Bijlagen

1329-103

ROYAL HASKONING

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 LITERATUUR

Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer, 18 oktober 2001. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden.

Böttger, M., T. Clemens, G. Grote, G. Hartmann, E. Hartwig, C. Lammen & E. Vauk-Hentzelt, 1990. Biologisch-ökologische Begeleitungsuntersuchungen zim bau und betrieb von Windkraftanlagen – Endbericht.

Clausager, I. & Nohr, 1995. Vindmollers indvirkning pa fugle. Status over viden og perspektiver. Faglig rapport DMU nr.147. Danmarks Miljoundersogelser, Afdeling for Flora- of Faunaokologi, Ronde, Danmark.

Everaert J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevingingen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud. Brussel.

Handboek milieuvergunningen, Processen, Toestellen en OPslagen – windturbines, 1999. Samson Tjeenk Willink.

Koffijberg, K., B. Voslamber & E. van Winden, 1997. Ganzen en zwanen in Nederland: Overzicht van pleisterplaatsen in de periode 1985-94. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-ubbergen.

Kruckenberg, H. & J. Jaene, 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläsgänse im Reiderland, Natur und landschaft 74: 420-427.
Limpens, H., K.Mostert & W. Bongers (red.), 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen, Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Ministerie van LNV, 2001. Handboek Natuurdoeltypen.

Musters, C.J.M., G.J.C. van Zuylen & W.J. ter Keurs, 1991. Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport. Vakgroep Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.

Naturschutzbund Deutschalnd (NABU) e.V. 1996. Windenergie und naturschutz: Positionspapier des Naturschutzbund Deutschland (NABU) e. V. NNA-Berichte 9/3, schneverdingen, 25-27.

Osborn, R.G., K.F. Higgens, C.D. Dieter & R.E. Usgaard, 1996. Bat collisoins with wind turbines in southwestern Minnesota, Bat Research News 37, pp 105-108.

Pedersen, M.B. & E. Poulsen, 1991. Inpact of a 90m/2MW windturbine on birds-avian responses to the implementation of the Tjaereborg wind turbine at de Danish Wadden Sea.

Petersen, B.S. & H. Nohr, 1989. Konsekvenser for fluglelivet ved etableringen af mindre vindmoller. Rapport, Ornis Consult, Kopenhagen.

Provincie Utrecht, 2000. Kansen voor de purperreiger en het Woudaapje in de provincie Utrecht. Nieuwegein.

Provincie Utrecht, 2001a. Natuurgebiedsplan Vecht- en Plassengebied. Utrecht.

Provincie Utrecht, 2001b. Natuurgebiedsplan De Venen. Utrecht.

Provincie Utrecht, 2001c. Natuurgebiedsplan Kromme Rijngebied. Utrecht.

Provincie Utrecht, 2002a. Natuurgebiedsplan Zuid-Utrecht. Utrecht.

Provincie Utrecht, 2002b. Natuurgebiedsplan Eemland. Utrecht.

Provincie Utrecht, 2002c. Windplan Utrecht: Plaatsingsmogelijkheden voor windturbines in de provincie Utrecht.

Risø National Laboratory, 1989. European Windatlas, Roskilde, Denemarken

Royal Haskoning, 2002. Windturbines en geluid, veiligheid en slagschaduw: Onderzoek naar de technische en juridische knelpunten en mogelijke oplossingen, Nijmegen.

Sachslehner, L. & H.P. Kollar, 1997. Vogelschutz in Windkraftanlagen in Wien. End bericht. Verein für Ökologie und Umweltforschung.

Schmidt, U. &G. Joermann, 1986. The influence of acoustical interferences on echolocation in Bats, Mammalia 50, pp 379-389.

Schröder, T. & A. Roschen, 1997. Ultraschallmessungen am Windenergieanlagen – Eine Untersuchung von Windenergieanlagen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Unverffentl. Gutachtung im Auftrag des Naturschutzbund Deutschland, Lv. Niedersachsen e.V., Hannover.

Spaans, A.L., J. van der Winden, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & S. Dierksen, 1998a. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vloegbewegingen en vlieghoogtes van vogels langs de Afsluitdijk. IBN-DLO en Bureau Waardenburg.

Spaans, A.L., L. vanden Bergh, S. Dirken & j. van der Winden, 1998b. Windturbines en vogels: Hoe hier mee om te gaan? Uit De levende Natuur 99 (3): 115-121.

Verboom,B., 1998. The use of edge habitats by commuting and foraging bats. IBN Scientific Contributions 10. Instituut voor Bos- en natuurbeheer, Wageningen.

Winden, J. van der, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R.Lensink, D.A. Jonkers, R.J.W. van de Haterd & S. Dirken, 1999. Deelstudie Ortnitologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk, Bureau Waardenburg Rapport nr. 99.03, Culemborg / Instituut voor Bos- en Natuur, Wageningen.

Winden, J. van der, S Dirkens, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans, 1996. Landelijke *vliegbewegingen van duikeenden bij het Windpark Lely in het Ijsselmeer, Bureau* Waardenburg Rapport nr. 96.34, Culemborg / Instituut voor Bos- en Natuur, Wageningen.

Winkelbrandt, A., R.Bless, M. Herbert, K. Krger, T. Merck, B. Netz-Gerten, J, Schiller, S. Schubert & B. Schweppe-Kraft, 2000. Empfehlungen des Bindesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Bundesambt für Naturschutz, Bonn.

Winkelman, J.E. 1989. Vogels en het windpark bij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-Rapport 89/15, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1992a. De invloed van de SEP-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers, RIN-rapport 92/2, Instituut voor bos- en natuuronderzoek, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1992b. De invloed van de SEP-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoringsonderzoek, RIN-rapport 92/5, Instituut voor bos- en natuuronderzoek, Arnhem.

Winkelman, J.E., 1995. Bird/Wind Turbine Investigations in Europe. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting, Denver, Colorado.

BIJLAGE 2 AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

A	Aanlegfase	In het MER: fase gedurende welke activiteiten worden uitgevoerd die specifiek verband houden met de verbetering van de dijk
	Alternatief	Mogelijkheid om met de voorgenomen activiteit (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen. De richtlijnen voor het MER geven mede richting aan dat begrip "redelijkerwijs"
	AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
	Automatische stilstand-voorziening	Een voorziening die de windturbine (automatisch) afschakelt indien bijvoorbeeld slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidsgevoelige bestemmingen
	Autonome ontwikkeling	De ontwikkeling die in de toekomst optreedt als er geen ingreep plaatsvindt
B	Bestemmingsplan	Gemeentelijk plan waarin het gebruik en de bebouwingsmogelijkheden van gronden en de aanleg van allerlei andere werken en werkzaamheden wordt geregeld
	Bevoegd gezag	Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over de voorgenomen activiteiten van de initiatiefnemer
C	Commissie m.e.r.	Commissie van onafhankelijke deskundigen die het bevoegd gezag adviseert over de gewenste inhoud van het MER en in een latere fase over de kwaliteit van het MER
	CO_2	Koolstofdioxide
	Cultuur-historische elementen	Elementen die informatie bevatten over het door menselijk handelen tot stand gekomen landschap
D	dB (A)	Decibell (A-gewogen), maat voor geluidssterkte waarbij een frequentieafhankelijke correctie wordt toegepast voor de gevoeligheid van het menselijk oor
E	Ecologische hoofdstructuur	Het door de overheid nagestreefde en in beleidsnota's vastgelegde landelijke netwerk van natuurgebieden en verbindingszones daartussen
	EHS	Ecologische Hoofd Structuur
	Evaluatie	Het in een concreet geval onderzoeken van de daadwerkelijk optredende gevolgen bij aanleg en gebruik van een activiteit
	EVZ	Ecologische verbindingszone
F	Fauna	De gezamenlijke diersoorten van een bepaald land of een bepaald geologisch tijdperk (dierenwereld)

	Flora	De vegetatie van een bepaalde streek of periode (plantenwereld)
G	Geluidhinder	Gevaar, schade of hinder als gevolg van geluid
	Geluidemissie	Uitstoot van geluid van een bron
	Geluidimissie	Hoeveelheid geluid die op een bepaald punt ontvangen wordt
	GS	Gedeputeerde Staten
I	Initiatiefnemer	Een natuurlijk persoon, dan wel privaat- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan) die een bepaalde activiteit wil (doen) ondernemen en daarover een besluit vraagt
K	KM	Kilometer
L	Landschap	Het geheel van visueel waarneembare kenmerken aan het oppervlak van de aarde
	LNV	Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
	Lwr	Bronvermogen; geluid dat door een apparaat wordt geïmiteerd (uitgestraald)
	L95	De waarde van het niveau van het omgevingsgeluid dat gedurende 95% van tijd overschreden wordt. Het is een referentiewaarde die bijvoorbeeld bij vergunningsaanvragen word gehanteerd (doorgaans ten aanzien van industriële activiteiten)
M	m.e.r.	Milieueffectrapportage: de procedure. Hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een MER en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu door de uitvoering van een mede op basis van dat MER genomen besluit, een en ander met inachtneming van de voorgeschreven procedurele uitgangspunten uit de Wet milieubeheer
	m.e.r.-plicht	De verplichting tot het opstellen van een milieu-effectrapport voor een bepaald besluit over een bepaalde activiteit
	Meest Milieu-vriendelijke alternatief	Het alternatief dat wordt beschreven in artikel 7.10, lid3 van de Wet Milieubeheer: "het alternatief, waarbij de beste bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu worden toegepast." Aangezien het gaat om een alternatief, gelden dezelfde beperkingen als voor andere alternatieven. Dat betekent dat het niet louter een referentie is (de ideale oplossing voor het milieu), maar moet behoren *tot de mogelijkheden, die redelijkerwijs bij de besluitvorming een rol kunnen* spelen
	MER	Milieueffectrapport: het rapport dat bij de m.e.r. tot stand komt
	MKM	Milieu Kwaliteit Maat; een maatvoering waarbij de geluidsproductie vanuit allerlei verschillende bronnen in één waarde kan worden uitgedrukt, om zodoende verschillende situaties makkelijker te kunnen vergelijken

