



74100916-PGR/R&E 11-2551 Eindrapportage

Haalbaarheidstudie windenergie voor vier
zoekgebieden in de gemeente Arnhem

Arnhem, 21 december 2011

Auteurs: Caroline Faasen, Anne-Marie Taris

In opdracht van gemeente Arnhem

auteur : C.J.Faasen

beoordeeld : J.W. Cleijne

B 32 blz. - bijl.

goedgekeurd : L.B.M. van Kessel

© KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van KEMA Nederland B.V. is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren (elektronische kopieën inbegrepen) van het document of een gedeelte daarvan.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert

INHOUD

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	6
2.1	Uitgangspunten.....	7
3	Beleid.....	8
3.1	Beleid provincie Gelderland	8
3.2	Beleid gemeente Arnhem.....	9
4	Technische belemmeringen voor windenergie	11
4.1	Woonbebouwing	11
4.2	Straalpaden.....	12
4.3	Radarposten	13
4.4	Laagvliegroutes en -gebieden	13
4.5	Veiligheidsrisico's.....	14
4.5.1	Risicocontouren van een windturbine.....	14
4.5.2	Wegen, waterwegen en spoorwegen	15
4.5.3	Leidingen en kabels	16
4.5.4	Risicocontouren zoekgebieden	16
4.6	Overzicht belemmeringen voor windturbines.....	19
4.7	Conclusie	20
5	Windpark Layout.....	21
5.1	Windpark layout 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij	21
5.2	Windpark layout Pleijroute.....	22
5.3	Energie opbrengst.....	23
6	Financiële haalbaarheid	25
6.1	Kosten en baten.....	25
6.1.1	Windturbines.....	25
6.1.2	Elektrische infrastructuur.....	25
6.1.3	Parkinfrastuctuur.....	25
6.1.4	Legeskosten.....	26
6.1.5	Projectontwikkelingskosten	26
6.1.6	Totaal investeringen.....	26
6.2	Onderhoudskosten.....	27

Eindrapport

6.3	Financieel overzicht	27
6.4	Conclusie financiële haalbaarheid.....	28
7	Aanbeveling	29
Bijlage 1: Ontwikkelroutes voor Gemeente Arnhem.....		30

1 SAMENVATTING

Met het Programmaplan Energie made in [Arnhem] committeert de gemeente Arnhem zich aan het bereiken van ambitieuze energiedoelstellingen. De Gemeente Arnhem onderzoekt daarom momenteel of het mogelijk is één of meerdere windparken van drie tot vijf turbines te realiseren binnen de gemeente. Dit wordt gedaan via een trechtermethode waarbij eerst een quick scan Natuur is uitgevoerd en vervolgens is gekeken naar technische belemmeringen. Bureau Waardenburg heeft de effecten van een windpark op de natuur onderzocht. Hieruit komen vier meest kansrijke zoekgebieden: Bedrijventerrein het Broek/Kleefse waard, Geitenkamp Noord, IJsseloord en Koningspleij Noord.

KEMA onderzocht of deze vier zoekgebieden geschikt zijn voor het ontwikkelen van een windpark met drie tot vijf turbines. Hierbij worden de volgende aspecten onderzocht:

- Beleid van provincie en gemeente
- Technische belemmeringen (woonbebouwing, straalpaden, radarposten, laagvliegroutes)
- Veiligheidsrisico's

Uit deze studie blijkt dat de zoekgebieden 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij mogelijkheden bieden voor het plaatsen van windturbines. Er zijn geen technische belemmeringen voor deze gebieden en bovendien is het tevens een zoekgebied voor windenergie vanuit de provincie Gelderland.

Ook voor het zoekgebied IJsseloord zijn geen technische belemmeringen voor windturbines. Het gebied biedt mogelijkheden om een windturbinepark te plaatsen in een lijnopstelling langs de Pleijroute. Dit gebied is echter geen zoekgebied voor de provincie Gelderland. Het zoekgebied Geitenkamp Noord is geen geschikt gebied voor windturbines. Het gebied ligt in een radarverstoringgebied. Bovendien is een deel van het gebied EHS natuurgebied en ligt het andere deel te dicht bij de woonbebouwing.

KEMA heeft twee mogelijke windparkontwerpen gemaakt. Één ontwerp is een cluster lay out in het gebied 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij. Hier is een ontwerp gemaakt van vijf windturbines, met een totaal vermogen van 15 MW. In dit ontwerp is rekening gehouden met risicovolle objecten van de industrie die zich in dit gebied bevinden. De vijf windturbines kunnen in de elektriciteitsbehoefte van ruim 8700 huishoudens voorzien. Een ander windparkontwerp is een lijnopstelling langs de Pleijroute. Dit gebied biedt ruimte aan vier windturbines, die ruim 7000 huishoudens van elektriciteit kunnen voorzien.

Een eerste inschatting van de kosten en baten van deze twee mogelijke windparkontwerpen geeft aan dat een windpark in Arnhem financieel rendabel kan zijn. Op basis van kengetallen voor investeringen en opbrengsten lijkt een gunstig rendement op eigen vermogen haalbaar.

2 INLEIDING

Met het Programmaplan Energie made in [Arnhem] committeert de gemeente Arnhem zich aan het bereiken van ambitieuze energiedoelstellingen. Arnhem wil een duurzame stad zijn op de korte én lange termijn. Om dit te bereiken wil de gemeente, bij voorkeur binnen de gemeentegrenzen, duurzame energie opwekken en zo op termijn energieneutraliteit nastreven. Bovendien wil Arnhem zich op de kaart zetten als een stad die vooruitloopt op het gebied van energie- en milieutechnologie.

Windturbines produceren duurzame energie. Windenergie is schone energie en raakt nooit op. Windenergie is een van de meest kansrijke en kosteneffectieve duurzame energieopties van dit moment. De gemeente Arnhem doet daarom onderzoek naar de haalbaarheid van de ontwikkeling van windenergie binnen de gemeentegrenzen.

De haalbaarheid voor windturbines in de gemeente Arnhem wordt onderzocht via een trechtermethode. Allereerst zijn er in een studie van Bureau Waardenburg acht zoekgebieden geselecteerd (Bureau Waardenburg, 2011). Dit zijn gebieden zonder woonbebouwing die mogelijk geschikt zijn voor windturbines. Voor deze acht zoekgebieden is een Quicksan Natuur uitgevoerd. Mogelijke knelpunten voor de natuur zijn in deze quick scan beschreven. Na het overwegen van alle ecologische aspecten zijn door Bureau Waardenburg vier deelgebieden aangewezen die het meest kansrijk zijn voor realisatie van een windpark. Als volgende stap in het proces heeft de Gemeente Arnhem KEMA gevraagd de technische haalbaarheid van een windpark in deze vier zoekgebieden te onderzoeken. Uit deze technische haalbaarheidstudie worden de mogelijke locaties voor windenergie in Arnhem duidelijk. Dit dient als basis om op de geschikte locaties de windturbines meer in detail te kunnen onderzoeken en uiteindelijk een verdienmodel (business case) op te stellen.

