



Plan-MER Windbeleid en RES provincie Gelderland

Onderzoeksrapport Netinpassing

Provincie Gelderland

12 april 2024

Project Opdrachtgever Plan-MER Windbeleid en RES provincie Gelderland Provincie Gelderland

Document Status Datum Referentie Onderzoeksrapport Netinpassing Definitief 12 april 2024 132826/24-005.207

Projectcode Projectleider Projectdirecteur 132826 T. Reimer MSc A.M. Springer-Rouwette MSc

Auteur(s) Gecontroleerd door Goedgekeurd door C.J. Berkhout MSc S.W.P. van Wieringen MSc 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 veeelvoudigd 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

1	INLEIDING	4
2	ONDERZOEKSAANPAK	5
2.1	Toelichting criteria	10
2.1.1	Overbelaste onderstations	10
2.1.2	RES-doel met wind ingevuld	11
2.1.3	RES-doel met wind ingevuld Zoekruimtegebruik wind	11
2.1.4	RES-doel met wind ingevuld Resulterende wind/zon-verhouding	11
2.1.5	RES-doel met zon ingevuld	12
2.1.6	RES-doel met zon ingevuld Zoekruimtegebruik zon	12
2.1.7	RES-doel met zon ingevuld Resulterende wind/zon-verhouding	12
3	REFERENTIESITUATIE	14
4	EFFECTANALYSE BASISBEOORDELING	16
4.1	Overbelaste onderstations	16
4.2	RES-doel met wind	17
4.3	Wind/zon-verhouding bij inzet op wind	19
4.4	RES-doel met zon	20
4.5	Wind/zon-verhouding bij inzet op zon	21
5	EFFECTANALYSE ALTERNATIEVEN	22
5.1	Natuur	22
5.2	Landschap	25
5.3	Leefomgeving	28
5.4	RES 1.0	31
6	MITIGATIE, LEEMTEN IN KENNIS EN MONITORING	35
	Laatste pagina	35

1

INLEIDING

In deze sectie wordt het aspect netinpassing geanalyseerd. Netinpassing gaat over de beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnetwerk en hoe de belasting van het net zal veranderen door de ontwikkeling van wind- en zonne-energie in Gelderland. Deze analyse is gedaan op basis van door Liander aangeleverde data omtrent de beschikbare capaciteit op de onderstations in de provincie Gelderland. Onderstations zijn plekken waar het transportnetwerk van de TenneT (de Transmission System Operator, TSO) gekoppeld is aan het distributienetwerk van Liander. Deze onderstations verdelen de elektriciteit over aangesloten klanten in hun verzorgingsgebied maar hebben een maximale capaciteit, welke een limiet stelt aan hoeveel elektrisch vermogen er getransporteerd kan worden. Grootschalige opwekprojecten worden in de regel op deze onderstations aangesloten. Het netwerk beschouwen op onderstationsniveau is gekozen omdat dit representatief is in de context van duurzame opwek aansluiten en omdat er goede gegevens beschikbaar zijn op dit niveau vanuit de netbeheerder. De onderstationsdata vormen zo de kaders waarbinnen energieprojecten kunnen worden gerealiseerd. Immers, als er geen capaciteit op het netwerk meer beschikbaar is dan kan een nieuw wind- of zonproject niet aangesloten worden op het elektriciteitsnet.

Door gebruik te maken van kaarten met onderzoekslocaties (van de verschillende alternatieven) uit het plan-MER en met de gegevens van de RES-doelen en realisatie daarvan van de verschillende regio's wordt in dit onderzoeksrapport bekeken of en hoe de RES-doelen behaald kunnen worden binnen de limieten van het elektriciteitsnet.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de verschillende stappen in de onderzoeksopbouw beschreven. De belangrijkste criteria die hierin beschouwd worden zijn: kan het RES-doel gehaald worden? Hoeveel ruimte is hiervoor nodig? Wat wordt de verhouding wind/zon?

In hoofdstuk 3 wordt de referentiesituatie geschetst, dit is de situatie zonder extra wind- of zonprojecten. Deze situatie is bepalend voor hoeveel extra opwek er nog gerealiseerd moet worden en vormt zo het startpunt voor de verdere analyse.

In hoofdstuk 4 wordt de basisbeoordeling uitgevoerd op basis van de kaarten met onderzoekslocaties waarbij nog geen rekening gehouden is met de thema's van de verschillende alternatieven. Hierbij worden verschillende mogelijkheden voor het invullen van de RES-doelen geanalyseerd.

In hoofdstuk 5 wordt de analyse zoals in hoofdstuk 4 uitgevoerd voor de alternatieven natuur, landschap, leefomgeving en RES 1.0. De methodiek is gelijk aan die van hoofdstuk 4. Door verschillende onderzoekslocaties verschillen deze resultaten onderling en verschillen ze ook van de basisbeoordeling.

2

ONDERZOEKSAANPAK

In de effectanalyse wordt bekeken hoeveel wind en zon geplaatst kan worden binnen de beschikbare netcapaciteit en binnen de beschikbare onderzoekslocaties.

Hiertoe worden verschillende databronnen samengebracht om tot een waarheidsgetrouw beeld te komen van de netbelasting:

- voor **zon op dak** wordt gebruik gemaakt van een **prognose** voor 2030 op basis van het "middel" scenario van [Gelderse Basis ZonPV-op-dak](#)¹. Dit wordt gezien als een autonome ontwikkeling en is dus niet afhankelijk van beleidskeuzes;
- de **onderzoekslocaties** voor **windenergie** (zie hoofdstuk 4 van het planMER). De onderzoekslocaties zijn beschreven als mogelijke projectlocaties (simpel gezegd; opgeknipt tot gebieden van een zinnig formaat);
- de **onderzoekslocaties** voor **zonne-energie**. Het onderzoeksgebied (zie hoofdstuk 4.3 van het planMER) hiervan is met een algoritme opgeknipt tot representatieve gebieden waarin 10 tot 30 MWp zon op veld te plaatsen is. Hierbij is gerekend met een dichtheid van 1 MWp/hectare en een bedekkingspercentage van 10 %;
- **pijplijnprojecten** uit de RES-monitoring. Deze reeds bekende, maar nog niet gerealiseerde projecten brengen ook een extra netbelasting met zich mee welke nu nog niet in de Liander gegevens verwerkt is. Deze projecten zijn met een weegfactor conform het [begrippenkader van NPRES](#)² meegenomen in de analyse;
- **belasting en capaciteitsgegevens** tot aan 2030 van de **onderstations** van Liander. Deze gegevens zijn door Liander zelf aangeleverd.

Projecten worden verbonden met het dichtstbijzijnde onderstation. De extra netbelasting gecreëerd door een energieproject wordt dus toegekend aan het dichtstbijzijnde onderstation.

Alle gegevens zijn verzameld en verwerkt door Appcentive. In de Allocator tool die zij ontwikkeld hebben voor dit onderzoek zijn de resultaten inzichtelijk gemaakt.

¹ [Gelderse Basis ZonPV-op-dak](#)

² [begrippenkader van NPRES](#)

Appcentive Allocator

Wat het is

De Allocator tool is bedoeld voor ondersteuning in het RES-proces. Het geeft bestuurders en beleidsmakers de optie om zelf op interactieve manier te verkennen wat de impact van verschillende keuzes voor duurzame opwek is. Op interactieve wijze kunnen windenergie en zonne-energieprojecten worden geplaatst op de kaart, waarna het effect op het elektriciteitsnetwerk en de RES-doelen zichtbaar wordt. Dit geeft een eerste indruk van de impact van keuzes en geeft mensen zonder expertise toch intuïtie voor het effect van keuzes

Hoe het werkt

In de basis is de tool een verzameling van verschillende databronnen, daar wordt vervolgens een kleine berekening mee gedaan en het resultaat wordt visueel gepresenteerd.

De databronnen bestaan uit o.a:

- beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnetwerk van Liander, nu en in de toekomst (tot 2030);
- bestaande projecten van wind- en zonne-energie (omvang + locatie);
- prognose ontwikkeling zon op dak per gemeente;
- kaarten met mogelijke locaties voor nieuwe wind- en zonprojecten.

Er kunnen extra wind- en/of zonne-energie projecten toegevoegd worden waarna de invloed hiervan op het elektriciteitsnet zichtbaar wordt. Er zijn bijvoorbeeld gebieden waar wel fysieke ruimte is en geen netcapaciteit, maar ook gebieden waar het andersom is.

De tool berekent wat de energieopbrengst van een toegevoegd project is en spiegelt dit aan de gestelde RES-doelen.

In het kader van de planMER zijn er meerdere kaarten met onderzoekslocaties toegevoegd aan de tool, corresponderend met de verschillende alternatieven uit het planMER. De alternatieven verschillen in beschikbare zoekruimte voor energie-opwek.

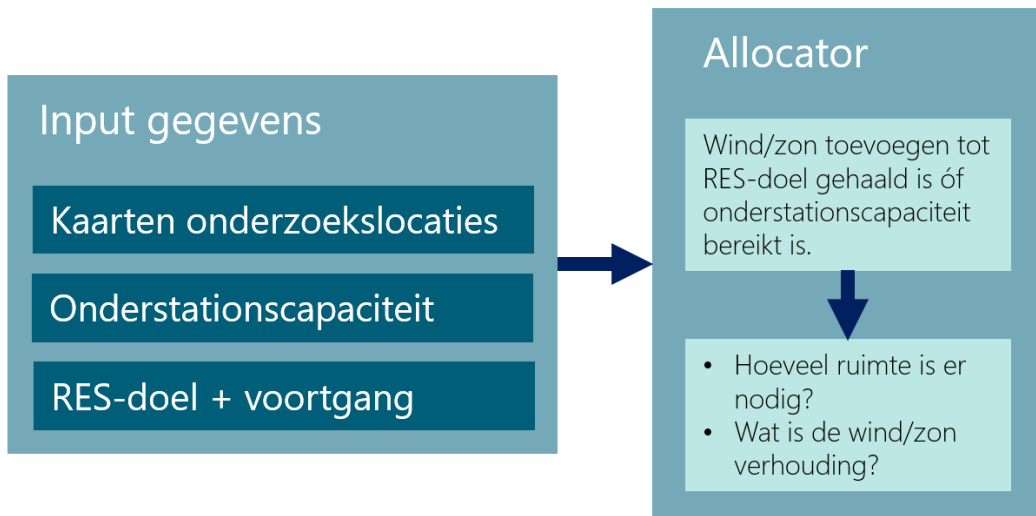
Voor elke RES-regio is bekeken of en hoe de RES-doelen gehaald kunnen worden. Hierbij is de aanname dat een deel van RES-doel reeds is voldaan met gerealiseerde projecten of projecten in de pijplijn, dit is de referentiesituatie zoals beschreven in hoofdstuk 3. Voor het openstaande deel van het RES-doel moet dus nog duurzame opwek gerealiseerd worden.

Daarbij is gekeken naar:

- indien voor het openstaande deel van het RES-doel alleen wind wordt gebruikt:
 - is het RES-doel dan haalbaar o.b.v. netcapaciteit en zoekruimte voor wind?
 - hoeveel % van de zoekruimte voor windturbines is hiervoor benodigd?
 - wat zou de wind/zon-verhouding worden?
- indien voor het openstaande deel van het RES-doel alleen zon wordt gebruikt:
 - is het RES-doel dan haalbaar o.b.v. netcapaciteit en zoekruimte voor zon?
 - hoeveel % van de zoekruimte voor zonnepanelen is hiervoor benodigd?
 - wat zou de wind/zon-verhouding worden?

