



VERKENNING (ON)MOGELIJKHEDEN WINDENERGIE IN BOSGEBIEDEN

SAMENVATTEND RAPPORT





SAMENVATTEND RAPPORT

Dit rapport geeft een samenvatting van verkenning naar windenergie in bosgebieden. Het bevat een algemene samenvatting, een uitleg over de totstandkoming en een samenvatting van de afzonderlijke onderdelen: natuur, recreatie, techniek, landschap, betrokkenheid en financiën. Naast dit samenvattend rapport is er een achtergrondrapport, waarin alle volledige deelverkenningen zijn gebundeld.

» Interactieve pdf

Dit is een interactieve pdf. Daarmee kan snel worden genavigeerd. Een klik op de knop **naar index** komt uit bij het overzicht van de verschillende verkenningen. Een klik op één van de buttons in de index leidt naar de betreffende verkenning. De pijlen **<** en **>** leiden naar de vorige/volgende pagina.

Deze interactieve pdf werkt het beste met de officiële pdf reader van Adobe die u in de App Store, Play Store of via de website van Adobe gratis kan downloaden.



[Blank box]

[Blank box]

[Blank box]

[Blank box]

[Blank box]

[Blank box]

INDEX

COLOFON

Partners van de verkenning

De verkenning is in samenspraak en met inbreng van de volgende organisaties tot stand gekomen:

 gemeente Harderwijk



 Apeldoorn

 gemeente Barneveld

Landgoed Welna



Ministerie van Defensie



Ministerie van Economische Zaken

 provincie Gelderland

Mede mogelijk gemaakt door

Provincie Gelderland, Ministerie van Economische Zaken en gemeente Harderwijk

Auteurs

Wing, Alterra (onderdeel Natuur), Bosch & Van Rijn (onderdeel Financiën), Student Hogeschool Van Hall Larenstein (onderdeel Betrokkenheid)

Redactie en vormgeving

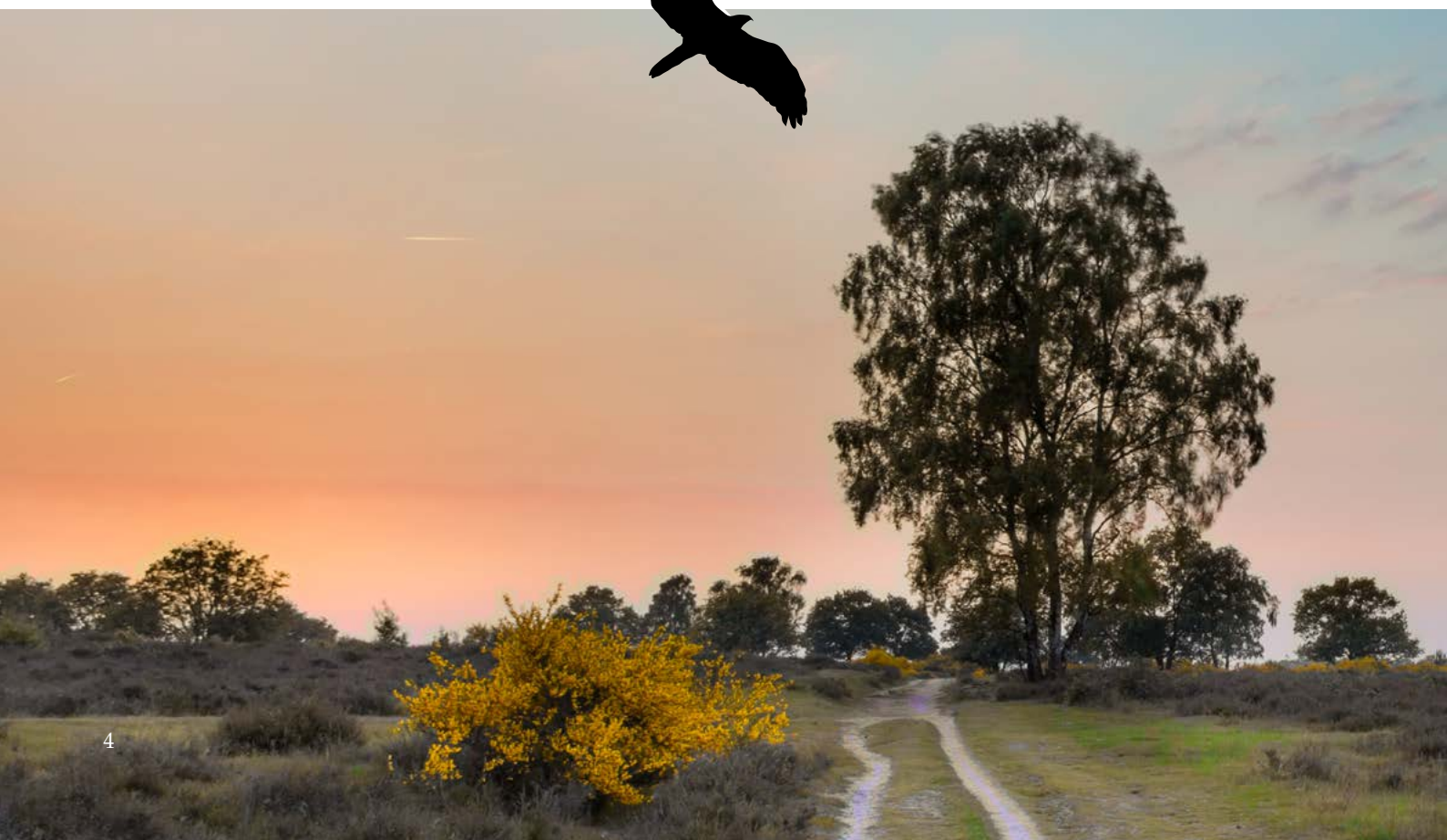
Wing

Beeldmateriaal

Pixabay, Provincie Gelderland, Windpark Hilchenbach, Wing

Uitgave

Januari 2016



VOORWOORD

HOGERE BOMEN VANGEN MEER WIND

Het is genoegzaam bekend en na het recente klimaatakkoord van Parijs nog onherroepelijker: de noodzaak om de energieproductie, -distributie en -consumptie van ons land te reorganiseren is dé opgave van deze generatie. De ruimtelijke effecten van die transitie zijn naar verwachting enorm, net als de terughoudendheid van de samenleving om aan die gevolgen te willen wennen. Juist windenergie, een categorie vernieuwbare stroomvoorziening die het op onze noorderbreedte zo goed kan doen, wordt met maatschappelijke argusogen tegemoet getreden. De gemakkelijke locaties (uitgestrekte, relatief lege gebieden en de overgangen van land en groot water) raken geleidelijk benut, maar dat levert nog lang niet genoeg kilowatts op. Het wordt tijd ook de minder voor de hand liggende gebieden te beschouwen.

Voor u ligt een verkenning naar (on)mogelijkheden van windenergie in bosgebieden, waarin de Veluwe als voorbeeld wordt genomen. In deze verkenning wordt een moedige sprong naar voren gemaakt. De Veluwe staat bekend als een van de meest iconische natuur- en recreatiegebieden van Nederland. Het vergt lef om de inpassing van windenergie voor een streek met zo'n statuut te willen verkennen. Toch is dat wat een keur aan analisten en ontwerpers heeft gedaan: rekenen en tekenen aan windenergie op de Veluwe. Dat vergt een benaderingswijze die verder rijkt dan alleen de visuele inpasbaarheid. Ook de bedrijfseconomische en structurecologische combinaties zijn uitgediept. Ik zou de belanghebbenden bij een gezonde, doelmatige, oogstrelende en duurzame Veluwe willen aanmoedigen om de aanbevelingen uit deze verkenning ter harte te nemen en samen een plan te maken waarin alle kansen en beperkingen zijn verwerkt. Zo brengen we de collectieve verbetering van de kwaliteit van het leefmilieu voor de komende decennia een stap dichterbij.

Want mijn overtuiging is: ons landschap kan het heus aan.

Eric Luiten
Rijksadviseur voor Landschap en Water
College van Rijksadviseurs





CONCLUSIES VERKENNING WIND IN BOS

HOOFDCONCLUSIE

In deze verkenning zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van windenergie in bosgebieden vanuit natuur, recreatie, techniek, landschap, maatschappelijke betrokkenheid en financiën uitgewerkt. De verkenning is mede mogelijk gemaakt door provincie Gelderland, het ministerie van Economische Zaken en gemeente Harderwijk en is uitgevoerd in samenwerking met grondeigenaren, gemeenten, onderzoeksinstellingen en belangenorganisaties op de Veluwe.

Uit de verkenning blijkt dat windenergie op een deel van de Veluwe niet op voorhand onmogelijk is. Vervolgonderzoek op locatie zal duiden of windenergie haalbaar is. Hierbij is het van belang om burgers en belangenorganisaties te blijven betrekken. De inzichten uit deze verkenning kunnen ook op andere bosgebieden toegepast worden.

