeling |
|---|---|
| invloed op waterwingebieden en koude-warmteopslagvrije zones | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden | - |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | -- |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | - |
| effecten op bekende archeologische waarden en rijksmonumenten | -- |
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden | - |
| bebouwde kom | -- |

Afbeelding 10.7 laat de effectbeoordeling voor grootschalige warmteopslag zien die volgt uit tabel 10.20 en de gepresenteerde analyse.

Afbeelding 10.7 Effectbeoordeling grootschalige ondergrondse warmteopslag (let op: eerste inschatting voor de haalbaarheid, nader onderzoek is nodig)




Voor de ondergrondse opslag in de vorm van thermische putten geldt dat ruimtebeslag een aandachtspunt is. Dit maakt dat projecten complex en in sommige gevallen onhaalbaar zijn. Daarnaast zijn de effecten op ruimtelijk visuele kenmerken een aandachtspunt. Voor overige effecten wordt verwezen naar de aandachtspunten zoals uiteengezet onder geothermie (zie tabel 10.14).

### 10.2.2 Bovengrondse warmteopslag

Voor grootschalige bovengrondse warmteopslag worden de milieueffecten van een bovengrondse tankopslag beschouwd.

**Effectbeschrijving**

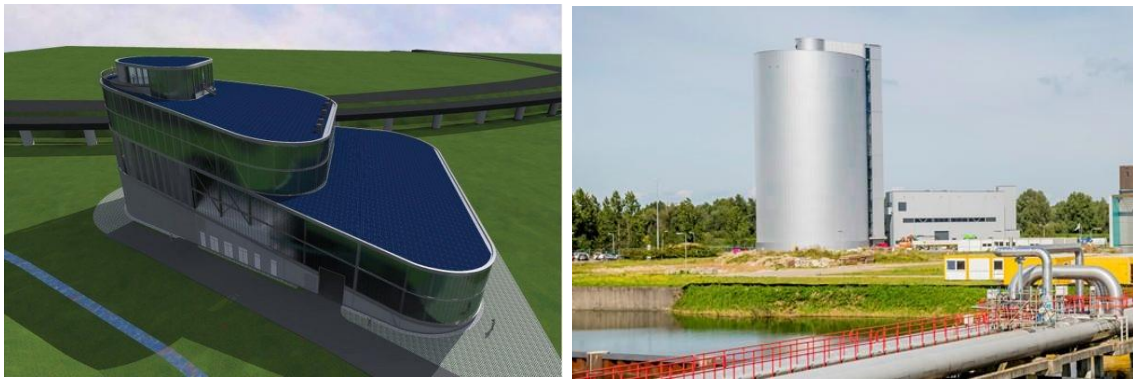
Deze paragraaf beschrijft de effecten waarop de bovengrondse warmteopslag zich onderscheidt van de effectanalyses van warmtebronnen. De niet-onderscheidende milieueffecten zijn kort samengevat onder ‘overige effecten’. Deze effecten zijn niet minder belangrijk, maar worden niet nogmaals beschreven om herhaling te voorkomen.

*Effecten op ruimtelijk visuele kenmerken*

Een bovengrondse warmteopslag is zichtbaar, soms zelfs van grote afstand. Afbeelding 10.8 laat twee voorbeelden zien van bovengrondse warmteopslag rondom Amsterdam. De voorbeelden laten zien dat een bovengrondse warmteopslag een behoorlijk bouwwerk kan zijn. Uiteraard hangt ook dit samen met de benodigde opslagcapaciteit.

Deze bouwwerken kunnen de landschappelijke waarden in een gebied aantasten en moeten daarom landschappelijk goed worden ingepast. De bouwwerken zijn niet per se van industriële aard, zie afbeelding 10.8. Als de warmteopslag een industriële uitstraling heeft (rechter afbeelding), is realisatie op of direct aan een industriegebied vanuit landschappelijk perspectief gewenst. In algemene zin heeft plaatsing nabij bestaande bebouwing of aansluiting bij bestaande landschappelijke structuren de voorkeur vanuit landschappelijk perspectief. Hiermee worden waarden als openheid en kleinschaligheid zo min mogelijk aangetast.

Afbeelding 10.8 Voorbeelden bovengrondse warmteopslag



Links: toekomstige warmtebuffer Vattenfall langs de A10 (bron: Gawalo[1]).
Rechts: warmteopslag Vattenfall Diemen

*Effecten op toekomstig ruimtegebruik*

Bovengrondse warmteopslag vraagt om ruimtebeslag. Gedurende de gebruiksfase van de warmteopslag, kan deze ruimte niet worden gebruikt voor andere gebruiksfuncties. De oppervlakte van het ruimtebeslag hangt samen met de omvang en opbouw van de warmteopslag. Afbeelding 10.8 laat twee voorbeelden zien van mogelijke bovengrondse warmteopslag. Door de hoogte in te gaan, is het benodigd oppervlakte kleiner. De effecten op toekomstig ruimtegebruik moeten per project worden afgewogen.

*Overige effecten*

De overige effecten zijn gelijk aan de effecten van ondergrondse warmteopslag. Ook voor bovengrondse warmteopslag geldt dat ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden, GNN en waterwingebieden vanuit milieuperspectief naar verwachting niet haalbaar is. Hetzelfde geldt voor realisatie in gebieden met bekende archeologische waarden en rijksmonumenten. Daarnaast wordt realisatie in overige natuurgebieden bij voorkeur vermeden, evenals gebieden met cultuurhistorische waarden.

**Conclusie en effectbeoordelingen**

Tabel 10.21 laat de effectbeoordeling voor bovengrondse warmteopslag zien. Zoals beschreven in 9.2.2 zijn alleen de effecten beoordeeld in gebieden die bij voorkeur vermeden moeten worden (-) en niet haalbaar zijn vanuit milieuperspectief (--). De effectbeoordeling betreft een eerste inschatting van de haalbaarheid. Per project dient nader onderzoek plaats te vinden naar de project specifieke milieueffecten.