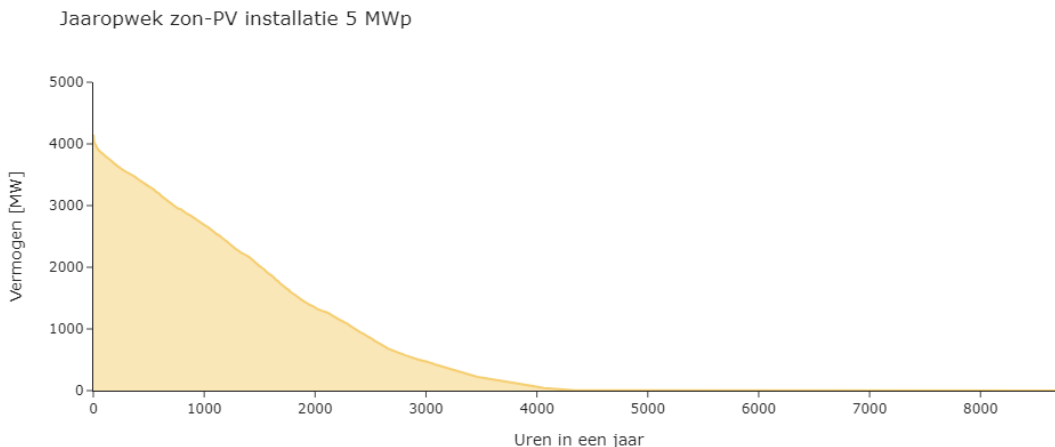
In afbeelding 2.1 is schematisch weergegeven hoe de onderzoeks aanpak gebruikt wordt om antwoord te geven op bovenstaande vragen.

Afbeelding 2.1 Diagram onderzoeksanpak

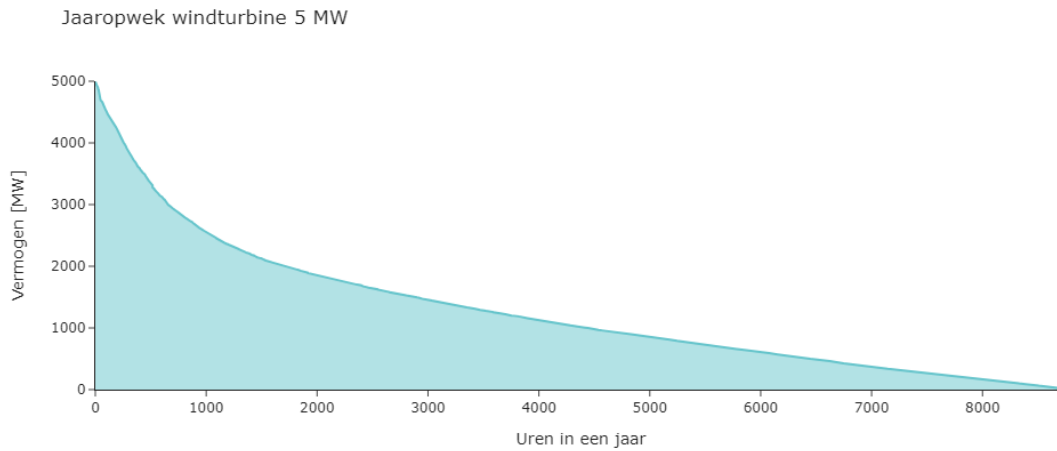


Windenergie is in de regel een efficiëntere manier van het elektriciteitsnetwerk benutten. De eenvoudige uitleg hiervoor is dat windturbines veel constanter elektriciteit produceren dan zonnepanelen. Zonnepanelen leveren alleen midden in de zomer, op het midden van dag maximale energie. Het elektriciteitsnetwerk moet berekend worden op deze piek, terwijl dit maar een korte periode plaatsvindt. Windturbines leveren in alle seizoenen en ook verspreid over de hele dag. In onderstaande afbeeldingen 2.1 en 2.2 is voor een zonneveld en windturbine van eenzelfde vermogen weergegeven hoeveel energie er opgewekt wordt in een jaar (ca. 8760 uren), dit is de zogenoemde vermogens-duurkromme:

Afbeelding 2.2 Vermogens-duurkromme zon-PV. Op de horizontale as staan alle uren van een jaar, deze is gesorteerd naar het vermogen (verticale as) wat geleverd wordt in dat uur.



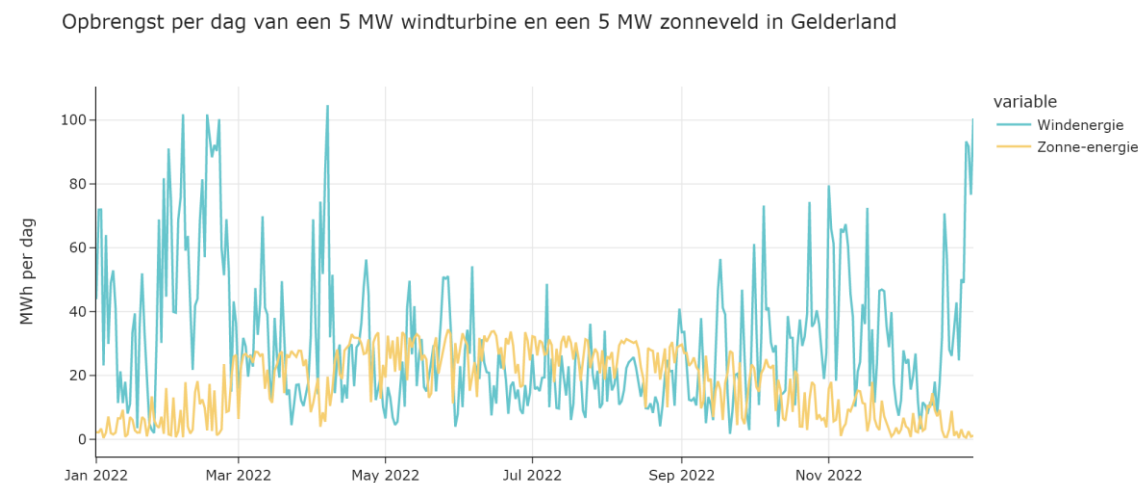
Afbeelding 2.3 Vermogens-duurkromme windturbine. Op de horizontale as staan alle uren van een jaar, deze is gesorteerd naar het vermogen (verticale as) wat geleverd wordt in dat uur.



In deze grafieken is te zien dat windturbines een veel constanter vermogen leveren en dat ook voor een veel langere periode doen. Zonnevelden leveren niet zonder zon, wat dus betekent dat er de helft van het jaar gegarandeerd niks geleverd wordt.

In afbeelding 2.4 is de verdeling over het jaar heen weergegeven. Hier is duidelijk het effect van de seizoenen te zien, voor zowel wind als zon.

Afbeelding 2.4 Vergelijking van energieopbrengst over het jaar heen.



Tabel 2.1 Beoordelingskader 'netinpassing'

Thema	Aspect	Criterium	Methode
	netinpassing	zijn er onderstations die zonder nieuwe initiatieven al overbelast zijn?	beschreven in 2.1.1
		is het RES-doel haalbaar met alleen windenergie voor de openstaande opgave	beschreven in 2.1.2

Thema	Aspect	Criterium	Methode
		indien haalbaar met windenergie: - welke percentage van de zoekruimte is nodig om dit te realiseren?	beschreven in 2.1.3
		indien haalbaar met windenergie: - Wat wordt de verhouding wind/zon als er alleen nog op windenergie wordt ingezet	beschreven in 2.1.4
		is het RES-doel haalbaar met alleen zonne-energie voor de openstaande opgave	beschreven in 2.1.5
		indien haalbaar met zonne-energie: - welke percentage van de zoekruimte is nodig om dit te realiseren?	beschreven in 2.1.6
		indien haalbaar met zonne-energie: - wat wordt de verhouding wind/zon als er alleen nog op zonne-energie wordt ingezet	beschreven in 2.1.7

Beperkingen van dit onderzoek

De uitgevoerde analyse is een versimpeling van de echte werking van het energiesysteem. Er is gewerkt met de netbeheerder afgestemde data, welke in uitgangspunten en methodologie uitlijnt met hun investeringsplannen en verwachting van het toekomstige energiesysteem.

- bij zon op dak is er uitgegaan van een prognose voor 2030 op basis van het 'middel' scenario van **Gelderse Basis ZonPV-op-dak**. Of dit doel gehaald gaat worden is onduidelijk, mede omdat provincies en gemeentes relatief weinig invloed hebben op deze ontwikkeling. Er is aangenomen dat deze ontwikkeling autonoom is en dus niet afhankelijk van beleid van RES-regio's. In het geval er minder zon op dak ontwikkeld wordt dan voorzien, dan komt er capaciteit vrij op het onderstation die eventueel ingezet kan worden voor windturbines (bij voorkeur) of zon op veld. In het geval dat er méér zon op dak ontwikkeld wordt dan voorzien, dan legt dit extra beslag op netcapaciteit, die dan niet meer beschikbaar is voor wind of zon op veld;
- de beschikbare capaciteit op het elektriciteitsnet is aangeleverd door Liander evenals de rekenregels voor de inpassing van nieuwe opwek. Of er daadwerkelijk een netaansluiting verkregen kan worden voor een project valt niet uit deze analyse of de Allocator tool op te maken. Dit zal voor specifieke projecten in overleg met de netbeheerder moeten gaan. Deze analyse geeft op hoofdlijnen aan waar er nog capaciteit vrij is;
- de grenzen van de verzorgingsgebieden zijn afgestemd met de netbeheerder, maar deze blijven indicatief. Wel zijn de verzorgingsgebieden zo aangepast dat deze worden opgedeeld door de grote rivieren om een realistischer beeld te krijgen dan wanneer slechts voronoi gebruikt zou worden. Aansluiting op een ander onderstation dan de dichtstbijzijnde is in de praktijk een optie. Deze optie is maatwerk en kan niet worden meegenomen in de tool of deze analyse. Dat betekent dus dat het in de praktijk toch mogelijk is om projecten in rode gebieden te realiseren en die aan te sluiten op een naastgelegen gebied waar nog wel capaciteit beschikbaar is;
- wind- en zonne-energie wordt conventioneel ingezet. Er zijn verschillende "slimme" manieren te bedenken om met beperkte netcapaciteit toch meer duurzame energie aan het netwerk te leveren. Dit valt buiten de scope van het onderzoek. Cable-pooling, aftoppen (zowel door overdimensionering als aangestuurde curtailment), batterijopslag en congestiemanagement zijn hier enkele voorbeelden van. Toepassing van deze technieken vereist investering door, en afstemming met meerdere partijen. Vanwege de huidige manier van het vrijgeven van netwerkcapaciteit en de beperkte prikkels voor innovatieve oplossingen is het onzeker of deze oplossingen daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden en een significante bijdrage zullen leveren aan het vergemakkelijken van de inpassing van nieuwe duurzame energie voor 2030.

De voorliggende analyse en de Allocator tool moeten gezien en gewaardeerd worden op het niveau waarvoor ze zijn ontworpen: keuzes maken op hoofdlijnen. Dit is ook in lijn met het detailniveau van dit onderzoek. Informatie van specifieke projecten is niet te waarderen op basis van deze gegevens, daarvoor

zal altijd aanvullend onderzoek nodig zijn, zowel qua netinpassing als op het gebied van milieu-effecten. Zie ook de disclaimer van de Allocator tool zelf.

2.1 Toelichting criteria

In de analyse van de volgende criteria behorende bij netinpassing wordt gebruik gemaakt van verzorgingsgebieden. Elk onderstation van Liander 'verzorgt' een omliggend gebied. Deze gebieden zijn indicatief en zijn bepaald op basis van afstand tot het onderstation (o.b.v. Voronoi algoritme). Dit is geen letterlijke uitwerking van het elektriciteitsnet, maar een wel een goede, door de netbeheerder onderschreven aanname.