Eind 2013 is in het Energieakkoord afgesproken om in 2020 veertien procent duurzame energie op te wekken in Nederland en zijn afspraken gemaakt over de invulling daarvan. Windenergie vormt een onderdeel om deze afspraken te kunnen realiseren. Momenteel worden locaties gezocht en gerealiseerd in zee en op land. Bossen worden daarbij grotendeels vermeden. Diverse partijen hebben aan provincie Gelderland gevraagd of het mogelijk is om, net als in het buitenland, windmolens te plaatsen in bossen. Twee terreinbeheerders, drie gemeenten, provincie Gelderland en de ministeries van Defensie en Economische Zaken hebben daarom in 2014 en 2015 gezamenlijk verkend wat mogelijkheden en onmogelijkheden zijn. De verkenning is uitgevoerd op de Veluwe omdat diverse gemeenten en maatschappelijke organisaties daarom vroegen en omdat het gebied zeer groot en gevarieerd is en opgedane kennis waardevol zal zijn voor andere bosgebieden in Nederland.

BELANGRIJKSTE RESULTATEN VERKENNING

Natuur en techniek

Vanuit de groene wet- en regelgeving blijkt windenergie in bosgebieden, zoals de Veluwe, niet onmogelijk (Natuurbescherminswet, Flora- en faunawet en Nationaal Natuurnetwerk, voorheen Ecologische Hoofdstructuur). Per potentiële windmolenlocatie is uiteraard onderzoek vereist. Daarbij moet aangetoond worden dat bouw en exploitatie van de windmolens geen afbreuk doet aan het streven naar een gunstige staat van instandhouding van de populaties van soorten en ook geen afbreuk doet aan de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied.

Het totale areaal bos binnen het Natura 2000-gebied Veluwe bedraagt circa 64.000 hectare. **Uit een analyse van wettelijke mogelijkheden, ecologische en technische randvoorwaarden blijkt dat 10.500 hectare bos, ofwel 16,5%, nader onderzocht kan worden op geschiktheid.** De overige 83,5% lijkt minder geschikt voor windenergie (zie afbeelding volgende pagina). Op de gehele Veluwe geldt dat windmolens altijd getoetst moeten worden op de mate van radarverstoring.

Onbekend zijn onder andere nog:

- De omstandigheden en de mate waarin populaties van vogelsoorten, zoals wespandief en raaf, kwetsbaar zijn voor windmolens.
- Het effect van verstoring van een broedgebied door slagschaduw.
- De verblijfplaatsen en leefgebieden van de verschillende vleermuissoorten op de Veluwe, het gebruik van het leefgebied en de omstandigheden en mate waarin de verschillende vleermuispopulaties daadwerkelijk kwetsbaar zijn voor windmolens.

Recreatie

Gegevens over het effect van windmolens op recreatie in Nederland en Europa zijn onvolledig. Effecten op aantallen recreanten worden niet eenduidig gemeten. In sommige gevallen is er een positief effect op het aantal overnachtingen en recreanten door het duurzame imago van windenergie en als er geïnvesteerd is in voorzieningen en ontsluitingen. Onderzoeken naar het verwachte effect op recreanten in Nederland, Duitsland, Tsjechië en Verenigd Koninkrijk wijzen uit dat een deel van de recreanten verwacht gebieden te vermijden als windmolens geplaatst worden. Bij onderzoeken in Denemarken en Oostenrijk werd na aanleg van windparken geen afname van bezoekers gemeten. **Gewinning en marketing spelen een belangrijke rol bij acceptatie van windmolens.**

Betrokkenheid

Uit kwalitatief onderzoek blijkt dat recreanten de Veluwe zó waarderen dat ze haar zullen blijven bezoeken. Wel verwachten ze dat hun beleving wordt aangetast. **Mogelijk gaan recreanten door windmolens naar andere plekken op de Veluwe.**

De informatievoorziening over nationale energiedoelen, windmolens en windmolen locaties is volgens hetzelfde onderzoek onvoldoende. Informatie bij plan- en realisatiefase is cruciaal om energiedoelen te halen. Daarnaast wordt de slagingskans van een project verhoogd als burgers en organisaties kunnen participeren.

EINDBEELD NATUUR- EN TECHNIEKANALYSE

TOELICHTING UITVOERING ANALYSE

Bos binnen Natura 2000 gebied Veluwe

stap 1: verwijder uit al het bos

Natura 2000 habitattypen

stap 2: verwijder uit stap 1

Relatief open habitat

stap 3: verwijder uit stap 2

Kerngebieden broedvogels

stap 4: verwijder uit stap 3

Slagschaduw in open habitat

stap 5: verwijder uit stap 4

100 m van mogelijke migratieroutes van vleermuizen

stap 6: verwijder uit stap 5

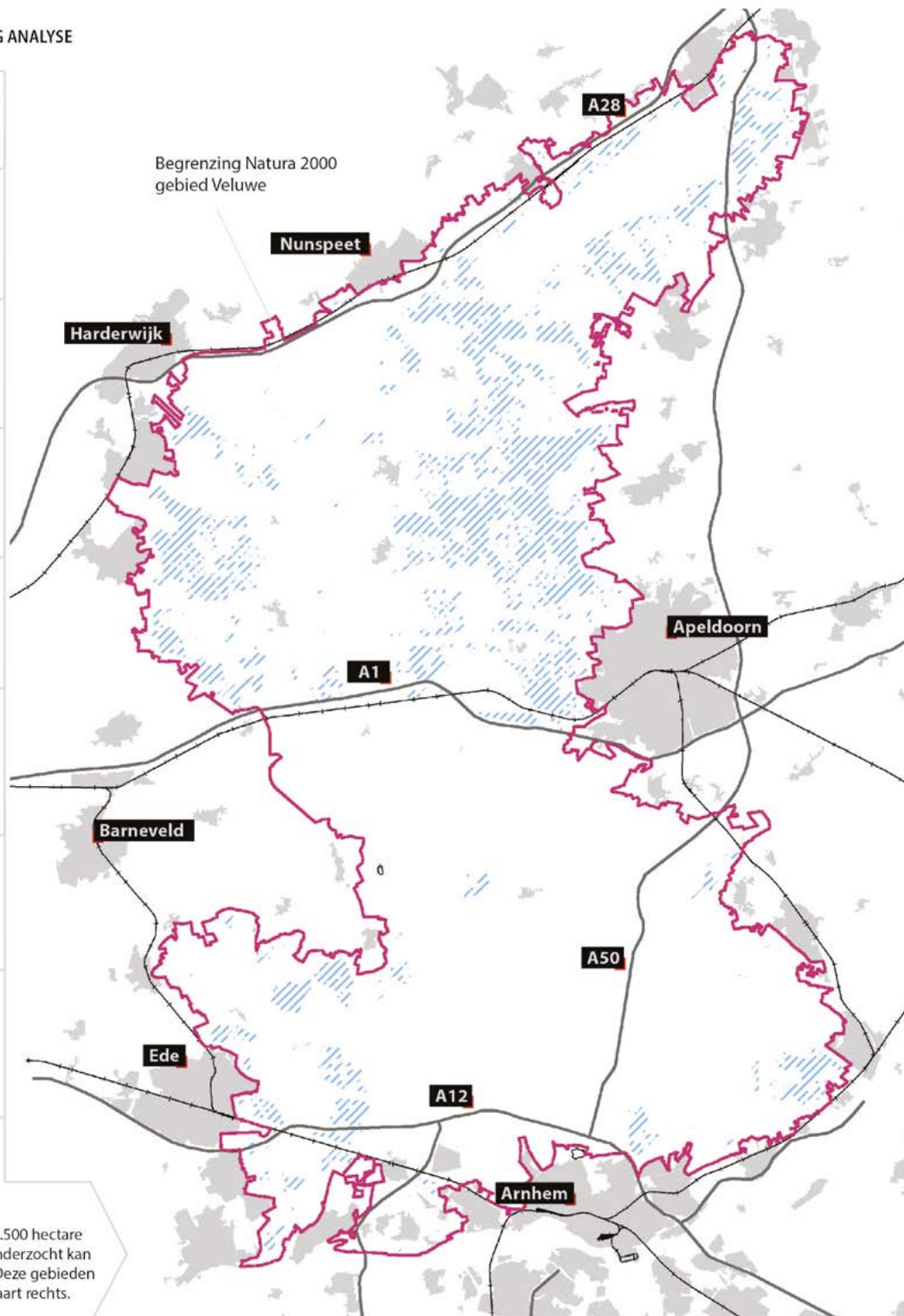
Grote natuurlijke eenheden

stap 7: verwijder uit stap 6

Wettelijke en niet-wettelijke technische randvoorwaarden



Uit de analyse blijkt dat 10.500 hectare bos, ofwel 16,5%, nader onderzocht kan worden op geschiktheid. Deze gebieden zijn weergegeven op de kaart rechts.



