



30920425-Consulting 09-2671 Vertrouwelijk

Haalbaarheidsstudie windenergie Zaltbommel

Eindrapportage

Arnhem, 16 februari 2010

Auteurs: Caroline Faasen, Geert Jan van Mulekom, Anne-Marie Taris



In opdracht van gemeente Zaltbommel

auteur : C.J. Faasen	Feb 2010	beoordeeld : G. Timmers	Feb 2010
B 23 blz. 1 bijl.	MS	goedgekeurd : J.C. Cleijne	Feb 2010



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

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 laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

blz.

Management samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Quickscan windenergie, harde belemmeringen.....	6
2.1 Harde belemmeringen.....	6
2.2 Ecologische Hoofdstructuur en verbindingzones	7
2.3 Natura 2000 gebied (Vogel- en habitatrichtlijn).....	7
2.4 Stillegebied	8
2.5 Wetlands.....	8
2.6 Waardevol open gebied	8
2.7 Woonbebouwing	8
2.8 Laagvliegroutes.....	9
2.9 Recreatie	9
2.10 Straalpaden.....	10
2.11 Radarposten Herwijnen.....	10
3 Juridische haalbaarheid	13
3.1 Beleid provincie Gelderland	13
3.2 Beleid gemeente Zaltbommel.....	13
4 Technische haalbaarheid	14
4.1 Turbinetypes	14
4.2 Windparkontwerp	15
4.3 Geluid	17
4.4 Slagschaduw.....	18
5 Economische haalbaarheid	20
5.1 Windaanbod.....	20
5.2 Energieproductie	21
6 Conclusies	23
BIJLAGE 1: Overzichtskaat Zaltbommel.....	24

MANAGEMENT SAMENVATTING

In deze studie zijn 2 locaties in de gemeente Zaltbommel onderzocht op mogelijkheden voor het plaatsen en exploiteren van windturbines. De locaties betreffen een strook langs de A2 en een industrieterrein in ontwikkeling (De Wildeman). Naast beleid en belemmeringen voor windenergie is op basis van een grovere technische haalbaarheid voor elk van de locaties een windpark ontwerp gemaakt met de maximale benutting van de ruimte. De turbinekeuze is gemaakt op basis van het windregiem op de locatie en de daarbij behorende meest kostenefficiënte turbineklasse (90 meter rotordiameter, 3 MW, 80 meter ashoogte) op de huidige markt. Vanwege technische randvoorwaarden staan windturbines op een bepaalde afstand uit elkaar. Rekening houdend met de vrije ruimte is langs de A2 een windpark met 5 windturbines geschetst (15 MW). Op het industriegebied Wildeman is er ruimte voor 4 windturbines (12 MW). Wellicht dat in de loop van 2010 de ashoogte naar 105 meter kan worden opgetrokken vanwege versoepeling van de regelgeving rondom radar.

Beide ontwerpen zijn technisch mogelijk en economisch renderend. De locatie langs de A2 is uit oogpunt van kostenefficiëntie de meest gunstige (hogere totale capaciteit). De zichtbaarheid van het windpark is hoog, waardoor bewustwording van toename van het gebruik van duurzame energie hoger kan zijn. Anderzijds kan deze zichtbaarheid ook weerstand verhogen. De locatie Wildeman is gunstig wanneer de zichtbaarheid van het windpark een minder positieve factor is. Het windpark staat in het ontwerp op de grens van een nieuw te ontwikkelen industriegebied en natuurgebied. Het accentueert de grens tussen industrie en natuur en staat op grotere afstand van de dichter bevolkte kern van Zaltbommel.

Kortom, een keuze uit deze 2 opties betekent een keuze uit plaatsen op een duidelijk zichtbare locatie of inpassen in de gebiedsfunctie. Voor beide zijn positieve argumenten; beide zijn technisch en economisch positief.

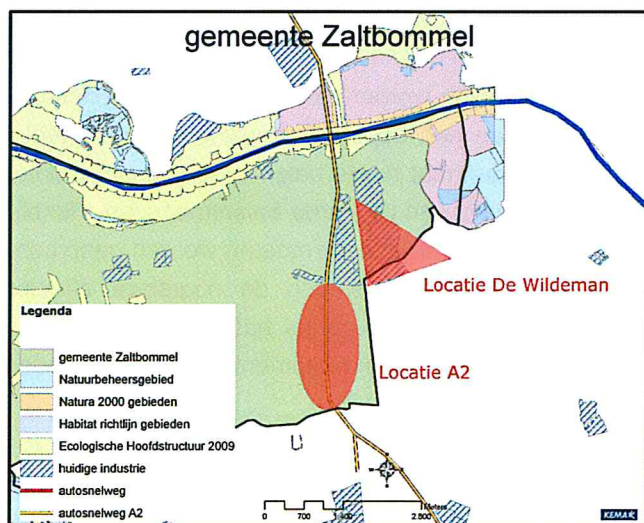
1 INLEIDING

Windenergie is op dit moment een van de meest kansrijke duurzame energieopties. Grootschalige windparken komen in Nederland van de grond, maar ook solitaire turbines kunnen op de meeste locaties rendabel worden geëxploiteerd, hoewel het realiseren van solitaire windturbines door de meeste provincies en gemeenten niet meer toegestaan wordt.