	MMA	Meest Milieuvriendelijke Alternatief
	Mitigerende maatregelen	Maatregelen die worden genomen om de nadelige effecten van activiteiten of fysieke ingrepen te verminderen danwel te voorkomen
	MW	MegaWatt
	MWh	MegaWattuur
N	Natuurgebied	Een gebied met duidelijke natuur- en landschapswaarden die in hun planologische functieaanduiding (mede) tot uiting komen
	NO_x	Aanduiding voor de verschillende Stikstofoxiden
P	Pleisterende vogels	Niet-broedvogels; dus vogels die alleen maar uitrusten
	Plangebied	Dat gebied, waarin de voorgenomen activiteit of één der alternatieven kan worden gerealiseerd
	Primaire energie	De energie die een elektriciteitscentrale nodig heeft om stroom op te wekken
R	Richtlijnen	De door het bevoegd gezag na het vooroverleg te bepalen wenselijke inhoud van het op te stellen MER
	Risico	De ongewenste gevolgen van een bepaalde activiteit verbonden met de kans dat deze zich zullen voordoen (dus risico = kans x effect)
	Ruimtelijke kwaliteiten	Eigenschappen die iets zeggen over de manier waarop een bepaald gebied wordt beleefd of benut
S	Startnotitie	Eerste product in de m.e.r.-procedure, waarmee de formele start van de procedure wordt gemarkeerd
	Studiegebied	Bestudeerd of te bestuderen gebied. Dit is breder dan het plangebied
	SO_2	Zwaveldioxide
V	Verbindingszone	Gebieden die kern- en natuurgebieden als het ware aan elkaar knopen. Ze zijn belangrijk voor de verspreiding van en de contacten tussen planten en dieren
	Vigerend	Van kracht zijnde
	Voorgenomen activiteit	Datgene, wat de initiatiefnemer voornemens is uit te voeren. Dit is een beschrijving van de activiteit waarin de wijze waarop de activiteit zal worden uitgevoerd en de alternatieven die redelijkerwijs daarvoor in beschouwing worden genomen
	Voorkeurs alternatief	Datgene wat volgens het MER en/of bijbehorende ontwerpbesluiten /vergunningaanvragen of bijgestelde versies hiervan – dus na afweging van

		milieueffecten – de voorkeur van de initiatiefnemer heeft om de doelstellingen zo goed mogelijk te realiseren
W	WRO	Wet op de Ruimtelijke Ordening
	WNC(-40)	Wind Norm Curve (behorende bij 40 dB(A) in de nacht). De windnormcurve geeft de relatie weer tussen de windsnelheid en het geluidsniveau. De windnormcurve (WNC) is bepaald op basis van een groot aantal geluid- en windsnelheids-metingen verricht aan het achtergrondgeluidniveau van de omgeving bij de diverse windsnelheden. Het doel van de metingen was gericht op het kwantitatief bepalen van de relatie tussen achtergrondgeluid en windsnelheid voor woningen nabij windparklocaties, zowel in een winter- als in een zomersituatie. De WNC moet worden geïnterpreteerd als de gecorrigeerde norm- of grenswaarde bij hogere windsnelheden.
Z	Zeedijk	Waterkering die de hoogste waterstanden op zee keert
	Zetting	Het samendrukken van bodemmateriaal (klei, zand, enz.), waardoor het maaiveld oftewel de bodemhoogte zakt
	Zoutbezwaar	De indringing van zout of brak water in zoet water. Bijvoorbeeld de indringing van zeewater in het kanaal waardoor gevolgen voor het zoete watergebruik optreden

BIJLAGE 3 METHODEN EFFECTBESCHRIJVING

A: Inleiding

Deze bijlage bevat de methoden die zijn gebruikt voor de effectvoorspelling. De aannames die zijn gedaan bij de verschillende effecten, komen eveneens in dit hoofdstuk aan bod. De methoden en aannames per aspect zijn voor alle locaties gelijk. Om die reden is de bijlage gestructureerd naar aspect.

B: Energieopbrengst en vermeden emissies

De energieopbrengst van de windturbines is afhankelijk van een aantal factoren. Als eerste is er het gekozen type turbine. De specificaties van deze turbines, zoals vermogen, hoogte, turbineoppervlak, rendement en andere eigenschappen zijn afkomstig van de fabrikant. Daarnaast is er het windaanbod op de verschillende locaties. Het windaanbod is gespecificeerd voor de kracht, duur en richting van de wind. Het windaanbod is ook afhankelijk van de ruwheid van de omgeving nabij de locatie van de windturbines. Deze ruwheid leidt ertoe dat de wind wel of niet wordt afgeremd. Omstandigheden zoals bossen en bebouwing leiden tot een grote ruwheid en dus een lagere windsnelheid. Open water of graslanden hebben daarentegen een lage ruwheid en zullen de wind dus minder afremmen.

Voor het berekenen van de vermeden hoeveelheid primaire energie bestaan verschillende meethodes. In Nederland is de methode uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie (MDE) de standaard. In dit protocol wordt uitgegaan van een aantal standaard situaties betreffende bedrijfstijd en opbrengsten, maar ook betreffende conversietechnieken en klimatologische omstandigheden. Zo wordt er uitgegaan van een gemiddelde windturbine zoals die nu in Nederland geplaatst is en van de gemiddelde opbrengst per kW opgesteld vermogen. De turbines in dit MER zijn echter van een heel andere orde van grootte dan wat nu als gemiddeld beschouwd wordt. Het Protocol MDE is dus voor dit MER minder goed bruikbaar voor het bepalen van de milieuwinst.

Daarnaast wordt in het MER gekeken naar de milieueffecten die specifiek per locatie optreden. Deze milieueffecten worden afgezet tegen de milieuwinst die met het plaatsen van de turbine op die specifieke locatie wordt gegenereerd. Door het gebruik van het Protocol Monitoring Duurzame Energietechnieken zou de detaillering van het ter plaatse gedane onderzoek teniet worden gedaan.

Er is daarom ook een berekening gemaakt waarbij gebruik gemaakt wordt van de opbrengstgegevens die door middel van WindPRO gegenereerd zijn. Deze modelleringssoftware, die is ontwikkeld door het bedrijf Energi- og Miljødata (EMD) uit Denemarken, wordt wereldwijd gezien als de standaard methodiek voor opbrengstberekeningen aan windparken. WindPRO maakt gebruik van windstatistieken die afkomstig zijn uit de 'European Windatlas', samengesteld door het Danish Research Institute RISØ. De gegevens betreffende ruwheid zijn afkomstig van het KNMI en ingevoerd door Royal Haskoning[14]. Op basis van deze actuele windstatistieken en locatiespecifieke landschappelijke kenmerken geeft WindPRO een relatief nauwkeurige voorspelling van de energieopbrengst voor het specifieke type en model windturbine.

De gemiddelde windsnelheid is een sterk bepalende factor voor de opbrengst; een kleine afwijking in de gemiddelde windsnelheid heeft aanzienlijk gevolgen voor de opbrengst. Voor deze studie geldt dan ook dat er geen opbrengst van het windpark wordt berekend, maar een verwachting van de opbrengst wordt uitgesproken op basis van de gemiddelde snelheid zoals opgenomen in de statistieken uit de 'European Windatlas'.

[14] Royal Haskoning neemt alleen verantwoordelijkheid voor de gegevens welke zelf ingevoerd zijn. Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de voorwaarden zoals deze bij de software geleverd zijn.

Omdat de omstandigheden zoals landschap, windsterkte en –aanbod sterk verschillen per locatie, kan de opbrengst per opgesteld vermogen ook sterk verschillen. De verschillen tussen de berekeningen van WindPRO en het Protocol lopen daardoor nogal uiteen. Over de gehele linie bekeken kan gezegd worden dat de opbrengsten zoals die verwacht wordt volgens de berekeningen van WindPRO, groter zijn dan wanneer zij volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie berekend worden.

Omdat de vuistregels van het Protocol MDE in 'de wandelgangen' veel gebruikt worden, is ervoor gekozen om bij de presentatie van de effecten per locatie zowel de gegevens op basis van het protocol te presenteren, als de gegevens op basis van WindPRO. Op die manier krijgt de lezer een beter inzicht in het verschil tussen de vuistregels en de nauwkeurigere berekeningen. In deel A, bij de vergelijking van de effecten, worden echter alleen de gegevens van WindPRO gebruikt

C: Natuur en vogels

Inleiding
Onderstaand is nader ingegaan op de criteria die zijn gebruikt om de effecten te toetsen die de plaatsing van windturbines kunnen hebben op de natuur. Per criterium is beschreven waarom dit van belang is en op welke wijze de beoordeling plaatsvindt. De criteria en de methode waarop de ecologische effecten van de windturbines worden getoetst zijn voor elke locatie hetzelfde.

Vogelgegevens
Voor de beschrijving van de effecten op vogels zijn drie groepen onderscheiden:
- Wintergasten (Ganzen zwanen en watervogels);
- Broedvogels (exclusief weidevogels);
- Weidevogels.

Aan de hand van gegevens van Natuurloket.nl is bepaald hoe goed de omgeving van de windmolenlocaties op vogels is onderzocht. De gegevens van broedvogels en wintergasten op natuurloket.nl zijn de gegevens van het SOVON (die alle gegevens van sovon tellers maar ook van lokale vogelwerkgroepen verzameld en beheerd).

Wintergasten
Gegevens van wintergasten van de afgelopen 5 jaar zijn opgevraagd bij het SOVON die heel Nederland in telgebieden heeft ingedeeld. In deze telgebieden worden of ganzen en zwanen per maand en/of watervogeltellingen in midwinter uitgevoerd afhankelijk van hoe belangrijk een gebied is voor wintergasten. Van de gegevens kan gezegd worden dat ze een vrij goed en compleet beeld geven van de wintergasten die in de gebieden voorkomen.

Broedvogels
Het sovon tracht jaarlijks de belangrijkste broedvogelgebieden te monitoren op zeldzame soorten en kolonievogels in het project Landelijk Soortonderzoek Broedvogels (LSB). De belangrijkste gebieden in district 10 (utrecht en Gooi- en Vechtstreek) die in de buurt van de windmolen locaties liggen bestaan uit het Botshol (krooneend), Oostelijke vechtplassen (woudaap, Purperreiger, Zwarte stern, Grote karakiet) en de Vinkeveense plassen (krooneend).
Uit de inventarisatie van natuurloket.nl bleek dat broedvogels (inclusief weidevogels) buiten deze gebieden niet tot redelijk onderzocht zijn in de betreffende gebieden. Dit betekent dat de gegevens onvoldoende compleet zijn om een goede conclusie ten aanzien van de effecten op broedvogels op deze locaties te geven.

Weidevogels
Het SOVON heeft een project waarin weidevogels (met name de grutto) op bepaalde locaties worden gemonitord. Deze locaties liggen buiten Utrecht. Daarnaast worden in het Streekplan Utrecht en de verschillende natuurgebiedsplannen belangrijke weidevogelgebieden aangegeven. Deze gebieden waarvan geen aantallen bekend zijn, zijn in de effectbeschrijving meegenomen. Gedetailleerdere weidevogelgegevens van de Eempolders zijn bij de gemeente Eemnes opgevraagd.