Landschap

Ontwerp locaties voor windenergie vanuit het perspectief en de beleving van bewoners en recreanten. Landschapselementen kunnen gebruikt worden om windmolens te 'verbergen' of locaties te accentueren. Negatieve belevingseffecten kunnen zo verkleind worden en nieuwe kwaliteiten gecreëerd.

Ontwerpparameters zijn onder andere:

- Grotere windparken en lijnopstelling zorgen voor een gevoel van insluiting en sluiten niet aan bij het karakter van de Veluwe. Voorkom lijnopstellingen die de randen van de Veluwe volgen.
- Houd rekening met de open uitstraling en vergezichten van de open gebieden op de Veluwe.
- Vermijd waar gewenst en mogelijk gebieden waar veel recreanten komen.
- Concentreer windmolens in enkele kleine clusters. Zo wordt voorkomen dat een verrommeld beeld met overal enkele windmolens ontstaat.

Een samenhangend ruimtelijk ontwerp principe voor windenergie, dat met de regio wordt opgesteld, kan borgen dat de unieke natuur- en recreatiewaarden van de Veluwe behouden blijven en versterkt worden.

Met het ruimtelijk concept kunnen potentiële locaties ten opzichte van elkaar gewogen worden en wordt verrommeling voorkomen.

Uit een eerste grove analyse blijkt dat bij benadering een klein aantal clusters van drie tot zes windmolens landschappelijk gezien ingepast zouden kunnen worden op de Veluwe. De grootte van de windmolen zal invloed hebben op het aantal clusters en aantal windmolens. Afhankelijk van het type windmolen zou dit gelijk kunnen staan aan 36 tot 72 megawatt, wat bij benadering voldoende is voor 32.000 tot 64.000 woningen. Dit is ter vergelijking tussen de 16 en 31% van de huidige doelstelling windenergie van de provincie Gelderland.

Financiën

Voor de verkenning zijn businesscases uitgewerkt. **Uit berekeningen blijkt dat de exploitatie van windenergie in bossen mogelijk is.** Wel is het rendement lager dan op locaties met vergelijkbaar windaanbod buiten bossen. Het type windmolen heeft veel invloed op het rendement. Door diverse ecologische, maatschappelijke, politieke en overige overwegingen is het afbreukrisico voor projectontwikkelaars momenteel groter voor locaties in bossen dan daarbuiten.

TOTSTANDKOMING

AANLEIDING

Nationaal Energieakkoord

Meer dan veertig organisaties sloten in september 2013 het Energieakkoord waarin zij onder andere afspraken om in 2020 veertien procent duurzame energie op te wekken. In het akkoord zijn afspraken gemaakt hoe deze doelstelling bereikt moet worden. Windenergie is een belangrijk onderdeel van de energieambities.

Provinciale doelstelling

Op Rijksniveau zijn per provincie afspraken gemaakt over hoeveel windenergie gerealiseerd moet zijn in 2020. Voor de provincie Gelderland is afgesproken dat 230,5 megawatt opgesteld vermogen gerealiseerd wordt. De provincie is verantwoordelijk voor het aanwijzen van voldoende gebieden. De afspraken zijn een onderdeel van de provinciale doelstelling om in 2050 energieneutraal te worden. Om dit te bereiken moet breed gekeken worden naar mogelijke windlocaties in de provincie.

DE VERKENNING

In 2011 onderzocht Innovatie Agro en Natuur van het ministerie van Economische Zaken (toen InnovatieNetwerk) of windmolens in natuur geplaatst konden worden. De resultaten van deze onderzoeken staan op www.rvo.nl. Mede op basis hiervan hebben in 2014 diverse partijen aan provincie Gelderland gevraagd of het mogelijk is om, net als in het buitenland, windmolens te plaatsen in bossen. De veronderstelling is dat windmolens in bossen minder overlast generen voor mensen dan windmolens in open gebieden. Nederland bestaat voor circa elf procent uit bos. Als een deel daarvan geschikt zou zijn voor windenergie, kan bos een belangrijke bijdrage leveren aan de nationale energiedoelen. Windmolens kunnen bovendien extra inkomsten genereren voor natuurbeheer en andere maatschappelijke doelen. Tot nu toe zijn bosgebieden (en andere natuurgebieden) grotendeels vermeden bij de zoektocht naar geschikte locaties.

In 2014 hebben de gemeentes Harderwijk, Barneveld en Apeldoorn, provincie Gelderland, ministeries van Defensie en Economische Zaken, landgoed Welna en Staatsbosbeheer een verkenning gestart naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van windenergie op de Veluwe. Deze verkenning is mede mogelijk gemaakt door het van ministerie van Economische Zaken, provincie Gelderland en gemeente Harderwijk.

Alle betrokken organisaties willen bijdragen aan de nationale energiedoelen, maar willen niet dat dit ten koste gaat van de natuurkwaliteiten. De verkenning is uitgevoerd op de Veluwe omdat diverse gemeenten en maatschappelijke organisaties daarom vroegen en omdat het gebied zeer groot en gevarieerd is en opgedane kennis waardevol zal zijn voor andere bosgebieden in Nederland.

In de verkenning zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden vanuit zes verschillende invalshoeken onderzocht: natuur, recreatie, techniek, landschap, betrokkenheid en financiën. Deze invalshoeken werden door de betrokken organisaties beschouwd als de belangrijkste factoren die windenergie in bos mogelijk of onmogelijk zouden maken.

De betrokken organisaties hebben de vrijheid om zelf te bepalen hoe ze verder willen met de resultaten.

WERKWIJZE

In de verkenning zijn zowel mogelijkheden als onmogelijkheden feitelijk in beeld gebracht. De verkenning is in nauwe samenspraak met de betrokken organisaties vormgegeven. Via bureaustudies, interviews en werksessies met experts zijn de zes onderdelen uitgewerkt onder begeleiding van onafhankelijk adviesbureau Wing. Alle organisaties hebben inhoudelijke experts geleverd om de onderdelen uit te werken. Andere organisaties zoals recreatieondernemers, natuur- en belangenorganisaties en de netbeheerder zijn op diverse momenten tijdens de verkenning betrokken.

Het onderdeel natuur is uitgewerkt door Alterra, het onderdeel betrokkenheid door een student van Hogeschool Van Hall Larenstein, het onderdeel financiën door Bosch & Van Rijn en de overige onderdelen door adviesbureau Wing.

A photograph of a forest landscape. In the foreground, a narrow stream flows through a grassy area. The background is filled with tall, green trees under a blue sky with light clouds. A semi-transparent purple rectangular box is overlaid in the center of the image, containing the text 'VERKENNINGEN' in white, bold, uppercase letters.

VERKENNINGEN



NATUUR

opgesteld door: Alterra

SAMENVATTING NATUUR

DOEL EN WERKWIJZE

Alterra heeft met de gemeentes Harderwijk, Barneveld en Apeldoorn, provincie Gelderland, ministeries van Defensie en Economische Zaken, landgoed Welna, Staatsbosbeheer, SOVON en de Zoogdiervereniging dit onderdeel van de verkenning uitgewerkt. Centraal in de aanpak stond het in kaart brengen van de ongeschikte gebieden op de Veluwe. Dit zijn de gebieden die belangrijk zijn uit oogpunt van de Natura 2000-doelstellingen, het Gelders Natuurnetwerk of de Groene Ontwikkelingszone van de Provincie Gelderland.

Op basis van literatuur en expertkennis is een aantal juridisch-ecologische en technische randvoorwaarden opgesteld. Gebieden die aan deze randvoorwaarden voldoen, worden minder geschikt geacht als mogelijke windmolenlocatie. Dit is inzichtelijk gemaakt middels een GIS-analyse, door deze gebieden uit het GIS-bestand van het Natura 2000-gebied Veluwe te verwijderen. Het resultaat van deze analyse is getoetst in een eerste expertworkshop. Met de bevindingen uit deze workshop en nadere aangeleverde informatie zijn de randvoorwaarden verder gespecificeerd. Dit is vervolgens getoetst in een tweede en laatste expertworkshop.

SAMENVATTING RESULTATEN

Vanuit de groene wet- en regelgeving blijkt plaatsing van windmolens op de Veluwe niet onmogelijk. Noch vanuit wetgeving Natuurbeschermingswet en Flora en Fauna Wet, noch vanuit regelgeving Nationaal Natuur Netwerk (voorheen EHS, Ecologische Hoofdstructuur) lijken er op voorhand bezwaren te zijn voor het realiseren van windenergie in het Natura 2000-gebied Veluwe.

"**V**an alle mogelijke maatregelen om de impact van een windmolenpark te beperken heeft het vermijden van negatieve effecten prioriteit boven het mitigeren of compenseren ervan."

- Drewitt & Langston 2008, Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 233-266 -

Wel is per potentiële windmolenlocatie een gedegen onderzoek vereist, waarbij aangetoond moet worden dat bouw en exploitatie van de windmolens niet leidt tot afbreuk van het streven naar een gunstige staat van instandhouding van de populaties van soorten en ook niet leidt tot afbreuk van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied.