In deze studie toont KEMA de resultaten van onderzoek naar mogelijkheden om windturbines te plaatsen in de vier deelgebieden. Allereerst is er gezocht naar vrije ruimte binnen de zoekgebieden. Hiervoor is onderzocht in hoeverre provinciaal en gemeentelijk beleid windenergie binnen de zoekgebieden ondersteunen. Om de mogelijkheden voor windenergie in de vier zoekgebieden te beoordelen zijn de aspecten onderzocht die een belemmering kunnen vormen voor windenergie. Deze aspecten zoals woonbebouwing of straalpaden, kunnen de plaatsing van windturbines in een zoekgebied of een deel daarvan uitsluiten. Ook is rekening gehouden met externe veiligheid en de afstand die geboden is tussen windturbines en risicovolle objecten. De ruimte die overblijft, is het gebied waarbinnen een ontwerp voor het windturbinepark is gemaakt. Er zijn twee mogelijke windparkontwerpen gemaakt om aan te geven hoeveel windturbines geplaatst zouden kunnen worden in de gebieden.

2.1 **Uitgangspunten**

De Gemeente Arnhem onderzoekt of het mogelijk is één of meerdere windparken van drie tot vijf turbines te realiseren binnen de gemeente. Bureau Waardenburg heeft de effecten van een windpark op de natuur bekeken. Hieruit komen vier meest kansrijke zoekgebieden:

- Bedrijventerrein het Broek/Kleefse waard
- Geitenkamp Noord.
- IJsseloord
- Koningspleij Noord

KEMA onderzocht of deze vier zoekgebieden geschikt zijn voor het ontwikkelen van een windpark met drie tot vijf turbines. Hierbij is rekening gehouden met landschappelijke beperkingen, anders dan natuur, die van belang zijn bij het plaatsen van windturbines. In deze studie wordt uitgegaan van een moderne windturbine van 3 MW met een ashoogte van 100 meter en rotordiameter van 90 meter.

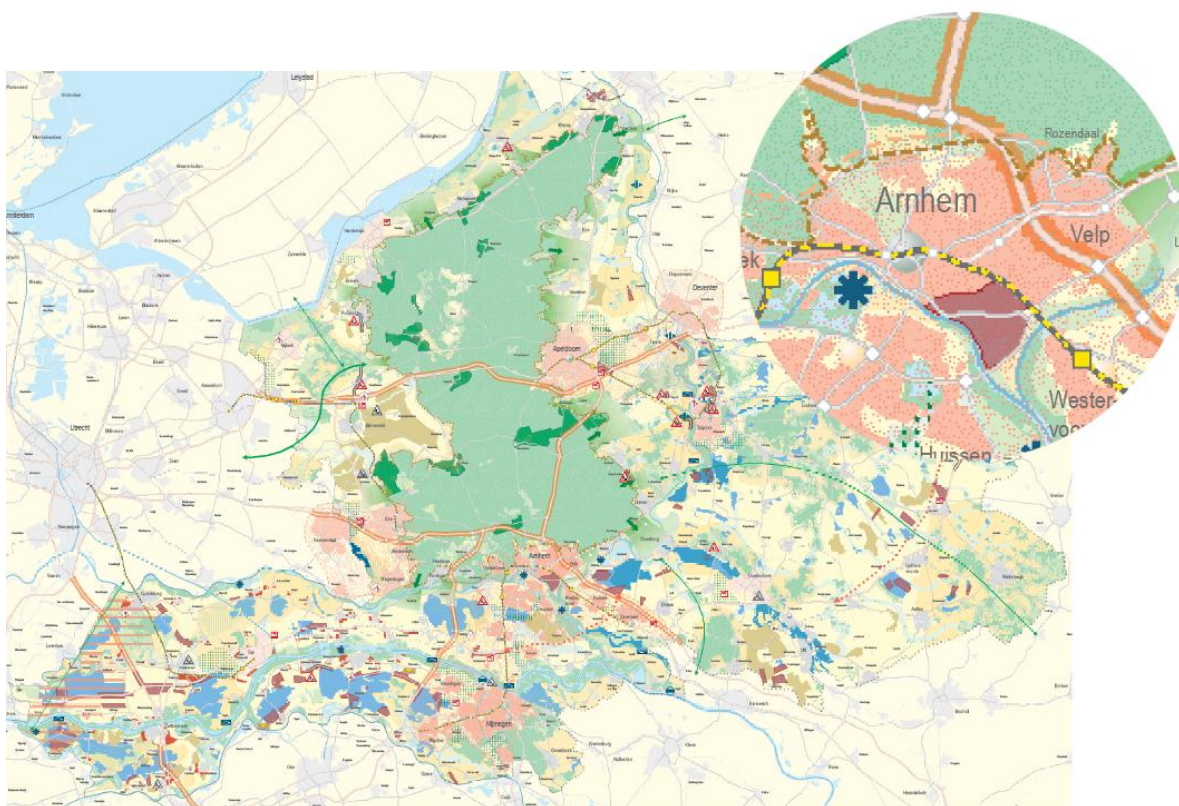
3 **BELEID**

Zowel de Provincie Gelderland als de gemeente Arnhem willen duurzame energie bevorderen. In dit hoofdstuk wordt behandeld in hoeverre provinciaal en gemeentelijk beleid windturbines in de zoekgebieden van Arnhem ondersteunen.

3.1 **Beleid provincie Gelderland**

De provincie Gelderland vindt het belangrijk dat duurzame energie wordt ingezet om op termijn de fossiele brandstoffen te kunnen vervangen. Windenergie is een van de meest kansrijke duurzame energie opties. In het streekplan heeft de provincie Gelderland daarom zoekzones aangewezen waar windturbines geplaatst mogen worden. Door middelgrote windturbineparken van 4 á 8 windturbines per locatie (ruimtelijk) te faciliteren hoopt de provincie haar doelstelling van 140 MW windvermogen in 2015 te halen. Initiatieven voor windturbine-opstellingen van minder dan 4 windturbines zullen niet door het ruimtelijk beleid worden ondersteund, tenzij kan worden aangetoond dat de energieopbrengst bij plaatsing van drie windturbines groter is dan bij optimale benutting van de locatie met 4 windturbines van elk 2 MW.

Ook windparken die deels buiten de zoekgebieden liggen kunnen goedgekeurd worden als de betreffende windturbine(s) “buiten een milieucontour van 400 meter rond hindergevoelige bestemmingen blijven” (Provincie Gelderland, 2005). Met het huidige aantal lopende initiatieven denkt de provincie Gelderland echter haar doel te kunnen behalen. Het is volgens de provincie dan ook niet noodzakelijk om andere gebieden toe te laten dan de door haar aangewezen zoekgebieden. Op dit moment bekijkt de provincie alle zoekgebieden kritisch. Wanneer er windturbines geplaatst worden op alle zoekgebieden die de provincie heeft aangewezen zou een rommelig beeld kunnen ontstaan. Wellicht wordt het aantal zoekgebieden daardoor verkleind en kunnen enkele zoekgebieden dan alsnog afvallen.



Figuur 3.1 Zoekzones windenergie (Streekplan provincie Gelderland)

De provincie Gelderland heeft één zoekgebied aangewezen in de gemeente Arnhem. Dit zoekgebied komt overeen met 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij. De gebieden IJsseloord en Geitenkamp Noord maken geen deel uit van de provinciale zoekzones voor windenergie.