[15] Royal Haskoning neemt alleen verantwoordelijkheid voor de gegevens welke zelf ingevoerd zijn. Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de voorwaarden zoals deze bij de software geleverd zijn.

Trekvogels

Gegevens over trekvogels die over utrecht vliegen zijn eveneens afkomstig van het SOVON zowel vanuit literatuur (LWVT/SOVON, 2002) (landelijke trekroutes per soort) als van lokale tellers via het SOVON (lokale trekroutes). Deze gegevens zijn echter vrij grof.

Doelsoorten

Doelsoorten volgens Bal et al. (2001) die als overwinteraars voorkomen in de vogelrijke gebieden de Venen (onder andere Botshol, Vinkeveense plassen en Demmerikse polder), *Oostelijke vechtplassen*, *Eempolders en ten zuiden van het A'dam-rijnkanaal* zijn in onderstaande tabel a weergegeven.

Tabel C1: In de vogelrijke gebieden overwinterende doelsoorten

Doelsoort	**gebied**	**Gemiddeld max. aantal per jaar**
Aalscholver	Oostelijke vechtplassen	80
	De venen	75
Bergeend	De venen	32
Brandgans (V)	Oostelijke vechtplassen	78
	venen	40
Goudplevier (V)	Eempolders	120
	De venen	30
Grauwe gans	Oostelijke vechtplassen	1400
	De venen	1100
Kleine zwaan (V)	Eempolders	1025
	A'dam Rijnkanaal	34
	Oostelijke vechtplassen	18
Kolgans	A'dam Rijnkanaal	840
	Oostelijke vechtplassen	3575
	De venen	5060
Krooneend	De venen	10 Zeldzame soort (sovon)
Nonnetje (V)	Oostelijke vechtplassen	40
	De venen	15
Purper reiger (V)	Oostelijke vechtplassen	ca. 40 paar Koloniebroedvogel (sovon)
Toendrarietgans	De venen	130
	A'dam Rijnkanaal	30
Stormmeeuw	Eempolders	140
	A'dam Rijnkanaal	675
	Oostelijke vechtplassen	1675
	De venen	1670

Bron: doelsoorten volgens Bal et al., 2001, gegevens SOVON.

V = soort van de vogelrichtlijn

Overtrekkende (doel)soorten

Tijdens de najaarstrek vliegen ca. 98 to 135 miljoen zichtbare (en dus telbare) trekvogels over Nederland. In het voorjaar zijn dit er 42 tot 57 miljoen. Tijdens de najaarstrek komt een groot aantal trekvogels over Utrecht vliegen. Vogeltrektellingen van het SOVON (LWVT/SOVON, 2002) geven aan dat de soorten in tabel b in verhouding tot het landelijke gemiddelde, in het voor- en najaar in relatief grote getale

over Midden-Nederland (inclusief Utrecht) komen vliegen met overwegend een zuidzuidwestelijke richting (met al of niet een foerageerstop).

Tabel C2: Soorten in voor- en najaarstrek over Midden-Nederland (aantallen hoger dan gemiddelde intensiteit in Nederland)

Soort	Aantallen
Aalscholver (D)	35.000
Grauwe gans (D)	58.000
Kleine zwaan (D, V)	3000
Kolgans (D,V)	40.000
Smient	21.000
Kievit	255.000
Pijlstaart (D)	18.000
Watersnip (D)	18.000
Totaal	*Circa 450.000*

Extra gegevens Eempolders

Ten aanzien van wiedevogels zijn extra gegevens over de Eempolders verzameld. Deze gegevens afkomstig van lokale weidevogeltelgroepen bestaan naast de bekende locaties van belangrijke weidevogelgebieden ook aantallen broedparen (Landschapsbeheer Utrecht 2001, De Wulp 2003). In onderstaande tabel c zijn soorten en aantallen broedgevallen voor de Eempolders weergegeven.

Tabel C3: Weidevogel aantallen in de eempolders

Soort	Eemland West (2000)	Ark en Eemland (2000)	De wulp (2001)	De wulp (2002)
Brandgans (D, V)				1
Canadese gans			4	16
Fuut			2	3
Grutto (D)	32	263	200	205
Graspieper	4	5	25	44
Kievit	164	824	496	811
Kuifeend		2	3	5
Knobbelzwaan	2	5	13	11
Meerkoet	10	30	67	42
Scholekster (D)	28	71	41	42
Slobeend		2	7	5
Tureluur (D)	6	62	52	68
Veldleeuwerik (D)	5	5	26	22
Wilde eend	8	50	44	52
Waterhoen		2	5	7
Witte kwikstaart			33	32
Zomertaling (D)		3		
Totaal	259	1324	1010	1366

De exacte locaties van deze broedgevallen zijn niet bekend maar er mag van worden uitgegaan dat in een zone rond de A1 het aantal broedgevallen minder is dan in de rest van de polders. Dit heeft te maken met de geluidsoverlast van het verkeer. Uit onderzoeken naar geluidsverstoring op weidevogels komt naar voren dat de verstoringsgrens voor weidevogels rond de 47 dB (A) ligt (Reijnen et al. 1002). De extra

gegevens over soorten en aantallen zullen de effectvoorspelling ten aanzien van verstoring van weidevogels in het MER niet wijzigen.

Kader C1: Gevolgen van windturbines voor vleermuizen

Vleermuizen en ultrasone emissies

De mogelijke invloeden van windmolens en parken op vleermuizen wordt vergeleken met de effecten op vogels onder belicht. Een overzicht van de verschillende onderzoeken en observaties van effecten op vleermuizen wordt gegeven in een artikel van Bach (2001). In dit artikel wordt aangegeven dat over de effecten van ultrasone-emmissies van de turbines op vleermuizen weinig bekend is. Schröder (1997) heeft aangetoond dat enkele turbinetypen geluiden produceren tot 32 kHz. Von Limpens geeft (mondeling in het artikel van Bach 2001) aan dat van 1 vleermuissoort bekend is dat ze parken die ultrasone geluiden produceren, mijden.

Het aanvaringsrisico voor vleermuizen treedt met name op tijdens de vleermuistrek. Onderzoek van Von Johnson et al. (2000) geeft aan dat in een park in Minnesota met name tijdens de trek slachtoffers vielen. Het betrof met name hoog en snel vliegende soorten. Het is bekend dat vleermuissoorten vanuit Scandinavië en Noordoost-Europa naar Midden-Europa trekken. Over trekroutes over Nederland staat echter niets in het artikel.

Wanneer parken in jachtgebied van vleermuizen worden geplaatst kan dit betekenen dat een deel van het jachtgebied door de vleermuizen wordt gemeden als gevolg van de turbulentie en beweging van de turbines. Ook kan het betekenen dat het gehele park gemeden wordt. Dit betekent een afname van jachtgebied voor de vleermuizen (Bach, 2001).

In een onderzoek uitgevoerd in het windpark Midlum bij Cuxhaven komt naar voren dat wanneer parken langs migratieroutes worden neergezet de vleermuizen eveneens effecten ondervinden. Het gevolg is dat de vleermuizen van hun ideale route afwijken. De grootte van de afwijking van deze route was afhankelijk van de stand van de rotorbladen (parallel of loodrecht op de vliegroute) (Bach, 2001). In het artikel concludeert bach dat vleermuizen wel degelijk negetaitef beinvloed kunnen worden door windmolenparken. Bach geeft aan dat onderzoek naar de verenigbaarheid van windenergie en vleermuizen noodzakelijk is.

Aanvaringsrisico

Algemeen

In het aanvaringsrisico zijn het aantal vogels en de gevoeligheid belangrijke parameters. Het aantal vogels dat botst is rechtevenredig met de het aantal dat aanwezig is in de omgeving van de turbines (Musters et al., 1991; Winkelman 1992a, Everaerts et al., 2002). Over de gevoeligheid van vogelsoorten is weinig bekend, alleen dat zangvogels een grotere kans hebben om aanvaringsslachtoffer te worden dan eenden en dat eenden grotere kans hebben dan steltlopers (winkelman 1992b).

Nachtelijke vlieghoogtes

In het kader van het landelijk onderzoek programma 'Vogelhinder door Windtubines' zijn in verschillende landschapstypen in Nederland de vlieghoogtes van vogels in het donker gemeten (Dirksen et al., 1995, 1996a, 1996b en Spaans et al., 1998a). Al deze vliegbewegingen tussen rust- en foerageergebied van duikeenden en steltlopers vinden plaats op windturbine hoogte, en merendeels lager dan 75 meter. Ook anderen stelden 's nachts de grootste vogeldichtheden vast op hoogtes lager dan 150 meter (Buurma en Van Gasteren, 1989). Dit onderzoek betrof vliegbewegingen van seizoenstrek en lokale vogels. Lokale vliegbewegingen treden in het donker onder andere op tussen rust- en foerageergebieden van zwemeenden (Wilde eend Smient, Pijlstaart e.d.). Ook ganzen en zwanen vertonen in lichte nachten voedsel- en slaaptrek (Spaans et al., 1998b).

Hoogte en het vermogen van de turbines

Hoe hoger de turbines reiken, hoe meer vogels met de turbines te maken krijgen. Door de zogwerking is het niet zo dat er 'aan de onderkant' voor lager vliegende vogels weer ruimte komt. Dus: hoe lager hoe beter. Bij grotere vermogens hoort een grotere rotordiameter. Daarmee neemt per turbine het oppervlak waarin directe aanvaringen kunnen plaats vinden toe. Bij grotere diameters is de aanvaringskans echter kleiner (Tucker 1996), uitgaande van een gelijke vogeldichtheid in het hoogtebereik van de vergeleken turbines. Dit betekent dat een park met 10 turbines van 1 mw meer slachtoffers zal kunnen maken dan een park met 7 turbines van 1,5 mw (Haskoning 1999).