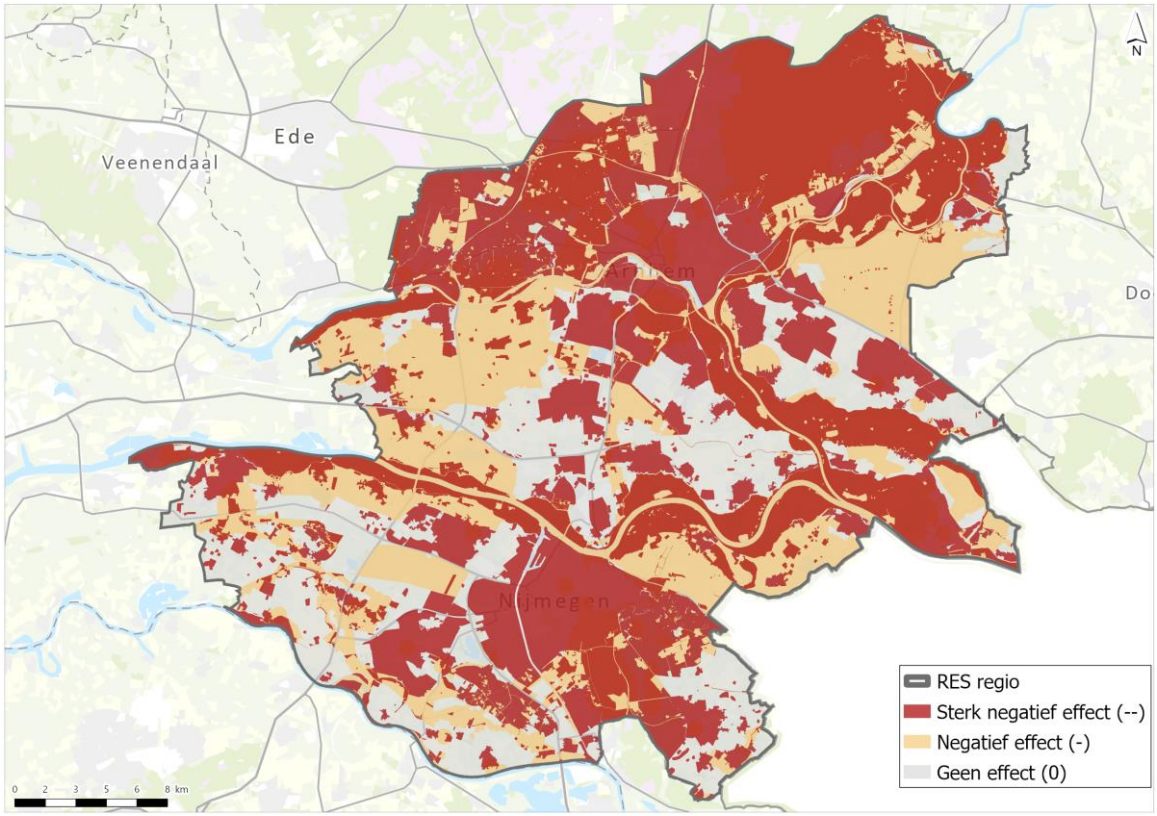
[1] Zie ter illustratie: https://www.gawalo.nl/energie/nieuws/2019/03/amsterdamse-warmtenetten-krijgen-warmtebuffer-1017218.

Tabel 10.21 Effectbeoordeling bovengrondse warmteopslag

| Aspect | Effectbeoordeling |
|---|---|
| invloed op waterwingebieden | -- |
| invloed op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden en koude-warmteopslagvrije zones | - |
| ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden en GNN | -- |
| ruimtebeslag in overige beschermde natuurgebieden | - |
| effecten op bekende archeologische monumenten en rijksmonumenten | -- |
| effecten op beschermde cultuurhistorische waarden | - |
| bebouwde kom | -- |

Afbeelding 10.8 laat de effectbeoordeling van grootschalige bovengrondse warmteopslag op kaart zien.

Afbeelding 10.8 Effectbeoordeling grootschalige bovengrondse warmteopslag (let op: eerste inschatting voor de haalbaarheid, nader onderzoek is nodig)




Voor de bovengrondse warmteopslag zijn de effecten op landschappelijke waarden naar verwachting het meest omvangrijk. Deze effecten variëren met de locatie en de omvang en vorm van de opslag. Per project moeten de effecten op landschappelijke waarden worden onderzocht. Voor overige effecten wordt verwezen naar de aandachtspunten zoals uiteengezet onder geothermie (zie tabel 10.15).

## 10.3 Effectanalyse warmtedistributie

Deze paragraaf presenteert de effectanalyse voor warmtedistributie, specifiek het warmtenet. Elke subparagraaf beschrijft de effecten voor een milieuthema. Achtereenvolgens worden de milieueffecten op de volgende thema's beschreven: bodem (10.3.1), water (10.3.2), natuur (10.3.3), cultuurhistorie en archeologie (10.3.4), leefomgeving (10.3.5) en gebruiksfuncties en ruimtegebruik (10.3.6).

De effecten zijn niet beoordeeld en op kaart weergegeven, maar de effectbeoordeling biedt inzicht in de gebieden waar welke milieueffecten verwacht kunnen worden en realisatie mogelijk niet haalbaar of ongewenst is. Dit is passend bij het detail- en schaalniveau van dit planMER. Bij concrete projecten dienen de effecten nader onderzocht te worden.