De gemeente Zaltbommel heeft in 2004 voor een quick scan windenergie laten uitvoeren door KEMA in het kader van de windscan voor de regio Rivierenland. De resultaten van deze windscan zijn opgenomen in het uiteindelijke streekplan, maar in de tussentijd zijn er weer andere locaties bijgekomen die toentertijd niet in de windscan zijn opgenomen:

1. Langs Rijksweg A2 en/of
2. Het bedrijventerrein De Wildeman.

De gemeente Zaltbommel wil nu de mogelijkheden bekijken voor windenergie in deze twee zoekgebieden. De mogelijkheden voor de gebieden kunnen door middel van een nieuwe windscan of haalbaarheidsstudie in kaart worden gebracht. Gemeente Zaltbommel heeft KEMA gevraagd deze studie uit te voeren.



2 QUICKSCAN WINDENERGIE, HARDE BELEMMERINGEN

2.1 Harde belemmeringen

Om een gedegen basis voor de structuurvisie te leggen is het noodzakelijk dat in Zaltbommel duidelijkheid bestaat over welke gebieden voor windenergie in aanmerking komen, maar vooral ook welke gebieden uitgesloten zijn voor windenergie. Om dit in kaart te brengen hebben we een quickscan uitgevoerd voor de gemeente Zaltbommel. Een quickscan is een instrument om op een snelle manier aan te geven waar de kansen voor windenergie liggen. Hierbij zijn we uitgegaan van een zeefanalyse op basis van belemmeringen. Waar kan windenergie per definitie niet? Dit zijn de harde belemmeringen die in een bepaald gebied aanwezig zijn. Het gaat er dan met name om met welke planologische functies van een gebied windenergie strijdig is.

De harde belemmeringen zijn onder andere afhankelijk van het toe te passen windturbinetype en de oriëntatie van het windpark ten opzichte van het hindergevoelige object. De belemmeringen en de bijbehorende afstanden zijn bepaald aan de hand van moderne windturbines met een ashoogte van 80 tot 100 meter en een rotordiameter van 70 tot 90 meter. Dit zijn turbines die toegepast worden of op korte termijn toegepast zullen worden. Gebruik van de maximale afmetingen van een windturbine maakt het mogelijk met zo min mogelijk elementen in het landschap een zo hoog mogelijk elektriciteitsopbrengst te genereren.

Bij de plaatsing van windturbines moet rekening worden gehouden met de functie van het bestaande gebied. In sommige gevallen kan een bepaalde invulling van een gebied niet verenigbaar zijn met windenergie. In gebieden met harde belemmeringen zijn windturbines niet toegestaan. Dit rapport geeft een overzicht van de harde belemmeringen. Hierbij staan tevens de minimale afstanden die tot die gebieden in acht moeten worden genomen zodat om het gevoelige gebied een bufferzone ontstaat waarin de negatieve effecten van windenergie - zoals geluid - afnemen. Ook voor een aantal natuurfuncties gelden harde belemmeringen zoals ecologische hoofdstructuur, natuurmonumenten en stiltegebieden.

2.2 Ecologische Hoofdstructuur en verbindingzones

In de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) zijn een aantal bijzondere natuurwaarden ondergebracht. De EHS is een samenhangend netwerk van bestaande en nog te ontwikkelen belangrijke natuurgebieden. Het vormt de basis voor het natuurbeleid. De ecologische hoofdstructuur is opgebouwd uit kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingzones. Kerngebieden bestaan uit natuurterreinen, landgoederen, bossen, grote wateren en waardevolle agrarische cultuurlandschappen. Ze zijn minimaal 250 hectare groot. Het zijn gebieden met al bestaande bijzondere ecologische waarden van (inter)nationale betekenis. Natuurontwikkelingsgebieden zijn gebieden met goede mogelijkheden voor het ontwikkelen van natuurwaarden, van (inter)nationale betekenis.

Verbindingzones zijn gebieden die kern- en natuurontwikkelingsgebieden als het ware aan elkaar knopen. Ze zijn belangrijk om de verspreiding van, en contacten tussen, dieren en planten te verbeteren. Deze gebruiksfuncties zijn niet verenigbaar met windenergie. Voor deze functies is geen minimale afstand tot windturbines vastgelegd.

In Zaltbommel gaat het in de nabijheid van de twee locaties om 2 gebieden; de Hurwenensche Uiterwaarden ten oosten van de locaties en ten noorden van het gebied de Waal. Deze gebieden vormen een harde belemmering voor windturbines. Dit heeft echter geen invloed op de plaatsing van windturbines langs A2 en De Wildeman.