Het totale areaal bos binnen het Natura 2000-gebied Veluwe bedraagt circa 63.874 hectare. Een groot deel van de bossen lijkt om meerdere redenen ongeschikt voor windenergie. Er zijn echter ook gebieden die op minder bezwaren stuiten. Doel van deze studie was om deze gebieden in beeld te brengen. Hiertoe is een aantal juridisch-ecologische en technische randvoorwaarden opgesteld, zowel op basis van literatuur als expertkennis.



Afbeelding van een nachtzwaluw. Deze soort ondervindt volgens experts waarschijnlijk veel overlast van windmolens. Dit geldt ook voor de wespindief, boomleeuwerik, tapuit, duinpieper en draaihals.

Als randvoorwaarden is in de analyse gesteld dat er géén windmolens zouden moeten komen:

- In Natura 2000-habitattypen, vanwege de kwaliteit- en oppervlaktedoelstellingen.
- In relatief open habitat, vanwege de focus van de verkenning op bosgebieden.
- In kerngebieden van broedvogels, waarvoor de Veluwe als Natura 2000-gebied is aangewezen.
- Op locaties die een slagschaduw werpen in open habitat, wat mogelijk verstorend is voor broedvogels en andere soorten.
- Op 100 meter van mogelijke migratieroutes van vleermuizen, vanwege de kans op verstoring en botsingslachtoffers.



Afbeelding van een rosse vleermuis. Deze soort ondervindt volgens experts waarschijnlijk veel overlast van windmolens. Dit geldt ook voor de bosvleermuis, ruige dwergvleermuis, gewone grootoorvleermuis, gewone dwergvleermuis en laatvlieger.

- In gebieden die zijn aangeduid als grote natuurlijke eenheden, zodat er geen objecten in voorkomen die de gewenste natuurlijke processen kunnen verstoren.
- In gebieden die conflicteren met wettelijke en niet-wettelijke technische randvoorwaarden, zoals de afstand tot woningen en wegen.

Deze randvoorwaarden vormden de basis voor de GIS-analyse. Wanneer wordt uitgegaan van het totale areaal bos, dan lijkt een deel ongeschikt voor windenergie, vanwege de aanwijzing en daaraan gekoppelde doelstellingen als Natura 2000-boshabitatype. Wanneer rekening wordt gehouden met alle gestelde ecologisch-juridische randvoorwaarden dan lijkt een totaal van 75% van het bosareaal ongeschikt als windmolenlocatie. Indien daarna ook nog rekening wordt gehouden met de technische randvoorwaarden, dan lijkt een totaal van 53.500 hectare ofwel 83,5% van het bosareaal op de Veluwe ongeschikt voor windenergie.

De overige 10.500 hectare bos, ofwel 16,5% van het totale bosareaal, kan nader onderzocht kan worden op geschiktheid.

Vervolgonderzoek

Nader onderzoek is nodig, want bij het opstellen van de randvoorwaarden werd tegen een aantal beperkingen aangelopen, zoals:

- De zoekgebieden voor de uitbreiding van Natura 2000-habitattypen, welke niet geschikt worden geacht als windmolenlocatie, waren ten tijde van deze studie nog niet bekend.
- De omstandigheden en de mate waarin populaties van vogelsoorten, zoals wespandief en raaf, kwetsbaar zijn voor windmolens zijn niet goed bekend.
- Het effect van verstoring van een broedgebied door slagschaduw is niet goed bekend. De gehanteerde randvoorwaarde is dan ook een aanname en is uit voorzorg opgesteld.
- De verblijfplaatsen en leefgebieden van de verschillende vleermuissoorten op de Veluwe, het gebruik van het leefgebied en de omstandigheden en mate waarin de verschillende vleermuispopulaties daadwerkelijk kwetsbaar zijn voor windmolens, zijn niet goed bekend.

Om beperkingen te verhelderen en windmolenlocaties te vinden, is het aan te bevelen één of meerdere proeflocatie(s) en veldstudie(s) te ontwikkelen. Deze studies moeten duiden welke gebieden gemedend moeten worden en welke mitigerende en compenserende maatregelen mogelijk zijn. Deze kennis zal ook van waarde zijn voor potentiële windmolenlocaties in bossen buiten de Veluwe.

RECREATIE

hoofdredactie: Wing



SAMENVATTING RECREATIE

Toerisme en recreatie zijn een belangrijke sector op de Veluwe. Volgens de provincie Gelderland zorgen recreanten en toeristen voor een jaarlijkse omzet van rond de 1 miljard euro en werkgelegenheid voor 22.000 mensen (Provincie Gelderland, 2014, 1.2.3. Gelderland: De samenstellende delen). De toeristen en recreanten reizen naar de Veluwe om van het natuurgebied met zijn flora en fauna te genieten. Daarnaast zijn er diverse grote landelijke attracties zoals het Dolfinarium in Harderwijk, de Apenheul in Apeldoorn en Burger's Zoo in Arnhem in het gebied te vinden.

DOEL

In het onderdeel recreatie zijn twee vragen onderzocht:

1. Wat doen windmolens met beleving van recreanten op de Veluwe? Wat zijn de effecten van windmolens op toerisme en recreatie?
2. Hoe kijken recreatieondernemers naar windenergie op de Veluwe? Wat zijn de belangrijkste zorgen van ondernemers? En onder welke voorwaarden kunnen windmolens geplaatst worden zonder negatief effect voor recreatieondernemers of zijn er zelfs kansen?

WERKWIJZE

Om de bovenstaande doelen te bereiken en om zo de (on)mogelijkheden voor windenergie in bossen vanuit de vrijetijdsector te verkennen, is voor een aanpak met twee onderdelen gekozen:

- Door middel van deskresearch zijn de effecten van windmolens op de verblijfssector verkend. Daarnaast is gekeken op welke manier toerisme- en recreatiedoeleinden met windenergie verbonden kunnen worden.
- Om de beleving van de Veluwe en het mogelijke effect van windmolens op de beleving te verkennen is een bijeenkomst met vertegenwoordigers van de gastvrijheidssector en lokale en regionale overheden georganiseerd. Tijdens deze bijeenkomst zijn de argumenten voor en tegen windenergie in bossen vanuit het perspectief van recreanten en toeristen verkend.



SAMENVATTING RESULTATEN

Gegevens over het effect van windmolens op recreatie in Nederland en Europa zijn onvolledig. Er is geen onderzoek gevonden waarbij vooraf en na aanleg van windmolens het aantal recreanten (dag- of verblijfsrecreatie) is gemeten. In sommige gevallen is er een positief effect op het aantal overnachtingen en recreanten door het duurzame imago van windenergie en doordat ontsluitingen of voorzieningen verbeterd worden door aanleg van windparken. Onderzoeken naar het verwachte effect op aantallen recreanten in Nederland, Duitsland, Tsjechië en Engeland wijzen uit dat een deel van de recreanten verwacht gebieden te vermijden als windmolens geplaatst worden. Er werd echter geen afname van bezoekers gemeten bij onderzoeken na aanleg van windparken in Denemarken en Oostenrijk.

Uit onderzoek van Alterra (Mapping the attractiveness of the Dutch countryside: a GIS-based landscape appreciation model) blijkt dat de Veluwe het vierde meest aantrekkelijke gebied voor toeristen is in Nederland (na de Waddeneilanden, het kustgebied en Zuid-Limburg). In een vervolgonderzoek (Eyesores in sight: Quantifying the impact of man-made elements on the scenic beauty of Dutch landscapes) is de visuele impact van door mens gemaakte objecten onderzocht. In het onderzoek werd rekening gehouden met de context, het ontwerp, de afstand van de observeerder en mitigerende maatregelen. In alle gevallen bleken windmolens duidelijk negatieve impact te hebben. Dit verminderde naarmate de afstand groter werd. Ook ervaart men dergelijke elementen als meer storend in 'mooie' landschappen, ten opzichte van 'minder mooie' landschappen (of waar al andere verstoring aanwezig is). Uit andere onderzoeken blijkt dat alternatieve (hernieuwbare) energiebronnen als minder storend worden opgemerkt dan andere objecten zoals hoge gebouwen, elektriciteits- of zendmasten.



Deelnemers aan de bijeenkomst met recreatieondernemers geven aan dat windmolens in principe niet geplaatst moeten worden bij drukbezochte plekken (met veel voorzieningen), stedelijke concentraties en locaties dichtbij (fiets) routestructuren. Als risico wordt gezien dat windmolens het imago van de Veluwe zodanig aantasten dat recreanten wegblijven. Als kans wordt daartegenover gesteld dat het ook tot een nieuw imago kan leiden, of zelfs door een bijzondere aanpak en vormgeving aantrekkingskracht kan hebben voor nieuwe doelgroepen. In sommige gebieden worden bezoekerscentra gebouwd, windfietspaden geopend of andere activiteiten bedacht om windenergie dichterbij mensen te brengen.

Bezoekers die vooral voor natuur en uitzicht komen, geven aan te verwachten gestoord te worden in hun beleving door de plaatsing van windmolens. Een goede inpassing kan dit mogelijk te ervaren storende effect verkleinen.