### 10.3.1 Bodem

#### Effectbeschrijving

*Invloed op bodemkwaliteit*

Voor aanleg van het ondergronds warmtenet is grondverzet nodig. Bij aanleg van de warmtetransportleiding met een open ontgraving wordt de leiding op een diepte van circa 1,80 m gelegd. Hierbij wordt grond afgegraven en, indien niet verontreinigd, teruggeplaatst boven op de leiding. Bij een boring kan de diepte oplopen tot enkele tientallen meters. Bij beide aanlegmethodes kunnen diepe of ondiepe bodemverontreinigingen worden geraakt.

Voor de invloed op bodemkwaliteit is het beleidskader voor bodem van toepassing. Dit betreft de Wet milieubeheer, de Wet bodembescherming en het Besluit bodemkwaliteit. Hieruit volgt dat het wettelijk niet is toegestaan de kwaliteit van de bodem te verslechteren en/of een verontreiniging te verplaatsen of verspreiden. Bij (mogelijke) werkzaamheden op of nabij een mogelijk verontreinigde locatie is bodemonderzoek verplicht. In geval van een bodemverontreiniging zijn saneringswerkzaamheden verplicht. Hierbij wordt de verontreinigde grond afgevoerd en niet teruggeplaatst in de afgegraven locatie. Dit leidt tot een verbetering van de bodemkwaliteit. Een negatief effect is door deze saneringsplicht uitgesloten. Paragraaf 6.4.1 licht dit nader toe. Voor de uitwerking van projecten dient hiervoor nader bureauonderzoek plaats te vinden, mogelijk uitgebreid met veldonderzoek.

De warmtetransportleidingen kunnen daarnaast mogelijk warmteafgifte naar de bodem veroorzaken. Dit dient per project nader te worden onderzocht. Hierbij speelt de isolatie van de leidingen en eigenschappen van de betreffende bodemlaag een bepalende rol in het potentiële effect.

*Risico op zettingen*

Zettingen kunnen optreden als gevolg van ingrepen in de ondergrond. Bovengrondse en ondergrondse constructies kunnen, indien zwaarder dan de omliggende lithologie, tot leiden tot een zetting. Ook een aanpassing in de dominante bodemopbouw kan (op termijn) leiden tot zettingen. Een zetting kan leiden tot negatieve gevolgen aan boven- en ondergrondse functies. Dit omvat bestaande functies zoals wegen en kabels en leidingen, maar ook de te realiseren warmtetransportleidingen of bovengrondse installaties. Daarom is het optreden van een zetting vanuit meerdere perspectieven ongewenst.

Het risico op zettingen hangt samen met de lithologische opbouw en samenstelling van de bodem. Textuur, structuur en het watergehalte van de grond zijn hierbij belangrijke parameters. De ingreep kan de lucht en het water uit de poriën van de bodem persen, waarna de grond inklinkt en een zetting optreedt. Klei en zand zijn over het algemeen goed tegen zettingen, waarbij geldt dat zand door de textuur en structuur het minst gevoelig is voor zettingen. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 6.4.1. Realisatie van de warmtetransportleidingen in een zandbed kan bij risico op zettingen uitkomst bieden. De mogelijkheden en noodzaak voor toepassing van maatregelen is echter sterk afhankelijk van de omvang en diepteligging van de warmtetransportleiding. Daarom is projectspecifiek onderzoek noodzakelijk.

#### Conclusie

*Invloed op bodemkwaliteit*
Omdat verspreiding van bodemverontreinigingen vanuit wetgeving niet is toegestaan, is een negatief effect op de bodemkwaliteit uitgesloten. Bij doorkruising van verontreinigende locaties is sanering verplicht, met een positief effect op de bodemkwaliteit tot gevolg. Per project dient bodemonderzoek plaats te vinden.

*Risico op zettingen*
Aanleg van het ondergrondse warmtenet of de bovengrondse installaties op zettingsgevoelige gronden leidt tot een risico op zettingen. Om dit risico op zettingen te beperken, heeft het vermijden van zettingsgevoelige gronden de voorkeur.

### 10.3.2 Water

#### Effectbeschrijving

*Invloed op waterwingebieden grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden*
Aanleg van het ondergrondse warmtenet kan door bemalingswerkzaamheden en grondroerende activiteiten effect hebben op de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit. In waterwingebieden is dit verboden, zonder mogelijkheden voor ontheffing. Daarom zijn waterwingebieden uitgesloten voor de aanleg van een warmtetransportleiding. Hetzelfde geldt voor bovengrondse installaties, omdat ook hiervoor grondroerende werkzaamheden en, mogelijk, bemaling nodig is. Warmtedistributie is daarom als geheel uitgesloten in waterwingebieden.

Rondom de waterwingebieden zijn grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden aangewezen. Deze gebieden dragen bij aan de bescherming van de kwantiteit en kwaliteit van het grondwater in het waterwingebied. Voor activiteiten in deze gebieden gelden minder strenge regels dan voor activiteiten in waterwingebieden. Zo mogen de grondroerende werkzaamheden iets dieper plaatsvinden en zijn er onder voorwaarden mogelijkheden om af te wijken. Wel is hiervoor veelal een ontheffing nodig die enkel wordt verleend als voldaan wordt aan voorwaarden. Hierbij moet worden aangetoond dat het grondwater (en dus het drinkwater in het waterwingebied) niet negatief wordt beïnvloed en de doorlatendheid van de bodem niet wordt aangetast. Dit maakt dat ondergrondse warmtetransportleidingen hier enkel onder strenge voorwaarden mogelijk zijn. Projectspecifiek onderzoek moet uitwijzen of kan worden voldaan aan deze voorwaarden.