2.3 Natura 2000 gebied (Vogel- en habitatrichtlijn)

Het Natura 2000 netwerk bestaat uit gebieden die zijn aangewezen onder de Vogelrichtlijn en aangemeld onder de Habitatrichtlijn. Vogel- en Habitatrichtlijngebieden maken voor een groot deel onderdeel uit van de ecologische hoofdstructuur, maar kunnen ook eigen gebieden zijn. Windturbines zijn niet verenigbaar met vogel- en habitatrichtlijngebieden en zijn derhalve uitgesloten. Er is (ook in de praktijk) geen afstand nodig tot aan deze gebieden. In de nabijheid van de twee zoekgebieden ligt de Hurwenensche Kil, Habitat en Vogelrichtlijngebied.

2.4 **Stiltegebied**

Stiltegebieden zijn niet verenigbaar met windenergie. In deze gebieden mag de geluidbelasting door menselijk handelen niet hoger zijn dan 40 dB(A) etmaalwaarde. Deze gebieden zijn op basis van de wet geluidhinder aangewezen omdat zij beschermd zijn als:

- a. Gebieden op grond van de natuurbeschermingswet
- b. Watergebieden met internationale betekenis, in het bijzonder als verblijfplaats voor watervogels
- c. Nationale parken voor natuur- en landschapsbehoud.

Omdat een maximale geluidsbelasting van 40 dB(A) geldt, dienen windturbines een minimale afstand van 300 meter tot het stiltegebied te hebben. De Hurwenensche Kil is een stiltegebied. Er is voldoende ruimte vanaf het zoekgebied tot de Hurwenensche Kil.

2.5 **Wetlands**

Onder wetlands worden waterrijke gebieden verstaan, bijvoorbeeld moerassen of veengebieden. Deze natuurgebieden hebben belangrijke functies, onder andere voor trekvogels, vissen en andere waterdieren. Wetlands zijn in de buurt van Zaltbommel niet aanwezig.

2.6 **Waardevol open gebied**

In de omgeving van de zoekgebieden liggen 2 karakteristieke open gebieden:

- Komgebied de Vliert
- Komgebied de Bommelsche Weiden.

De Bommelsche Weiden is eveneens waardevol open gebied, maar ligt voldoende ver van de zoekgebieden.

2.7 **Woonbebouwing**

Rondom windturbines is een aantal technische aspecten dat beperkingen oplegt aan de mogelijkheden van plaatsing. De plaatsing van windturbines nabij woningen kan hinder opleveren. Om eisen op te leggen aan windparken geldt het Activiteitenbesluit. Dit besluit bevat onder meer regels voor de plaatsing van windturbines, waarbij voor windparken tot 15 MW geen vergunningplicht in het kader van de Wet Milieubeheer geldt. In het geval dat een windpark voldoet aan de gestelde eisen in het Activiteitenbesluit hoeft dus geen

vertrouwelijk

milieuvergunning ingediend te worden, maar kan volstaan worden met een melding. Op het gebied van geluid is er in het Activiteitenbesluit opgenomen dat er geen aanvullend geluidsonderzoek uitgevoerd hoeft te worden, indien de afstand van de dichtstbijzijnde windturbine tot aan de woning of andere geluidsgevoelige bestemming tenminste viermaal de ashoogte bedraagt. Voor de GIS-analyse kan daarom het beste uitgegaan worden van deze afstand. Moderne windturbines hebben een ashoogte van 80 tot 100 meter, zodat de minimale afstand tot woonbebouwing 320 meter bedraagt.

2.8 Laagvliegroutes

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. Defensie wil deze gebieden zoveel mogelijk vrijhouden van hoge objecten. Wanneer windturbines in het gebied geplaatst worden is een 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. Deze laagvliegroutes hebben een breedte van ongeveer 9 kilometer.

Met LVN kan een oplossing worden gezocht naar de plaatsing van windturbines. In deze GIS-analyse zijn laagvlieggebieden en laagvliegroutes niet uitgesloten voor windenergie, behalve de laagvliegroutes 10A in het oosten van het land voor straaljagers.

2.9 Recreatie

Recreatieve concentratiepunten kunnen bestaan uit dagrecreatie en nachtrecreatie. Daar waar dagrecreatie plaatsvindt zijn geen belemmeringen voor windturbines aanwezig. Daar waar nachtrecreatie plaatsvindt, bijvoorbeeld een hotel of een bungalowpark, zijn wel belemmeringen voor windenergie. Plaatsen die de bestemming hebben dat mensen er kunnen overnachten zijn geluidsgevoelige objecten. Voor deze objecten gelden dezelfde regels als voor woonbebouwing. Dit betekent dat voor deze recreatie een afstand van vier maal de ashoogte aangehouden moet worden. Dit geeft geen belemmeringen voor de windparken.

2.10 Straalpaden

Ten behoeve van straalverbindingen voor telecommunicatie bestaan beschermde straalpaden. 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 rotorstraal, met een minimum van 35 meter. Dat betekent dat rotorbladen van windturbines maximaal tot halverwege het straalpad mogen draaien. 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: hartlijn windturbinemast tot hartlijn zend-/ontvangstmast is daar dus de rotorstraal + 35 m. Voor een GIS-analyse is 75 meter hierdoor een geschikte afstand.