Aanvaringsrisico seizoenstrek

Uit onderzoek van Winkelman (1992b) komt naar voren dat de aanvaringskansen bij nacht groter zijn dan bij dag. In een proefopstelling nabij Oosterbierum in het noorden van Friesland (18 turbines) vloog 's nachts gemiddeld minder dan 1 op de 500-1000 passanten tegen een turbine aan (Winkelman 1992a)

In totaal blijkt bij de proefopstelling per turbine van 700 m2 rotoroppervlak met een hoogte van 20 tot 50 meter in totaal 0,14 procent van de vogels die door het park heen vlogen, te verongelukken. De aanvaringskans voor vogels is volgens Tucker (1996) dichter bij de rotoras groter dan verder weg. En dus zouden grotere turbines met meer vermogen minder aanvaringsrisico's per vermogen met zich mee brengen. Uit onderzoek van Everaerts et al. (2002) komt echter naar voren dat het aantal slachtoffers vooral sterk afhankelijk is van het aantal overvliegende vogels. Een 1000 MW geplaatst vermogen van windturbines op land- en kustlocaties zou op jaar basis zorgen voor 21.000 tot 100.000 slachtoffers. Dit aantal is lager dan bijvoorbeeld de enkele miljoenen vogelslachtoffers die jaarlijks langs alle verkeerswegen en hoogspanningslijnen van Nederland worden geschat. Volgens Winkelman 1992a) is echter relatief gezien het aantal slachtoffers per kilometer windturbines wel ongeveer gelijk aan het aantal per kilometer drukke verkeersweg of hoogspanningslijn.

Vogelaanbod seizoenstrek

De absolute omvang van aanvaringslachtoffers op de 5 locaties is niet te berekenen. Om een verantwoorde schatting te maken over het aantal aanvaringsslachtoffers ontbreken de exacte gegevens over seizoenstrek op de locaties. Om een eerste stap te zetten wordt op basis van breedfrontseizoenstrek over land een schatting van de orde grootte gegeven van het aantal slachtoffersop de locaties.

Bij ongestuwde trek in het binnenland gaan we er vanuit dat het aanbod van trekkende vogels gedurende een heel najaar in de onderste luchtlagen overdag ongeveer 6 exemplaren per vierkante meter is (gebaseerd op Lensink en Kwak, 1985; Lensink, 1996). Op grond van recent onderzoek mag worden verwacht dat doortrekintensiteit in de nacht gelijk is aan overdag (Buurma en Lensink, 1999). Het totale aanbod voor alle etmalen komt dan in het najaar op grof weg 12 exemplaren per vierkante meter.

Kwantificering slachtoffers seizoenstrek

In de onderstaande tabel zijn bovengenoemde bronnen gebruikt om een schatting en vergelijking te kunnen maken van het mogelijk aantal slachtoffers per alternatief en variant. Hieronder wordt voor een turbine van het basisalternatief van 1,5 MW, hoogte 85 en rotoras van 75 meter de schattingsberekening uitgelegd.

Het rotoroppervlak van de basisvariant in dit MER is ca. 4400 m2 dat is 6 keer zo groot als bij de proefopstelling in Oosterbierum (700 m^2). Dit betekent dat het aantal slachtoffers per turbine op grond van rotoroppervlak groter zal zijn dan in het park bij

Oosterbierum , maar volgens Tucker minder dan 6 keer. Tucker houdt een percentage van 70% van de vergrotingsfactor aan en dat zullen we hier ook doen. Dit betekent dat het aantal slachtoffers voor een turbine met 4400 m^2 rotoroppervlak (0,7 *6 =) 4,2 maal zo groot is als bij een rotoroppervlak van 700 m^2. Uitgaande van 12 vogels per vierkante meter (zie boven) betekent dit 4400 * 12 * 0,70 *0,14% = 51,7 slachtoffers per turbine.

De in tabel d aangegeven schatting van het aantal slachtoffers per locatie of MW is een indicatie van de orde van grootte. Onder exceptionele omstandigheden kan deze enkele malen groter zijn. De grootste risico's schuilen in sterke trek, tijdens rustig weer met donkere nachten en/of slecht zicht (mist) (onder andere Verheijen, 1980, 1981).

Tabel C4: Kwantificering (schatting) van het aantal slachtoffers in de najaarstrek

Locatie en variant	Vermogen per turbine	Aantal turbines	Rotor-diameter	Rotor-oppervlak per turbine	Gem. aantal vogels (per m2 in najaar in ned)	Aantal slachtoffers per najaar per locatie	Aantal slachtoffers per najaar per turbine	Aantal slachtoffers per najaar per MW
A2 Vinkeveen								
Basisalternatief	1,5	9	75	4400	12	466	52	34
Variant 1	2,5	9	90	6300	12	667	74	30
Variant 2	4,5	8	114	10200	12	960	120	27
Alternatief 1	1,5	8	75	4400	12	414	52	34
Variant 1	2,5	8	90	6300	12	593	74	30
Variant 2	4,5	7	114	10200	12	840	120	27
A'dam Rijnkanaal								
Basisalternatief	1,5	18	75	4400	12	931	52	34
Variant 1	2,5	18	90	6300	12	1334	74	30
Variant 2	4,5	16	114	10200	12	1919	120	27
Alternatief 1	1,5	17	71	4070	12	814	48	32
Variant 1	2,5	17	90	6300	12	1259	74	30
Variant 2	4,5	15	114	10200	12	1799	120	27
Alternatief 2	1,5	14	75	4400	12	724	52	34
Variant 1	2,5	14	90	6300	12	1037	74	30
Variant 2	4,5	12	114	10200	12	1439	120	27
A2 Breukelen/ Loenen								
Basisalternatief	1,5	8	75	4400	12	414	52	34
Variant 1	2,5	8	90	6300	12	593	74	30
Variant 2	4,5	6	114	10200	12	720	120	27
Alternatief 1	1,5	8	75	4400	12	414	52	34
Variant 1	2,5	7	90	6300	12	519	74	30
Variant 2	4,5	6	114	10200	12	720	120	27
Eemnes/ Bunschoten								
Basisalternatief	1,5	10	75	4400	12	517	52	34
Variant 1	2,5	10	90	6300	12	741	74	30
Variant 2	4,5	9	114	10200	12	1080	120	27
Alternatief 1	2	10	75	4400	12	517	52	26
Variant 1	2,5	10	90	6300	12	741	74	30

Locatie en variant	Vermogen per turbine	Aantal turbines	Rotor-diameter	Rotor-oppervlak per turbine	Gem. aantal vogels (per m2 in najaar in ned)	Aantal slachtoffers per najaar per locatie	Aantal slachtoffers per najaar per turbine	Aantal slachtoffers per najaar per MW
Variant 2	4,5	9	114	10200	12	1080	120	27
Alternatief 2	1,5	12	75	4400	12	621	52	34
Variant 1	2,5	12	90	6300	12	889	74	30
Woerden/ Harmelen								
Basisvariant	1,5	16	75	4400	12	828	52	34
Variant 1	2,5	16	90	6300	12	1185	74	30
Variant 2	4,5	13	114	10200	12	1559	120	27
Alternatief 1	2	16	80	5025	12	946	59	30
Variant 1	2,5	16	90	6300	12	1185	74	30
Variant 2	4,5	14	114	10200	12	1679	120	27
Alternatief 2	1,5	8	75	4400	12	414	52	34
Variant 1	2,5	8	90	6300	12	593	74	30
Variant 2	4,5	6	114	10200	12	720	120	27

Lokale trek

Lokale trek tussen rust- en foerageergebied in vogelrijke gebieden is bij de bovenstaande berekening niet meegenomen. Wanneer hier wel rekening mee was gehouden zou je op een groter aantal slachtoffers uitkomen. Omdat sommige lijnopstellingen in Utrecht in de buurt van vogelrijke gebieden liggen is in tabel d aangegeven hoeveel vogels (met name wintergasten) in de omgeving van de locaties voorkomen. Het is niet bekend hoeveel vliegbewegingen er door de lokale vogels boven de locaties worden uitgevoerd en ook de exacte vliegroutes zijn niet bekend. Daarom kan onderstaande berekening alleen als indicatie gebruikt worden om het verschil in extra aantal slachtoffers per locatie, alternatief en variant en per MW aan te geven. In tabel e is aangegeven hoeveel van de lokale vogels in potentie over de lijnopstellingen vliegen als gevolg van de ligging van de foerageer en rustgebieden. Hierbij zijn de volgende regels toegepast:

- Aan beide zijden vogelrijke gebieden en foerageer- en rustgebieden: aantal vogels rond de lijnopstelling is het potentieel aantal vogels over de lijnopstelling(en) (A2-vinkeveen);
- Aan beide zijden van 1 van de twee lijnopstellingen en 1 zijde van de andere lijnopstelling vogelrijke gebieden en foerageer- en rustgebieden: het potentieel aantal vogels over de lijnopstelling(en) is driekwart van het aantal vogels rond de beide lijnopstellingen (Eemnes/Bunschoten);
- Aan 1 zijde en vogelrijk gebied en foerageer- en rustgebieden: het potentieel aantal vogels over de lijnopstelling(en) is de helft van het aantal vogels rond de lijnopstelling (A'dam-Rijnkanaal);
- Aan beide zijden van 1 van de twee lijnopstellingen vogelrijke gebieden en foerageer- en rustgebieden: het potentieel aantal vogels over de lijnopstelling(en) is de helft van het aantal vogels rond de beide lijnopstellingen (Breukelen).

Tabel C5: slachtofferberekening lokale trek

Locatie en variant	Vogelrijk-dom omgeving (lokale trek)	Locatie vogel-gebieden ten opzichte van lijnopstellingen	Potentieel aantal vogels over lijn-opstelling	Indicatie-waarde lokale trek (afgeleid van vorige kolom)	Aantal slachtoffers seizoenstrek per locatie	Indicatie-waarde slachtoffers per locatie (afgeleid van vorige kolom)	Indicatie-waarde slachtoffers lokale trek per locatie (kolom 5 maal kolom 7)	Indicatie-waarde slachtoffers lokale trek per mw
A2 Vinkeveen								
Basisvariant	58000	beide zijden	58000	33	466	1,0	37	2,74
Variant 1	58000	beide zijden	58000	33	667	1,4	53	2,36
Variant 2	58000	beide zijden	58000	33	960	2,1	77	2,14
Alternatief 1	58000	beide zijden	58000	33	414	0,9	33	2,75
Variant 1	58000	beide zijden	58000	33	593	1,3	47	2,35
Variant 2	58000	beide zijden	58000	33	840	1,8	67	2,13
A'dam Rijnkanaal								
Basisvariant	*3500*	*1 zijde*	*1750*	*1*	*931*	*1,0*	*2*	*0,08*
Variant 1	3500	1 zijde	1750	1	1334	1,4	3	0,07
Variant 2	3500	1 zijde	1750	1	1919	2,1	5	0,06
Alternatief 1	3500	1 zijde	1750	1	814	0,9	2	0,08
Variant 1	3500	1 zijde	1750	1	1259	1,4	3	0,07
Variant 2	3500	1 zijde	1750	1	1799	1,9	4	0,06
Alternatief 2	3500	1 zijde	1750	1	724	0,8	2	0,08
Variant 1	3500	1 zijde	1750	1	1037	1,1	3	0,07
Variant 2	3500	1 zijde	1750	1	1439	1,5	3	0,06
A2 Breukelen/ Loenen								
Basisvariant	58000	1 lijn beide zijden	29000	17	414	1,0	17	1,42
Variant 1	58000	1 lijn beide zijden	29000	17	593	1,4	24	1,20
Variant 2	58000	1 lijn beide zijden	29000	17	720	1,7	30	1,11
Alternatief 1	58000	1 lijn beide zijden	29000	17	414	1,0	17	1,06
Variant 1	58000	1 lijn beide	29000	17	519	1,3	21	1,20