Omdat warmtebronnen zoals geothermie en open WKO-systemen zijn uitgesloten in waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden, is de realisatie van het warmtedistributienetwerk in deze gebieden niet waarschijnlijk. Het warmtedistributienetwerk is echter wel benodigd indien de warmtebronnen op de grens of nabij deze gebieden worden gerealiseerd. Vooral voor geothermie zijn dit kansrijke gebieden, waarmee nader onderzoek naar de effecten van een warmtenet op grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden naar verwachting nodig is.

#### Conclusie
Aanleg van het ondergrondse warmtenet in waterwingebieden is op grond van bestaande wet- en regelgeving niet haalbaar. Aanleg van het warmtenet in grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden is niet op voorhand uitgesloten, maar wel gebonden aan strenge voorwaarden. Omdat dit mogelijk interessante gebieden zijn vanwege de potentie van geothermie, moeten effecten hiervan in vervolgfases worden bepaald.

### 10.3.3 Natuur

**Effectbeschrijving Natura 2000-gebieden**

De aanleg van een ondergronds warmtetransportnetwerk kan effecten hebben op de IHD van Natura 2000-gebieden. Dit is vanuit vigerende wetgeving niet toegestaan, tenzij gemotiveerd aangetoond dat de effecten niet significant negatief zijn of dat is voldaan aan de ADC-toets. Voor dit wettelijk kader en beleidskader wordt verwezen naar het beleidskader zoals opgenomen bij het onderdeel natuur (bijlage V). Naar verwachting is ruimtebeslag in Natura 2000-gebieden vanwege de te verwachten effecten gedurende de aanlegfase niet haalbaar.

De effecten van het warmtedistributienetwerk zijn op te delen in tijdelijke en permanente effecten. Tabel 10.22 laat de verwachte effecten op hoofdlijnen zien.

Tabel 10.22 Effecten warmtedistributienetwerk op hoofdlijnen

| Effecttype | Effect |
|---|---|
| tijdelijk | oppervlakteverlies en versnippering door werkzaamheden aanlegfase |
| | verstoring door aanleg warmtenet |
| | visuele verstoring/verstoring door mens en materieel tijdens aanlegfase |
| | verzuring en vermesting door stikstofdepositie tijdens aanlegfase warmtenet |
| permanent | verzuring en vermesting door stikstofdepositie tijdens aanlegfase warmtenet |

Sterfte tijdens de aanlegfase van het warmtenet kan worden voorkomen door mitigerende maatregelen. Dit wordt daarom niet nader beschouwd. Hierbij kan gedacht worden aan (een combinatie van):
- werkzaamheden in een richting uitvoeren zodat soorten kunnen vluchten;
- plaatsen van amfibieënschermen;
- gebieden ongeschikt maken voorafgaand aan de werkzaamheden.

*Stikstofdepositie*

Net als de aanleg van windturbines, zonnevelden, netinfrastructuur en warmtebronnen kan ook de aanleg van het warmtedistributienetwerk leiden tot stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. Dit kan significante gevolgen hebben voor het behalen van de IHD van stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden. De hoeveelheid stikstof die op een gebied neerslaat is afhankelijk van het materieel dat wordt ingezet, de duur van de werkzaamheden en de afstand van de werkzaamheden tot het Natura 2000-gebied. De verwachte stikstofdepositie door de aanlegwerkzaamheden van het ondergrondse warmtenet zijn vergelijkbaar met aanleg van hoogspanningskabels. De inzet van materieel voor aanleg in open ontgraving of aanleg met gestuurde boringen leidt tot een stikstofemissie, welke sterk samenhangt met de ligging en afstand tot Natura 2000-gebieden en de aanlegdiepte van de leidingen. Per project moet de stikstofdepositie onderzocht worden. Deze moet terugkomen in de te doorlopen voortoets van de Wet natuurbescherming.

Gedurende de aanlegfase van het ondergrondse warmtenet is mogelijk sprake van tijdelijke verstoring van soorten. Dit komt voort uit de inzet van materiaal dat geluid veroorzaakt. Daarnaast veroorzaakt de aanwezigheid van mensen en materieel visuele verstoring. De mate van verstoring is afhankelijk van de afstand van de werkzaamheden tot een Natura 2000-gebied. Verstorende effecten zijn te mitigeren door toepassing van (een combinatie van) de volgende maatregelen:
- werken buiten het broedseizoen;
- niet werken in de schemering of het duister;
- gebruik maken van vleermuisvriendelijke verlichting;
- het gebruik van geluidreducerende technieken.

Daarnaast kan het voor aanleg van het ondergrondse warmtenet nodig zijn bomen te kappen of andere vegetatie te vernietigen. Dit is van toepassing bij aanleg in open ontgraving. Deze effecten zijn te mitigeren door aanleg met gestuurde boringen. Diepwortelende vegetatie kan niet terug worden geplaatst indien de warmtetransportleiding dicht onder het maaiveld wordt aangelegd (circa 2 m). Deze effecten zijn afhankelijk van de aanlegdiepte van de buisleidingen en moeten daarom per project worden onderzocht.

### Effectbeschrijving beschermde soorten

Via de soortenbescherming in de Wet natuurbescherming (Wnb) zijn plant- en diersoorten beschermd. Voor de omschrijving en werking van de soortenbescherming wordt verwezen naar de beschrijving onder paragraaf 4.2.1 en bijlage V. Deze paragraaf beschrijft ook de concentratiegebieden, relevante soorten en overige aandachtspunten die ook relevant zijn voor de (mogelijke) milieueffecten van het warmtedistributienetwerk.

Door de aanleg van een ondergronds warmtenet kunnen soorten die beschermd zijn onder de Wnb tijdelijk worden verstoord, kan (een onderdeel van) essentieel leefgebied aangetast of vernietigd worden, of kan er sterfte van soorten optreden. De precieze effecten op soorten zijn locatie-afhankelijk en moeten daarom per project onderzocht worden. Bij overtreding van de verboden zoals vastgelegd in de Wnb, moet een ontheffing worden aangevraagd. Deze wordt alleen verleend als er geen andere reële alternatieven voor de locatie van het plan zijn en als er een dwingende reden van groot openbaar belang gediend wordt.