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.

2.11 Radarposten Herwijnen

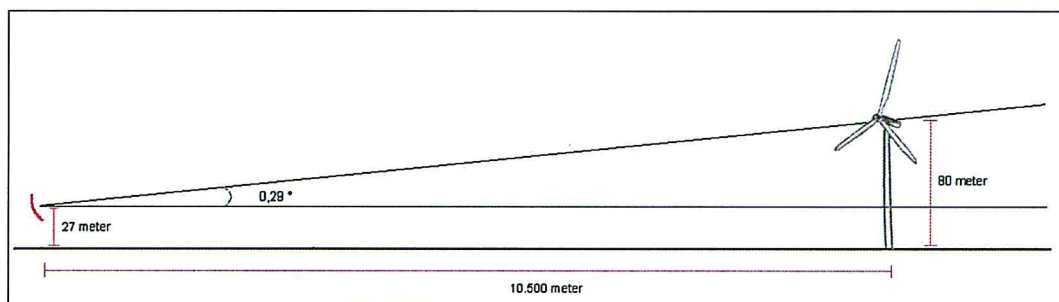
Windturbines en hoogbouw in de nabijheid van een radarsysteem verstoren het bereik en de dekkingsgraad van dit systeem. Dit kan een ernstig probleem vormen voor de vliegveiligheid (veilig gebruik van het luchtruim) en de nationale veiligheid (luchtruimbewaking). In Herwijnen staan twee voor het luchtvaartverkeer belangrijke radarposten opgesteld. Deze radars "kijken" onder een lage hoek over de horizon naar vliegbewegingen in het Nederlands luchtruim. De radar zou verstoord kunnen worden door de metalen turbinemasten. De bladen van windturbines zijn van kunststof gemaakt, zodat deze geen hinder opleveren.

Van de twee radarposten in Herwijnen is de westelijke de meest kritische wat betreft obstakels.



Figuur 2.1 Radarposten Herwijnen

Vanwege de lage hoek waaronder de radar haar omgeving bekijkt dient de windturbinemast onder het vlak te blijven dat een helling heeft van 1:200, zie Figuur 2.2. Voor windturbines met een ashoogte van 80 meter betekent dat een minimale afstand van 10,5 kilometer tot de radar en bij een ashoogte van 100 meter is de minimale afstand 14,5 kilometer.



Figuur 2.2 Radarpost Herwijnen

De beide zoekgebieden liggen op ongeveer 10 kilometer van de westelijke radarpost af; concreet betekent dit dat bij het huidige beleid de windturbines een ashoogte van maximaal 80 meter dienen te hebben.

De radarwaarneming kan in de nabije toekomst mogelijk op een andere manier plaatsvinden. Het beeld van een bepaald gedeelte van het luchtruim wordt nu door één radar opgebouwd. Defensie overweegt om het radarbeeld op te bouwen met meerdere radars, waardoor een verstoring van meer dan tien procent toelaatbaar zou zijn. Dat kan een oplossing bieden voor de windturbines.



vertrouwelijk

Op basis van eerder onderzoek is besloten dat de methode om de radarverstoring te toetsen mede vanwege het belang van windenergie herzien zal worden. Concreet betekent dit dat de norm voor radardekking wordt heroverwogen en dat er een nieuw toetsingsmodel wordt ontwikkeld. TNO heeft op basis van deze nieuwe methode vijf projecten opnieuw getoetst waarvan de windmolens 'verfijnd' zijn gemodelleerd. Vier van de vijf projecten kwamen alsnog door de toetsing.

3 JURIDISCHE HAALBAARHEID

3.1 Beleid provincie Gelderland

De provincie Gelderland wil een actief windenergiebeleid voeren in de regio. Momenteel is het aandeel windvermogen in de provincie relatief laag. De provincie Gelderland omvat 13% van het landoppervlak van Nederland, maar het aandeel in het windvermogen is slechts 0,3% (36 MW). De provincie heeft als doelstelling 100 MW opgesteld windvermogen voor 2010 en 140 MW voor 2015.

Op dit moment is er 16 MW bouwrijp (vergund) en zit er in totaal 92 MW in de pijplijn. Om de bouw van windparken te bespoedigen en het aandeel van windenergie zeker te stellen, overweegt de provincie om de ontwikkeling van windparken actief te gaan sturen. Hiervoor kunnen, indien noodzakelijk, aanwijzingen plaatsvinden door middel van een provinciaal inpassingsplan. De provincie ondersteunt gemeenten intensief in het realiseren van windparken.

Voor het doel van 2015 gaat de provincie zelf actief op zoek naar nieuwe, grotere locaties van meer dan 20 MW. Voor deze locaties zal dan een inpassingsplan gemaakt worden.