Locatie en variant	Vogelrijk-dom omgeving (lokale trek)	Locatie vogel-gebieden ten opzichte van lijnopstelli ngen	Potentieel aantal vogels over lijn-opstelling	Indicatie-waarde lokale trek (afgeleid van vorige kolom)	Aantal slachtoffers seizoenstrek per locatie	Indicatie-waarde slachtoffers per locatie (afgeleid van vorige kolom)	Indicatie-waarde slachtoffers lokale trek per locatie (kolom 5 maal kolom 7)	Indicatie-waarde slachtoffers lokale trek per mw
		zijden						
Variant 2	58000	1 lijn beide zijden	29000	17	720	1,7	30	1,11
Eemnes/ Bunschoten								
Basisvariant	22500	1 lijn beide zijden, 1 lijn 1 zijde	16875	10	517	1,0	12	0,80
Variant 1	22500	1 lijn beide zijden, 1 lijn 1 zijde	16875	10	741	1,4	18	0,72
Variant 2	22500	1 lijn beide zijden, 1 lijn 1 zijde	16875	10	1080	2,1	26	0,64
Alternatief 1	22500	1 lijn beide zijden, 1 lijn 1 zijde	16875	10	517	1,0	12	0,60
Variant 1	22500	1 lijn beide zijden, 1 lijn 1 zijde	16875	10	741	1,4	18	0,72
Variant 2	22500	1 lijn beide zijden, 1 lijn 1 zijde	16875	10	1080	2,1	26	0,64
Alternatief 2	22500	1 zijde	5625	3	621	1,2	5	0,28
Variant 1	22500	1 zijde	5625	3	889	1,7	6	0,20
Woerden/ Harmelen								
Basisvariant	-	-	-		828	1,0	-	-
Variant 1	-	-	-		1185	1,4	-	-
Variant 2	-	-	-		1559	1,9	-	-
Alternatief 1	-	-	-		946	1,1	-	-
Variant 1	-	-	-		1185	1,4	-	-
Variant 2	-	-	-		1679	2,0	-	-
Alternatief 2	-	-	-		414	0,5	-	-

Locatie en variant	Vogelrijk-dom omgeving (lokale trek)	Locatie vogel-gebieden ten opzichte van lijnopstellingen	Potentieel aantal vogels over lijn-opstelling	Indicatie-waarde lokale trek (afgeleid van vorige kolom)	Aantal slachtoffers seizoenstrek per locatie	Indicatie-waarde slachtoffers per locatie (afgeleid van vorige kolom)	Indicatie-waarde slachtoffers lokale trek per locatie (kolom 5 maal kolom 7)	Indicatie-waarde slachtoffers lokale trek per mw
Variant 1	-	-	-		593	0,7	-	-
Variant 2	-	-	-		720	0,9	-	-

Omdat de aantallen die uit deze berekening komen slechts een indicatie zijn van het verschil in vogelrijkdom en vliegbewegingen over de lijnopstellingen heen is zijn deze aantallen omgezet in een indicatiewaarde.

Uit het "aantal slachtoffers per locatie" van tabel C4 kan worden geconcludeerd welke alternatieven en varianten per locatie meer of minder aantallen slachtoffers maken. Omdat deze aantallen indicaties zijn, zijn deze getallen in tabel C5 omgezet in een indicatiewaarde. Deze indicatiewaarde voor seizoensslachtoffers kan ook gebruikt worden om het verschil in het aantal lokale slachtoffers per locatie aan te geven.

Wanneer de indicatiewaarden van seizoensslachtoffers (kolom 7 van tabel C5) vermenigvuldigd worden met de indicatiewaarde van het aantal vogels in de omgeving (kolom 5 van tabel C5) krijg je een indicatiewaarde voor het aantal slachtoffers per locatie onder de lokale vogeltrek (kolom 8 van tabel C5).

Verondersteld mag worden dat lokale vogels beter bekend zijn in het gebied en dat hun aanvaringsrisico kleiner is dan van vogels van seizoenstrek. Het aantal slachtoffers van lokale trek is echter rechtevenredig met het aantal vogels dat over de lijnopstelleningen trekt. In en gebied met veel vogels zoals bij A2/Vinkeveen, Breukelen en Eemnes/Bunschoten is daarom het aantal slachtoffers groter dan in gebieden waarin weinig vogels in de buurt foerageren en rusten.

Barrièrewerking
Uit een onderzoek van Winkelman (1992c) komt naar voren dat het aantal langs vliegende vogelgroepen na de bouw van het windmolenpark was afgenomen. Het effect werd groter naarmate de turbines dichter op elkaar stonden.
Uit het onderzoek van Winkelman (1992c) in Oostbierum komt eveneens naar voren dat de vogels vaker reageerden door om te vliegen bij parken met een turbineafstand van 150 meter dan van parken met een afstand van 300 meter.
Uit een onderzoek van Tulp et al. (1999) komt naar voren dat een opening van 400 meter tussen de windturbines in een windpark in het Kattegat nog steeds een barriere-effect voor veel soorten vogels veroorzaakt. De vogels vliegen vaker met een boog langs het park dan door het park.
Clausager et al., (1995) concludeert echter dat parken met een afstand van tenminste 150 meter tussen de turbines de beste balans tussen energie productie en het effect op vogels hebben.
Een onderzoek van Spaans et al. (1998a) in windpark Lely toont aan dat een afstand van 200 meter tussen de turbines (vermoedelijke diameter 30 meter) te weinig is om geen effecten op het vlieggedrag van vogels te veroorzaken.

Spaans et al. (1998b) komt tot de conclusie dat een eventuele barrierewerking van een lijnopstelling dwars of schuin op de op de vliegrichting kan worden tegengegaan door de rij met turbines kort (lengte afhankelijk van locale omstandigheden) te houden of bij lange lijnopstellingen op niet al te grote afstanden onderbreking van voldoende lengte (minimaal enkele malen de afstand tussen de turbines) aan te brengen. Indien er sprake is van verschillende vliegrichtingen, dan moet een open cluster (afstand tussen de turbines minstens 10 maal de rotordiameter) geprefereerd worden. Indien een gebied vooral voor pleisterende vogels van belang is en er verder weinig vliegbewegingen rond de geplande windturbines plaatsvinden, dan zou de voorkeur naar een dicht cluster (vijfmaal de rotordiameter) dienen uit te gaan.

Bovenstaande effecten zijn geconstateerd bij parken en lijnopstellingen van turbines die veel kleiner zijn dan de turbines die bij de lijnopstellingen in Utrecht worden gebruikt. Uitgaand van de conclusie van Spaans et al. (1998) zou een dichte lijnopstelling met turbines met een rotordiameter van 75m, 5 X 75 = 375 meter uit elkaar moeten staan, turbines met een rotordiameter van 90 meter 450 meter uit elkaar en turbines met een rotordiameter van 114 meter, 570 uit elkaar moeten staan. Een open lijnopstelling zou respectievelijk 750, 900 en 1140 meter uit elkaar moeten staan.

Wanneer bovenstaande "regels" worden toegepast voor de verschillende varianten dan blijkt dat alleen de varianten met de kleine turbines voldoet aan deze "regels" voor een dichte cluster. De grotere turbines liggen te dicht op elkaar.

Omdat een open cluster een veel groter verstoringsoppervlak heeft zal een balans tussen de barrierewerking en de verstoring die de lijnopstellingen veroorzaken moeten worden gevonden. Zoals Spaans et al. (1998) aangeeft zal in een gebied dat voor pleisterende vogels van belang is en waarin minder vliegbewegingen plaatsvinden, de voorkeur uitgaan naar een dichte cluster. In gebieden waar het omgekeerde voorkomt zal de voorkeur uitgaan naar een open clustering.

De barrierewerking op lokale trek is mogelijk te bepalen aan de hand van "aantal" vogels en "afstand van de barriere tot het herkomstgebied'. Indien een barriere op grotere afstand van een "kolonie" ligt, wordt een kleiner (voedsel)gebied afgeschermd dan op geringere afstand. Verder van de kolonie neemt de afgeschermde hoek immers af. *Eventuele effecten kunnen volgens het MER Near Shore Windpark niet worden* gekwantificeerd (Haskoning 1999). In geen enkele onderzoek naar de gevolgen voor vogels van windparken is getracht om tot een kwantificering van slachtoffers van barrierewerking te komen.
Ook in dit MER kan geen kwantificering gegeven worden van de slachtoffers van barrierewerking om de volgende redenen:

- Het is niet bekend waar exact de foerageer- en rust gebieden liggen van wintergasten en waar hun vliegroutes liggen;
- Het is niet bekend hoe vaak en hoeveel vogels over nu over de locaties vliegen;
- Het is niet bekend bij welke afstand tussen bestaande (kleinere) turbines de barrierewerking voor vogels is verdwenen;
- Er is geen onderzoek gedaan naar de barrierewerking van turbines met een grotere hoogte en grotere rotordiameter dan de turbines van bestaande windparken, daardoor is niet aan te geven bij welke afstand tussen de turbines daadwerkelijk vogels geen barrierewerking ondervinden;
- De gevoeligheid voor barrierewerking verschilt per soort.

Wel is aan te geven dat lange lijnopstellingen een grotere barreirewerking veroorzaken dan kortere en dat ver van elkaar verwijderde turbines minder barrierewerking veroorzaken dan dicht op elkaar staande turbines. Belangrijker is echter dat de barrierewerking van lijnopstellingen negatiever is in gebieden met veel vogels en vliegbewegingen dan in gebieden met weinig vogels en vliegbewegingen.

Hieruit kunnen de volgende criteria voor een kwalitatieve beoordeling van de verschillende varianten en alternatieven worden gegenereerd:

- Lange lijnopstellingen (>6) in rijke vogelgebieden scoren - - (op een schaal van ++ tot --);
- Lange lijnopstellingen (>6) in matig vogelrijke gebieden scoren –;
- Korte lijnopstellingen in rijke vogelgebieden scoren –;
- Korte lijnopstellingen in niet vogelrijke gebieden scoren 0.