### Effectbeschrijving GNN en overige gebieden

Het Gelders Natuurnetwerk (GNN) beschermt de bijzondere Natura 2000-natuur, versterkt het lokale karakter en verbindt de natuurgebieden in Gelderland. Het GNN is beschermd in de Omgevingsverordening en in gemeentelijke bestemmingsplannen. Voor de omschrijving, doelstellingen en restricties met betrekking tot GNN wordt verwezen naar de beschrijving onder paragraaf 4.2.1.

Het warmtenet kan ook effect hebben op weidevogelgebieden, groene ontwikkelingszones, ganzenfoerageergebieden en stiltegebieden. Voor al deze gebieden gelden bepalingen die aangeven of een activiteit wel of geen doorgang kan vinden.

Voor het warmtenet zijn de effecten op GNN en overige gebieden vergelijkbaar met de effecten op Natura 2000-gebieden. Hiervoor wordt dan ook verwezen naar de teksten onder Effectbeschrijving Natura 2000-gebieden. Samengevat gaat dit om:

- verstoring tijdens de aanlegfase door werkzaamheden;
- vegetatievernietiging en beperking groei vegetatie (ondiepe warmtetransportleidingen).

De effecten op GNN en overige gebieden moeten per project onderzocht worden. Mogelijk is het compensatiebeginsel van toepassing op deze beschermde gebieden. Per project dient ten minste worden onderbouwd dat geen sprake is van significante effecten.

### Conclusie

*Natura 2000-gebieden*

Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan leiden tot stikstopdepositie op Natura 2000-gebieden. In een voortoets van de Wnb moet de stikstofdepositie worden onderzocht. De aanleg van het warmtenet kan leiden tot ruimtebeslag en verstoring van soorten in Natura 2000-gebieden. Deze effecten zijn echter tijdelijk van aard en effecten zijn te mitigeren.

*Beschermde soorten*

Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan leiden tot tijdelijke effecten op beschermde plant- en diersoorten zoals vastgelegd in de Wnb. Deze effecten zijn locatie-afhankelijk en moeten per project onderzocht worden. Mogelijk is een ontheffing nodig voordat een vergunning kan worden verleend.

*Overige gebieden*
Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan leiden tot tijdelijke effecten op natuurwaarden in GNN en overige beschermde natuurgebieden. Deze effecten zijn locatie-afhankelijk en moeten per project onderzocht worden. Mogelijk is een ontheffing of compensatie nodig voordat een vergunning kan worden verleend.

### 10.3.4 Cultuurhistorie en archeologie

**Effectbeschrijving**
Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan cultuurhistorische en archeologische waarden aantasten. De beschermde waarden van cultuurhistorie en archeologie zijn vastgelegd in wetgeving en beleid. Voor het wettelijk kader en beleidskader cultuurhistorie en archeologie wordt verwezen naar bijlage II.

*Effecten op cultuurhistorie*
Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten aantasten. De gebieden die hieronder vallen zijn opgenomen in paragraaf 4.2.2. Aantasting van de cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten is niet of slechts beperkt toegestaan. Aanleg van de warmtetransportleidingen is binnen deze aangeduide gebieden en objecten dan ook niet haalbaar als niet kan worden uitgesloten dat de waarden worden aangetast. Per project moet daarom nader onderzoek plaatsvinden om aan te tonen dat de beschermde cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten niet worden aangetast.

*Effecten op archeologie*
Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan archeologische waarden aantasten. Paragraaf 4.2.2 laat de gebieden zien die zijn aangeduid als gebieden met (zeer) hoge archeologische waarden. Hieruit volgt dat gebieden met archeologische monumenten vanuit wetgeving niet aangetast mogen worden. Indien bij de nadere tracering van het warmtenet blijkt dat een dergelijk archeologisch monument niet vermeden kan worden, kan toepassing van een boring mogelijk uitkomst bieden. Sommige archeologische waarden liggen namelijk ondiep, waardoor relatief eenvoudig onder de waarde doorgeboord kan worden. Als dit geen uitkomst biedt, moet gezocht worden naar een alternatieve route waarmee het archeologische monument vermeden kan worden.

Voor gebieden met een (hoge of lagere) verwachte archeologische waarde geldt dat nader onderzoek plaats moet vinden of, en zo ja in welke hoedanigheid, er archeologische waarden aanwezig zijn. Als dit het geval is, dient nader archeologisch onderzoek plaats te vinden. De gebieden met een (zeer) hoge kans op archeologische sporen vormen hierbij een aandachtspunt. Voor een beschrijving en afbeelding van deze gebieden wordt verwezen naar de effectanalyse archeologie in paragraaf 6.3.3. Voor zowel bekende als verwachte archeologische waarden geldt dat per project onderzoek moet plaatsvinden om aan te tonen dat de archeologische waarden niet worden aangetast.

**Conclusie**
Aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen en de bovengrondse installaties kan cultuurhistorische en archeologische waarden aantasten. Aantasting van beschermde cultuurhistorische waarden, rijksmonumenten en archeologische waarden is niet toegestaan. Per project moet nader onderzoek plaatsvinden waarin wordt aangetoond dat de waarden niet worden aangetast en behouden blijven.

### 10.3.5 Leefomgeving

Gedurende de aanlegfase van het warmtenet kan hinder optreden op woningen. Dit omvat geluidhinder en overige hinder.