Denk hierbij onder andere aan:

- Het behouden van de openheid van een gebied. Liefst zichtlijnen behouden en geen lijnopstellingen creëren die de rand van de Veluwe volgen.
- De op de Veluwe speciaal aangeduide grote eenheden natuur en hoog toeristische gebieden in principe vermijden.
- Bij eventuele plaatsing van windmolens kiezen voor concentratie in plaats van verspreiding.

De aan de recreatiebijeenkomst deelnemende ondernemers zeggen in de basis 'nee' tegen windmolens op de Veluwe, maar zijn ook bereid verder mee te denken. Indien windmolens geplaatst worden dan geven zij aan dat de recreatiesector graag meedenkt en adviseren ze windmolens te plaatsen als onderdeel van een integrale ontwikkelopgave voor de gehele Veluwe. Bijvoorbeeld met een gebiedsfonds waar inkomsten uit windenergie worden aangewend voor verbetering van voorzieningen, gekoppeld aan ontwikkelingsmogelijkheden van bedrijven.



TECHNIEK

hoofdredactie: Wing



SAMENVATTING TECHNIEK

Bij de zoektocht naar geschikte locaties voor windmolens wordt rekening gehouden met diverse randvoorwaarden. Deze voorwaarden zijn niet altijd hetzelfde voor een windmolen op landbouwgrond ten opzichte van een windmolen in een bos.

DOEL

In het onderdeel techniek zijn drie vragen uitgewerkt:

- Welke windmolens zijn het meest geschikt voor plaatsing in bossen?
- Wat zijn de belangrijkste technische aspecten bij de constructie van windmolens in bos?
- Welke locaties zijn niet of minder geschikt voor windmolens vanuit beleid, wet- en regelgeving?

WERKWIJZE

De vragen zijn uitgewerkt op basis van interviews, een bezoek aan een windpark in bos in Duitsland (Hilchenbach), literatuur- en kaartstudies. Voor de berekening van aansluitkosten op het net heeft netbeheerder Alliander een aantal kostenberekeningen opgesteld.

De geadviseerde en wettelijk vastgelegde minimumafstanden tussen windmolens en andere objecten zijn via een GIS-analyse uitgewerkt in kaartbeelden.



Diverse stappen van de bouw van een windmolen in Windpark Hilchenbach (Duitsland)



SAMENVATTING RESULTATEN

Uit de kaartanalyse van de verschillende minimum afstanden van windmolens tot andere objecten blijkt dat een deel van de Veluwe geschikt en een deel ongeschikt lijkt voor het bouwen van windmolens. De niet wettelijk vastgelegde minimumafstanden zijn aanpasbaar: in overleg met netbeheerders of andere partijen kunnen oplossingen gezocht worden om risico's te verkleinen. Hierdoor kunnen deze afstanden in samenspraak aangepast worden.

Het type windmolen heeft grote invloed op de minimum afstanden tot andere objecten. In diverse wet- en regelgeving, en het handboek Risicozonering Windturbines worden afstanden berekend op basis van masthoogte, rotordiameter en werpafstanden van roteren bij mechanisch falen.

Literatuurstudies en de referentiestudie bij windpark Hilchenbach in Duitsland (een van de eerste windparken in bos in Duitsland) duiden dat gemiddeld 0,5 tot 2 hectare bos gekapt moet worden om 1 windmolen te plaatsen. Uit de referentiestudie blijkt dat er diverse manieren zijn, soms technisch en soms in de planning en ontwerp van een windpark, om de hoeveelheid te kappen bos te verminderen. Bij de referentiestudie is het gelukt om het gekapte bos te reduceren tot 0,2 tot 0,3 hectare per windmolen.

Uit interviews en de referentiestudie blijkt dat windmolens in bossen een hogere mast nodig hebben om turbulentie effecten te verkleinen en de lagere windsnelheid boven bos te compenseren. Aangeraden wordt om windmolens van 3 tot 3,5 megawatt in te zetten met een mast van tenminste 110 meter en een vergelijkbare rotordiameter. Door in verhouding kleine rotordiameter te gebruiken is de afstand tussen de wieken en boomtoppen groot, turbulentie klein en worden aanvaringen met vleermuizen en vogels die in een zone van tussen de 0 en 60 meter boven de boomtoppen vliegen voorkomen. In de referentiestudie is daarom bewust gekozen voor een rotordiameter van 82 meter en een masthoogte van 139 meter.

De aansluitkosten van windparken in bossen op het net kunnen sterk variëren. Afstand tot een onderstation (verdeelpunt in hoogspanningsnetwerk), het type onderstation en beschikbaarheid van toegangswegen zijn enkele factoren die aansluitkosten bepalen. Bij twee rekenexercities kwamen kosten om een windpark aan te sluiten op een onderstation uit op gemiddeld 200 euro per meter. Deze kosten kunnen sterk afwijken per locatie.



Montage van een windmolen in Windpark Hilchenbach

MINIMUM AFSTANDEN WINDMOLENS TOT OBJECTEN

Tabel 1

Type object	Minimum afstand	Typering belang afstand en bron
Beperkt kwetsbare objecten zoals losstaande bebouwing (max. 2 per ha.) en kampeerterrainen	41 m ½ rotordiameter	Wettelijk minimum besluit externe veiligheid inrichtingen, geldend op 25-08-2015 en Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Kwetsbare objecten zoals aaneengesloten bebouwing, ziekenhuizen en kampeerterrainen voor meer dan 50 personen	216 m Masthoogte + ½ rotordiameter of maximale werpafstand bij nominaal toerental.	Wettelijk minimum besluit externe veiligheid inrichtingen, geldend op 25-08-2015 en Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Woningen (geluid / schaduw)	360 m Geluid: Het jaargemiddelde geluidniveau Lden veroorzaakt door een windmolen of windpark mag bij een geluidgevoelig object (bijvoorbeeld een woning) niet meer bedragen dan 47 dB. Daarnaast geldt een ten hoogst toelaatbare waarde voor het jaargemiddelde geluidniveau in de nachtperiode Lnight van 41 dB. De minimale afstand is hierdoor in de praktijk 360 m. Slagschaduw: Een gevel met ramen mag niet meer dan 17 dagen per jaar slagschaduw ontvangen en niet meer dan 20 minuten per dag.	Wettelijk minimum activiteitenbesluit milieubeheer, geldend op 25-08-2015 en regelgeving geluid op website RVO.
Rijksweg	41 m ½ rotordiameter uit de rand van de verharding met een minimum van 30 m. Binnen 30 m uit de rand van de verharding, op parkeerplaatsen en tankstations gelegen langs autowegen of autosnelwegen wordt plaatsing van windmolens slechts toegestaan indien uit een aanvullend onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico bestaat.	Wettelijk minimum beleidsregel voor het plaatsen van windmolens op, in of over rijkswaterstaatswerken, geldend op 06-06-2010 en Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Waterweg	50 m ½ rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50 m.	Wettelijk minimum beleidsregel voor het plaatsen van windmolens op, in of over rijkswaterstaatswerken, geldend op 18-01-2014.
Spoorweg	49 m 7,85 m + ½ rotordiameter uit het rand van het dichtstbijzijnde spoor, minimum van 30 m.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Ondergrondse buisleidingen	216 m Maximale werpafstand bij nominaal toerental.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Bovengrondse buisleidingen	613 m Maximale werpafstand bij overtoeren.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Hoogspannings-infrastructuur zowel ondergronds als bovengronds	216 m Maximale werpafstand bij nominaal toerental.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Straalpaden (beschermd)	41 m Afstand moet groter zijn dan ½ rotordiameter. Afstand aan weerszijden van hartlijn straalpad. Minimumafstand is 35 m.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Straalpaden (onbeschermd)	n.v.t. Geen beperking.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Straalmast	76 m ½ rotordiameter + 35 m.	Geen wettelijk minimum Handboek Risicozonering Windturbines (2014).
Vliegtunnel	divers Hoge bebouwing niet toegestaan binnen vliegfunnel. Minimale hoogten worden per vlieglocatie bepaald. Diverse cirkels rondom vliegveld met telkens andere maximale bouw hoogten.	Wettelijk minimum Luchthavenbesluit Deelen , geldend op 02-06-2015.
Radar	75 km Toetsingsgebied is 75 km rondom een van de zeven radarposten indien tiphoogte van de wieken de opstelhoogte van betreffende radarinstallatie overstijgt. Binnen 15 km is deze toetsingshoogte lager. Voor de gehele Veluwe geldt dat altijd een toetsing zal moeten plaatsvinden.	Bijlage 8.4. bij de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Staatscourant 2012 nr. 18324 7 september 2012).