De verhouding afstand tussen tubines/rotordiameter is in de verschillende varianten en alternatieven bijna gelijk en daarom niet echt onderscheidend. Daarom is deze verhouding niet als citerium opgenomen.

Ook het verschil in turbinetype (en dus grootte) is niet als criterium meegenomen omdat dit te weinig onderscheidend is op een kwalitatieve schaal van 5 (== tot - -). De varianten met een kleinere turbines zullen minder negatief scoren dan de varianten van dezelfde locatie met grotere turbines.

De beoordeling van de barrierewerking is in deel B van het MER per locatie beschreven.

Verstoring

Verschillende onderzoeken tonen aan dat windmolenparken een verstorende werking op weidevogels, wintergasten en broedvogels hebben. De verstoringsafstand voor windparken met turbines van maximaal 100 meter en een rotordiameter van ca. 30 met voor weidevogels is 1000 meter, voor ganzen en zwanen 400 meter en voor broedvogels 1000 meter. Voor windturbines met een hoogte van minimaal 120 tot 180 meter en de rotordiametern van minimaal 5 tot maximaal 114 meter zal de verstoring waarschijnlijk verder reiken dan bij kleinere turbines. Daarnaast zijn de locaties en de aantallen foeragerende, rustende en broedende vogels niet bekend. De gegevens van wintergasten worden verzameld per telgebied vanaf 100 ha en meer. Om toch een idee te geven van het potentiele verstoringsoppervlak van de verschillende locaties zijn we toch uitgegaan van de verstoringsafstanden die voor kleinere turbines gelden. In tabel f is het minimale potentiele verstoringsoppervlak per locatie in ha weergegeven. 4 van de 5 locaties liggen langs drukke rijkswegen en 1 locatie langs een lintbebouwing. De aanwezigheid van drukke rijkswegen en bebouwing kunnen er voor zorgen dat het verstorende oppervlak de lijnopstelling minder groot is. Bij rijkswegen gaat het voornamelijk om geluidsverstoring. Bij een geluidsbelasting van 42 (bosvogels) en 47 (weidevogels) db(a) treden duidelijke verstoringseffecten op bij vogels op (Reijnen, Veenbaas & Foppe, 1992). Waar deze geluidsgrens ligt is afhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van geluidsschermen, soort asfalt en de verkeersintensiteit. Windturbines die dichterbij de snelweg staan zullen minder geluidsgevoelige soorten verstoren dan windturbines die verder van de weg verwijdert zijn.
In tabel f is het percentage van het potentiele verstoringsoppervlak dat daadwerkelijk vogelrijke gebieden verstoord weergegeven. De overlap met durkke wegen en bebouwing is hierin meegenomen. Bij de drukke rijkswegen is er vanuit gegaan dat de verstorende werking tot een zone van 100 meter (een aanname) rond de weg ligt.

Aangenomen is dat in deze zone geen foeragerende, rustende of broedende vogels aanwezig zijn. De enige lintbebouwing in de buurt van de locaties is die van Vinkeveen. Deze bebouwing ligt binnen de verstoringszone van de a2 en brengt dus geen extra overlap met zich mee.

Om te kunnen berekenen hoeveel vogels last hebben van de lijnopstellingen hebben we de volgende aanname gemaakt: de bekende aantallen wintergasten zijn evenredig over de telgebieden verdeeld. Wanneer nu het verstoringsoppervlak van de lijnopstellingen met het aantal vogels per ha wordt vermenigvuldigd krijg je het aantal vogels dat verstoord wordt. Dit getal is natuurlijk ook weer een indicatie van de verstoring van de lijnopstellingen ten opzichte van elkaar.

Tabel C6: Verstoringsindicatie per locatie

	potentiele totale verstorings-oppervlak ha		wintergasten in omgeving (tel-gebieden)	aantal wintergasten per ha	overlapping met andere verstorings-objecten	percentage potentiele oppervlak dat werkelijk verstoord	indicatie aantal verstoorde winter-gasten
Alterntieven	**broedvogels/ weidevogels (1000 m)**	**Wintergasten (400 m)**					
A2 Vinkeveen							
Basisvariant	1040	320	8461	5,2	ja	25%	416
Variant 1	1040	320	8461	5,2	ja	25%	416
Variant 2	1038	319	8461	5,2	ja	25%	415
Alternatief 1	946	282	-	-	ja		-
Variant 1	946	282	-	-	ja		-
Variant 2	*1012*	*309*	-	-	*ja*		-
A'dam Rijnkanaal							
Basisvariant	2080	640	3456	3,1	nee	66%	1309
Variant 1	2080	640	3456	3,1	nee	66%	1309
Variant 2	2088	643	3456	3,1	nee	66%	1316
Alternatief 1	2042	625	3456	3,1	nee	66%	1278
Variant 1	2042	625	3456	3,1	nee	66%	1278
Variant 2	2072	637	3456	3,1	nee	66%	1303
Alternatief 2	1047	378	1990	3,5	nee	90%	1189
Variant 1	1047	378	1990	3,5	nee	90%	1189
Variant 2	1194	469	1990	3,5	nee	90%	1477
A2 Breukelen/Loenen							
Basisvariant	1280	320	-	-	ja		-
Variant 1	1280	320	-	-	ja		-
Variant 2	1200	288	-	-	ja		-
Alternatief 1	1190	284	-	-	ja		-
Variant 1	1200	288	-	-	ja		-
Variant 2	1200	288	-	-	ja		-
Eemnes Amersfoort							
Basisvariant	1472	396,8	3408	0,75	ja	70%	208

	potentiele totale verstorings-oppervlak ha		wintergasten in omgeving (tel-gebieden)	aantal wintergasten per ha	overlapping met andere verstorings-objecten	percentage potentiele oppervlak dat werkelijk verstoord	indicatie aantal verstoorde winter-gasten
Alterntieven	**broedvogels/ weidevogels (1000 m)**	**Wintergasten (400 m)**					
Variant 1	1472	396,8	3408	0,75	ja	70%	208
Variant 2	1556	430,4	3408	0,75	ja	70%	226
Alternatief 1	1472	396,8	3408	0,75	ja	70%	208
Variant 1	1472	396,8	3408	0,75	ja	70%	208
Variant 2	1500	408	3408	0,75	ja	70%	214
Alternatief 2	960	336	724	0,6	ja	60%	121
Variant 1	960	336	724	0,6	ja	60%	121
Woerden/Harmelen							
Basisvariant	2560	640	-	-	ja	-	-
Variant 1	2560	640	-	-	ja	-	-
Variant 2	2536	630	-	-	ja	-	-
Alternatief 1	2578	647	-	-	ja	-	-
Variant 1	2578	647	-	-	ja	-	-
Variant 2	2598	655	-	-	ja	-	-
Alternatief 2	1181	454	-	-	ja	-	-
Variant 1	1181	454	-	-	ja	-	-
Variant 2	1193	460	-	-	ja	-	-

Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag van een moderne windturbine ligt tussen de 100 en 200 m2. Bij dit ruimtebeslag dient ook de aanvoerweg van minimaal 4 meter breed worden meegerekend. De weg dient minimaal een aslast van 70 ton te kunnen dragen (internetsite: ecofys.com/reports/windenglas.pdf). Het verschil in ruimtebeslag per locatie ligt daardoor voornamelijk in de lengte van de aanvoerweg. Het type windturbine met het daarbij behorende ruimtebeslag is minder onderscheidend. De route van de aanvoerwegen naar de turbines is nog niet bekend. Daarom is voor het ruimtebeslag geen onderscheidt tussen de 5 locaties en de verschillende alternatieven en varianten te maken.

Effecten uitvoeringsvarianten

De verandering van de varianten ten opzichte van het MER zijn dusdanig klein dat het weinig tot geen verschil oplevert in de effecten voor vogels en natuur. Ook het kwantificeren van het aantal slachtoffers van aanvaring en verstoring veroorzaakt weinig verandering in de effecten op vogels en natuur. Wel kunnen de verschillende varianten nu beter met elkaar vergeleken worden.

Onderstaande tabellen geven de verschillen in aanvaringsslachtoffers en verstoringsslachtoffers tussen de varianten aan. Deze cijfers kunnen niet als absolute getallen worden gezien, alleen als indicerende getallen om verschillen tussen de varianten aan te geven. Voor de daadwerkelijke aantallen slachtoffers dient eerst nader

onderzoek naar het aantal vliegbewegingen op de locaties en de vogeldichtheden (broedvogels, weidevogels en wintergasten) rond de locaties worden uitgevoerd.

Tabel C7: Samenvattende tabellen per locatie

Locatie Vinkeveen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring seizoenstrek		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; basisalternatief	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	13,5	466	35	37	2,74	416	31
Variant 1	22,5	667	30	53	2,36	416	18
Variant 2	36	960	27	77	2,14	415	12

Locatie Vinkeveen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 1	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	12	414	35	33	2,75	-	
Variant 1	20	593	30	47	2,35	-	
Variant 2	31,5	840	27	67	2,13	-	

locatie A'dam Rijnkanaal		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; basisalternatief	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	27	931	34	2,2	0,08	1309	48
Variant 1	45	1334	30	3,2	0,07	1309	29
Variant 2	72	1919	27	4,6	0,06	1316	18

locatie A'dam Rijnkanaal		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 1	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	25,5	814	32	2,0	0,08	1278	50
Variant 1	42,5	1259	30	3,0	0,07	1278	30
Variant 2	67,5	1799	27	4,3	0,06	1303	19

locatie A'dam Rijnkanaal	indicatie aantal slachtoffers aanvaring	indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek	indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten

Aspect: Vogels; alternatief 2	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	21	724	34	1,7	0,08	1189	57
Variant 1	35	1037	30	2,5	0,07	1189	34
Variant 2	54	1439	27	3,5	0,06	1477	27

breukelen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; basisalternatief	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	12	414	35	17	1,42	-	
Variant 1	20	593	30	24	1,20	-	
Variant 2	27	720	27	30	1,11	-	

breukelen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 1	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	16	414	26	17	1,06	-	
Variant 1	17,5	519	30	21	1,20	-	
Variant 2	27	720	27	30	1,11	-	

eenmes/amersfoort		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; basisalternatief	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	15	517	34	12	0,80	208	14
Variant 1	25	741	30	18	0,72	208	8
Variant 2	40,5	1080	27	26	0,64	226	6

eenmes/amersfoort		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 1	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	20	517	26	12	0,60	208	10
Variant 1	25	741	30	18	0,72	208	8
Variant 2	40,5	1080	27	26	0,64	214	5

eenmes/amersfoort		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 2	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	18	621	35	5	0,28	121	7
Variant 1	30	889	30	6	0,20	121	4