2.1.1 Overbelaste onderstations

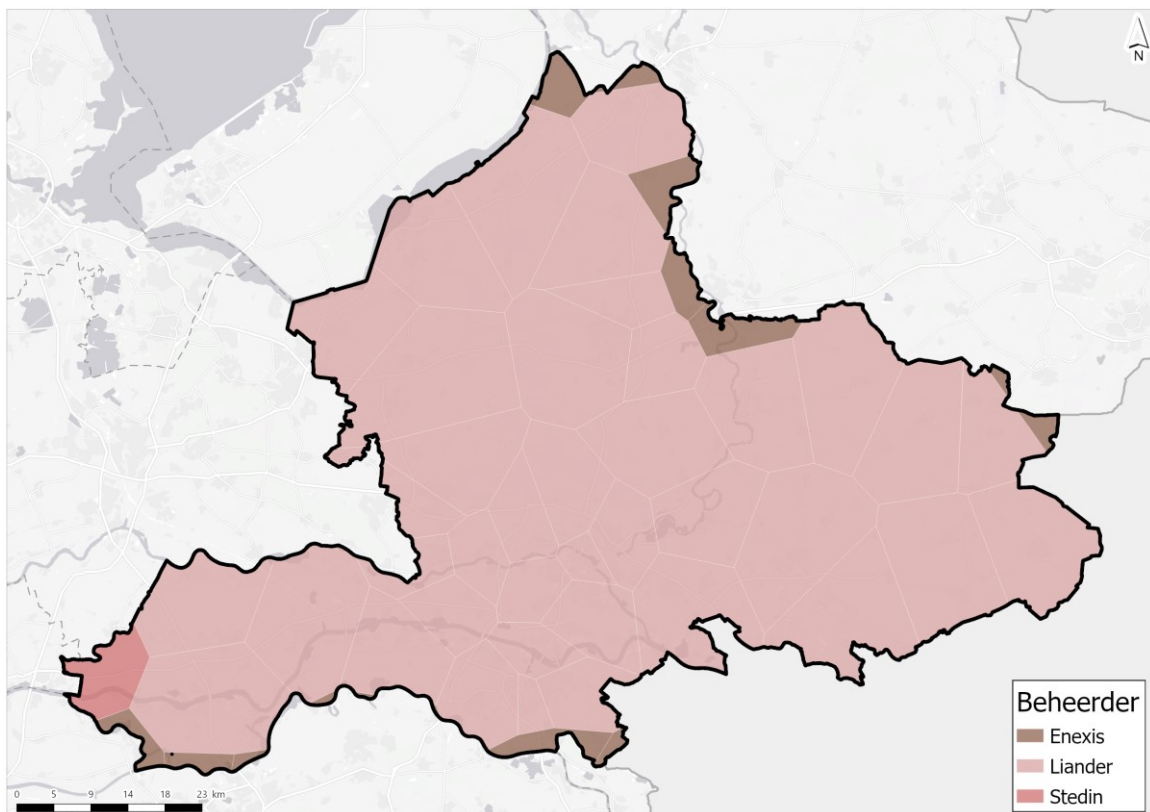
Bij dit criterium wordt bekeken welke onderstation er overbelast raken op basis van de referentiesituatie. Op overbelaste onderstations zijn geen nieuwe ontwikkelingen mogelijk. Dit beperkt zodoende de keuzevrijheid voor nieuwe initiatieven. Het kan voorkomen dat er wel fysieke ruimte beschikbaar is voor windturbines of zonnepanelen, maar dat het door een gebrek aan netcapaciteit toch niet mogelijk is om deze projecten hier te ontwikkelen.

Aansluiting op een ander, verder gelegen, onderstation waar nog wel capaciteit vrij is kan soms een oplossing zijn. Deze hypothetische situatie is in dit onderzoek niet verder verkend, maar kan voor concrete plannen wel een reële optie zijn om te bekijken.

Studiegebied

Volledige provincie Gelderland op basis van verzorgingsgebieden.

Afbeelding 2.5 Verzorgingsgebieden van onderstations per beheerder



Onderzoeksmethodiek

De overbelaste onderstations zijn onderdeel van de uitgangssituatie. Dit volgt uit de Allocator tool welke zich baseert op de referentiesituatie voor duurzame opwek en gegevens van Liander over onderstationscapaciteit en investeringsplannen.

Beoordelingsschaal

De beoordelingsschaal is binair, als er wel vrije capaciteit is dan blijft het verzorgingsgebied open als optie voor nieuwe initiatieven voor duurzame opwek. Als er geen vrije capaciteit is dan valt het gebied af.

2.1.2 RES-doel met wind ingevuld

In dit criterium wordt bekeken of er invulling gegeven kan worden aan het openstaande deel van het RES-doel door vanaf nu slechts nog in te zetten op windenergie. Er wordt vanuit gegaan dat bestaande wind en zon operationeel blijft en de pijplijn projecten worden meegenomen met een weegfactor op basis van de kans dat deze gerealiseerd worden. Het overgebleven deel van de RES opgave wordt ingevuld met nieuwe windparken. Uitgangspunt in deze analyse is het gebruik van middelgrote, 3,6 MW, turbines.

Onderzoeksmethodiek

In de Allocator app wordt gekeken of en hoe het RES-doel gehaald kan worden door windprojecten bij te plaatsen totdat er geen ruimte meer is of tot het RES-doel gehaald is.

Beoordelingsschaal

De beoordelingsschaal is binair, het RES-doel kan wel of niet behaald worden. Ongeacht of de RES-doelen geheel gehaald kunnen worden met wind worden criteria 2.1.3 en 2.1.4 onderzocht.

2.1.3 RES-doel met wind ingevuld | Zoekruimtegebruik wind

In dit criterium wordt bekeken hoeveel van de potentiële zoekruimte daadwerkelijk benodigd is voor windparken om het RES-doel te halen als dit doel alleen met wind wordt ingevuld. Indien het RES-doel niet gehaald kan worden wordt er alsnog bekeken wat er maximaal aan duurzame energie opgewekt kan worden binnen de ruimtelijke beperkingen en de beperkingen van het elektriciteitsnetwerk.

Onderzoeksmethodiek

In de Allocator app wordt gekeken hoeveel % van de ruimte gebruikt wordt bij een invulling van het RES-doel.

Beoordelingsschaal

Een laag percentage voor de benodigde zoekruimte geeft aan dat er keuze is. Er kan op basis van andere criteria nog een afweging gemaakt worden voor de specifieke locatie. Een hoog percentage geeft aan dat (bijna) alle ruimte die beschikbaar is, ook gebruikt zal moeten worden. Er is dan weinig tot geen keuzevrijheid meer voor verschillende locaties.

2.1.4 RES-doel met wind ingevuld | Resulterende wind/zon-verhouding

In dit criterium wordt bekeken wat de wind/zon-verhouding zal worden op basis van de invulling uit het vorige criterium. De waarde die hieruit voorkomt kan vergeleken worden met het bestuurlijke doel van een 60-40 verhouding tussen wind en zon.

Onderzoeksmethodiek

In de Allocator app wordt gekeken wat de verhouding wind tot zon is in de energie-opwek bij invulling van het RES-doel.

Beoordelingsschaal

Als de verhouding dichtbij de 60-40 ligt dan is dat in lijn met het bestuurlijke doel voor de wind/zon-verhouding. Een verhouding met meer nadruk op wind zal beter zijn voor het elektriciteitssysteem (75-25 is ongeveer het optimum). Een verhouding met meer nadruk op zon is ineffectief gebruik van (schaarse) beschikbare onderstationscapaciteit en dus onwenselijk, ook vanuit de bestuurlijke 60-40 doelstelling.

2.1.5 RES-doel met zon ingevuld

In dit criterium wordt bekeken of er invulling gegeven kan worden aan het openstaande deel van het RES-doel door vanaf nu slechts nog in te zetten op zonne-energie. Er wordt vanuit gegaan dat bestaande wind en zon operationeel blijft en dat de pijplijn projecten in 2030 gerealiseerd zijn. Het overgebleven deel van de RES opgave wordt ingevuld met nieuwe zonneparken.

Onderzoeksmethodiek

In de Allocator app wordt gekeken of en hoe het RES-doel gehaald kan worden door zonneprojecten bij te plaatsen totdat er geen ruimte meer is of tot het RES-doel gehaald is.

Beoordelingsschaal

De beoordelingsschaal is binair, het RES-doel kan wel of niet behaald worden. Ongeacht of de RES-doelen geheel gehaald kunnen worden met wind worden criteria 2.1.3 en 2.1.4 onderzocht.

2.1.6 RES-doel met zon ingevuld | Zoekruimtegebruik zon

In dit criterium wordt bekeken hoeveel van de potentiële zoekruimte daadwerkelijk benodigd is voor zonneparken om het RES-doel te halen als dit doel alleen met zon wordt ingevuld. Indien het RES-doel niet gehaald kan worden wordt er alsnog bekeken wat er maximaal aan duurzame energie opgewekt kan worden binnen de ruimtelijke beperkingen en de beperkingen van het elektriciteitsnetwerk.

Onderzoeksmethodiek

In de Allocator app wordt gekeken welk percentage van de ruimte gebruikt wordt bij een invulling van het RES-doel.

Beoordelingsschaal

Een laag percentage voor de benodigde zoekruimte geeft aan dat er keuze is. Er kan op basis van andere criteria nog een afweging gemaakt worden voor de specifieke locatie. Een hoog percentage geeft aan dat (bijna) alle ruimte die beschikbaar is, ook gebruikt zal moeten worden. Er is dan weinig tot geen keuzevrijheid meer voor verschillende locaties.

2.1.7 RES-doel met zon ingevuld | Resulterende wind/zon-verhouding

In dit criterium wordt bekeken wat de wind/zon-verhouding zal worden op basis van de invulling uit het vorige criterium. De waarde die hieruit voorkomt kan vergeleken worden met het bestuurlijke doel van een 60-40 verhouding tussen wind en zon.

Onderzoeksmethodiek

In de Allocator app wordt gekeken wat de verhouding wind tot zon is in de energie-opwek bij invulling van het RES-doel.

Beoordelingsschaal

Als de verhouding dichtbij de 60-40 ligt dan is dat in lijn met het bestuurlijke doel voor de wind/zon-verhouding. Een verhouding met meer nadruk op wind zal beter zijn voor het elektriciteitssysteem (75-25 is ongeveer het optimum). Een verhouding met meer nadruk op zon is ineffectief gebruik van

(schaarse) beschikbare onderstationscapaciteit en dus onwenselijk, ook vanuit de bestuurlijke 60-40 doelstelling.

3

REFERENTIESITUATIE

De referentiesituatie voor dit thema is gedefinieerd als de hoeveelheid duurzame energie die wordt opgewekt als er vanaf nu geen nieuwe projecten meer bij komen. Hierbij wordt uitgegaan van:

- bestaand zon op dak;
- bestaand zon op veld;
- bestaand wind;
- voorspelling autonome ontwikkeling zon op dak;
- pijplijnprojecten zon op veld;
- pijplijnprojecten wind.

Dit geeft een beeld van de duurzame opwek in 2030 als er geen nieuwe initiatieven voor duurzame energieprojecten bij komen. In tabel 3.1 is een overzicht opgenomen van doelen en openstaande opgave per RES-regio. Alle waarden voor energie zijn in GWh (GigaWattuur).

Tabel 3.1 RES doelen per regio inclusief openstaande opgave en wind/zon-verhouding.

Regio	Doel RES 1.0 (GWh)	Gerealiseerd + pijplijn (GWh)			Openstaand (GWh)	Huidige wind/zon-verhouding (% wind - % zon)
		Wind	Zon	Totaal		
Rivierenland	1200	354	437	791	409	45 - 55
Foodvalley	750	10	389	399	351	3 - 97
Noord-Veluwe	530	78	234	312	218	25 - 75
Stedendriehoek	1070	43	837	880	190	5 - 95
Achterhoek	1350	171	683	854	496	20 - 80
Arnhem-Nijmegen	1620	295	842	1136	484	26 - 74
totaal	6520	951	3422	4372	2208	22 - 78

De verhouding tussen windenergie en zonne-energie is een belangrijk onderwerp in de energietransitie. Een goede balans helpt onder andere voor het efficiënt gebruiken van de beschikbare capaciteit op het elektriciteitsnet en zorgt voor een gelijkmatigere beschikbaarheid van duurzame energie. Het aanbod van zonne-energie fluctueert veel sterker door etmaal- en seizoensinvloeden (zie vermogens-duurkrommes in afbeeldingen 2.1 en 2.2). De wind/zon-verhouding in het referentiescenario is opgenomen in de meest rechterkolom van tabel 3.1. De beoogde 60-40 verhouding wordt in de referentiesituatie in geen enkele regio gehaald. De nadruk ligt overal op zonne-energie.

Gekeken naar de wind/ zon-verhouding springt rivierenland er op positieve wijze uit. Deze regio zit een stuk dichtter tegen het doel aan de andere regio's. In Foodvalley en Stedendriehoek is de verhouding erg slecht,

hier staat bijna geen wind opgesteld. Dit maakt het voor deze regio's een slechte uitgangssituatie om nog richting de 60-40 doelstelling te komen. De wind/zon verhouding van Gelderland als totaal heeft een grote nadruk op zonne-energie, er is dus nog veel wind nodig in de gehele provincie om deze verhouding te verbeteren.