LANDSCHAP

hoofdredactie: Wing

SAMENVATTING LANDSCHAP

DOEL EN WERKWIJZE

De landschappelijke inpassing van windmolens in bossen is verkend door middel van ontwerpend onderzoek. Op concrete locaties is op een ontwerpende manier onderzocht wat de landschappelijke effecten zijn. Dit is gezamenlijk door de betrokken partijen uitgevoerd, door een eerste verkenning en een verdere uitwerking met een 3D model. Door een eenmalig bezoek aan een bestaand windmolenpark in een bosgebied in Hilchenbach (Duitsland) zijn referentiebeelden verzameld.

SAMENVATTING RESULTATEN

In Nederland is nog weinig concrete informatie bekend rond de landschappelijke inpassing van windmolens in bossen. Voor windmolens in het algemeen zijn er vier groepen effecten op het landschap bekend:

1. Effect op bestaande landschappelijke kwaliteiten (bijvoorbeeld leesbaarheid, openheid en zichtlijnen).
2. Betekenis van windmolens in het landschap (bijvoorbeeld effect op identiteit, symbolische associatie en herkenbaarheid).
3. Effecten op waarneming en beleving (bijvoorbeeld zichtbaarheid en horizonbeslag).
4. Effect van de gebruikte windmolens en de inpassing in het maaiveld (bijvoorbeeld kleur en vormgeving van windmolens en de inpassing van de voet van een windmolen).

Zo zijn er ook drie algemene inpassingstrategieën bekend: (1) een contextueel ontwerp, waar de nadruk ligt op het 'landschappelijk verhaal', (2) een autonoom ontwerp, wat als geheel nieuwe laag wordt ingezet en (3) een verscholen ontwerp, wat gericht is op het minimaliseren van de visuele impact.

Vanuit de bijeenkomst zijn drie mogelijke inpassingsstrategieën voor windmolens in bossen benoemd: windmolens op (1) plekken waar de visuele impact zo laag mogelijk is, (2) waar ze een nieuwe dimensie aan het verhaal van de Veluwe kunnen toevoegen en (3) windmolens gekoppeld aan grotere landschappelijke structuren. Vanuit de 3D simulatie worden vooral de tweede en in mindere mate de eerste als passend op de Veluwe gezien. Bij deze strategieën is het wel wenselijk om bepaalde randvoorwaarden mee te nemen. De eerste strategie werkt door de grote hoeveelheid open gebieden op de Veluwe maar in beperkte mate (fig. 1). De verkenning levert ook een aantal inzichten op rond de relatie van windmolens met het landschap, beleving, de grootte van ensembles en samenwerking.

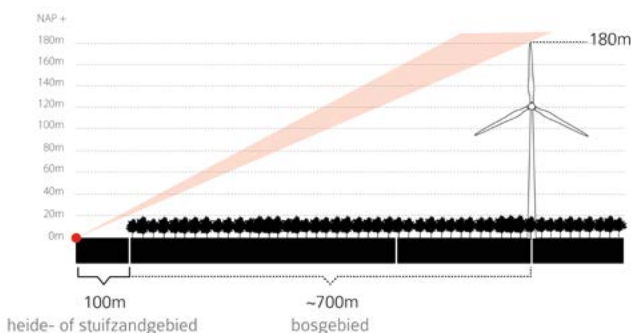


Fig. 1 - Bij een boomhoogte van circa 20 m moet voor elke 100 m open gebied de windmolen circa 700 m het bos in staan om volledig aan het zicht te worden onttrokken (in het figuur is de verticale schaal overdreven). Door de grote hoeveelheid open vlaktes op de Veluwe is dit in de praktijk nauwelijks mogelijk.

LANDSCHAPPELIJKE RELATIE

Het werken met 3D simulaties laat zien dat windmolens vooral zichtbaar zijn van grote afstand, vanaf open vlaktes en niet binnen in het bos. Op de Veluwe betekent dit dat windmolens veelal vanaf de heidevelden en stuifzanden zichtbaar zullen zijn, evenals de zone direct om de Veluwe heen (IJsseldal, Randmeren). Ook wordt duidelijk dat het voor een waarnemer van buiten de Veluwe of op de Veluwe erg moeilijk in te schatten is of de windmolen nu wel of niet op de Veluwe staat (fig. 2). Dit betekent ook dat het standpunt en de beweging van een waarnemer belangrijker zijn dan de relatie die de opstelling aan gaat met landschappelijke patronen en/of structuren, hoewel beide elkaar niet hoeven uit te sluiten en elkaar zelfs zouden kunnen versterken.

De manier waarop de windmolens zijn opgesteld en de relatie met landschappelijke structuren in bossen dus lastig te herkennen.

Hierdoor wordt de opstelling al snel ervaren als een 'autonome' opstelling, zeker als het gaat om een lijnopstelling die groot horizonbeslag kent (bijvoorbeeld bij 8 tot 10 windmolens). Met een lijnopstelling wordt al snel een rationeel landschap gesuggereerd, terwijl de Veluwe voornamelijk kleinschalig (lopend, fietsend) wordt ervaren.

Een belangrijke 'landschappelijke ervaring' op de Veluwe is het uitzicht over een heide- of stuifzandgebied richting een bosrand. De ruimte wordt hierbij ingekaderd door de bosrand, en door de afwezigheid van andere verticale elementen ontstaat een gevoel van een 'doorlopend bos', waarvan het einde niet in te schatten is. Windmolens in het bossen kaderen deze open ruimte in, waardoor de rand versterkt wordt en daarmee ook een gevoel van insluiting ontstaat (fig. 3).



Fig. 2 - Windmolens in Hilchenbach (Duitsland). Het is op deze foto moeilijk in te schatten of de windmolens in het bos staan of niet.

KIJK NAAR KLEINE EN MIDDELGROTE ENSEMBLES

De verwachting is dat windmolens en vooral grote gebaren met windmolens (grote lijnopstellingen) de Veluwe zullen 'kleineren'. Het is van hieruit logischer om te proberen aan te sluiten bij het kleinschalige karakter van de Veluwe. Vanuit de sessie met experts kwam een bandbreedte van orde grootte drie tot zes clusters met drie tot zes windmolens naar voren. Tabel 2 laat zien wat mogelijke energetische opbrengsten zijn, wat verder afhankelijk is van het type windmolen en de precieze locatie. Meer compacte clusters bij stadsranden zouden wel herkend kunnen worden als bijvoorbeeld 'de turbines van Harderwijk'. Op deze manier kan betekenis worden toegevoegd aan de windmolens. Een solitaire windmolen voegt al snel weinig toe aan de Veluwe als geheel, hoewel hiermee wel een bijzondere of betekenisvolle plek wordt gemarkeerd. Bij meerdere solitaire windmolens zal dit gevoel al snel verdwijnen.

Tabel 2

Clustergrootte →	3 windmolens	6 windmolens
↓ Aantal clusters		
1 cluster	3 windmolens (9 MW) 17,1 - 29,7 GWh 62 - 107 TJ	6 windmolens (18 MW) 34,2 - 59,4 GWh 123 - 214 TJ
3 clusters	9 windmolens (27 MW) 51,3 - 89,1 GWh 185 - 321 TJ	18 windmolens (54 MW) 102,6 - 178,2 GWh 370 - 642 TJ
6 clusters	18 windmolens (54 MW) 102,6 - 178,2 GWh 370 - 642 TJ	36 windmolens (108 MW) 307,8 - 356,4 GWh 1108 - 1283 TJ



Fig. 3 - Grote aantallen windmolens geven het gevoel dat de hele rand van de Veluwe vol staat met windmolens. Door de grote hoeveelheid is er geen associatie met een plek, maar staat de opstelling op zichzelf. Door het grote horizonbeslag ontstaat een gevoel van insluiting (bron afbeelding: ROM3D).



BETROKKENHEID

afstudeeronderzoek student Larenstein

SAMENVATTING BETROKKENHEID

DOEL EN WERKWIJZE

De afgelopen jaren is veel kennis opgedaan over draagvlak en betrokkenheid bij windenergie. Voor meer informatie hierover zie www.rvo.nl. Dit afstudeeronderzoek richt zich op de sociale acceptatie van windmolens in bossen. Het onderzoek is opgesplitst in twee delen en is uitgevoerd door een student van Hogeschool Van Hall Larenstein. Als eerste is literatuurstudie gedaan naar de sociale acceptatie van windenergie en soortgelijke projecten waarbij natuur en industrie elkaar ontmoeten. Daarnaast zijn er interviews gedaan met recreanten.

SAMENVATTING RESULTATEN

Nog weinig is bekend over de sociale acceptatie van windmolens door recreanten. Met sociale acceptatie wordt in dit onderzoek specifiek gefocust op 'community' acceptatie (fig. 5). De factoren die van belang zijn bij 'community' acceptatie zijn onder te verdelen in drie hoofdgroepen, namelijk (1) de perceptie van fysieke en omgevingsfactoren, (2) psychosociale factoren en (3) sociale en institutionele factoren.