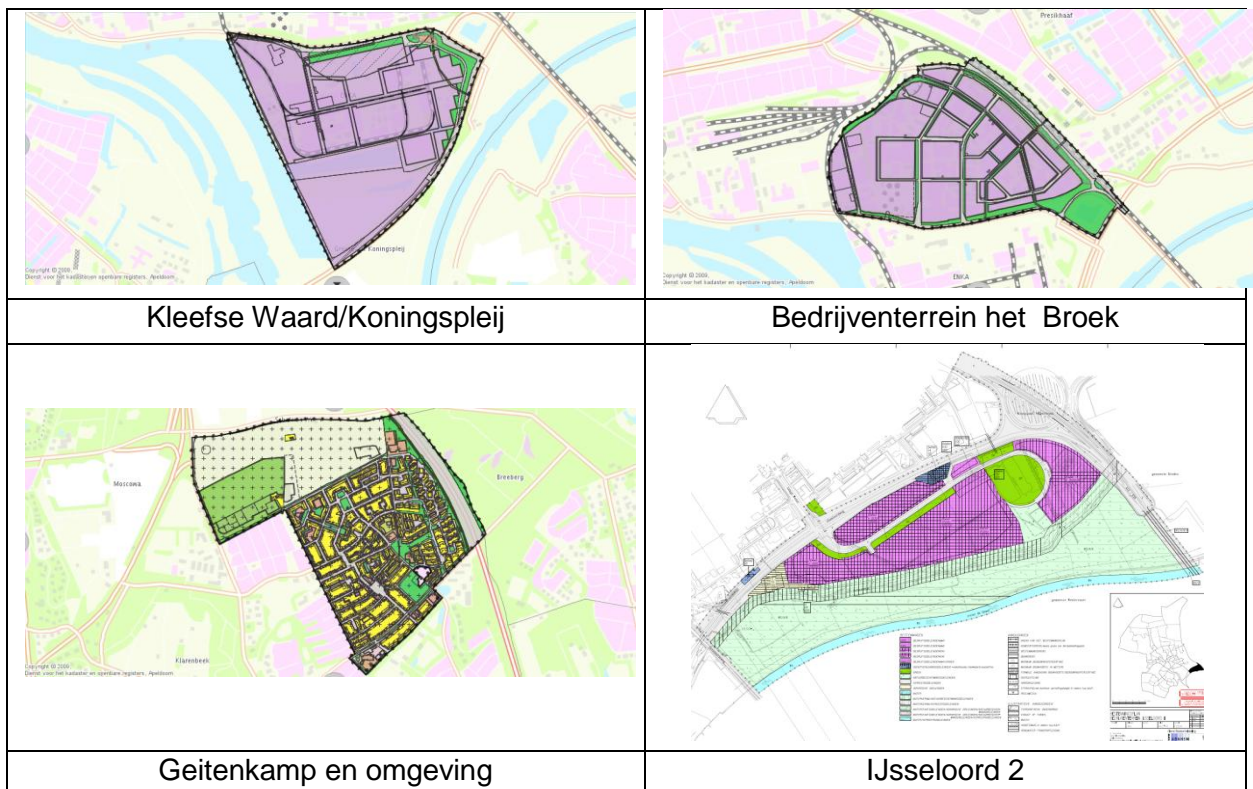
3.2 **Beleid gemeente Arnhem**

Windturbines kunnen alleen geplaatst worden daar waar het bestemmingsplan het toelaat. Als het bestemmingsplan beperkingen oplevert voor bijvoorbeeld de bouwhoogte, moet een bestemmingsplanwijziging worden aangevraagd. De vier mogelijke zoekgebieden liggen in verschillende bestemmingsplannen.

	Zoekgebied	Bestemmingsplan	Vastgesteld	Maximale Bouwhoogte	Wijzigingsbevoegdheid
1	Bedrijventerrein Broek/Kleefse Waard	Kleefse Waard-Koningspleij Noord	19-10-2009	40m	85m
		Bedrijventerrein Het Broek	16-12-2009	15-20m	30m

2	Geitenkamp Noord	Geitenkamp en omgeving	09-12-2010	8m	(10% extra)
3	IJsseloord	IJsseloord 2	03-07-1995*	30m	10%
4	Koningspleij	Kleefse Waard-Koningspleij Noord	19-10-2009	40m	85m

*Het bestemmingsplan voor IJsseloord 2 wordt momenteel herzien.



Figuur 3.1 Bestemmingsplannen Arnhem

Bij de uitwerking van het bestemmingsplan zijn burgemeester en wethouders bevoegd regels op te nemen met betrekking tot het verlenen van vrijstelling van de maximum bouwhoogte tot een hogere maximale hoogte. Per bestemmingsplan verschilt deze wijzigingsbevoegdheid. De windturbines die in deze studie worden gebruikt hebben een ashoogte van 100 meter boven maaiveld (de tiphoogte is uiteraard nog hoger). Windturbines met een lagere ashoogte, die voldoen aan de eisen van het bestemmingsplan, zijn niet wenselijk omdat de energieopbrengst hiervan aanzienlijk lager ligt. Met de huidige investeringskosten en subsidies zijn de turbines met een dergelijk lage ashoogte snel onrendabel.

Voor alle bestemmingsplannen geldt dat er een herziening van het bestemmingsplan moet komen voordat er windturbines geplaatst kunnen worden.

4 TECHNISCHE BELEMMERINGEN VOOR WINDENERGIE

Het plaatsen van windturbines heeft invloed op het landschap en de omgeving. Windturbines moeten veilig zijn en moeten zo min mogelijk overlast veroorzaken. Hiervoor zijn randvoorwaarden opgesteld. De randvoorwaarden die betrekking hebben op het behoud van de natuur zijn reeds onderzocht door Bureau Waardenburg. Bij de realisatie van windenergie bestaan ook technische aspecten die beperkingen opleggen aan de mogelijkheden van plaatsing. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar aspecten die een belemmering kunnen vormen voor windenergie. Deze aspecten kunnen de plaatsing van windturbines in een zoekgebied of een deel daarvan uitsluiten. De volgende aspecten zijn onderzocht voor de vier afzonderlijke zoekgebieden:

- woonbebouwing
- straalpaden
- radarposten
- laagvliegroutes en – gebieden
- veiligheidsrisico's.

4.1 Woonbebouwing

De plaatsing van windturbines nabij woningen kan hinder opleveren. Vanwege veiligheid en geluid mogen windturbines niet te dicht bij woningen staan.

Wanneer windturbines draaien, maken ze geluid. Dit komt door de bewegende delen in de gondel en de draaiende rotorbladen. Bij weinig wind, staat een windturbine nagenoeg stil en maakt hij (bijna) geen geluid. Als het hard waait, neemt het achtergrondgeluid sterk toe en wordt de turbine daardoor overstemd. Bij windkracht 3 tot 6 is de windturbine in de meeste gevallen wel hoorbaar (Agentschap NL, 2011). Sinds 1 januari 2011 vallen alle windturbines onder de geluidregelgeving voor windturbines van het Activiteitenbesluit. Het jaargemiddelde geluidniveau (Lden) als gevolg van een windturbine mag bij een woning van derden niet meer bedragen dan 47 dB. Daarnaast geldt een ten hoogst toelaatbare waarde voor het jaargemiddelde geluidniveau in de nachtperiode van 41 dB. In de quick scan is rekening gehouden met woonkernen. Verspreid staande bebouwing kan bij nadere invulling van het windpark lokaal bekeken worden. Wanneer de eigenaar van een woning deel uit maakt van het windparkproject gelden de regels van het Activiteitenbesluit niet.

- Alleen zoekgebied Geitenkamp Noord grenst direct aan woonbebouwing. Het deel van Geitenkamp Noord waar eventueel turbines geplaatst kunnen worden, in het deel

dat geen EHS gebied is, grenst direct aan woonbebouwing. Wanneer windturbines naast woonbebouwing geplaatst worden, is de geluidsoverlast voor omwonenden te hoog. Het aangrenzende deel van het zoekgebied is daarom niet geschikt voor het plaatsen van windturbines.