### Effectbeschrijving

*Geluid*
Gedurende de aanlegfase van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan geluidhinder optreden op geluidsgevoelige objecten. Deze geluidhinder komt voort uit geluidproductie van werkzaamheden ter plaatse van het tracé. Het geluid kan geproduceerd worden door het werkverkeer, het omleiden van regulier verkeer, de aan- en afvoer van materieel en de inzet van (groot) materieel (zoals kranen, bemalingspompen en boorinstallaties bij gestuurde boringen). De mate waarin geluid geproduceerd wordt, hangt samen met de inzet van benodigd materieel en de omvang van het werkverkeer. Daarnaast is de lengte van de warmtetransportleiding bepalend voor de aanlegduur en daarmee voor de periode waarin geluid wordt geproduceerd. Tot slot is de ligging ten opzichte van geluidsgevoelige objecten bepalend voor de mate waarin hinder optreedt. Voor laatstgenoemde zijn geluidnormen van toepassing.

Voor de aanlegfase zijn de geluidnormeringen uit het Bouwbesluit (2012) van toepassing. Hiervoor moet per project worden beoordeeld of de normen zoals getoond in tabel 10.11 en 10.12 onder 10.1.2 worden overschreden. Indien dit het geval is, moeten maatregelen worden getroffen. Dit kan gaan om geluidreducerende maatregelen aan de bron (bijvoorbeeld afscherming van boorinstallaties) of het vergroten van de afstand tot geluidsgevoelige objecten. Gedurende de gebruiksfase wordt geen geluidproductie verwacht van ondergrondse warmtetransportleidingen.

*Overige hinder*
Naast normoverschrijding geldt het aandachtspunt dat aanleg van een warmtenet in stedelijk gebied kan leiden tot (ernstige) hinder op bewoners van dat gebied. Dit wordt met name veroorzaakt door geluid, maar ook door de aanwezigheid van werkverkeer, omleidingsroutes, lichthinder op bouwplaatsen, en een tijdelijke verslechtering van de luchtkwaliteit.

### Conclusie
De aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen kan leiden tot geluidhinder en normoverschrijding. Hiervoor moet per project worden aangetoond dat de geldende geluidsnormen niet worden overschreden. Daarnaast geldt per project het aandachtspunt dat lokale hinder kan optreden, wat voornamelijk kan optreden in stedelijk gebied.

## 10.3.6 Gebruiksfuncties en ruimtegebruik

Het ondergrondse warmtenet kan effect hebben op bestaande gebruiksfuncties. Hieruit volgen aandachtspunten om rekening mee te houden tijdens de aanlegfase. Daarnaast treden effecten op ruimtegebruik op. Deze effecten treden op gedurende de gebruiksfase.

### Effectbeschrijving

*Gebruiksfuncties*
Bij de aanleg van het ondergrondse warmtenet kunnen bestaande gebruiksfuncties worden gekruist. Dit gaat om kruisingen met wegen, spoorwegen, vaarwegen en kabels en leidingen. Voor al deze functies gelden specifieke regels om kruisingen mogelijk te maken. Zo dienen ze alle zoveel mogelijk haaks gekruist te worden en moet zoveel mogelijk een gestuurde boring worden toegepast om deze functies te kruisen. Hierdoor worden de bestaande functies niet in functioneren beperkt. Onder voorwaarden kan een gemeentelijke weg worden opengebroken omdat hierbij de hinder relatief beperkt is. Per project moet bij de tracering rekening gehouden worden met deze bestaande gebruiksfuncties en de kruising daarvan.

Overige gebruiksfuncties in de vorm van bebouwing worden logischerwijs vermeden. Verlies van gebruiksfuncties door ruimtegebruik is beschreven onder ruimtegebruik.

*Ruimtegebruik*

Ruimtegebruik heeft betrekking op het (tijdelijk) oppervlakteverlies voor uitvoering van bestaande en toekomstige functies. Boven een warmtetransportleiding kunnen vanuit planologische gronden beperkt ontwikkelingen plaatsvinden omdat de leiding bereikbaar moet blijven voor onderhoud. Hiervoor gelden vergelijkbare eisen als voor hoogspanningskabels. De eisen worden vastgesteld door de beheerder van het warmtenet en zijn daardoor locatie- en projectspecifiek. Per project moet dit in kaart worden gebracht.

**Conclusie**

*Gebruiksfuncties*

Bij aanleg van de ondergrondse warmtetransportleidingen moet rekening gehouden worden met de kruising van bestaande gebruiksfuncties zoals wegen en kabels en leidingen. Deze moeten onder de juiste voorwaarden gekruist worden. Dit moet per project nader worden onderzocht.

*Ruimtegebruik*

Boven de warmtetransportleiding kunnen gedurende de gebruiksfase geen andere functies worden gerealiseerd omdat de leiding te allen tijde bereikbaar moet blijven voor onderhoud.

# 11

## RISICO'S EN AANDACHTSPUNTEN WARMTETECHNIEKEN

De effectanalyse uit hoofdstuk 10 laat de milieueffecten van warmtebronnen, warmteopslag en warmtedistributie op hoofdlijnen zien. Uit deze effectanalyse volgen gebieden waar realisatie van een of meerdere van deze onderdelen vanuit milieuperspectief niet haalbaar is of bij voorkeur vermeden wordt (11.1). Paragraaf 11.2 gaat kort in op de voorkeurslocaties voor warmtetechnieken in de regio Arnhem-Nijmegen. Ook gelden voor elk van de genoemde onderdelen die in paragraaf 11.1 worden genoemd meerdere aandachtspunten voor de vervolgfases (11.3).