3.2 Beleid gemeente Zaltbommel

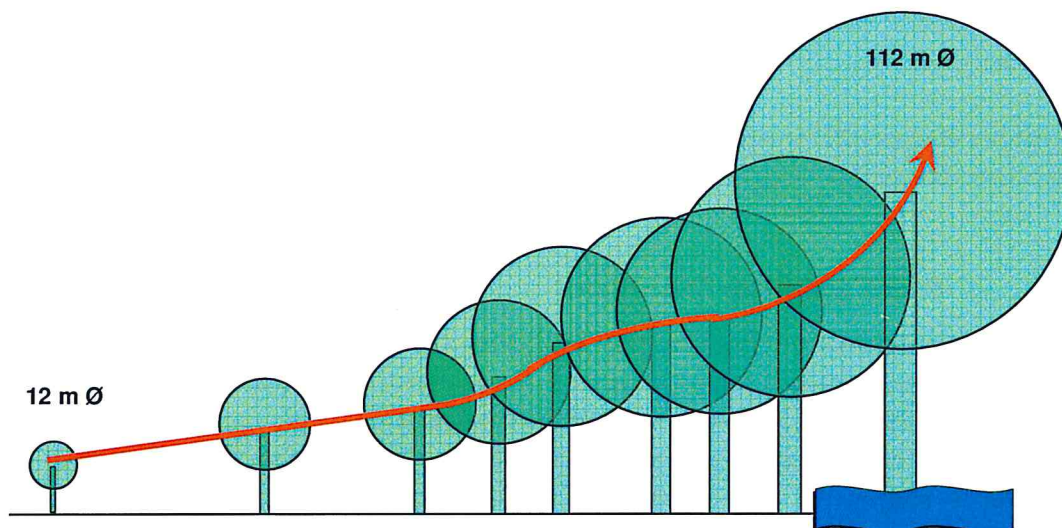
De gemeente Zaltbommel geeft in haar Milieuprogramma 2009-2012 aan te streven naar een duurzame groene gemeente Zaltbommel. De gemeente wil de thema's klimaat, energie en duurzaamheid met regionale en lokale partners vormgeven, om op deze manier voldoende draagvlak te creëren om deze thema's ook bij bedrijven en burgers hoger op de agenda te krijgen. In oktober 2008 is van start gegaan met een klimaatplan, waarin verschillende activiteiten worden uitgevoerd op gebied van energiebesparing en duurzame elektriciteitsproductie. Ook wil de gemeente een bijdrage leveren aan de landelijke doelstelling om de CO₂ emissie te verlagen door in te zetten op tien procent duurzame energie in 2020. Op langere termijn streeft de gemeente zelfs naar een klimaatneutrale gemeente Zaltbommel.

De gemeente Zaltbommel wil de kansen voor windparken benutten. Windenergie helpt de gemeente om deze doelstellingen te bereiken.

4 TECHNISCHE HAALBAARHEID

4.1 Turbinetypes

Moderne windturbines die momenteel in Nederland geplaatst worden zijn driebladig en hebben een rotordiameter van 70 tot 100 meter en een bijbehorende ashoogte van 80 tot 100 meter. Deze windturbines hebben vermogens van 1,5 tot 3 MW. De trend laat zien dat projectontwikkelaars steeds grotere turbines gaan plaatsen. Voor een belangrijk deel is dat natuurlijk te verklaren door het feit dat geschikte locaties voor windenergie schaars zijn in Nederland. Dit komt vooral vanwege de vele planologische beperkingen. Ook worden locaties die er zijn niet altijd even optimaal ingevuld. Daarnaast wil een projectontwikkelaar natuurlijk zoveel mogelijk financieel rendement genereren. In Nederland is tegenwoordig de 2 tot 3 MW klasse de meest geplaatste turbine.



Figuur 4.1 Groei windturbines in 20 jaar

Wereldwijd zijn er ongeveer 20 spelers die zich actief bezighouden met de ontwikkeling van windturbines. Trends laten zien dat de windturbinefabrikanten meer vermogen plaatsen. Het geplaatste vermogen steeg de afgelopen 5 jaar met gemiddeld 25% per jaar tot 11.500 MW in 2005. Wereldwijd is er nu in totaal 60.000 MW geplaatst. Het geplaatste windvermogen wordt door een aantal spelers gedomineerd. De top 10 fabrikanten in de wereld hebben gezamenlijk een aandeel van ongeveer 95% van het totaal.

vertrouwelijk

In Nederland wordt de windturbine markt de laatste jaren gedomineerd door de fabrikanten Vestas en Enercon. Grote spelers als Nordex, Siemens en GE spelen een kleine rol in Nederland.

In deze haalbaarheidsstudie gaan we uit van een moderne windturbine met een vermogen van 3MW. Als voorbeeld gebruiken we de Vestas V90 met een rotordiameter van 90 meter. Deze windturbines worden geleverd met verschillende ashoogtes. Vanwege de huidige regelgeving met betrekking tot de radarpost in Herwijnen wordt de ashoogte beperkt tot 80 meter.