- Voor de overige zoekgebieden is woonbebouwing geen belemmering.

4.2 Straalpaden

Ten behoeve van straalverbindingen voor telecommunicatie bestaan beschermde straalpaden. Straalpaden worden hoofdzakelijk gebruikt voor het transport van radio- en TV signalen. Installaties, zoals windturbines, die in of nabij een straalpad staan, kunnen de signaaloverdracht verstoren of verzwakken. Beschermde straalpaden van KPN Telecom Netwerkdiensten lopen door Nederland. Om een gegarandeerde beschikbaarheid van 99,9% te realiseren, dienen bouwwerken en installaties op voldoende afstand van het straalpad en de zendmast te staan. De afstand tussen de hartlijn van een windturbinemast en de hartlijn van een beschermd straalpad dient groter te zijn dan de lengte van een turbineblad, met een minimum van 35 meter. Binnen een straal van 1 km van een zend- /ontvangstinstallatie, dient de afstand van de tip van de rotor tot aan de hartlijn van het straalpad 35 meter te zijn: dat wil zeggen dat de afstand tussen de hartlijn van windturbinemast en de verbindinglijn tussen de zend- en de ontvangstmast gelijk is aan de rotorstraal + 35 m.

Voor onbeschermd straalpaden (mobiele telefonie) zijn geen beperkingen ten aanzien van windturbines. Om een eventuele verstoring door een windturbine in een onbeschermd straalpad te voorkomen kan een extra zend- en ontvangstinstallatie op de turbine worden geplaatst.

In de omgeving van Arnhem staan vier zend/ontvangmasten. Dit zijn de masten in Megen, Nijmegen, Arnhem en Zevenaar. Tussen deze zendmasten van de eerste drie plaatsen lopen straalverbindingen, maar de straalverbinding loopt niet door één van de zoekgebieden. Het straalpad tussen Arnhem en Zevenaar loopt door het zoekgebied Kleefse Waard maar is komen te vervallen en vormt dus geen belemmering voor het plaatsen van windturbines in dit gebied.

- De straalpaden vormen geen belemmering voor het plaatsen van windturbines in de vier zoekgebieden.

4.3 Radarposten

In Nederland staan verschillende militaire en civiele radarposten. Bij het plaatsen van windturbines moet worden onderzocht of deze de radar niet verstoren. Dit kan een probleem vormen voor de vliegveiligheid (veilig gebruik van het luchtruim) en de nationale veiligheid (luchtruimbewaking). Rondom de radarposten liggen radarverstoringsgebieden. Zo'n gebied bestaat uit een cirkel met een straal van ongeveer 28 kilometer van een radarstation en met een hoogte van meer dan 45 meter ten opzichte van de hoogte van het maaiveld bij de radar.

In Nederland zijn er acht militaire radarposten. Deze staan in: Wier en Nieuw-Milligen (beide langeafstand-gevechtsleidingradar), Leeuwarden, Twente, Soesterberg, Volkel en Woensdrecht (Primary Surveillance Radar) en Den Helder - de Kooy - (Secondary Surveillance Radar) (Ministerie van Defensie, 2007). Ook zijn er civiele radarposten, onder andere bij Herwijnen en de luchthavens Schiphol en Maastricht-Aachen en Eelde.

De dichtstbijzijnde radarpost nabij Arnhem is het Air Operation Control Station in Nieuw-Milligen. Het zoekgebied Geitenkamp Noord ligt 26 kilometer van de radarpost af en valt in het radarverstoringsgebied. Om windturbines in het radarverstoringsgebied te bouwen is toestemming nodig van het Ministerie van Defensie. Defensie laat TNO onderzoek doen naar de invloed van de windturbines en of mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

De zoekgebieden Kleefse Waard, Koningspleij en IJsseloord liggen respectievelijk 30, 31 en 31 kilometer van de radarpost af en vallen buiten het radarverstoringsgebied.

- De radarpost in Nieuw Milligen vormt een belemmering voor het plaatsen van windturbines in Geitenkamp Noord.
- De overige zoekgebieden liggen buiten het radarverstoringsgebied. De radarpost vormt geen belemmering voor de windturbines in de IJsseloord, Kleefse Waard en Koningspleij.

4.4 Laagvliegroutes en -gebieden

Op laagvliegroutes en in laagvlieggebieden vinden trainingsvluchten met helikopters en propellervliegtuigen plaats. Deze laagvliegroutes en laagvlieggebieden variëren in hoogte maar kunnen een ondergrens van 100 ft (30,5 m) en een bovengrens van 1000 ft (305 m) hebben. Het Ministerie van Defensie wil deze gebieden zoveel mogelijk vrij houden van hoge objecten. Wanneer windturbines in het gebied geplaatst worden is toestemming nodig van de

Luchtverkeersleiding Nederland (LVN). LVN heeft een lijst met hoge obstakels die in de laagvlieggebieden geplaatst zijn, zodat piloten op de hoogte zijn van de obstakels.

- Er zijn geen laagvliegroutes in de vier zoekgebieden in Arnhem die een belemmering kunnen vormen voor het plaatsen van windturbines.

4.5 Veiligheidsrisico's

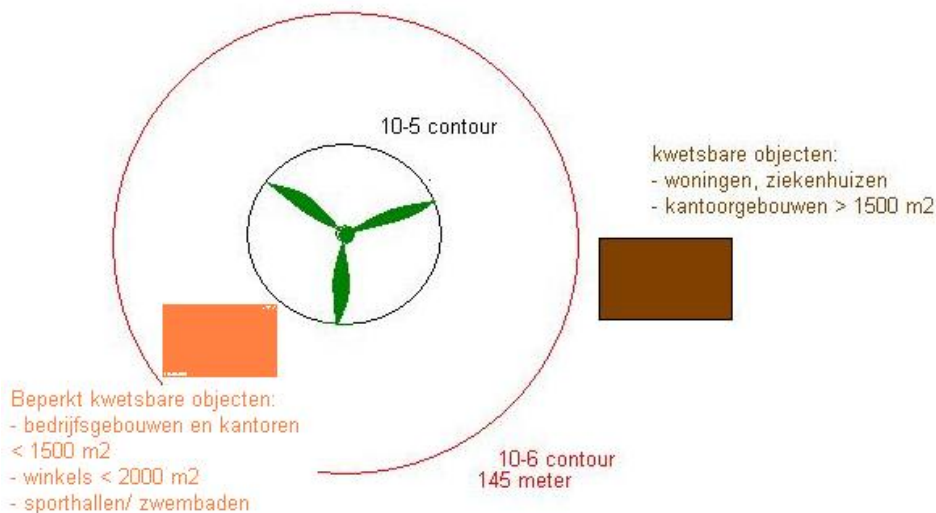
Bij het ontwikkelen van windenergie op een (nieuw) bedrijventerrein staat veiligheid voorop. Het Handboek Risicozonering Windturbines is geen wetgeving maar biedt een richtlijn hoe veiligheidsrisico's van windturbines te berekenen met bijbehorende grenswaardes. Mogelijke risico's rond een windmolen zijn mastbreuk, het afbreken van de gondel of het afbreken van een (deel van een) blad. Wanneer de exacte locatie van de windturbines is bepaald, kunnen de risico's in kaart gebracht worden door middel van een kwantitatieve risicoanalyse. Dit zal in een later stadium plaatsvinden.