Voor de RES-regio's is ook aangegeven welke onderstations al aan de maximale capaciteit zitten in deze referentiesituatie. Als een onderstation al aan de maximale capaciteit zit betekent dit dat er geen nieuwe wind- of zonprojecten op aangesloten kunnen worden, ongeacht of er fysieke ruimte (onderzoeklocaties) voor beschikbaar is. Dat er in de referentiesituatie al onderstations op maximale capaciteit zitten wordt onder andere veroorzaakt door de autonome ontwikkeling van zon op dak, pijplijn projecten voor wind en zon op veld en doordat er niet overal uitbreiding van het elektriciteitsnet gepland staat.

4

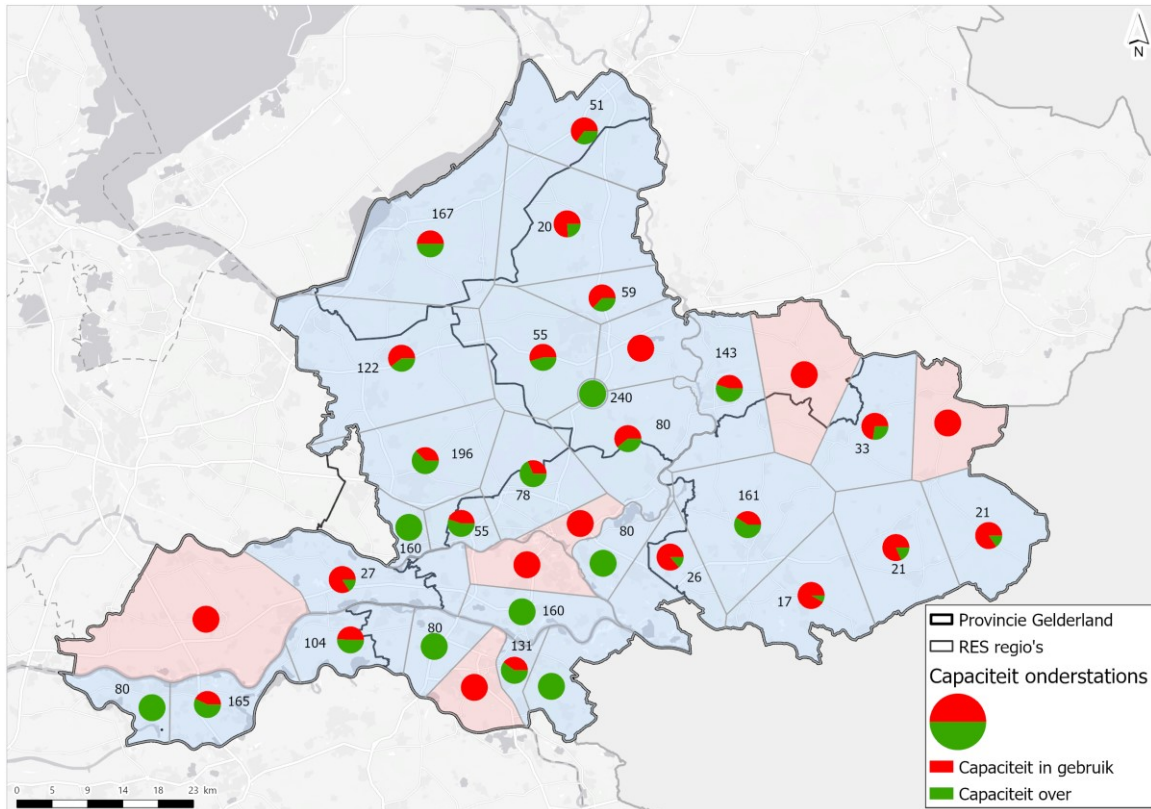
EFFECTANALYSE BASISBEOORDELING

4.1 Overbelaste onderstations

Een aantal onderstations is zonder nieuwe projectinitiatieven voor duurzame opwek in 2030 met inachtneming van geplande netuitbreidingen al overbelast zoals te zien in afbeelding 4.1. Dit leidt ertoe dat een deel van de onderzoekslocaties voor wind en zon bij voorbaat afvallen omdat deze in de rode gebieden liggen. Voor de andere verzorgingsgebieden is aangegeven hoeveel netcapaciteit er in gebruik is en hoeveel er beschikbaar is met inachtneming van netuitbreidingen t/m 2030. De beschikbare capaciteit kan gebruikt worden voor het aansluiten van nieuwe duurzame opwek. Sommige gebieden, bijvoorbeeld in de Achterhoek, hebben nog wel capaciteit beschikbaar, maar slechts een kleine hoeveelheid, hier is dus in beperkte mate ontwikkelingsmogelijkheid tot 2030.

In de hiernavolgende analyse is rekening gehouden met de capaciteitsbeperking in elk gebied. De rood gekleurde gebieden vallen bij voorbaat af, voor de overige gebieden is capaciteit vrij, maar uiteraard een beperkte hoeveelheid. Dit wordt in de berekeningen meegenomen: er kan slechts zoveel duurzame opwek in een gebied geplaatst worden als de onderstationscapaciteit toelaat.

Afbeelding 4.1: Netcapaciteit in de bedieningsgebieden van Liander in 2030. De grootte van de bol geeft de totale stationscapaciteit aan. Het rode deel wordt gebruikt, het groene deel is beschikbare capaciteit. Het getal is de beschikbare capaciteit (dus het groene deel) in MW.



In het planMER is met de overgebleven onderzoekslocaties, en binnen de grenzen van het elektriciteitsnet, het RES-doel ingevuld. Per alternatief resulteert dit in een andere kaart met onderzoekslocaties met beschikbare capaciteit, deze zijn in de relevante paragraaf weergegeven.

De gebieden zonder aansluitcapaciteit zijn uitgesloten voor verdere ontwikkeling van duurzame energie-opwek. Aansluiten op een ander, verder gelegen onderstations is in theorie mogelijk, maar niet aannemelijk omdat de kosten van een langere kabel vaak leiden tot een ongunstige businesscase. Behoudens specifieke uitzondering geldt daarmee de voorkeur voor het dichtstbijzijnde station.

4.2 RES-doel met wind

In deze analyse is gekeken of en hoe het openstaande deel van de RES-doelstelling gehaald kan worden door vanaf nu alleen windenergie te ontwikkelen. Voor de nieuwe windparken wordt gerekend met een middelgrote turbine van 3,6 MW. Vervolgens wordt er gekeken welk aandeel van de onderzoekslocaties hiervoor nodig is. In tabel 4.1 zijn de resultaten gepresenteerd.

In de kolom *Extra opwek windenergie* staat voor hoeveel GWh er extra windprojecten bij moeten komen. In de kolom *percentage benodigde onderzoekslocaties - alle* is vervolgens weergegeven hoeveel van de beschikbare fysieke ruimte hiervoor nodig is. Er is dus gerekend in areaal om hiermee het ruimtebeslag inzichtelijk te maken. In deze basisbeoordeling zijn veel onderzoekslocaties opgenomen waardoor slechts een klein deel benodigd is.

Berekening percentage benodigde onderzoekslocaties - alle:

$$\% = \frac{\text{benodigde locaties}}{\text{alle locaties}}$$

Door overbelaste onderstations is een deel van de onderzoekslocaties niet te gebruiken, welk aandeel dit is staat in de kolom *Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit*. Als hier bijvoorbeeld 50% staat dan is de helft van de locaties afgevallen omdat deze in een rood gebied liggen.

Berekening Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit:

$$\% = \frac{\text{locaties uitgesloten o. b. v. netcapaciteit}}{\text{alle locaties}}$$

Hierop volgend is berekend hoeveel van het gebied met beschikbare capaciteit nodig is. Omdat sommige gebieden onvoldoende capaciteit hebben is er van de gebieden met beschikbare capaciteit een groter aandeel nodig. Dit staat in kolom *percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit*

Berekening percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit:

$$\% = \frac{\text{benodigde locaties}}{\text{alle locaties} - \text{locaties uitgesloten o. b. v. netcapaciteit}}$$

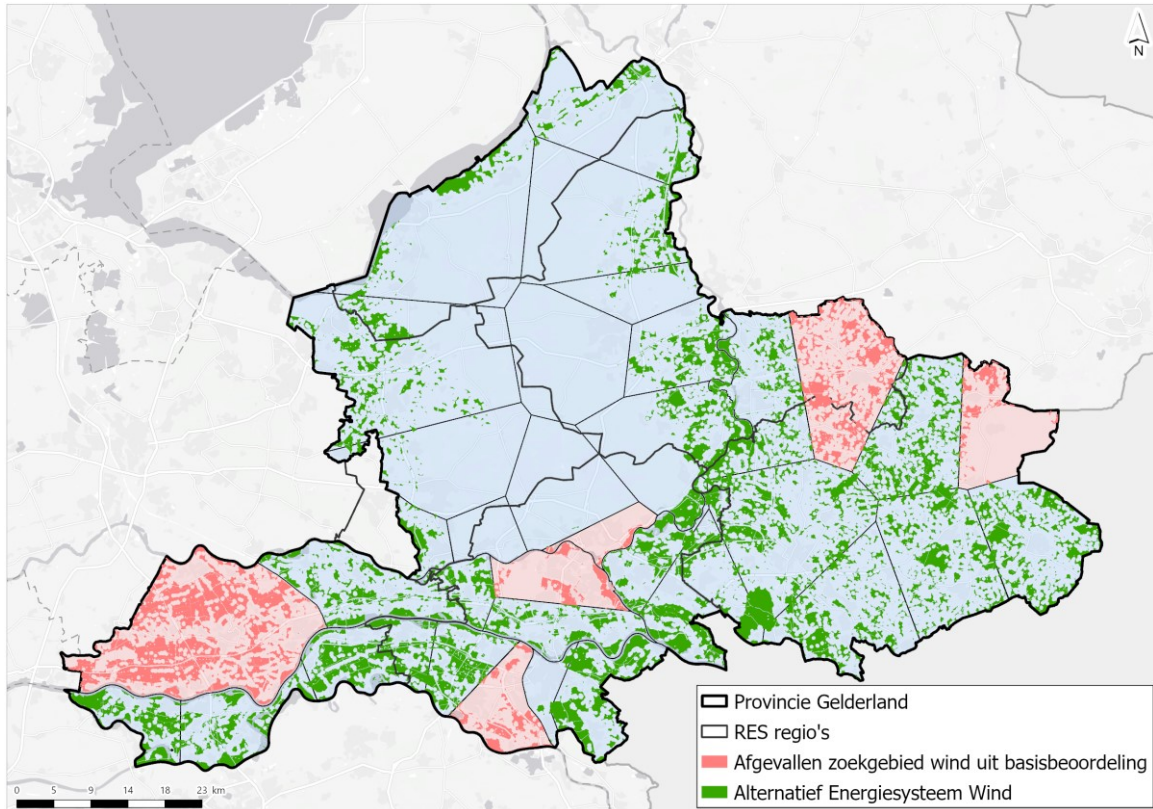
In de kolom *Extra opwek windenergie* staat vaak een groter getal dan in de kolom *openstaande deel RES-opgave*. Dit komt omdat er stapsgewijs gerekend wordt op basis van projecten. Er worden projecten toegevoegd tot het doel *tenminste* gehaald is. Dat resulteert vrijwel altijd in het voorbijstreven van het RES-doel.

In de basisbeoordeling is het voor elke regio mogelijk de RES-doelen te halen door de openstaande opgave te vervullen met alleen windenergie. Dit betekent dus dat niet per definitie alle onderzoekslocaties gebruikt worden, maar alleen zoveel als nodig om het RES-doel te halen.