4.2 Windparkontwerp

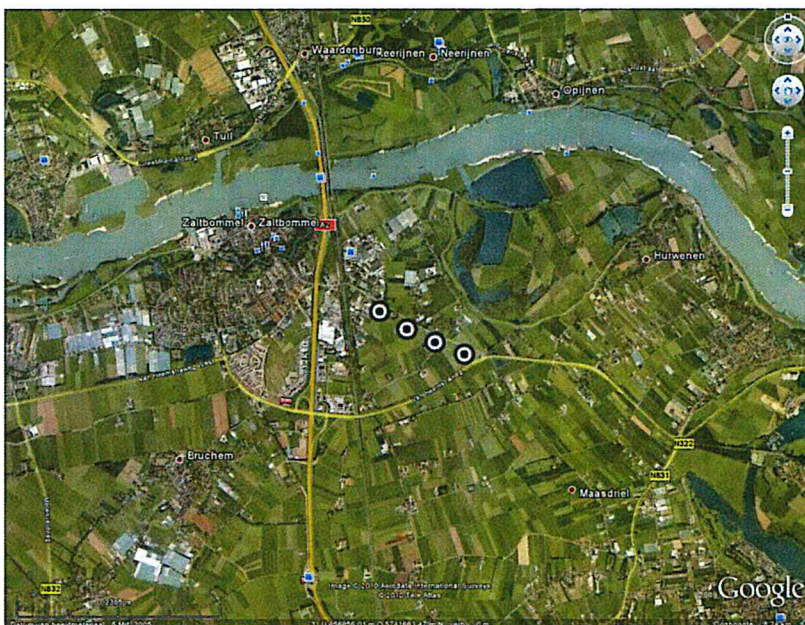
Bij het bepalen van een ontwerp voor een toekomstig windpark spelen verschillende zaken die de opstelling van het windpark kunnen beïnvloeden. Natuurlijk zijn de terreingrenzen van de locaties van belang voor het oppervlak waarop windturbines geplaatst kunnen worden. Maar ook andere randvoorwaarden spelen een belangrijke rol. Met deze randvoorwaarden hebben we in onze ontwerpen rekening gehouden:

- eisen van de windturbinefabrikanten over minimaal toelaatbare afstanden van de turbines onderling
- eisen van VROM en Rijkswaterstaat, die bepalen dat windturbines niet over een rijksweg of over een vaarweg mogen draaien
- eisen uit het activiteitenbesluit op het gebied van geluid, slagschaduw en afstanden tot woningen
- richtlijnen met betrekking tot landschappelijke inpassing.

Voor de berekening van de geluidscontouren en slagschaduwcontouren is een mogelijk windparkontwerp gehanteerd. Hierbij zijn de windturbines in een lijnopstelling langs de A2 opgesteld. Bij het industrieterrein zijn de windturbines in een lijnopstelling langs de N322 opgesteld.



Figuur 4.2: Mogelijk ontwerp voor windturbines langs de A2



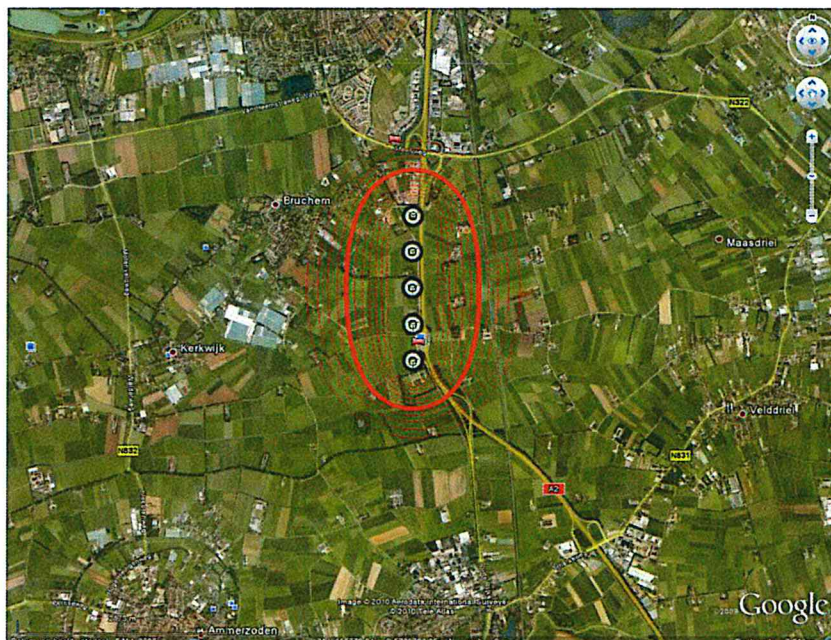
Figuur 4.3: Mogelijk ontwerp voor windturbines op industrieterrein de Wildeman

Dit zijn mogelijke windparkontwerpen. Bij het opstellen van een definitief windparkontwerp wordt de locatie van de windturbines nauwkeurig bepaald.

4.3 Geluid

Het geluid van windturbines wordt vooral veroorzaakt door de draaiende rotorbladen: dit geeft een zoepend geluid. Er is ook nog het mechanische geluid van de bewegende delen in de rotor, maar bij moderne windturbines is de gondel meestal goed geïsoleerd en is dit nauwelijks hoorbaar.