In deze studie wordt een globaal beeld geschetst van de veiligheidsrisico's en de afstanden waarbij windturbines geplaatst kunnen worden. Deze paragraaf geeft de richtlijnen weer die gelden voor windturbines. Er wordt nagegaan of er in de vier zoekgebieden risicovolle objecten aanwezig zijn die de plaatsing van windturbines kunnen belemmeren.

4.5.1 Risicocontouren van een windturbine

Voor windturbines wordt een aantal risicocontouren gehanteerd. Dit geeft de kans weer van een dodelijk ongeval als gevolg van het falen van een windturbine. Rondom een windturbine kunnen de 10^{-5} en de 10^{-6} risicocontouren worden getekend zoals in onderstaande figuur is weergegeven. Deze contouren geven aan dat de kans op een dodelijk ongeval respectievelijk 1 op 100.000 jaar en 1 op 1 miljoen jaar is. Binnen een straal van een bladlengte vanaf de turbine ligt de 10^{-5} contour. Binnen deze contour mogen geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten staan. Dit houdt in dat hier geen gebouwen mogen staan waarin zich groepen personen bevinden. Beperkt kwetsbare objecten zoals kleine bedrijfspanden of kantoren, winkels en sporthallen moeten buiten de 10^{-5} contour worden geplaatst, maar mogen wel binnen de 10^{-6} contour gebouwd worden. De 10^{-6} contour bevindt zich op een afstand van de ashoogte van de turbine plus een bladlengte. Kwetsbare objecten zoals scholen, grote kantoren en woningen mogen alleen buiten de 10^{-6} contour staan.

In het geval van een windturbine van 100 meter hoog met een rotordiameter van 90 meter ligt de 10^{-5} contour op 45 meter en de 10^{-6} contour op 145 meter.



Figuur 4.1 Risicocontouren rondom windturbine

4.5.2 Wegen, waterwegen en spoorwegen

Voor windmolens die in de buurt van rijks(vaar)wegen en spoorlijnen komen, hanteren Rijkswaterstaat en ProRail eigen risicocriteria. In het algemeen kan worden gesteld dat de bladen van de turbine niet over auto-, spoor- of waterwegen heen mogen draaien.

Windturbines geplaatst op eigendommen van Rijkswaterstaat vallen onder de beleidsregel van Rijkswaterstaat. Voor wegen en waterwegen die geen eigendom zijn van Rijkswaterstaat, maar bijvoorbeeld van de provincie of gemeente, zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing. Turbines die nabij een rijksweg staan, worden toegestaan wanneer ten minste een afstand van een halve rotordiameter tussen turbine en de weg wordt aangehouden. Langs rijksvaarwegen dient een afstand van ten minste 50 meter aangehouden te worden.

Bijna alle spoorwegen in Nederland vallen onder de verantwoordelijkheid van ProRail. ProRail moet een vergunning verstrekken voor plaatsing van windturbines wanneer een (deel van een) rotorblad draait binnen een afstand van 7,85 meter vanaf het hart van het naastliggende spoor. De afstand tussen een windturbine en het spoor dient minimaal een halve rotordiameter + 7,85 meter te zijn.

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over auto-, water-, of spoorwegen moet nagegaan worden of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico. Dit kan worden gedaan in een kwantitatieve risico analyse.

De windturbines in deze studie dienen op minimaal 45 meter afstand van rijkswegen gebouwd te worden, minimaal 50 meter van waterwegen en moeten op minimaal 53 meter afstand van het spoor staan.

4.5.3 Leidingen en kabels

Vanwege externe veiligheid en transportzekerheid dient rond hoogspanning- en gasleidingen waardoor gevaarlijke stoffen worden getransporteerd een zekere afstand gehandhaafd worden.

Hoewel hier geen wettelijke eisen voor zijn hanteert Tennet voor hoogspanningslijnen een minimale afstand van 5 meter tussen de het blad en de hoogspanningslijn. Gasunie hanteert een 'high impact zone' van ashoogte plus 1/3 bladlengte.

De turbines dienen op minimaal 50 meter van hoogspanningslijnen af te staan en 115 meter van gasleidingen.

4.5.4 Risicocontouren zoekgebieden

Om te zien of er in de zoekgebieden reeds een verhoogd veiligheidsrisico is, wordt gekeken naar risicovolle activiteiten die in het gebied plaatsvinden. De provincies maken en beheren de risicokaarten. Hierop is te zien waar zich opslag van gevaarlijke stoffen bevindt en waar kwetsbare gebouwen staan.

In het windparkontwerp van deze studie worden de windturbines dusdanig gepositioneerd dat de opslag van gevaarlijke stoffen en bedrijven die werken met gevaarlijke stoffen niet in de 10^{-6} contour van de windturbine vallen. Dit betekent dat de gondel en de mast van de windturbine niet op de opslag van gevaarlijke stoffen kan vallen. Ook kwetsbare objecten mogen niet in de 10^{-6} contour van de windturbine staan.

Hieronder zijn de risicokaarten weergegeven van de vier zoekgebieden (Provincie Gelderland, 2011)

Figuur 4.2. geeft de risicokaart weer van 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij



Figuur 4.2 Risicokaart 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij (bron: risicokaart.nl)

In het zoekgebied 't Broek / Kleefse Waard is een aantal bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen. Zij vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen (BRZO) en zijn afgebeeld met een oranje vierkant. Kwetsbare objecten zijn weergegeven in groen. Het rode driehoekje duidt een LPG opslag aan. De rode stippellijn geeft aan waar zich de aardgasleiding van Gasunie bevindt. De aardgasleiding op het industriepark Kleefse Waard ligt bovengronds.

De ruimte voor windturbines in het zoekgebied 't Broek/Kleefse Waard is beperkt door de aanwezigheid van veel risicovolle objecten. Er bevinden zich geen risicovolle objecten in Koningspleij. Er dient wel rekening te worden gehouden met toekomstige bedrijvigheid in Koningspleij, met name wanneer dit kwetsbare of beperkt kwetsbare gebouwen zijn of gevaarlijke stoffen bevatten.

De risicokaart van IJsseloord is weergegeven in figuur 4.3.

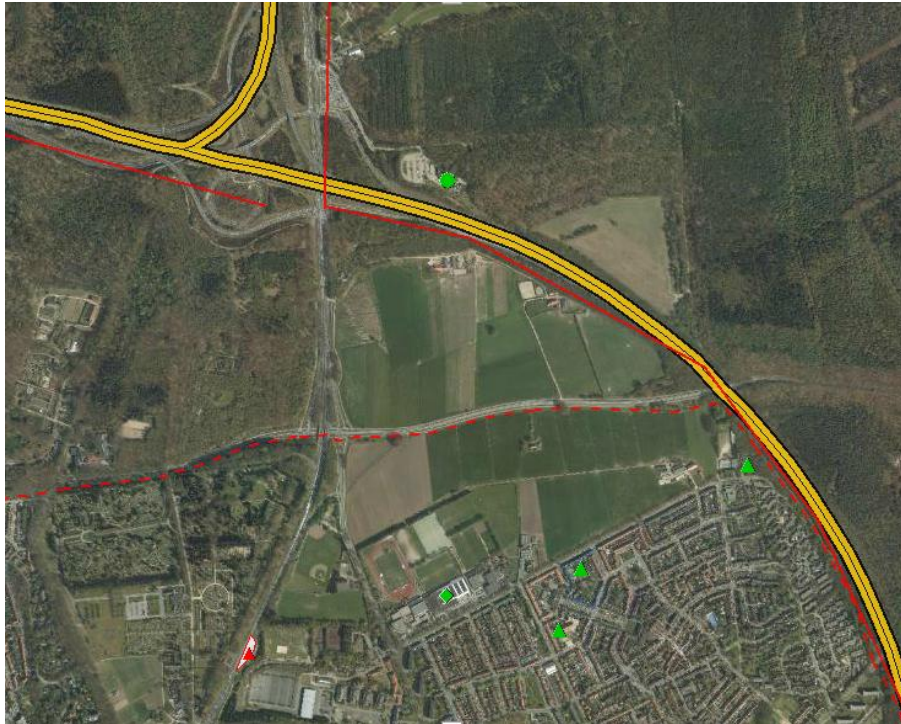


Figuur 4.3 Risicokaart IJsseloord (bron: risicokaart.nl)

In het zoekgebied IJsseloord geeft de risicokaart die is opgesteld door de provincie, twee LPG opslagplaatsen en een aardgasleiding weer. Verder zijn er twee kwetsbare objecten: een kinderdagverblijf en grote kantooruimte.