Tabel 4.1 Resultaten van basisbeoordeling waarbij RES-doel met wind ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek windenergie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	435	53 %	3 %	7 %
Foodvalley	ja	351	350	0 %	14 %	14 %
Noord-Veluwe	ja	218	223	0 %	7 %	7 %
Stedendriehoek	ja	190	202	45 %	2 %	4 %
Achterhoek	ja	496	510	10 %	3 %	3 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	520	15 %	4 %	5 %
totaal		2148	2240	26 %	4 %	5 %

Afbeelding 4.2 Beschikbare en niet beschikbare onderzoekslocaties voor windenergie in de basisbeoordeling



Van de totale beschikbare zoekgebieden is slechts een klein aandeel nodig voor het plaatsen van windturbines om de RES-doelen te halen. Er is in deze situatie nog keuzevrijheid voor de locaties van windturbines.

4.3 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind

De wind/zon-verhouding bij volledige inzet op wind is opgenomen in onderstaande tabel. Het doel van een 60-40 verhouding is voor de meeste regio's niet meer te halen binnen de RES-doelstellingen. Er is in die gevallen al veel zon gerealiseerd (of in de pijplijn) wat de verhouding sterk beïnvloedt. Om nog in de buurt te blijven van de streefverhouding is het dus raadzaam om vanaf nu vooral te focussen op nieuwe windprojecten t.b.v. de RES-doelen. Het ontwikkelen van meer zon zal de verhouding verder negatief beïnvloeden.

De verhouding wordt ook beïnvloedt door zon op dak, waarvoor is aangenomen dat deze autonoom door blijft groeien zoals in de prognose van Gelderse Basis zon-op-dak.

Tabel 4.2 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind in de basisbeoordeling.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]
Rivierenland	45 - 55	64 - 36
Foodvalley	3 - 97	48 - 52
Noord-Veluwe	25 - 75	56 - 44
Stedendriehoek	5 - 95	23 - 77

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]
Achterhoek	20 - 80	50 - 50
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	49 - 51
Gemiddeld	22 - 78	48 - 52

4.4 RES-doel met zon

In deze analyse is gekeken of en hoe het openstaande deel van de RES-doelstelling gehaald kan worden door vanaf nu alleen zonne-energie te ontwikkelen. Vervolgens wordt er gekeken welk aandeel van de onderzoekslocaties hiervoor nodig is.

In de kolom *Extra opwek zonne-energie* staat voor hoeveel GWh er extra zonprojecten bij moeten komen. In de kolom *percentage benodigde onderzoekslocaties - alle* is vervolgens weergegeven hoeveel van de beschikbare fysieke ruimte hiervoor nodig is. In deze basisbeoordeling zijn veel onderzoekslocaties opgenomen waardoor slechts een klein deel benodigd is.

Door overbelaste onderstation is een deel van de onderzoekslocaties niet te gebruiken, welk aandeel dit is staat in de kolom *Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit*. Als hier bijvoorbeeld 50% staat dan is de helft van de locaties afgevallen omdat deze in een rood gebied liggen.

Hierop volgend is berekend hoeveel van het gebied met beschikbare capaciteit nodig is. Omdat sommige gebieden onvoldoende capaciteit hebben is er van de gebieden met beschikbare capaciteit een groter aandeel nodig. Dit staat in kolom *percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit*

In de kolom *Extra opwek zonne-energie* staat vaak een groter getal dan in de kolom *openstaande deel RES-opgave*. Dit komt omdat er gerekend wordt met gehele projecten en er net zo lang projecten worden toegevoegd tot het doel gehaald is. Dat resulteert vrijwel altijd in het voorbijstreven van het RES-doel.

In de basisbeoordeling is het voor elke regio mogelijk de RES-doelen te halen door de openstaande opgave te vervullen met slechts nog zonne-energie. Dit betekent dus dat niet per definitie alle onderzoekslocaties gebruikt worden, maar slechts zoveel als nodig om het RES-doel te halen.

Het RES-doel is dus zowel met wind als zon te halen. Zonne-energie blijft echter een slechter, inefficiënter gebruikt van het elektriciteitsnetwerk, wat dus hogere maatschappelijke kosten met zich mee brengt in vergelijking met windenergie.

Tabel 4.3 Resultaten van basisbeoordeling waarbij RES-doel met zon ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar met alleen zon	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek zonne-energie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	413	49 %	6 %	11 %
Foodvalley	ja	351	354	0 %	5 %	5 %
Noord-Veluwe	ja	218	221	0 %	4 %	4 %
Stedendriehoek	ja	190	191	25 %	2 %	2 %

Regio	RES-doel haalbaar met alleen zon	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek zonne-energie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Achterhoek	ja	496	499	14 %	4 %	4 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	484	17 %	6 %	7 %
totaal		2148	2162	18 %	4 %	5 %

4.5 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon

In onderstaande tabel is per RES-regio de wind/zon-verhouding weergegeven indien er maximaal op zonne-energie wordt ingezet.

Tabel 4.4 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon in de basisbeoordeling.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]
Rivierenland	45 - 55	29 - 71
Foodvalley	3 - 97	1 - 99
Noord-Veluwe	25 - 75	15 - 85
Stedendriehoek	5 - 95	4 - 96
Achterhoek	20 - 80	13 - 87
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	18 - 82
Gemiddeld	22 - 78	15 - 85

De wind/zon-verhouding is in deze situatie ver richting zon verschoven. Door het energiesysteem op deze manier in te richten is er in de zomer overdag een groot overschot aan energie, en op bijna alle andere momenten een tekort. Om toch aan de energievraag te voldoen op deze momenten moet er energie van buiten de provincie komen. Dit is dus niet in lijn met het streven om productie en gebruik van energie lokaal te houden. Volledige inzet op zon kan dus ook redelijkerwijs niet aangemerkt worden als een wenselijk energiesysteem, door de grote afhankelijk van (fossiele) back-up elders.

Zon legt daarnaast een grotere belasting op het elektriciteitsnet dan wind, wat zorgt voor hogere (maatschappelijke) kosten voor elektrische infrastructuur.

5

EFFECTANALYSE ALTERNATIEVEN

In de hiernavolgende effectanalyse is dezelfde methode toegepast als bij de basisbeoordeling uit hoofdstuk 4. Het verschil zit in de gebruikte kaarten met zoeklocaties, deze zijn voor elk alternatief specifiek waarbij er minder of andere gebieden beschikbaar zijn als onderzoekslocaties. In elke paragraaf wordt dus gewerkt met een andere set kaarten van onderzoekslocaties. Dit heeft in meer of mindere mate impact op het energiesysteem. Deze impact is in dit hoofdstuk per alternatief onderzocht.

De methodiek is hier exact hetzelfde als in de basisbeoordeling. In H4 waar de basisbeoordeling besproken wordt staat meer toelichting bij elk criterium. Het is raadzaam eerst H4 door te nemen om een goed beeld te krijgen van de methodiek.

5.1 Natuur

In dit alternatief zijn er met name op en rond de Veluwe weinig onderzoekslocaties beschikbaar voor windenergie.

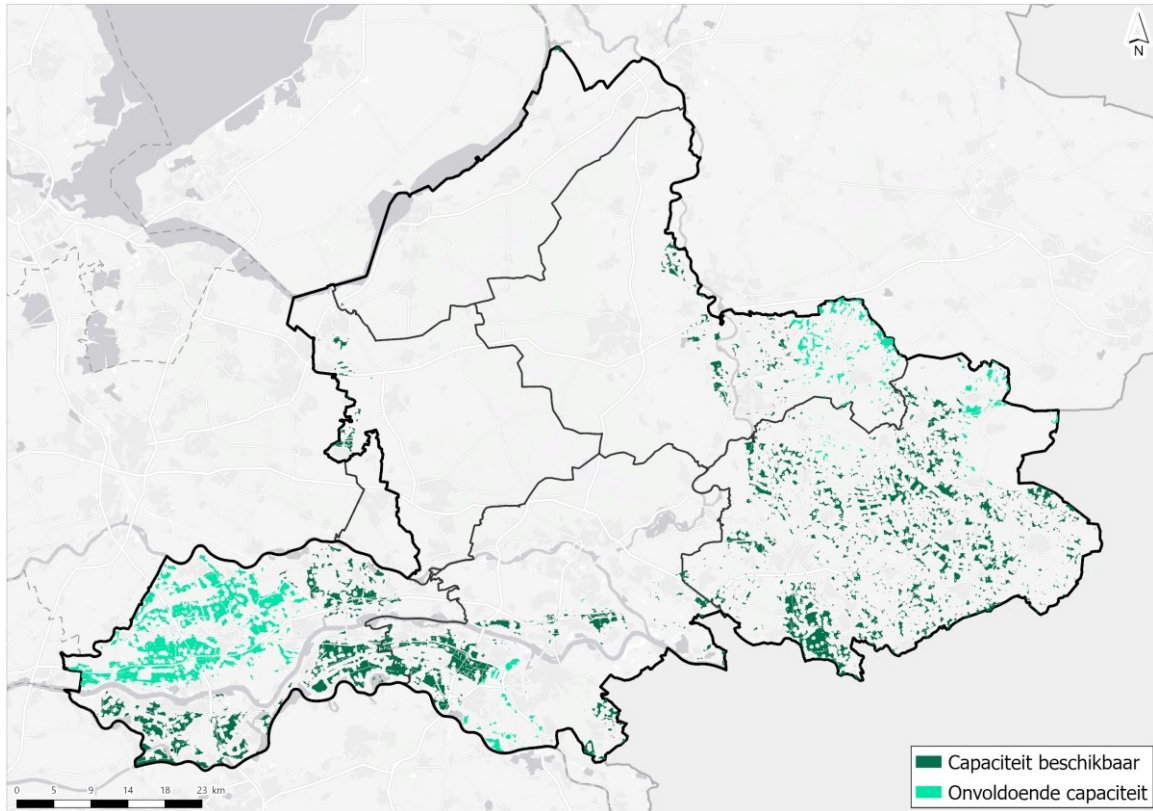
RES-doel met wind

Voor de twee RES-regio's die voor een groot deel op de Veluwe liggen is er in dit alternatief weinig ruimte voor windturbines. Zowel Foodvalley als Noord-Veluwe hebben niet genoeg onderzoekslocaties beschikbaar om aan het RES-doel te komen. De locaties die wel beschikbaar zijn bieden gezamenlijk nog lang niet voldoende opwekcapaciteit om de RES-doelstelling te halen. De andere regio's hebben dit wel omdat hier minder beperkingen door natuur zijn. Er kan daar genoeg windenergie gerealiseerd worden om de doelen te halen.

Tabel 5.1 Resultaten van alternatief natuur waarbij RES-doel met wind ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek windenergie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	423	59 %	6 %	13 %
Foodvalley	nee	351	214	0 %	>100 %	> 100 %
Noord-Veluwe	nee	218	26	0 %	>100 %	> 100 %
Stedendriehoek	ja	190	198	66 %	14 %	41 %
Achterhoek	ja	496	498	6 %	8 %	8 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	507	14 %	20 %	23 %
totaal		2148	1866	34 %	10 %	16 %

Afbeelding 5.1 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor windenergie in alternatief natuur.



Wind/zon-verhouding bij inzet op wind

De wind/zon-verhouding is ongeveer gelijk aan de verhouding uit de basisbeoordeling, met uitzondering van de regio's waar het RES-doel niet gehaald kan worden, deze hebben slechtere verhoudingen omdat er niet voldoende windenergie kan worden ontwikkeld om de verhouding richting het doel te brengen.