Woerden/Harmelen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; basisalternatief	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	24	828	35		-	-	
Variant 1	40	1185	30		-	-	
Variant 2	58,5	1559	27		-	-	

Woerden/ Harmelen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 1	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	32	946	30	-	-	-	-
Variant 1	40	1185	30	-	-	-	-
Variant 2	58,5	1679	29	-	-	-	-

Woerden/Harmelen		indicatie aantal slachtoffers aanvaring		indicatiewaarde slachtoffers aanvaring lokale trek		indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	
Aspect: Vogels; alternatief 2	Opgewekte MWh	per locatie	per mw	per lokatie	per mw	per lokatie	per mw
Basisvariant	12	414	35	-	-	-	-
Variant 1	20	593	30	-	-	-	-
Variant 2	27	720	27	-	-	-	-

Tabel C8 : Bronnen gebruikte gegevens en natuur

Aantasting natuurgebieden **Criterium**	Wettelijke status gebieden **Gegevens** (Vogelrichtlijn, EHS, EVZ e.d.)	www.minlnv.nl, Streekplan en Natuurgebiedsplannen provincie Utrecht **Bronnen**
Verstoring broedvogels	Beschermde Broedvogels (Nbwet, Vogelrichtlijn en rodelijst)	www.natuurloket.nl (Sovon)
Verstoring weidevogels	Ligging Weidevogelgebieden	Natuurgebiedsplannen Provincie Utrecht

Verstoring wintergasten en watervogels	Wintergasten en watervogels	Sovon meetnet
Aanvaringsrisico	Trekroutes	Sovon vrijwilligers meetnet
	Vogelrijke gebieden	Natuurgebiedsplannen Provincie Utrecht
Beschrijving huidige situatie	Vleermuizen	www.natuurloket.nl (VZZ)
Beschrijving huidige situatie	Overige beschermde diersoorten	www.natuurloket.nl (EIS, RAVON, VZZ)

D: Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit

Landschap
Windturbines leveren, vanwege hun formaat en uitstraling, een dominante bijdrage aan de identiteit van een plek. Of windturbines een negatief effect hebben op het landschap ter plekke hangt af van de volgende factoren:

- *Landschappelijke karakteristiek:* windturbines worden over het algemeen positiever gewaardeerd als ze passen bij de bestaande identiteit c.q. *karakteristiek* van een landschap: in industriële landschappen, grootschalige agrarische landschappen en landschappen waarin infrastructuur de identiteit bepaald, worden windturbines meer als 'passende' aanvulling beschouwd dan in kleinschalige, oude cultuurlandschapen.
- *Landschappelijke eenheid:* windturbines worden over het algemeen positiever gewaardeerd als ze een landschappelijke eenheid niet 'doorbreken': als ze op landschappelijke overgangen - tussen besloten en open gebied bijvoorbeeld- geplaatst worden en als ze de openheid van bijvoorbeeld een grote polder niet doorbreken.
- *Landschappelijke structuur*: windturbines worden over het algemeen positiever gewaardeerd als ze geplaatst worden in lijn met bestaande *structuren* in het landschap: infrastructuur, een waterloop of kavelgrenzen bijvoorbeeld.

De begrippen 'karakteristiek', 'eenheid' en 'structuur' vormen de aandachtspunten bij de effectbeschrijving. Als de opstelling weinig tot geen negatief effect heeft op alledrie genoemde aspecten scoort zij '0'. Wanneer op één van de drie aspecten een negatief effect optreedt wordt een '-' gescoord en als op meerdere aspecten negatieve effecten optreden scoort de opstelling een '--'.

Cultuurhistorie
De schaal van windturbines is veel groter dan die van het 'oude' cultuurhistorisch landschap. Het werkelijk volgen van structuren (dijken, vlieten, weteringen), die onderdeel zijn van 'oude landschappen' blijkt in de praktijk vaak moeilijk, juist vanwege die schaalverschillen. Bij het beschrijven van de effecten van opstellingen van windtubrines op cultuurhistorie zijn de volgende punten van belang:

- *Cultuurhistorisch waardevolle gebieden:* Polders, ontginningsblokken of andere aaneengesloten ruimten kunnen als cultuurhistorisch waardevol bestempeld zijn. Veel van dit soort gebieden (vlakken) zijn in de nota 'Niet van Gisteren' door de provincie aangegeven. In dergelijke gebieden is veelal het herkenbaar houden van structuren en elementen – en daarmee het herkenbaar houden van het gebied als eenheid- het doel. Bij plaatsing van windtubrines moet daarmee rekening worden gehouden. Dergelijke gebieden of eenheden komen ook aan bod onder het kopje 'landschap'.
- *Cultuurhistorische waardevolle lijnen en punten:* Lijnen als weteringen, vlieten, dijken en punten, zoals molens, forten en buitenplaatsen kunnen als cultuurhistorisch waardevol bestempeld zijn. Vanwege de schaalverschillen tussen windtubrines en dergelijke lijnen of punten is het op afstand blijven en het niet doorsnijden van dergelijke lijnen veelal de beste strategie om geen afbreuk te doen aan de waarde van dergelijke elmenten.

De effecten op 'Cultuurhistorisch waardevolle gebieden' komen ook al aan bod onder het kopje 'landschap'. Immers, ook bij 'landschappelijke eenheid' en 'structuur' krijgt een opstelling een negatieve score als deze zich niet goed verhoudt tot landschappelijke

eenheden – als polders, ontginningsblokken, open ruimten etc. Onder 'cultuurhistorie' worden de waardevolle gebieden, zoals vermeld in de nota 'Niet van Gisteren' wél genoemd, maar ze worden – om niet dubbel negatief (of positief) te scoren – bij de effectbeschrijving niet nogmaals meegenomen. Alleen het effect op cultuurhistorisch waardevolle lijnen en/of punten komt dus aan bod onder het kopje cultuurhistorie. Als cultuurhistorisch waardevolle lijnen worden doorsneden en/of als (te) dichtbij lijnen of puntobjecten wordt geplaatst scoort de opstelling beperkt negatief. Als op afstand wordt gebleven scoort zij een '0'.

Ruimtelijke kwaliteit
Naast de mate waarin wordt aangesloten op de landschappelijke karakteristiek en structuur draagt de ruimtelijke kwaliteit van een opstelling 'an sich' in belangrijke mate bij aan een al dan niet positieve waardering.

De ruimtelijke kwaliteit van opstellingen van windturbines wordt voornamelijk bepaald door de volgende kenmerken:

- *Rust in het beeld:* over het algemeen worden lijnopstellingen positiever gewaardeerd dan clusters of parallele lijnen. Lijnen komen rustiger over en hebben daarmee een hogere belevingswaarde;
- *Voldoende afstand tussen verschillende opstellingen*. Het zicht op een opstelling van windturbines kan verstoord worden als er twee of meer opstellingen op korte afstand van elkaar zijn gepositioneerd. In dat geval kunnen de opstellingen ruimtelijk in elkaar overlopen, waardoor het geheel een chaotisch en onrustig beeld kan opleveren. Bij de te beoordelen opstellingen in Utrecht speelt dit criterium geen rol. Op elke locatie is sprake van ontwikkeling van lijnopstellingen (min of meer) in elkaars verlengde óf één cluster afzonderlijk óf een cluster gecombineerd met lijnen. In het laatste geval bevinden de afzonderlijke opstellingen zich op dusdanige afstand van elkaar dat ze niet 'in elkaar overlopen';
- *Gelijke tussenafstand tussen turbines in een lijn*. Vanuit ruimtelijk oogpunt is het gewenst om alle turbines binnen één (lijn)opstelling of in een serie (lijn)opstellingen te plaatsen met gelijke tussenafstanden. Hierdoor heeft een opstelling vanuit de omgeving een rustige en logische aanblik.;
- *Ontbreken van hiaten in een opstelling*. Het ontbreken van hiaten in een lijn of een cluster is van groot belang als het gaat om rust in het beeld. Mochten door bijvoorbeeld de aanwezigheid van bebouwing één of meerdere turbines wegvallen in een lijn of een cluster, dan heeft dat een negatief effect op de kwaliteit van de opstelling. Bij de te beoordelen opstellingen in Utrecht speelt ook dit criterium geen rol. Op alle locaties zijn de lijnen zodanig gekozen dat hiaten niet ontstaan;
- *Strakke lijnvoering: turbines op één rechte lijn, in elkaars verlengde*. Windturbines in een opstelling dienen op één strakke lijn te worden geplaatst, op continue afstand van het infrastructurele elemen dat gevolgd wordt. Ook als sprake is van een serie lijnen langs hetzelfde infrastructurele elment is plaatsing in elkaars verlengde, op continue afstand van de weg van belang voor de ruimtelijke kwaliteit. De beleving vanuit de omgeving en vanaf de weg is dan rustiger;
- *Leesbaar: samenhang met de landschappelijke overgang of het infrastructureel element dat wordt begeleid.* Windturbines dienen zo dicht mogelijk geplaatst te worden bij het element waarvan ze de richting volgen of ze moeten op een landschappelijk 'logische; overgang geplaatst worden. De samenhang met het element en/of de positie in het landschap is in dat geval het helderst en de opstelling wordt als positief ervaren.

Vooral de begrippen 'Rust in het beeld', 'Gelijke tussenafstand' en 'Strakke lijnvoering' en 'leesbaar' vormen de aandachtspunten bij de effectbeschrijving. Het begrip 'leesbaarheid' komt ook al aan bod onder het kopje 'landschap': bij 'landschappelijke eenheid' en 'structuur'. Om niet dubbel negatief (of positief) te scoren wordt het bij de effectbeschrijving 'ruimtelijke kwaliteit' niet nogmaals meegenomen.
De effectbeschrijvingen ruimtelijke kwaliteit richten zich op het beschrijven en scoren van de ruimtelijke kwaliteit van de opstellingen die worden voorgesteld. Deze kwaliteit kan zeer negatief zijn (--), negatief (-), matig/redelijk (0), redelijk/goed (+) en goed (+ +). Goed en redelijk/goed scoort/scoren de opstelling(en) als deze lijn(en) zijn, als de tussenafstanden in de lijn of serie lijnen (nagenoeg) gelijk zijn en als de lijn of serie lijnen zich in elkaars verlengde bevinden, op continue afstand van het element dat ze begeleiden. Wanneer aan één van de drie begrippen niet wordt voldaan wordt een '0' of '-' gescoord en als aan meerdere begrippen niet wordt volaan scoort de opstelling een '- -'.