De windturbines moeten op een afstand van minimaal 145 meter van deze objecten staan zodat deze niet in de 10^{-6} contour van de windturbines staan.

De risicokaart van Geitenkamp Noord is afgebeeld in figuur 4.4.



Figuur 4.4 Risicokaart Geitenkamp Noord (bron: risicokaart.nl)

Aan de rand van het zoekgebied bevinden zich verschillende kwetsbare gebouwen en een LPG opslag. Midden door het zoekgebied ligt een aardgasleiding van Gasunie. Verder zijn er geen risicovolle objecten in het zoekgebied.

4.6 Overzicht belemmeringen voor windturbines

Onderstaand overzicht geeft weer welk aspect een belemmering oplevert voor een zoekgebied:

Woonbebouwing	Alleen zoekgebied Geitenkamp Noord grenst direct aan woonbebouwing. Dit veroorzaakt te veel lawaaioverlast en is daarom niet geschikt voor het plaatsen van windturbines. Voor de overige zoekgebieden vormt woonbebouwing geen belemmering voor het plaatsen van windturbines
Straalpaden	Het straalpad tussen Arnhem en Zevenaar geeft een minimale beperking voor het plaatsen van windturbines in zoekgebied Kleefse Waard. De windturbines moeten zo geplaatst worden zodat zij minstens een halve rotordiameter van het straalpad af staan.

Voor de overige zoekgebieden vormen straalpaden geen belemmering voor het plaatsen van windturbines.

Radarposten

Geitenkamp Noord ligt geheel in het radarverstoringgebied van de radarpost in Nieuw Milligen. Hierdoor mogen er geen windturbines in dit gebied geplaatst worden. De overige zoekgebieden liggen buiten het radarverstoringgebied.

Laagvliegroutes

Laagvliegroutes vormen geen belemmering voor de vier zoekgebieden.

Veiligheidsrisico's

Bij het zoeken naar een locatie voor de windturbines dient rekening te worden gehouden met de risicovolle objecten en met kwetsbare gebouwen die zijn genoemd. Vooral in het zoekgebied 't Broek/Kleefse waard is de ruimte om windturbines te plaatsen beperkt door de aanwezige risicovolle objecten.

4.7 Conclusie

Uit deze studie blijkt dat het niet haalbaar is windenergie te ontwikkelen in Geitenkamp Noord. Dit gebied ligt in het radarverstoringgebied van de radarpost van het Air Operation Control Station in Nieuw-Milligen. Bovendien is een deel van Geitenkamp aangewezen als Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en grenst het andere deel direct aan woonbebouwing, wat geluidoverlast kan geven en daarom niet geschikt is voor het plaatsen van windturbines.

Een windpark in Geitenkamp Noord en IJsseloord wordt niet ondersteund door provinciaal beleid. Wanneer er geen ondersteuning is vanuit de provincie, kan dit de kans dat een windpark gerealiseerd wordt verkleinen.

De zoekgebieden 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij zijn geschikt voor het plaatsen van windturbines. Bij het plaatsen van windturbines moet rekening worden gehouden met de veiligheidsrisico's. De windturbines mogen niet dicht bij risicovolle objecten (met gevaarlijke stoffen) geplaatst worden. Wanneer de generieke veiligheidsafstanden worden gehanteerd voor de afstand tussen windturbines en risicovolle objecten, biedt het gebied 't Broek/Kleefse Waard beperkt ruimte voor windturbines. In dit gebied dient een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd te worden.

5 WINDPARK LAYOUT

Voor de zoekgebieden die geschikt zijn voor het plaatsen van windturbines is een lay-out gemaakt voor een toekomstig windpark. Deze lay-out is bedoeld om te onderzoeken hoeveel windturbines in de zoekgebieden mogelijk zijn. Er zijn meerdere windparkontwerpen mogelijk. In dit hoofdstuk zijn twee mogelijke ontwerpen uitgewerkt.

Bij het ontwerpen van een toekomstig windpark lay-out is rekening gehouden met de belemmeringen en veiligheidseisen die in hoofdstuk 4 zijn aangegeven. Verder is rekening gehouden met de eisen van de windturbinefabrikanten over minimaal toelaatbare afstanden van de turbines onderling.

Er is een windpark lay-out gemaakt in de zoekgebieden die het meest geschikt blijken voor windenergie: 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij. Hoewel IJsseloord niet als zoekgebied staat aangeduid in het provinciaal beleid, is hiervoor toch ook een lay-out gemaakt. Reden hiervoor is dat IJsseloord verder weinig belemmeringen oplevert voor windenergie en het gebied kan worden samengetrokken met Koningspleij en Kleefse Waard. Dit stelt gemeente en provincie in staat om meer windturbines te plaatsen. Bovendien kunnen deze in een lijnopstelling worden geplaatst die overeenkomen met de zichtlijnen van de stad, wat de maatschappelijke acceptatie van de windturbines ten goede komt.

5.1 Windpark layout 't Broek/Kleefse Waard en Koningspleij

Het gebied 't Broek/ Kleefse Waard en Koningspleij zijn samengetrokken om tot één cluster windturbines te komen. Hier kunnen (maximaal) vijf windturbines geplaatst worden. Bij de locatie van de windturbines is rekening gehouden met de zichtlijnen van de stad. Een drietal turbines staan gepositioneerd langs de autoweg N325. Ook vormt zich een lijn van drie windturbines langs de kade.



Figuur 5.1 Windparkontwerp Kleefse Waard en Koningspleij

5.2 Windpark layout Pleijroute

De gebieden Kleefse Waard, Koningspleij en IJsseloord liggen naast de autoweg N325. Dit biedt kansen om een aantal windturbines langs deze weg te plaatsen. In dit windparkontwerp is gekozen om de windturbines in een rechte lijn op te stellen. Dit wordt als rustiger ervaren dan wanneer turbines een bochtige weg volgen. In deze lijnopstelling zijn vier windturbines geplaatst.



Figuur 5.2 Windparkontwerp Pleijroute

5.3 Energie opbrengst

Voor beide windparkontwerpen is het windaanbod en daarmee de energieopbrengst berekend. Dit is weergegeven in tabel 5.1. De zogverliezen worden veroorzaakt doordat nabijgelegen turbines energie aan de wind onttrekken. Voor de overige verliezen zijn standaard, gangbare verliezen gekozen. De vijf windturbines op de Kleefse Waard en Koningspleij samen leveren jaarlijks ruim 30 GWh aan elektriciteit. Dit is voldoende om de elektriciteitsbehoefte te voorzien van 8700 huishoudens. De vier windturbines langs de Pleijroute leveren jaarlijks 25 GWh aan elektriciteit. Dit is voldoende om de elektriciteitsbehoefte te voorzien van ruim 7000 huishoudens.