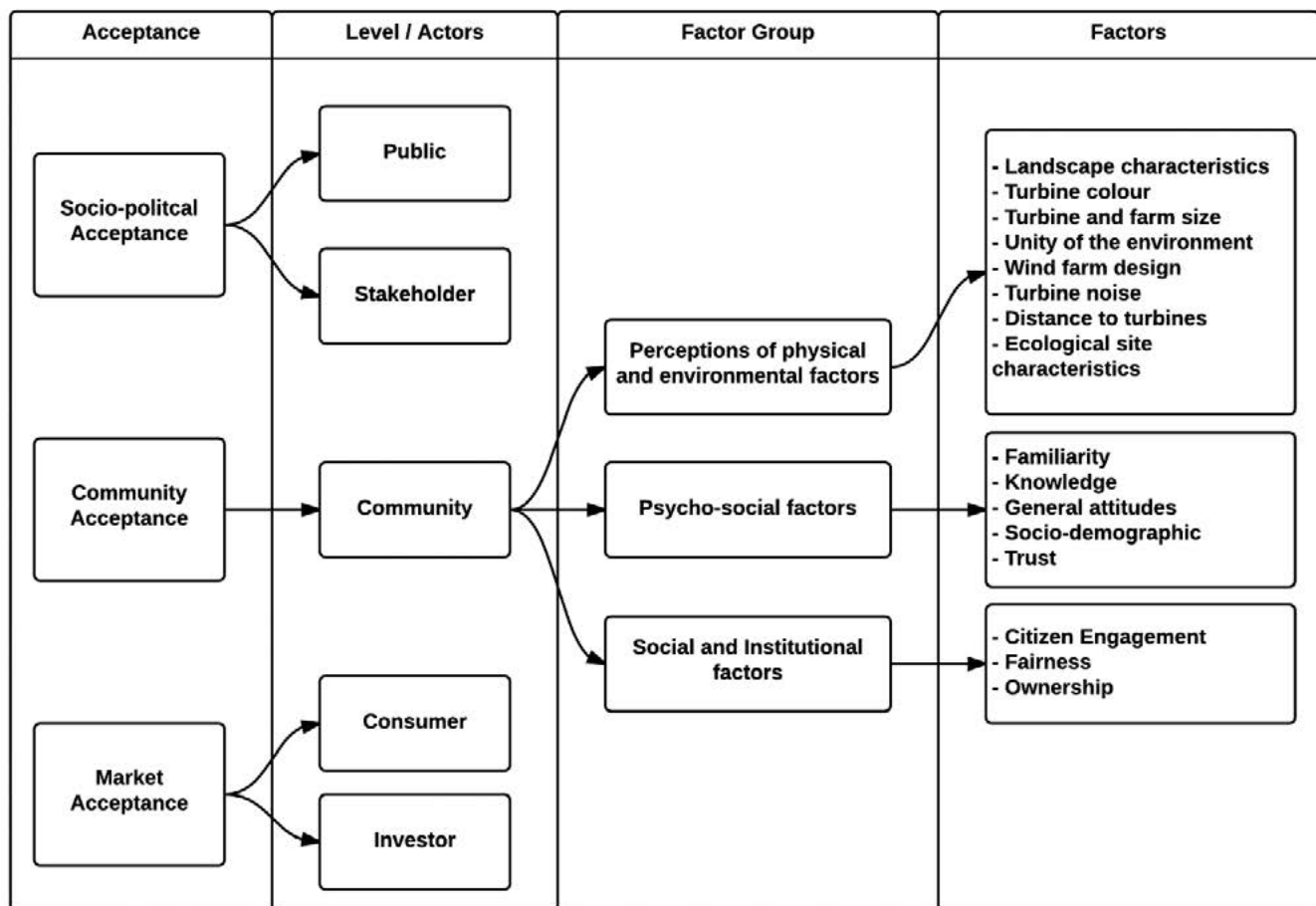


Fig. 5 - Het Triangle Model of Social Acceptance (Lago et al., 2009)

De interviews die gehouden zijn met recreanten, zijn gebaseerd op de tweede en derde groep van factoren. Voorbeelden van factoren zijn betrokkenheid, burgerparticipatie en eigenaarschap. In de interviews is eerst gevraagd naar de houding tegenover nationale energiedoelen, vervolgens over windenergie in het algemeen, windenergie in bos- en natuurgebieden en tot slot specifiek windenergie op de Veluwe. Recreanten zijn onderverdeeld in drie typen: dagjesmensen, verblijfsrecreanten en eigenaren van een recreatiewoning op de Veluwe.

Eén van de belangrijkste uitkomsten van het onderzoek is het gebrek aan informatie over windenergie in het algemeen, de technologie en het rendement van de windmolens. Respondenten is bijvoorbeeld gevraagd naar hun kennis over de Nederlandse energiedoelstellingen. De helft van de ondervraagden is redelijk bekend hiermee, een kwart kende de doelen en een kwart wist niet wat de energiedoelen inhouden. Daarnaast werd aangegeven dat recreanten het op prijs zouden stellen meer op de hoogte gehouden te worden van plannen. De literatuurstudie bevestigt dat informatie en burgerparticipatie bij planvorming en realisatie cruciaal zijn voor het realiseren van energiedoelen. Meer gerelateerde initiatieven kunnen leiden tot een positievere houding tegenover windenergie. Fig. 6 laat de huidige houding van de respondenten ten opzichte van windenergie in het algemeen zien.

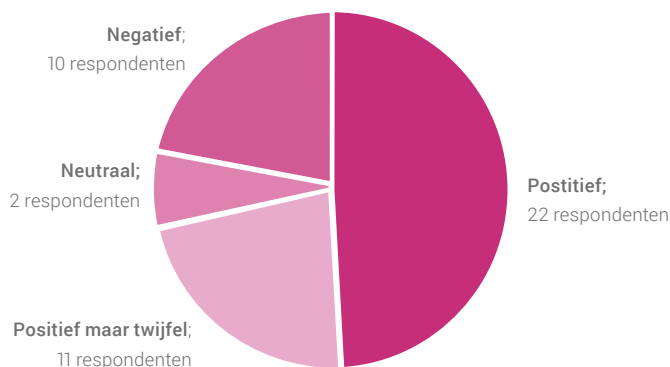


Fig. 6 - Houding van de respondenten ten opzichte van windenergie in het algemeen

Een andere belangrijke uitkomst is de invloed van windmolens op het besluit om naar bossen in het algemeen en specifiek naar de Veluwe te gaan. Recreanten geven aan de Veluwe zo te waarderen, dat ze ongeacht de plaatsing van windmolens de Veluwe zullen bezoeken. Wel verwachten ze dat hun beleving wordt aangetast en geven ze aan hierdoor mogelijk naar andere plekken op de Veluwe zullen gaan. Verschillende redenen liggen hieraan ten grondslag (fig. 7). Informatievoorziening over nationale energiedoelen, windenergie in het algemeen en bij windmolens op locatie worden in interviews als onvoldoende ervaren.

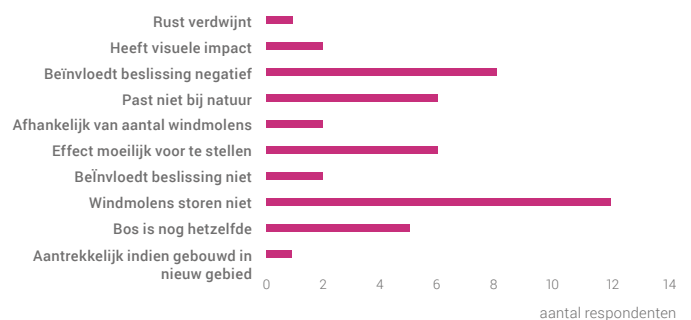


Fig. 7 - Respondenten geven verschillende redenen waarom windmolens wel of niet hun beslissing om naar de Veluwe te komen beïnvloeden.

Verblijfsrecreanten en eigenaren van recreatiewoningen lijken negatiever tegenover windmolens te staan dan de dagjesmensen. Het verschil tussen deze groepen recreanten is onder andere dat dagjesmensen niet overnachten en hun redenen om naar de Veluwe te komen verschillen. Bijvoorbeeld meer dagjesmensen lopen met hun hond op de Veluwe in vergelijking met de andere groepen. Verblijfsrecreanten en eigenaren van recreatiewoningen komen naar de Veluwe vanwege de rustige omgeving en de mogelijkheid om te wandelen en fietsen. Windmolens worden geassocieerd met het verstoren van die rust, waardoor verblijfsrecreanten en eigenaren van recreatiewoningen mogelijk een negatievere houding tegenover het plaatsen van windmolens hebben.