Tabel 5.2 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind in alternatief natuur.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	64 - 36	ja
Foodvalley	3 - 97	37 - 63	nee
Noord-Veluwe	25 - 75	31 - 69	nee
Stedendriehoek	5 - 95	22 - 78	ja
Achterhoek	20 - 80	49 - 51	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	49 - 51	ja
Gemiddeld	22 - 78	45 - 55	nee

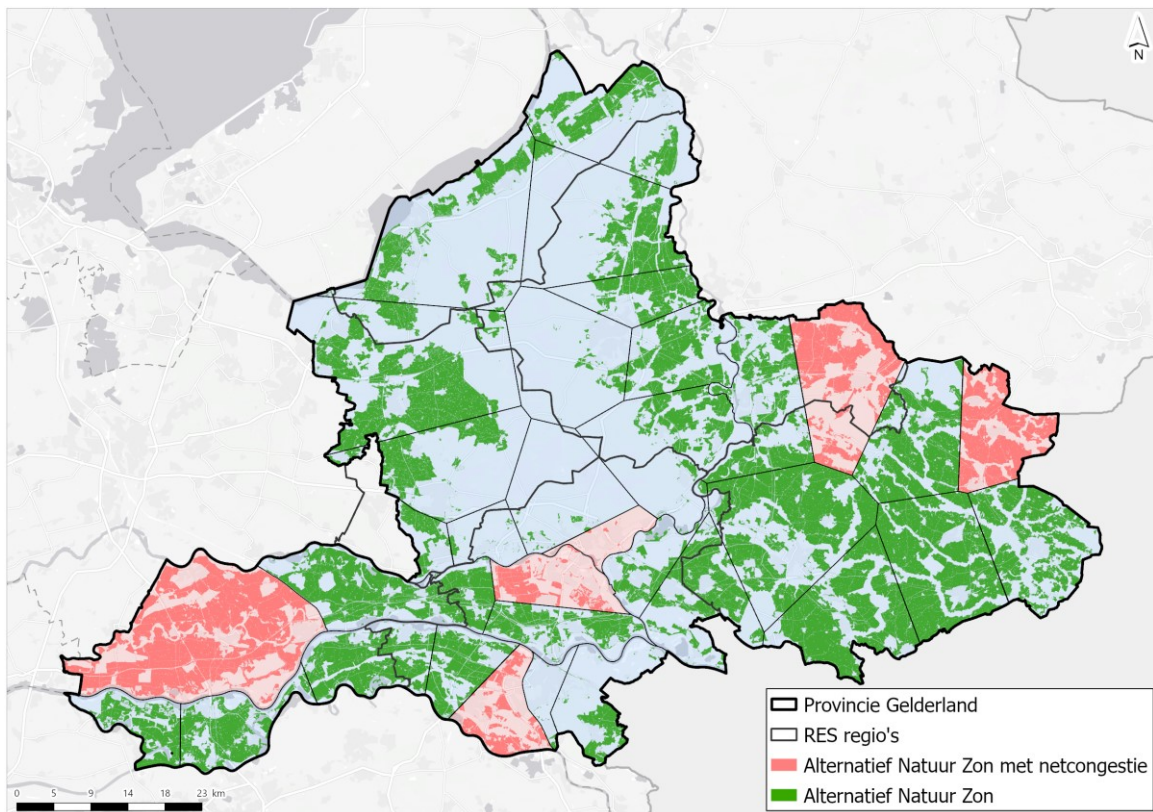
RES-doel met zon

Zonne-energie heeft een veel minder grote impact op natuurwaarden dan windenergie, wat resulteert in aanzienlijk meer onderzoekslocaties voor zon. Het is net als bij wind zo dat er op de Veluwe geen onderzoekslocaties zijn, maar er blijft voldoende ruimte over op andere plaatsen. De RES-doelstelling halen met zon is dan ook goed mogelijk in alle regio's

Tabel 5.3 Resultaten van alternatief natuur waarbij RES-doel met zon ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek zonne-energie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	Ja	409	413	49 %	8 %	15 %
Foodvalley	Ja	351	354	0 %	14 %	14 %
Noord-Veluwe	Ja	218	221	0 %	15 %	15 %
Stedendriehoek	Ja	190	191	38 %	5 %	8 %
Achterhoek	Ja	496	499	12 %	5 %	6 %
Arnhem-Nijmegen	Ja	484	484	21 %	15 %	19 %
totaal		2148	2162	23 %	8 %	11 %

Afbeelding 5.2 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor zonne-energie in alternatief natuur



Wind/zon-verhouding bij inzet op zon

Hier geldt eenzelfde argumentatie als bij de basisbeoordeling: Het RES-doel realiseren met zon is mogelijk, maar vanuit energiesysteem bekeken niet wenselijk.

Tabel 5.4 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon in alternatief natuur.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	29 - 71	ja
Foodvalley	3 - 97	1 - 99	ja
Noord-Veluwe	25 - 75	15 - 85	ja
Stedendriehoek	5 - 95	4 - 96	ja
Achterhoek	20 - 80	13 - 87	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	18 - 82	ja
Gemiddeld	22 - 78	15 - 85	ja

5.2 Landschap

Dit alternatief is in verhouding tot de andere alternatieven aanzienlijk minder beperkend. Hier is vrijwel hetzelfde mogelijk als in de basisbeoordeling.

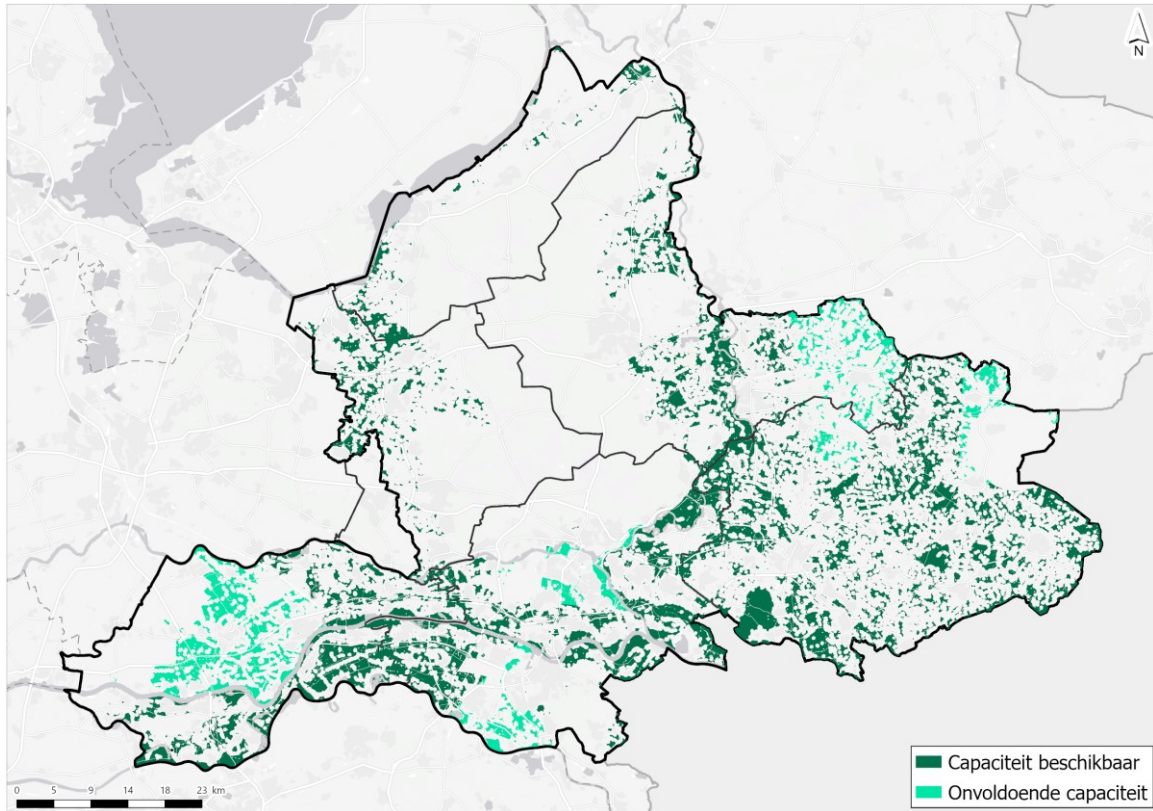
RES-doel met wind

Het is goed mogelijk de RES-doelen te halen met slechts nog investeringen in wind.

Tabel 5.5 Resultaten van alternatief landschap waarbij RES-doel met wind ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek windenergie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	420	42 %	5 %	8 %
Foodvalley	ja	351	350	0 %	18 %	18 %
Noord-Veluwe	ja	218	223	0 %	13 %	13 %
Stedendriehoek	ja	190	191	44 %	3 %	6 %
Achterhoek	ja	496	496	7 %	3 %	3 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	520	18 %	5 %	6 %
totaal		2148	2200	21 %	5 %	6 %

Afbeelding 5.3 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor windenergie in alternatief landschap.



Wind/zon-verhouding bij inzet op wind

Deze wind/zon-verhouding is vrijwel gelijk aan de basisbeoordeling. Met de inzet op wind komt de wind/zon-verhouding het dichtst in de buurt van het doel van 60-40, maar haalt de verhouding wordt in geen van de regio's behalve Rivierenland gehaald.

Tabel 5.6 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind in alternatief landschap.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	64 - 36	ja
Foodvalley	3 - 97	48 - 52	ja
Noord-Veluwe	25 - 75	56 - 44	ja
Stedendriehoek	5 - 95	22 - 78	ja
Achterhoek	20 - 80	49 - 51	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	49 - 51	ja
Gemiddeld	22 - 78	48 - 52	ja

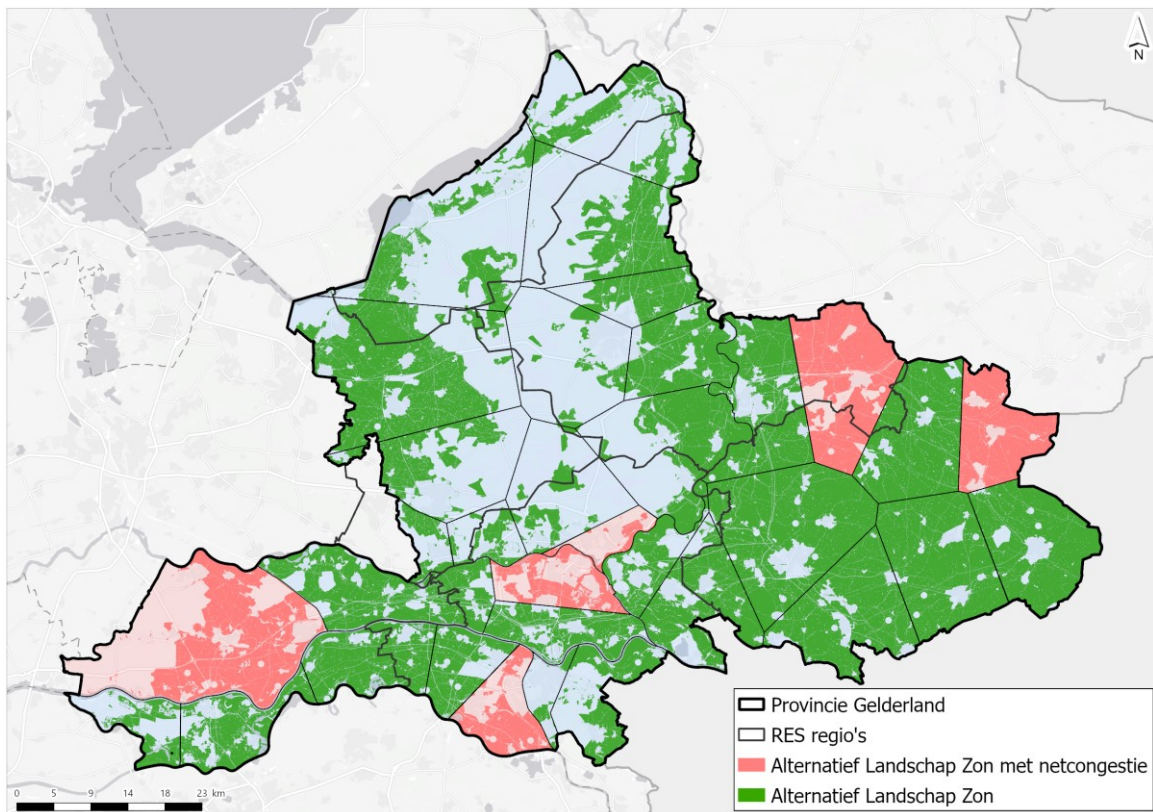
RES-doel met zon

Er zijn ruim voldoende onderzoekslocaties voor zonne-energie om het RES-doel te behalen, ook als rekening gehouden wordt met niet gebieden met voldoende capaciteit. Dit betekent dat er nog ruime keuzevrijheid is voor de precieze locaties van nieuwe zonnepanelen.