Tabel 5.1 energieopbrengst per windparkontwerp

Locatie	Kleefse Waard/Koningspleij	Pleyroute
Aantal windturbines	5	4
Vermogen per windturbine	3 MW	3 MW
Rotordiameter	90	90
Ashoogte	100	100
Totaal vermogen	15 MW	12 MW
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	6.8 m/s	6.8 m/s
Bruto opbrengst (MWh)	34460	27558
Zogverliezen	4.1%	1.4%
Niet-beschikbaarheid	3%	3%
Netverliezen	2%	2%
Andere verliezen	3%	3%
Netto energie-opbrengst (MWh)	30491	25063
Vollasturen	2033	2089

6 FINANCIËLE HAALBAARHEID

Om de haalbaarheid van windturbines in de gemeente Arnhem te bepalen zal uiteindelijk een gedetailleerde business case moeten worden opgesteld. In deze haalbaarheidstudie wordt een globaal overzicht geschetst van de kosten en baten van een windpark.

6.1 Kosten en baten

Een windpark heeft een aantal kostenposten en een aantal batenposten. De kosten en baten van het windturbinepark worden berekend aan de hand van de bedragen zoals deze door ECN/KEMA zijn geraamd voor de SDE subsidie. Deze bedragen worden jaarlijks getoetst bij het bedrijfsleven en industrie, en geven daarom een goed beeld van de huidige kosten en baten van een windturbinepark.

6.1.1 Windturbines

Op dit moment kost een windturbine ongeveer EUR 1.100,-- per kW exclusief fundering. De fundering kost, afhankelijk van turbintype en ashoogte ongeveer EUR 150.000,--. Voor de berekeningen zijn we uitgegaan van opgaven van fabrikanten.

6.1.2 Elektrische infrastructuur

De elektrische infrastructuur wordt opgedeeld in de elektrische infrastructuur in het park zelf en de elektrische infrastructuur om het park aan te sluiten op het net.

Het windpark ligt in het verzorgingsgebied van Liander. Omdat het vermogen van het windpark groter dan 10 MW is, is het tarief voor de netaansluiting niet gereguleerd. Dit betekent concreet dat er geen vaste prijs voor de netaansluiting is. Het kan betekenen dat bij de aansluiting van het windpark, een extra veld bij het onderstation aangesloten moet worden. Dit brengt extra kosten met zich mee van ongeveer 600.000 EUR. De netaansluiting zelf zal bij een lengte van ongeveer 10 kilometer 2.275.000 EUR bedragen. In totaal komt de netaansluiting dan op 2.875.000 EUR.

6.1.3 Parkinfrastructuur

De parkinfrastructuur bestaat uit de realisatie van het inkoopstation met een beveiligingsinstallatie, een intern net van 10 kV voor het elektriciteitstransport van de turbines naar het inkoopstation en een glasvezelkabel voor communicatie tussen de windturbines onderling. De parkinfrakosten bedragen € 400.000.

6.1.4 Legeskosten

De hoogte van de leges is afhankelijk van de uiteindelijke bouwkosten. Voor windturbines bestaat geen algemeen voorschrift voor het berekenen van de bouwkosten van een windturbine. Normaal gesproken geldt als aanneemsom voor de windturbine of het windpark “de zichtbare delen”. Dit is ongeveer 35-50% van de werkelijke kosten van het park. Voor deze 5 windturbines van het windpark in Arnhem gaan we daarom uit van een aanneemsom van ongeveer € 5.000.000 De legesverordening van Arnhem geeft aan dat een aanvraag om een omgevingsvergunning voor een bouwactiviteit 2 % van de totale vastgestelde bouwkosten (inclusief BTW). Omdat windturbines niet in het bestemmingsplan passen komt hier nog een extra bedrag bovenop voor een bestemmingsplanwijziging van €16.457. In totaal bedragen de legeskosten voor een windpark van 15 MW €116.457.

6.1.5 Projectontwikkelingskosten

De projectontwikkelingskosten bestaan uit het inwinnen van advies, het laten uitvoeren van studies en het aanbestedingstraject. De kosten hiervoor bedragen € 150.000

6.1.6 Totaal investeringen

De investeringskosten bestaan uit turbines en funderingen, de elektrische infrastructuur en netaansluiting. Ook de civiele werken (bouwvoorbereiding en ontsluiting) en ontwikkelingskosten (onderzoeken naar geluid, slagschaduw, advieskosten voor vergunningen, etc.) worden hierbij meegenomen. Het totaal per MW bedraagt EUR 1.386 per geïnstalleerde kW.

Aspect	kosten (EUR)
windturbines	16.500.000
fundering	750.000
netaansluiting	2.875.000
interne bekabeling	400.000
leges	116.457
projectontwikkeling	150.000
Totaal park (15 MW)	20.791.457
per MW	1.386.097

6.2 Onderhoudskosten

Turbines hebben onderhoud nodig gedurende de gehele levensduur van de turbines. Het Ministerie van EL&I hanteert voor de SDE een bedrag van EUR 25.800 per MW per jaar voor de vaste onderhoudskosten. Dit zijn kosten die gemaakt worden voor het in stand houden van het netwerk, OZB, opstalvergoeding, beheer en land- en wegenonderhoud. Hierbij zijn ook de kosten voor diverse verzekeringen inbegrepen voor het dekken van kosten voor aansprakelijkheid, machinebreuk en productieverlies bij schade. Met name de bewegende delen hebben jaarlijks onderhoud nodig. Hoe meer elektriciteit een windturbine opwekt, hoe meer kosten er gemaakt worden voor onderhoud en onderdelen. Hierbij gaan we, net als de SDE, uit van variabele onderhoudskosten van EUR 0,011 per kWh.

Aan het einde van de technische levensduur van de windturbine zal het windpark afgebroken moeten worden. Dit brengt kosten met zich mee, maar de oude windturbines kunnen ook worden verkocht en leveren dus geld op. Er zijn dan niet of nauwelijks kosten voor het afbreken van het windpark. Deze kosten zijn hier dan ook niet meegenomen.

De financiering van een windturbine vindt in het algemeen plaats met een hoog percentage geleend geld. Voor de financiering wordt uitgegaan van 80% vreemd vermogen en 20% eigen vermogen. De kosten van de financiering komen jaarlijks terug tot het moment dat de financiering is afgelost. Financiering heeft met name betrekking op de investeringen in de turbines en bijkomende voorzieningen als een aansluiting op het hoogspanningsnet. Voor rente van financiering wordt rekening gehouden met 5,1% rente. Dit is hetzelfde rentepercentage als waar de SDE mee rekent.

6.3 Financieel overzicht

Tabel 6 geeft inzicht in de kosten voor het windpark op de Kleefse Waard/Koningspleij en voor het windpark langs de Pleyroute. Hierin zijn de verdiensten berekend waar de investeringskosten en de jaarlijkse kosten zijn afgehaald.

Alle berekeningen gaan uit van standaardcijfers en zijn niet netto contant berekend.