Afstand en sterkte van het geluid spelen een grote rol bij de mate van hinderlijkheid. Bij een afstand van 320 meter is er nauwelijks meer sprake van geluidshinder. Objecten die binnen deze contour liggen kunnen wel hinder ondervinden van de windturbines. De norm voor geluid ligt in Nederland op 40 dB(A). Een windturbine mag deze grens voor het geluidsniveau bij een object niet overschrijden. In onderstaande figuur staat de geluidscontour van 40 dB(A) met de rode contour aangegeven. Hieruit blijkt dat er verschillende woningen binnen deze contour liggen. Voor deze woningen moet specifiek bekeken worden wat de geluidshinder is. Wellicht zijn er nog andere geluidsbronnen in de omgeving die ook bijdragen aan het geluidsniveau. In onderstaande figuur wordt een indicatie gegeven van de totale benodigde geluidsruimte. Concrete geluidsniveaus moeten worden bepaald met een akoestisch onderzoek.



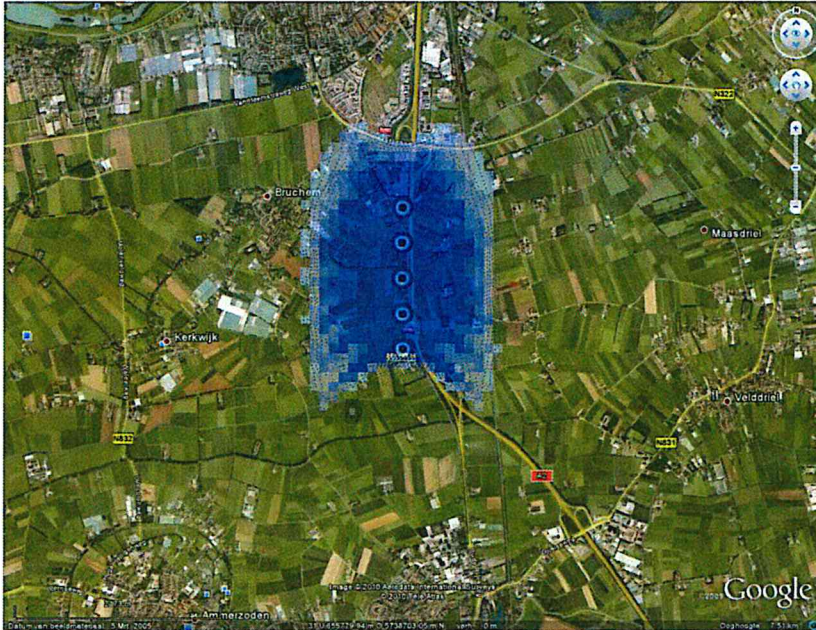
Figuur 4.4: Geluidscontouren voor windturbines langs de A2



Figuur 4.5: Geluidscontouren voor windturbines op industrieterrein De Wildeman

4.4 Slagschaduw

Slagschaduw ontstaat als de zon op de rotor van de windturbines schijnt. Door het draaien van de rotor kan hierdoor een bewegende slagschaduw ontstaan, wat als een vervelend, stroboscopisch effect kan worden ervaren. De mate van slagschaduw wordt bepaald door afstand en frequentie van de rotorbladen. De slagschaduw verplaatst zich in de loop van de dag van west naar oost. In de zomer is het slagschaduwgebied kleiner dan in de winter. De mate van slagschaduw is nauwkeurig te voorspellen. In onderstaande figuur is het gebied weergegeven waarbinnen mogelijk hinderlijke situaties kunnen ontstaan. Deze hinderlijke situaties kunnen relatief eenvoudig worden opgelost door het tijdelijk stilzetten van de windmolen of het plaatsen van zonwering of zichtbelemmeringen bij woningen.



Figuur 4.6: Slagschaduw contour in Zaltbommel, locatie Wildeman



Figuur 4.7: Slagschaduw contour in Zaltbommel, locatie A2

5 ECONOMISCHE HAALBAARHEID

5.1 Windaanbod

Bij bepaling van het windaanbod op een bepaalde ashoogte is allereerst de geografische plaats in Nederland van belang voor de invloed van grootschalige weersverschijnselen. Deze grootschalige weersverschijnselen zijn maatgevend voor de wind op grote hoogte. Dichter bij de aarde tot zo'n 150 meter boven de grond bepalen de effecten van obstakels en terreinruwheid het windprofiel.

Voor de bepaling van het windklimaat hebben we gebruik gemaakt van de volgende gegevens en modellen:

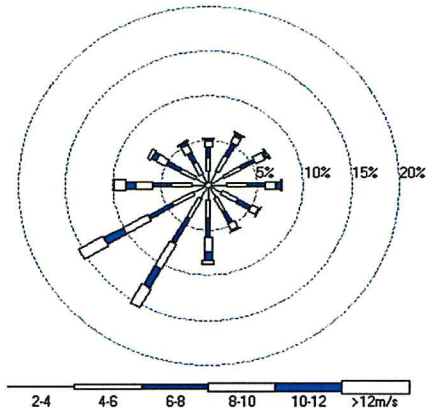
- tijdreeksen van potentiële windsnelheden van het KNMI
- digitale ruwheidskaarten van het KNMI
- WAsP 9 voor het berekenen van de windsnelheidsverdeling en obstakeffecten op ashoogte
- WindFarmer voor het modelleren van de zogeeffecten en het bepalen van de energieopbrengst.