FINANCIËN

opgesteld door: Bosch & Van Rijn



SAMENVATTING FINANCIËN

DOEL EN WERKWIJZE

Bosch & Van Rijn heeft businesscases opgesteld. Hiervoor zijn twee rekensimulaties uitgevoerd in gemeenten Barneveld en Harderwijk. Voor beide locaties zijn berekeningen uitgevoerd met windmolens van verschillende fabrikanten (tabel 3), bij Barneveld met drie windmolens, en bij Harderwijk met vier windmolens. Bosch & Van Rijn heeft een businesscase model (BCM) ontwikkeld om de rentabiliteit en netto contante waarde van windenergieprojecten inzichtelijk te maken. De belangrijkste parameters voor het model zijn:

- Windaanbod/elektriciteitsproductie.
- Investeringsbedrag windmolens (CAPEX): op Quick Scan niveau is gebruik gemaakt van dezelfde aannames die ECN hanteert bij het vaststellen van de SDE+-subsidiebedragen: dit zijn marktconforme kentallen.
- Subsidieregeling en/of verkoopprijs elektriciteit: gerekend is met de subsidiegetallen van de SDE+ 2015, omdat er nog geen informatie bekend is over de hoogte van deze bedragen in toekomstige jaren.
- Jaarlijkse kosten (OPEX) gebaseerd op de aannames van ECN.
- Financieringsvorm: in de businesscases is uitgegaan van een aandeel eigen vermogen van 20% en een rentepercentage van 4% op vreemd vermogen.
- Aangenomen is dat de extra kosten die het bouwen van windmolens in bossen met zich meebrengt, namelijk het kappen van bomen voor wegen en kraanopstelplaatsen, wegvalt tegen de verkoop van het hout. Overige meerkosten die plaatsing in natuur met zich meebrengt zijn in het model niet meegenomen.

SAMENVATTING RESULTATEN

De criteria die gebruikt zijn om de businesscases te beoordelen zijn:

- Project IRR: het netto rendement van de totale investeringen (eigen + vreemd vermogen) in een project, waarbij de netto contante waarde van het geheel van kosten en baten nul is.
- Equity IRR: het netto rendement van de eigen vermogen in een project, waarbij de netto contante waarde van het geheel van kosten en baten nul is.
- Project NPV: netto contante waarde van het project (na realisatie) over de gehele economische levensduur (=25 jaar), verdisconteerd tegen een jaarlijkse rentevoet van 8%.
- NPV/MW: netto contante waarde per MW nominaal vermogen.

Rendementen op eigen vermogen (equity IRR) van boven de 15% zijn als interessant aan te merken voor projectontwikkelaars.

De belangrijkste conclusie die uit een analyse van de businesscases gehaald kan worden is dat de exploitatie van windenergie in bossen in Barneveld en Harderwijk niet onmogelijk lijkt (tabel 4 en 5). Daarnaast kan geconcludeerd worden dat:

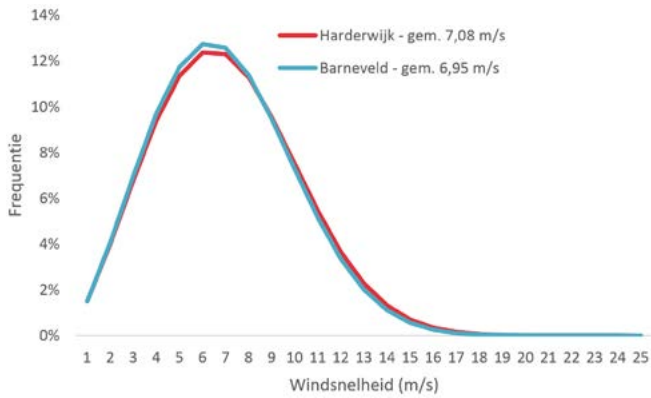
- De twee locaties verschillen iets van elkaar: het betere windaanbod in Harderwijk zorgt voor een hoger rendement (fig. 8).
- De rendementen verschillen flink per windmolen. Hierbij moet worden aangemerkt dat de rekenmethode van Bosch & Van Rijn, die is gebaseerd op de aannames van ECN, voor sommige fabrikanten minder gunstig uitpakt, doordat voor onderhoud, fundering, etc. algemene gemiddelden worden gebruikt.
- Het rendement in bossen ligt lager dan erbuiten. Dit komt doordat hoge (en dus dure) windmolens nodig zijn vanwege turbulentie, en het windaanbod lager ligt dan buiten bossen. Wanneer we een vergelijkbare locatie doorrekenen zonder bos ligt het rendement circa een derde hoger.

Tabel 3 - Investeringskosten van de onderzochte windmolentypes.

Windmolen	Vermogen	As-hoogte	Investering	Prijs-factor ¹
Enercon E-82 / 2300	2,3	139	2,67 mln	1,20 ²
Enercon E-115 / 3000	3	135	5 mln	1,67
Lagerwey L100-2,5MW	2,5	135	2,95 mln	1,16
Senvion - 3.0M122	3,2	139	3,6 mln	1,13
Vestas V110-2,0MW	2	125	2,45 mln	1,23

¹ Prijsfactor is investering gedeeld door vermogen. Hiermee kunnen de investeringsbedragen beter worden vergeleken.

² Voor de investeringskosten van de E-82, die niet is opgevraagd bij de fabrikant, wordt een schatting van 1,2 mln euro/MW gehanteerd.



Figuur 8 - Windsnelheidsverdeling op 100m boven maaiveld, volgens het KNMI-model.

Een financiële studie op hoofdlijnen geeft niet alleen inzicht in de absolute bedragen en de percentages, maar kan ook worden gebruikt om te ontdekken welke factoren meer of minder een rol spelen in de rendabiliteit van een windproject. De afbeelding hierboven (fig. 9) toont een aantal belangrijke variabelen (de lijnen en stippen). Op de verticale as staat het rendement op eigen vermogen van de Lagerwey L100 in Harderwijk, als voorbeeld.

Voor elke parameter is gekeken wat er gebeurt met het rendement, wanneer alleen die parameter gewijzigd wordt. De horizontale as toont de uitwijking van de parameter vanuit het nulpunt (de situatie waarvoor een rendement van 20% is berekend).

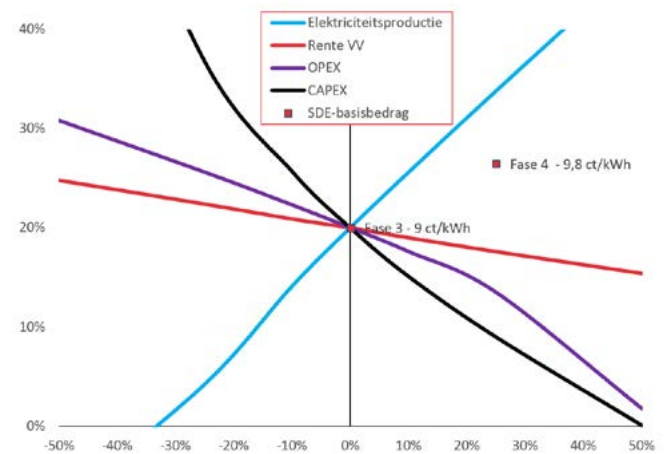
Voorbeeld: in het geval van de CAPEX (de investeringskosten, zwarte lijn) zien we dat een toename

van 10% van de CAPEX resulteert in een daling van het rendement op eigen vermogen van 20% naar 15%. Een toename van de OPEX (jaarlijkse kosten) van 10% heeft minder grote gevolgen: het rendement daalt dan naar 17,6% (paarse lijn). Hoe steiler de lijn in onderstaande grafiek, hoe belangrijker de parameter.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de belangrijkste parameters met de grootste gevoeligheid zijn:

- Elektriciteitsproductie/windsnelheid.
- CAPEX, dat betreft met name de aanschafkosten van de windmolen.

Beide parameters worden beïnvloed door ligging in een bos: het windaanbod is lager en windmolens moeten een hogere mast hebben dan gebruikelijk, door turbulentie nabij de kruinhoogte.



Figuur 9 - Gevoeligheidsanalyse: hoe steiler de lijn, des te meer invloed heeft de betreffende parameter op het rendement.

Tabel 4 - Businesscase windmolens Barneveld (3 windmolens).

Windmolen	Project IRR	Equity IRR	Project NPV	NPB/MW
Enercon E-82 / 2300	5,5%	7,8%	-0,03 mln	€ -4.000
Enercon E-115 / 3000	4,7%	5,3%	-0,66 mln	€ -73.000
Lagerwey L100-2,5MW	8,5%	16,7%	1,42 mln	€ 189.000
Senvion - 3.0M122	10,3%	22,2%	2,92 mln	€ 304.000
Vestas V110-2,0MW	11,7%	26,2%	2,67 mln	€ 445.000

Tabel 5 - Businesscase windmolens Harderwijk (4 windmolens).

Windmolen	Project IRR	Equity IRR	Project NPV	NPB/MW
Enercon E-82 / 2300	6,6%	11,2%	0,63 mln	€ 68.000
Enercon E-115 / 3000	5,6%	8,0%	0,01 mln	€ 1.000
Lagerwey L100-2,5MW	9,6%	20,0%	2,58 mln	€ 258.000
Senvion - 3.0M122	11,4%	25,4%	4,71 mln	€ 368.000
Vestas V110-2,0MW	12,8%	29,6%	4,14 mln	€ 518.000



**VERKENNING
(ON) MOGELIJKHEDEN
WINDENERGIE IN BOSGEBIEDEN**

SAMENVATTEND RAPPORT