Tabel 6.1: globaal kostenoverzicht van de twee windparkontwerpen

	basisbedrag	Kleefse waard/ Koningpleij	Pleyroute
kenmerken park			
Ashoogte [meter]		100	100
Aantal turbines		5	4
Vermogen windpark [MW]		15	12
Netto opbrengsten [MWh/jr]		30491	25063
investeringen			
all in	1.386.000 €/MW	€ 20.790.000	€ 16.632.000
lening	1.108.800 €/MW	€ 16.632.000	€ 13.305.600
eigen investering	277.200 €/MW	€ 4.158.000	€ 3.326.400
jaarlijkse kosten			
aantal jaren	15		
rente	5,1%	€ 6.361.740	€ 5.089.392
onderhoud, verzekeringen	25.800 €/MW/jr	€ 5.805.000	€ 4.644.000
variabel onderhoud	11 €/MWh	€ 5.031.015	€ 4.135.395
totale kosten		€ 17.197.755	€ 13.868.787
<i>totaal kosten over 15 jaar</i>		€ 37.987.755	€ 30.500.787
inkomsten			
vollasturen voor SDE	1760 uur/jr		
garantie onder SDE	120 €/MWh	€ 47.520.000	€ 38.016.000
overige grijs	47 €/MWh	€ 2.884.155	€ 2.779.815
<i>totale inkomsten over 15 jaar</i>		€ 50.404.155	€ 40.795.815
totale verdiensten			
verdiensten per MW per jaar		€ 55.184	€ 57.195
verdiensten per park per jaar		€ 827.760	€ 686.340

6.4 Conclusie financiële haalbaarheid

Op basis van de gemaakte globale kosten en baten analyse zou een windpark in Arnhem financieel rendabel kunnen zijn. De financiële berekeningen zijn gemaakt op basis van kengetallen, zoals deze voor moderne windturbines worden gebruikt in onder andere de SDE+ regeling van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Specifieke kosten kunnen de business case voor beide windparken beïnvloeden. Voor een gedetailleerde business case is kennis van de financieringsmogelijkheden van de investeerder en eigenaar vereist. Op het eerste gezicht lijkt voor deze windparken een gunstig rendement op eigen vermogen haalbaar.

7 AANBEVELING

De zoekgebieden Kleefse Waard en Koningspleij bieden mogelijkheden voor windturbines. Voor deze gebieden dient wel het bestemmingsplan van de gemeente Arnhem te worden gewijzigd. Ook IJsseloord biedt mogelijkheden voor windturbines. Hierbij kan eventueel aansluiting worden gezocht bij buurgemeentes om de lijnopstelling van de turbines te verlengen en zo nog meer duurzaam energievermogen te installeren. Voor IJsseloord dient met de Provincie Gelderland overlegd te worden omdat dit gebied geen zoekgebied voor windenergie van de provincie is. Met de Provincie dient overlegd te worden of plaatsing van windturbines in dit gebied toch mogelijk is en de steun krijgt van de Provincie.

Uit deze technische haalbaarheidstudie worden de mogelijke locaties voor windenergie in Arnhem duidelijk. Dit dient als basis om op de geschikte locaties de windturbines meer in detail te kunnen onderzoeken en uiteindelijk een verdienmodel (business case) op te stellen. Bij detaillering van de exacte locaties van de windturbines zijn een kwantitatieve risicoanalyse en ecologisch onderzoek van groot belang.

De gemeente kan verschillende rollen spelen bij de volgende stap in de projectontwikkeling. De gemeente kan grond verpachten of deels of geheel als ontwikkelaar of investeerder kunnen optreden. In de bijlage zijn een aantal ontwikkelroutes opgenomen waarin de rollen staan beschreven die de gemeente Arnhem zou kunnen uitoefenen.

BIJLAGE 1: ONTWIKKELROUTES VOOR GEMEENTE ARNHEM

Op basis van de gegevens uit deze studie kan Gemeente Arnhem besluiten al dan niet door te gaan met een volgende stap in de projectontwikkeling. Het is daarbij wel belangrijk verschillende mogelijke rollen voor ogen te houden.

Gemeente als verpachter van grond

Het is aan de landeigenaar om de hoogte van de pacht voor zijn land te bepalen. Hij kan die laten afhangen van de winstgevendheid van de activiteit die op het land wordt verricht.

In de afgelopen jaren is een soort richtgetal van 10.000 €/MW geïnstalleerd vermogen per jaar ontstaan. Op dit moment echter vraagt Domeinen 15.000 €/MW/jaar. Er zijn ook gevallen bekend waar de grondeigenaar meer dan 20.000 €/MW vroeg, of een aandeel in de winst, omdat de winstgevendheid van windturbines op zijn grond nu eenmaal groot is. Om als grondeigenaar het meeste uit een windproject te halen, is een schaduwberekening van de winstgevendheid van het project nodig, en uiteraard scherpe onderhandelingen met projectontwikkelaars. In een dergelijk geval kan ook aan tendering van de locatie gedacht worden, met de hoogte van de pacht als belangrijkste selectiecriteria.

Gemeente als "green field"ontwikkelaar

Gemeente zou zich als (mede)ontwikkelaar kunnen opstellen, maar zich uiteindelijk, bijvoorbeeld bij start van de bouw, laten uitkopen door de uiteindelijke ontwikkelaar/eigenaar. De opbrengst van verkoop van het initiatief met vergunningen hangt nogal af van de waarde die een partner als de gemeente in het project heeft gehad. Als gemeente grond met een vergunning aan een ontwikkelaar aanlevert, is dat mogelijk 50-100.000 €/MW waard, de projectontwikkelaar/bouwer heeft immers geen enkel risico gelopen bij het verwerven en ontwikkelen van het park. Een overeenkomst met de eigenaar voor langjarige afname van stroom is dan ook nog mogelijk en kan ook een manier zijn om een vergoeding te ontvangen voor bewezen diensten. De projectontwikkelaar zal wel proberen een zo laag mogelijke jaarlijkse grondpacht te bedingen.

Gemeente als ontwikkelaar en investeerder/eigenaar

Gemeente kan een locatie niet alleen ontwikkelen, maar ook zelf de investering in installaties doen en zo financieel de vruchten plukken van windenergie. De belangrijkste vraag is of de Gemeente in staat en bereid is om eigen geld voor een aantal jaren vast te leggen in energie-installaties, los van de voordelen die ermee gerealiseerd kunnen worden. Vrijwel alle vereiste diensten zoals bouw, beheer, onderhoud en verzekering kunnen goed worden uitbesteed, zowel bij turn key leveranciers als bij diverse andere marktpartijen.

Uiteraard blijven in dit geval ook de bouw- en exploitatierisico's bij de gemeente liggen, voor zover ze niet in contracten bij leveranciers zijn neergelegd. Grondpacht en OZB zijn uitgaven voor het project die elders bij de Gemeente weer voor inkomsten zorgen.

Het is voor gemeenten niet mogelijk om gebruik te maken van de Energie Investerings Aftrek, daardoor loopt ze wel een "investeringskorting" mis.

Gemeente zou er ook voor kunnen kiezen haar inwoners direct mede-eigenaar te laten worden: draag de lasten, maar ontvang dan ook de lusten. Er zijn in Nederland (en daarbuiten) diverse voorbeelden van projecten waar omwonenden of andere particulieren (mede)eigenaar zijn

REFERENTIES

Aarts, B.G.W., Hoefsloot, G., Fijn, R.C. (2011) *Quickscan effecten op natuur van windpark in gemeente Arnhem*. Bureau Waardenburg bv, 8 juni 2011.

Agentschap NL (2011) www.windenergie.nl, geactualiseerd op 13-09-2011

Provincie Gelderland (2011) www.risicokaart.nl, laatst bezocht op 25 oktober 2011