Tabel 5.7 Resultaten van alternatief landschap waarbij RES-doel met zon ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek zonne-energie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	413	40 %	8 %	13 %
Foodvalley	ja	351	354	0 %	10 %	10 %
Noord-Veluwe	ja	218	221	0 %	12 %	12 %
Stedendriehoek	ja	190	191	35 %	3 %	4 %
Achterhoek	ja	496	499	13 %	4 %	4 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	484	20 %	8 %	10 %
totaal		2148	2162	21 %	6 %	7 %

Afbeelding 5.4 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor zonne-energie in alternatief landschap



Wind/zon-verhouding bij inzet op zon

Hier geldt eenzelfde argumentatie als bij de basisbeoordeling (zie paragraaf 4.4). Het RES-doel realiseren met zon is mogelijk, maar vanuit energiesysteem bekeken niet wenselijk.

Tabel 5.8 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon in alternatief landschap.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	30 - 70	ja
Foodvalley	3 - 97	1 - 99	ja
Noord-Veluwe	25 - 75	18 - 82	ja
Stedendriehoek	5 - 95	4 - 96	ja
Achterhoek	20 - 80	16 - 84	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	20 - 80	ja
Gemiddeld	22 - 78	16 - 84	ja

5.3 Leefomgeving

In alternatief gezonde en veilige leefomgeving wordt de impact op de leefomgeving verkleind door aanvullende maatregelen te nemen voor geluid en veiligheid. Ernstige milieueffecten op deze thema's worden vooraf uitgesloten. Voor geluid wordt er bijvoorbeeld rekening gehouden met een contour rondom woningen van 45 dB waarin geluidsbelasting voor ernstige gezondheidseffecten als slaapverstoring en stress kan zorgen. Omdat woningen verspreid door het onderzoeksgebied aanwezig zijn, heeft dit een grote impact op de beschikbare ruimte voor wind in alternatief leefomgeving.

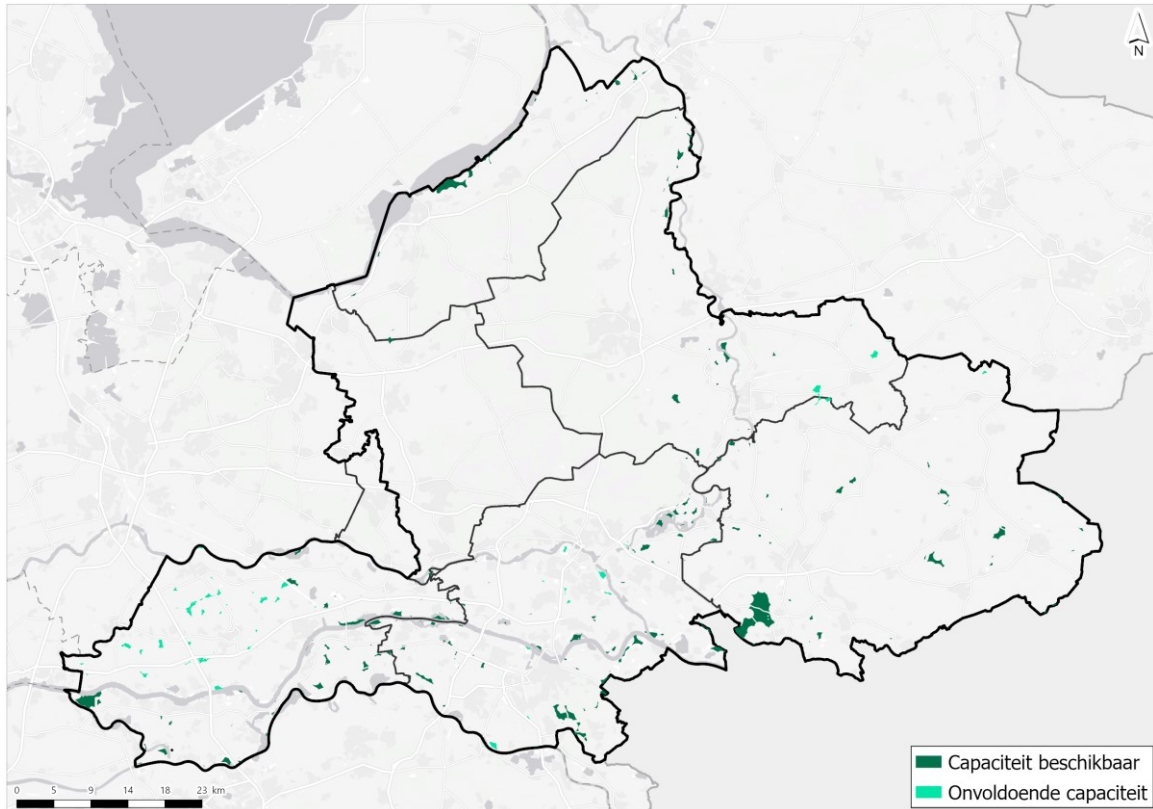
RES-doel met wind

In Foodvalley is eigenlijk geen ruimte voor nieuwe windturbines wat het behalen van het RES-doel met wind hier onmogelijk maakt. In de andere regio's is wel voldoende ruimte, maar dit is vaak zeer krap. Zeker als gekeken wordt naar de locaties waar onvoldoende netcapaciteit beschikbaar. In alle gevallen is de helft of meer van alle onderzoekslocaties met beschikbare capaciteit nodig om aan de doelstelling te komen.

Tabel 5.9 Resultaten van alternatief leefomgeving waarbij RES-doel met wind ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek windenergie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	492	34 %	48 %	73 %
Foodvalley	nee	351	3	0 %	>100 %	>100 %
Noord-Veluwe	ja	218	273	0 %	69 %	69 %
Stedendriehoek	ja	190	197	37 %	44 %	70 %
Achterhoek	ja	496	518	3 %	45 %	47 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	498	13 %	47 %	54 %
totaal		2148	1981	17 %	49 %	59 %

Afbeelding 5.5 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor windenergie in alternatief leefomgeving.



Wind/zon-verhouding bij inzet op wind

Met uitzondering van Foodvalley, die het RES-doel in dit alternatief niet met alleen windenergie kunnen invullen, is de wind/zon-verhouding redelijk gunstig.

Tabel 5.10 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind in alternatief leefomgeving.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	64 - 36	ja
Foodvalley	3 - 97	3 - 97	nee
Noord-Veluwe	25 - 75	60 - 40	ja
Stedendriehoek	5 - 95	22 - 78	ja
Achterhoek	20 - 80	50 - 50	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	49 - 51	ja
Gemiddeld	22 - 78	46 - 54	ja

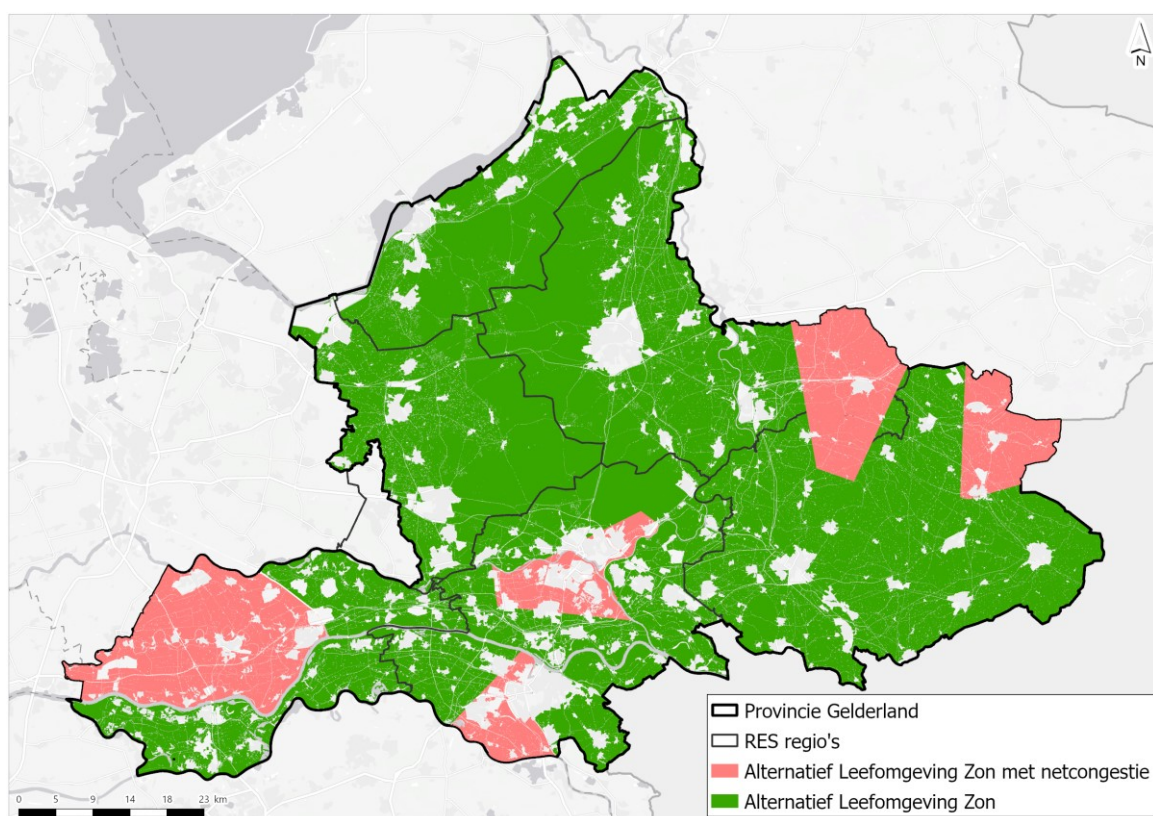
RES-doel met zon

Voor zon zijn er minder beperkingen in dit alternatief, hier zijn dan ook voldoende onderzoekslocaties om aan de RES-doelstelling te voldoen.

Tabel 5.11 Resultaten van alternatief leefomgeving waarbij RES-doel met zon ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek zonne-energie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	413	49 %	6 %	11 %
Foodvalley	ja	351	354	0 %	5 %	5 %
Noord-Veluwe	ja	218	221	0 %	4 %	4 %
Stedendriehoek	ja	190	191	25 %	2 %	2 %
Achterhoek	ja	496	499	14 %	4 %	4 %
Arnhem-Nijmegen	ja	484	484	17 %	6 %	7 %
totaal		2148	2162	18 %	4 %	5 %

Afbeelding 5.6 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor zonne-energie in alternatief leefomgeving



Wind/zon-verhouding bij inzet op zon

Hier geldt eenzelfde argumentatie als bij de basisbeoordeling (zie paragraaf 4.4). Het RES-doel realiseren met zon is mogelijk, maar vanuit energiesysteem bekeken niet wenselijk.

Tabel 5.12 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon in alternatief leefomgeving.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	30 - 70	ja
Foodvalley	3 - 97	1 - 99	ja
Noord-Veluwe	25 - 75	18 - 82	ja
Stedendriehoek	5 - 95	4 - 96	ja
Achterhoek	20 - 80	16 - 84	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	20 - 80	ja
gemiddeld	22 - 78	16 - 84	ja

5.4 RES 1.0

Dit is een interessant alternatief omdat er in een aantal regio's maar zeer beperkte onderzoekslocaties beschikbaar zijn voor zowel zon als wind. Rivierenland, Foodvalley, Stedendriehoek en Achterhoek hebben in de RES 1.0 bijvoorbeeld helemaal geen locaties voor zonne-energie opgenomen.