### 11.1 Risico's voor uitvoerbaarheid

De effecten van warmtebronnen, warmteopslag en warmtedistributie zijn in het planMER op hoofdlijnen beschreven. Daarom zijn de hier beschreven effecten niet op voorhand bepalend voor de uitwerking van de warmteprojecten. Wel heeft de effectanalyse de effecten in beeld gebracht die op voorhand een risico vormen voor de uitvoerbaarheid. Deze effecten zijn naar verwachting niet vergunbaar en/of er zijn onvoldoende maatregelen beschikbaar om effecten te beperken. Dit omvat de gebieden die vanuit milieuperspectief als niet haalbaar zijn aangeduid of bij voorkeur moeten worden vermeden.

Voor warmtebronnen gaat het om de volgende risico's voor de uitvoerbaarheid:
- geothermie en open WKO-systemen in waterwingebieden zijn vanuit de Omgevingsverordening van de provincie Gelderland niet toegestaan. Geothermie en open WKO's in grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden en koude-warmteopslagvrije zones zijn naar verwachting niet vergunbaar. De effecten in deze gebieden zijn naar verwachting van dusdanige omvang, dat het een risico betreft voor het verkrijgen van een ontheffing;
- geothermie in Natura 2000-gebieden en GNN vormt een risico voor de vergunbaarheid omdat hier naar verwachting significante effecten kunnen optreden op de IHD en overige natuurwaarden;
- biomassacentrales kunnen stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden veroorzaken tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Dit is een risico voor de vergunbaarheid vanuit de Wet natuurbescherming. Het risico is afhankelijk van locatie en hoeveelheid stikstofdepositie;
- voor alle warmtebronnen geldt dat aantasting van archeologische waarden of beschermde cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten niet of slechts onder strenge voorwaarden is toegestaan.

Voor warmteopslag gaat het om de volgende risico's voor de uitvoerbaarheid:
- onder- en bovengrondse warmteopslag is op grond van geldende wet- en regelgeving niet haalbaar in Natura 2000-gebieden en GNN, waterwingebieden en koude-warmteopslagvrije zones. De effecten zijn hier naar verwachting van dusdanige omvang dat deze niet vergunbaar zijn;
- voor grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones en kwetsbare drinkwaterreserveringsgebieden gelden voorschriften waaronder afgeweken kan worden van de maximale boringsdiepten. De (afwijk)mogelijkheden moeten per project onderzocht worden;
- voor onder- en bovengrondse opslag geldt dat aantasting van archeologische waarden of beschermde cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten niet is toegestaan;
- voor thermische putten geldt dat bemaling in combinatie met de hoge grondwaterstanden de projecten complex of onhaalbaar maakt;
- voor thermische putten geldt dat het grote ruimtebeslag een risico vormt voor de uitvoerbaarheid.

Voor warmtedistributie gaat het om de volgende risico's voor de uitvoerbaarheid:
- een warmtetransportleiding in een waterwingebied is vanuit de Omgevingsverordening niet toegestaan;
- een warmtetransportleiding in een grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zone en kwetsbaar drinkwaterreserveringsgebied is niet uitgesloten, maar wel gebonden aan voorwaarden voor aanvraag van een ontheffing. Dit vormt een risico voor de vergunbaarheid;
- effecten op Natura 2000-gebieden en GNN vormen een risico voor de vergunbaarheid door stikstofdepositie, ruimtebeslag, effecten op de IHD en verstoring van soorten uit de Wet natuurbescherming;
- aantasting van archeologische waarden, of beschermde cultuurhistorische waarden en rijksmonumenten is niet toegestaan.

## 11.2 Voorkeurslocaties vanuit milieu

Voor warmtebronnen en warmteopslag zijn locaties aangeduid die vanuit milieuperspectief niet haalbaar zijn of bij voorkeur vermeden moeten worden. In het planMER zijn hiervoor verschillende kaarten gemaakt die inzicht geven in waar milieueffecten optreden. Omdat de effecten per warmtetechniek erg verschillen zijn de kaarten niet opgenomen in deze samenvatting. De overige locaties zijn niet op voorhand ongeschikt, maar ook niet op voorhand geschikt. Voor alle warmtebronnen, warmteopslag en warmtedistributie moet nader onderzoek plaatsvinden om de milieueffecten in kaart te brengen. Zo kan aquathermie effecten hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit en kan de lozing van afvalwater effect hebben op het grond- en oppervlaktewater. Voor beide gevallen geldt dat het voldoen aan de normen bepalend is voor de vergunbaarheid van de projecten.

In combinatie met het detailniveau van de effectanalyse warmte (zie hoofdstuk 9 en 10), maakt dat in dit planMER geen voorkeurslocaties zijn aangewezen voor warmtebronnen en warmtedistributie. Nader onderzoek per project moet uitwijzen wat de voorkeurslocaties en milieueffecten ter plaatse zijn. Hierbij dient ook het huidige aanbod en vraag naar warmte meegenomen te worden.

## 11.3 Aandachtspunten voor het vervolg

Voor alle onderdelen voor warmte gelden aandachtspunten voor het vervolg. Tabel 11.1 laat deze aandachtspunten voor het vervolg op hoofdlijnen zien.