Bij de windaanbodberekening hebben we gebruik gemaakt van dezelfde methodiek als bij de berekening van de Windkaart van Nederland op 100 m hoogte¹.

Van de meetdata van 3 KNMI stations (Hoek van Holland, Wilhelminadorp en Gilze-Rijen) hebben we met behulp van WAsP een tijdsafhankelijke opsomming gemaakt die geldig is voor een groter gebied, de windatlas. Van de windatlassen van de drie stations hebben we een gewogen gemiddelde bepaald op basis van de geografische afstand tot de locatie. Dit levert de windatlas (windroos en windstatistiek) voor de twee locaties op. De windroos is weergegeven in figuur 5.1.

Deze windatlas hebben we gecombineerd met de ruwheidskaart van het gebied, om zo de windsnelheid op de locatie te bepalen.

¹ Windkaart van Nederland op 100 m hoogte, KEMA in opdracht van SenterNovem en Ministerie van Economische Zaken. Arnhem, juni 2005.



Figuur 5.1 Windroos op de windenergielocaties in Zaltbommel

5.2 Energieproductie

De netto energieproductie wordt bepaald aan de hand van de windsnelheidsverdeling per windrichting gekarakteriseerd door de Weibullverdeling, de vormfactor (k) en de schaalfactor (A). Op basis hiervan kunnen we met behulp van de gecertificeerde powercurve van de genoemde windturbines de bruto energieopbrengst van de windturbines van de beide windparken bepalen.

De opbrengst wordt behalve door het windaanbod ter plaatse en de powercurve van het windturbinetype, ook door de onderlinge afstanden van de turbines bepaald. Doordat de turbines turbulentie in de lucht veroorzaken ontstaan zogverliezen. Deze zogverliezen ontstaan door het windpark zelf, maar ook door objecten of windturbines in de omgeving van het windpark.

Om van bruto opbrengsten naar netto-opbrengsten te rekenen houden we rekening met de parkeffecten die optreden. Dit zijn met name de zogverliezen. Wanneer twee windturbines achter elkaar in lijn in de windrichting staan dan zal de eerste wind turbine meer wind vangen en dus meer energie opwekken dan de tweede. Het verschil wordt betiteld als zog verliezen. Daarnaast vinden verliezen plaats tijdens het transport van de elektriciteit door het net en door het feit dat de turbines door storingen en/of onderhoud niet in bedrijf zijn; de niet-beschikbaarheid.

In de berekeningen voor de netto-opbrengsten hebben we rekening gehouden met de volgende waarden:

- zogverliezen afhankelijk van het gekozen type, berekend met WindFarmer
- 2% netverliezen
- 98% beschikbaarheid.

Tabel 4 Opbrengsten van de twee windparken in Zaltbommel

	Locatie A2	Locatie De Wildeman
Ashoogte	80 m	80 m
Rotor diameter	90 m	90 m
Aantal turbines	5	4
Vermogen windpark	15MW	12 MW
Gemiddelde windsnelheid	7,9 m/s	7,9 m/s
Aantal vollasturen	2.620	2.650
Bruto opbrengsten (MWh)	39.300	31.800
Zogverliezen	6%	5%
Netverliezen	2%	2%
Niet-beschikbaarheid	2%	2%
Netto opbrengsten (MWh)	35.900	29.000
CO ₂ reductie (kton/jaar)	23,2	18,8
Elektriciteit voor aantal personen	26.000	21.000

6 CONCLUSIES

Beide ontwerpen zijn technisch mogelijk en economisch renderend. De locatie langs de A2 is uit oogpunt van kostenefficiëntie de meest gunstige (hogere totale capaciteit). De zichtbaarheid van het windpark is hoog, waardoor bewustwording van toename van het gebruik van duurzame energie hoger kan zijn. Anderzijds kan deze zichtbaarheid ook weerstand verhogen. De locatie Wildeman is gunstig wanneer de zichtbaarheid van het windpark een minder positieve factor is. Het windpark staat in het ontwerp op de grens van een nieuw te ontwikkelen industriegebied en natuurgebied. Het accentueert de grens tussen industrie en natuur en staat op grotere afstand van de dichter bevolkte kern van Zaltbommel.

Kortom, een keuze uit deze 2 opties betekent een keuze uit plaatsen op een duidelijk zichtbare locatie of inpassen in de gebiedsfunctie. Voor beide zijn positieve argumenten; beide zijn technisch en economisch positief.

BIJLAGE 1: OVERZICHTSKAART ZALTBOMMEL