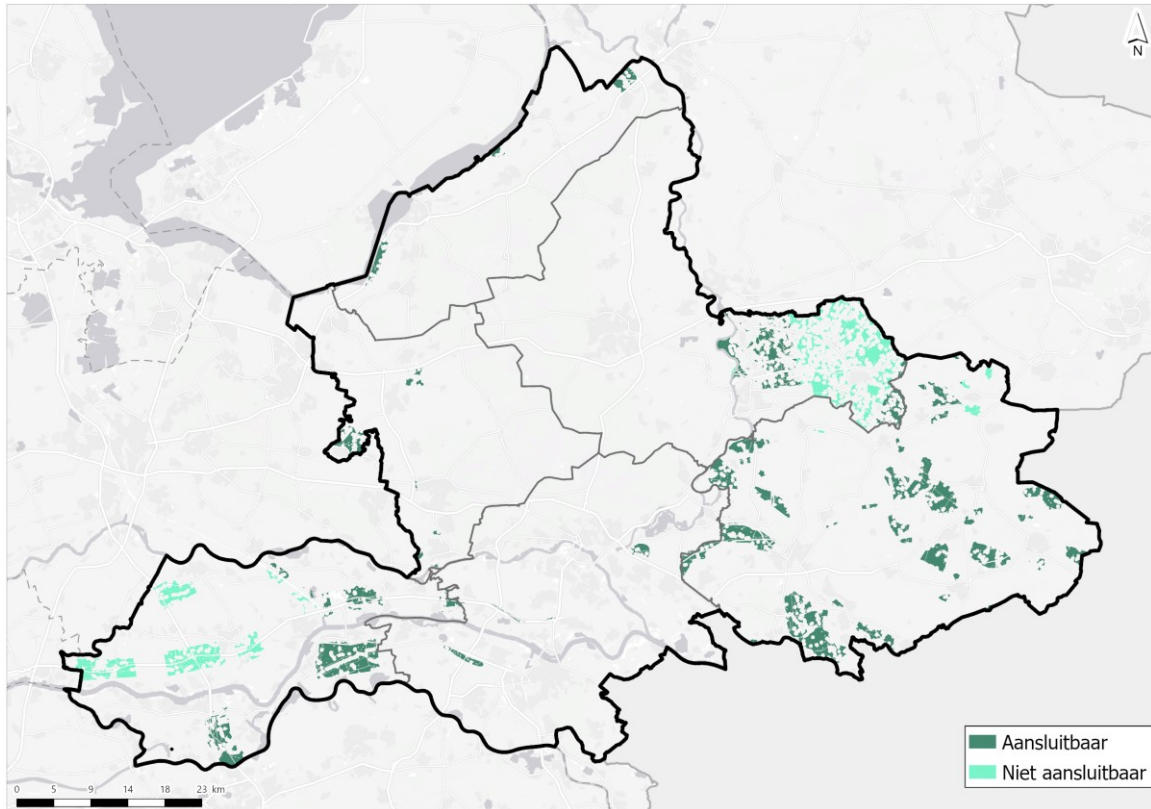
RES-doel met wind

Alle regio's hebben onderzoekslocaties voor windenergie opgenomen. Stedendriehoek en Achterhoek hebben hier zelfs een ruime hoeveelheid locaties, waardoor het, binnen deze analyse, voor deze regio's gemakkelijk is de openstaande opgave in te vullen met wind. Voor de andere regio's is het krappere of, in het geval van Arnhem-Nijmegen, niet mogelijk om het RES-doel hiermee te halen. Foodvalley en Noord-Veluwe hebben relatief weinig locaties beschikbaar, wat betekent dat een groot deel van de locaties gebruikt zal moeten worden om voldoende energie op te wekken.

Tabel 5.13 Resultaten van alternatief RES 1.0 waarbij RES-doel met wind ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek windenergie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland	ja	409	413	45 %	13 %	24 %
Foodvalley	ja	351	350	0 %	85 %	85 %
Noord-Veluwe	ja	218	217	0 %	51 %	51 %
Stedendriehoek	ja	190	189	62 %	6 %	16 %
Achterhoek	ja	496	508	3 %	8 %	9 %
Arnhem-Nijmegen	nee	484	291 (60% van de doelstelling)	0 %	100 %	100 %
totaal		2148	1968	34 %	14 %	22 %

Afbeelding 5.7 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor windenergie in alternatief RES 1.0.



Wind/zon-verhouding bij inzet op wind

Alleen rivierenland haalt in dit alternatief het doel van 60 - 40 verhouding. Arnhem-Nijmegen heeft een slechte verhouding en haalt daarnaast ook het RES-doel niet.

Tabel 5.14 Wind/zon-verhouding bij inzet op wind in alternatief RES 1.0.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	64 - 36	ja
Foodvalley	3 - 97	48 - 52	ja
Noord-Veluwe	25 - 75	56 - 44	ja
Stedendriehoek	5 - 95	22 - 78	ja
Achterhoek	20 - 80	50 - 50	ja
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	41 - 59	nee
gemiddeld	22 - 78	46 - 54	nee

RES-doel met zon

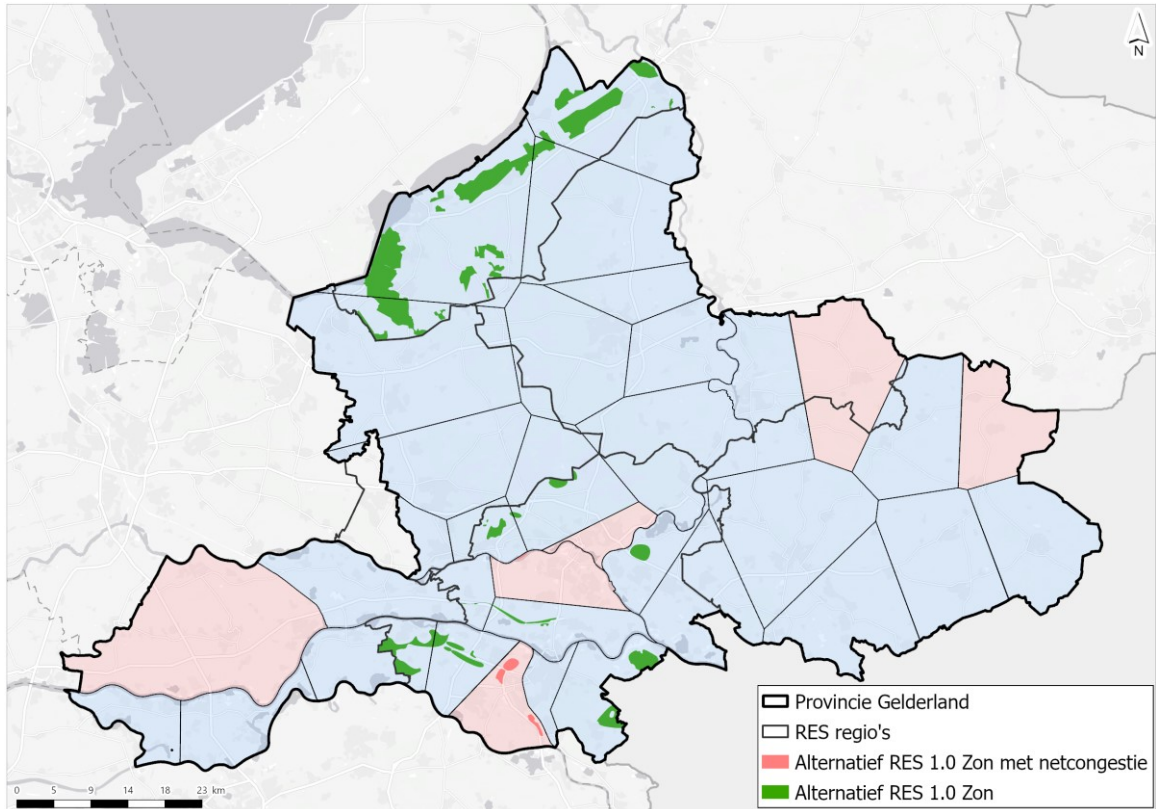
Alleen Noord-Veluwe en Arnhem-Nijmegen hebben onderzoekslocaties voor zon in RES 1.0. Voor de andere regio's zijn geen kaders gesteld in RES 1.0. Alleen Noord-Veluwe en Arnhem-Nijmegen worden bekeken in deze analyse omdat er over de andere regio's op basis van deze informatie geen uitspraak gedaan kan worden.

Noord-Veluwe heeft voldoende locaties beschikbaar om de doelstelling te halen. In Arnhem-Nijmegen is het door een combinatie van gebrek aan fysieke ruimte en gebrek aan netcapaciteit niet mogelijk om met deze onderzoekslocaties de RES-doelstelling te halen.

Tabel 5.15 Resultaten van alternatief RES 1.0 waarbij RES-doel met wind ingevuld is.

Regio	RES-doel haalbaar	Openstaand deel RES-opgave	Extra opwek zonne-energie in GWh	Percentage onderzoekslocaties met onvoldoende capaciteit	Percentage benodigde onderzoekslocaties - alle	Percentage benodigde onderzoekslocaties - met beschikbare capaciteit
Rivierenland		409	0	0 %	0 %	0 %
Foodvalley		351	0	0 %	0 %	0 %
Noord-Veluwe	Ja	218	220	0 %	18 %	18 %
Stedendriehoek		190	0	0 %	0 %	0 %
Achterhoek		496	0	0 %	0 %	0 %
Arnhem-Nijmegen	nee	484	437	8 %	80 %	87 %
totaal		2148	1700	3 %	74 %	77 %

Afbeelding 5.8 Kaartweergave van de onderzoeksgebieden voor zonne-energie in alternatief RES 1.0.



Wind/zon-verhouding bij inzet op zon

Vijf van de zes regio's halen doelstelling niet met zon. De resterende opgave van het RES-doel invullen met alleen zonne-energie is, zoals ook in de andere alternatieven, niet wenselijke gezien vanuit de verhouding wind-zon.

Tabel 5.16 Wind/zon-verhouding bij inzet op zon in alternatief RES 1.0.

Regio	wind/zon-verhouding in referentiesituatie [% wind - % zon]	wind/zon-verhouding in deze beoordeling [% wind - % zon]	RES-doel(en) behaald?
Rivierenland	45 - 55	45 - 55	
Foodvalley	3 - 97	3 - 97	
Noord-Veluwe	25 - 75	15 - 85	ja
Stedendriehoek	5 - 95	5 - 95	
Achterhoek	20 - 80	20 - 80	
Arnhem-Nijmegen	26 - 74	19 - 81	nee
gemiddeld	22 - 78	19 - 81	nee

6

MITIGATIE, LEEMTEN IN KENNIS EN MONITORING

Voorgaande analyse is gemaakt op basis van door Liander verstrekte gegevens van de netsituatie. In deze representatie is er geen onderlinge afhankelijkheid van verzorgingsgebieden. In werkelijkheid is congestie en het voorspellen van overbelasting een complex probleem. In samenspraak met de netbeheerder zal in een vervolgfase gekeken moeten worden naar nauwkeurigere rekenmethodes en netwerkgegevens om de mogelijkheden en onmogelijkheden betreffende netinpassing in kaart te brengen.

De verwerking van de Liander gegevens is gedaan door Appcentive en de resultaten hiervan zijn beschikbaar gesteld in de Allocator tool. Om tot inzichten te komen is door hen gebruik gemaakt van rekenregels die (waar mogelijk) in lijn zijn met de voorschriften van NPRES. Dit betekent niet dat dit een 100 % sluitende analyse is. Voor meer duiding en inzichten in afhankelijkheden binnen het energiesysteem is een vervolgstudie vereist. Het voorliggende onderzoek dient als startpunt voor de inpassing van zon en wind in het elektriciteitsnetwerk.

Wanneer gekozen wordt voor inzet op zonne-energie is in veel gevallen de RES-doelstelling haalbaar, dit is echter vanuit het energiesysteem gezien niet wenselijk. Meer energie uit wind zorgt voor constantere energie opwek en complementeert hiermee (reeds bestaande) zonne-energie. Het bestuurlijke doel van een 60-40 verhouding voor wind-zon lijkt uit het zicht geraakt te zijn, stevige sturing is nodig om nog in de buurt te komen van dit getal. De 60-40 verhouding op zichzelf is een compromis, het werkelijk optimum vanuit het energiesysteem bezien ligt ongeveer bij 75-25 tot zelfs 80-20.

In veel alternatieven en regio's is het mogelijk de RES-doelen te halen door vanaf nu alleen nog wind te ontwikkelen. Vanuit het energiesysteem bezien heeft dit de sterke voorkeur. Het leidt tot minder benodigde investeringen in elektriciteitsinfrastructuur en verminderd de externe afhankelijkheid voor de leveringszekerheid van elektriciteit.

Of zonneparken en windparken financieel-economisch gezien gerealiseerd zullen of kunnen worden is geen onderwerp van de voorliggende analyse. De businesscase voor ontwikkelaars en exploitanten is niet onderzocht. Een opmerking hierbij is dat de investeringskosten toenemen wanneer de opwek installaties ver van het onderstation gelegen zijn. In dit geval is de investering in de aansluitkabel namelijk hoger.