Tabel 11.1 Aandachtspunten voor het vervolg

| Thema | Aandachtspunt(en) |
|---|---|
| drinkwaterwinning | diepe geothermie is vanuit bodempotentie kansrijk in en rondom de gebieden die waardevol zijn voor de drinkwaterwinning. Deze drinkwatergebieden zijn beschermd. |
| risico op zettingen | binnen het plangebied is zettingsgevoelige grond aanwezig. Voor warmtebronnen, warmteopslag en warmtedistributie is het risico op zettingen daarom een aandachtspunt |
| natuur | warmtebronnen, warmteopslag en warmtedistributie hebben naar verwachting (significante) effecten op natuurwaarden. Dit moet per project worden onderzocht |
| veiligheid | geothermie en biomassacentrales zijn gebonden aan afstandscriteria omtrent externe veiligheid. Dit moet per project worden onderzocht |
| geluid | geothermie en biomassa veroorzaken geluidemissie gedurende de gebruiksfase. Projectspecifiek onderzoek moet uitwijzen of hierbij kan worden voldaan aan de normen |
| bodemkwaliteit | voor warmtebronnen, warmteopslag en warmtedistributie geldt dat bodemverontreinigingen zoveel mogelijk vermeden moeten worden vermeden om verplichte saneringswerkzaamheden te voorkomen |
| landschap | met name bovengrondse warmteopslag leidt tot effecten op ruimtelijk visuele kenmerken. Deze moeten per project worden onderzocht, waarna landschappelijke inpassing ervoor moet zorgen |

| Thema | Aandachtspunt(en) |
|---|---|
| | dat dit geen belemmering vormt voor de uitvoering. Voor andere bovengrondse onderdelen geldt dit ook, echter in mindere mate |
| cultuurhistorie | warmtebronnen kunnen zorgen voor een aantasting van cultuurhistorische waarden. Per project dient onderzocht te worden wat de cultuurhistorische waarden zijn en in hoeverre een aantasting plaatsvindt, en zo ja, of dit acceptabel is |
| waterkwaliteit | aquathermie kan effecten hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit. De effecten hiervan zijn onvoldoende bekend en zijn locatie-specifiek. Dit moet per project worden onderzocht.<br>lozing van afvalwater bij open WKO's kan effect hebben op de grondwater en oppervlaktewaterkwantiteit en -kwaliteit. Dit moet per project worden onderzocht |
| ruimtebeslag | voor warmteopslag (bovengrondse tanks en thermische putten) geldt dat ruimtebeslag een aandachtspunt is voor de vervolgfases |
| hinder | aanlegwerkzaamheden en gebruik van biomassacentrales kunnen hinder op omwonenden veroorzaken. Dit kan gaan om geurhinder, maar ook om een toename van verkeersbewegingen. Hoewel dit in de meeste gevallen niet gebonden is aan normen, moeten deze effecten per project worden onderzocht |

## 11.4 Leemten in kennis en informatie warmtetechnieken

Voor warmtetechnieken is sprake van leemten in kennis die betrekking hebben op de technieken en bijbehorende milieueffecten. Deze zijn al deels uiteengezet in hoofdstuk 9, maar worden in deze paragraaf nog kort beschreven.

Algemeen geldt dat de leemten in kennis het doel van dit planMER niet in de weg staan. Het vormt namelijk geen belemmering voor de besluitvorming over locaties en technieken die nu voorligt, omdat de effectanalyses aansluiten bij het abstracte karakter van dit planMER.

Voor de warmtebronnen en de warmteopslag geldt dat -in vergelijking tot wind- of zonne-energie- nog relatief weinig onderzoek is gedaan naar de milieueffecten van dergelijke technieken. Daardoor is informatie niet (openbaar) beschikbaar, wat betekent dat per project en locatie onderzoek moet plaatsvinden om de effecten te bepalen. Dit planMER is echter opgesteld zonder informatie over mogelijke uitwerking van specifieke plannen en zonder specifieke opgave. Hierdoor wordt geen detailonderzoek gedaan naar de daadwerkelijke milieueffecten van een project of plan, maar zijn de effectanalyses gebaseerd op expert-judgement en beschikbare informatie. Daarnaast is de warmtetransitie bij de gemeenten belegd, omdat de meeste effecten erg lokaal en specifiek zijn. Dit sluit aan bij de conclusie dat onderzoek per project en locatie moet plaatsvinden. Voor warmtedistributie zijn de effecten vergelijkbaar met hoogspanningskabels, waarvan de milieueffecten breed zijn onderzocht, maar ook hier geldt dat de effecten erg locatie- en projectspecifiek zijn.

De leemten in kennis hebben daarnaast onder andere betrekking op de volgende aspecten. Deze aspecten zijn (in meer of mindere mate) bepalend voor de milieueffecten van de warmtebronnen of warmteopslag:
- de diepte van de boringen van geothermie, open WKO's en HTO (opslag). Deze zijn bepalend voor de effecten op de bodem, het grondwater en daarmee op waterwingebieden en de uitstraling daarop;
- de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit en -kwantiteit ter plaatse is voor alle warmtetechnieken relevant omdat hiermee de effecten op het oppervlakte- en grondwater kunnen worden bepaald. Deze moeten per project worden onderzocht;
- de ligging en omvang van de thermische putten en bovengrondse tankopslag bepaalt de effecten op het landschap en het ruimtegebruik;
- de aard van de biomassa, waterstof of biomassacentrales bepaalt de stikstofemissie en daarmee de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden;
- de ligging van het warmtenet bepaalt welke effecten optreden op welke gebieden en in welke mate deze optreden.

# Bijlagen

# BIJLAGE: AUTONOME ONTWIKKELINGEN

# II

## BIJLAGE: KADERS VANUIT WETGEVING, BELEID EN RICHTLIJNEN

III

# BIJLAGE: NOTITIE ALTERNATIEVENONTWIKKELING

# IV

## BIJLAGE: OMGANG ADVIES COMMISSIE M.E.R.

# V

## BIJLAGE: NATUUR

# VI

## BIJLAGE: LANDSCHAP

# VII

## BIJLAGE: BEOORDELING BODEM EN WATER

# VIII

## BIJLAGE: BEOORDELING CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGIE

# IX

## BIJLAGE: BEOORDELING LEEFOMGEVING

# X

## BIJLAGE: BEOORDELING VEILIGHEID

# XI

## BIJLAGE: ENERGIEOPBRENGST

# XII

## BIJLAGE: ANALYSE MOLENAARSWONINGEN

# XIII

## BIJLAGE: ANALYSE ENERGIESYSTEEM