E: Geluid

Eén van de specifieke aspecten die bij de plaatsing van windturbines een rol spelen, is geluid. Zoals alle mechanische installaties produceren windturbines geluid, dat in dit geval meestal wordt omschreven als suizend, ruisachtig of zoevend. Het geluid van een windturbine bestaat uit twee componenten: een mechanische en een aërodynamische component. Het mechanische geluid is afkomstig van de overbrenging van de wieken naar de generator en de generator zelf. Het aërodynamische geluid wordt veroorzaakt door de hoge snelheid waarmee de wieken door de lucht snijden.

Er is veel onderzoek gedaan naar geluid en de effecten van blootstelling aan geluid. Op basis van deze onderzoeken zijn relaties bepaald tussen de gezondheid van mensen en de blootstelling aan (hoge) geluidniveaus. Deze relaties hebben de basis gevormd voor de geluidwetgeving in Nederland. De onderzoeken zijn met name gericht geweest op stationaire bronnen, zoals industrie gerelateerde bronnen, en mobiele bronnen, zoals weg- en railverkeer.
Onderzoeken naar bronnen die een directe relatie met de windsnelheid hebben, zoals windturbines, zijn inmiddels eveneens uitgevoerd. Bevindingen en methoden die volgen uit deze onderzoeken zijn overgenomen in het Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer, 18 oktober 2001 (ook wel aangeduid als AMvB 487).

Geluidhinder

Om vast te kunnen stellen of in een bepaalde situatie geluidhinder zal optreden, is een aantal aspecten van belang. Een eerste aspect heeft betrekking op de hoogte van het geluidniveau waaraan blootstelling plaatsvindt. Een tweede aspect heeft te maken met het karakter van de (woon-)omgeving. Waar het omgevingsgeluid lager is, zal een duidelijk herkenbare geluidbron als hinderlijk ervaren worden. In een omgeving waar een hoger omgevingsgeluid heerst, zal dezelfde geluidbron niet opgemerkt worden. Met deze relatie van het geluid vanwege windturbines en het omgevingsgeluid wordt rekening gehouden door het toepassen van de zogenaamde windnormcurve (WNC) die wordt beschreven in het eerder genoemde Besluit. In de nachtperiode is het niveau van het omgevingsgeluid over het algemeen lager en wordt de meeste hinder (met name slaapverstoring) ondervonden.
Een derde aspect heeft betrekking op de mate van acceptatie van de bron: een boer ondervindt zelf zelden geluidhinder van zijn eigen koeien, of van zijn eigen windturbine. Tenslotte speelt het bij de mate van hinderbeleving ook een rol of diegene die hinder ondervindt invloed op de geluidsbron of niveaus kan uitoefenen.

Bij eventuele geluidhinder vanwege windturbines kunnen de vier genoemde aspecten (geluidniveau, karakter woonomgeving, acceptatie van de bron en mate van invloed op de bron) een rol spelen. In het voorliggende onderzoek wordt echter niet op al deze aspecten ingegaan. Met name het derde en vierde aspect worden niet belicht. Deze aspecten hebben meer immers betrekking op andere invalshoeken (planologie, draagvlak voor duurzame energie) dan op de feitelijke geluidsimmissie vanwege windturbines.

Beoordeling
De geluidimmissie vanwege de turbines is op verschillende manieren beoordeeld. Daarbij zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Bepaling van het aantal gehinderden en het indirect ruimtegebruik ten gevolge van geluid vanwege (alleen) de windturbines. Resultaat van deze berekeningen is de 40- en 50 dB(A)contour;
2. Het vaststellen van de milieukwaliteit (MKM-geluid volgens methode Miedema), rekening houdend met cumulatie van geluid. Bij deze stap wordt enerzijds de cumulatie en anderzijds de maskering door overige geluidbronnen zoals wegverkeer, railverkeer en scheepvaart in beeld gebracht. Daarnaast is, aan de hand van het indirect ruimtebeslag, het verschil tussen de huidige situatie, de autonome situatie en de situatie inclusief windturbines inzichtelijk gemaakt. Hierbij is niet het achtergrondgeluid, dat afhankelijk is van de windsnelheid (zie ook WNC), betrokken;
3. Bepaling van de invloed van de windturbines ten opzichte van het referentieniveau van het omgevingsgeluid, met in achtneming van windnormcurve. Het referentieniveau is berekend aan de hand van wegverkeerslawaai –10 dB(A). (Voor correctie volgens de WNC-40 bij 5-6 m/s, is uitgegaan van 2 dB(A)).

Uitgangspunten

Bepalen van de geluidsimmissie van windturbines
Bij bestaande windturbines kunnen op het punt van de ontvanger directe immissiemetingen[16] worden verricht. Voor het beoordelen van de akoestische effecten van windturbines die nog moeten worden geplaatst, wordt de geluidsimmissie berekend (in plaats van gemeten) op basis van het bronvermogenniveau van de windturbine.

Het bronvermogenniveau van een windturbine is, niet-lineair, afhankelijk van de windsnelheid. Doorgaans is een windturbine niet in bedrijf bij windsnelheden lager dan 3 m/s. Bij windsnelheden tussen 3 en 5 tot 6 m/s neemt het bronvermogen toe. Vanaf 6 m/s neemt het bronvermogenniveau slechts nog weinig toe terwijl het achtergrondgeluid, op basis van de WNC-40, wel relatief sterk toeneemt. Daarom is gerekend met het bronvermogenniveau bij een windsnelheid van 6 m/s.

Windturbines met een elektrisch vermogen van ongeveer 1,5 MW, waarvan in het voorliggend onderzoek is uitgegaan, hebben bij een windsnelheid van 6 m/s een bronvermogenniveau dat, afhankelijk van de fabrikant, ligt tussen 97 dB(A) en 102 dB(A). Daarom is uitgegaan van het gemiddelde bronvermogenniveau van 100 dB(A).

Voor zover bekend bevinden zich binnen het aandachtsgebied voor geluid geen stiltegebieden of gezoneerde bedrijfsterreinen.

Nabij geluidschermen en bijvoorbeeld in het centrum van een woonwijk, kan door afscherming en reflectie lokaal aanzienlijke verschillen optreden ten opzichte van de berekende contouren. Het detailniveau van de berekeningen is niet groot genoeg om met deze specifieke situaties rekening te kunnen houden[17].

---

[16] Geluidsemissie geeft het niveau aan van de geluidbron; de geluidsimmissie geeft het niveau aan van het geluid dat de ontvanger bereikt.

[17] Het is daarom wenselijk dat ter plekke metingen uitgevoerd worden zodra de exacte locaties en toe te passen turbines bekend zijn.

Bepalen van de geluidsemissie van windturbines

De geluidemissie wordt bepaald volgens gestandaardiseerde reken- en meetmethoden. De systematiek bij het meten van en rekenen aan windturbinegeluid is principe gelijk aan die bij andere installaties. Met behulp van rekenmodellen kan worden een prognose worden gemaakt van de akoestische invloed van een geluidbron in de omgeving. In het voorliggend onderzoek is hiervoor gebruik gemaakt van de rekenmethode die is opgenomen in de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai" van 1999.

Voor het berekenen van de geluidsemissie vanwege de windturbines zijn in het algemeen de navolgende aspecten van belang:

- De eigenschappen van de windturbines zoals type, vermogen en hoogte en het aantal windturbines;
- De plaatsing van de windturbines ten opzichte van geluidgevoelige bestemmingen;
- De aard van het bodemoppervlak (geluidsabsorberend of –reflecterend) tussen de turbines en de geluidgevoelige bestemming;

Beoordelen van de geluidsimmissie van windturbines

De geluidsimmissie vanwege de windturbines, en de daardoor ondervonden hinder, kunnen niet los worden gezien van het achtergrondgeluid vanwege andere geluidsbronnen. Deze andere geluidsbronnen kunnen wegverkeer, railverkeer, industrie en dergelijke zijn. In het onderzochte gebied wordt het achtergrondgeluid veroorzaakt door weg-, rail- en scheepvaartverkeer, waarbij ervan uit is gegaan dat de nachtsituatie bepalend is. De invloed van industrielawaai is hier niet relevant. Het geluid vanwege wegverkeer is berekend met behulp van de rekenmethode 2 voor wegverkeer. Het geluid vanwege railverkeer is bepaald op basis van de gegevens, zoals die zijn ontleend aan AsWin 2002 (akoestisch spoorboekje). Het geluid vanwege scheepvaart is berekend op basis van de rekenmethode voor industrielawaai.

Daarnaast speelt het achtergrondgeluid dat afhankelijk is van windsnelheid een rol. Dat achtergrondgeluid wordt in de beoordeling meegenomen door het toepassen van de WNC voor 40 dB(A), ofwel WNC-40.

Voor de kwalitatieve beoordeling van de geluidseffecten van de windturbines is uitgegaan van het akoestisch effect ten opzichte van het referentieniveau van het omgevingsgeluid. Het referentieniveau van het omgevingsgeluid is in dit MER bepaald aan de hand van geluid ten gevolge van wegverkeerslawaai in de nabijheid van de verschillende locaties. Gemeten waarden van het referentieniveau waren niet voorhanden.
Op kaarten voor beide geluidbronnen (windturbines en wegverkeer) is de geluidimmissie in de omgeving in de vorm van geluidcontouren weergeven. Daar waar de geluidcontouren vanwege de windturbines binnen de contouren voor het referentieniveau zijn gelegen, is er sprake van een dusdanig niveau van omgevingsgeluid dat het windturbinegeluid daar geen significante bijdrage zal leveren. Deze situaties hebben de score 0 gekregen. Het nadeel van het ontbreken van metingen van het omgevingsgeluid is, dat voor gebieden waar geen wegen in de omgeving zijn gelegen het referentieniveau niet in de vorm van contouren kan worden weergegeven. Alleen metingen kunnen hierover meer uitsluitsel geven.
De situaties waar de contouren van de windturbines de contouren voor het omgevingslawaai overschrijden worden beoordeeld met een score '-'. Daar waar de contouren van de windturbines ver buiten de contouren voor het referentieniveau reiken is een score van '–' gegeven.

Opgemerkt dient te worden dat deze score is bepaald aan de hand van een rekenkundige bepaalde waarde (contour) voor het omgevingsgeluid. Voor gebieden waar wegverkeerslawaai in de nabijheid geen rol speelt, kunnen alleen metingen uitsluitsel geven over het referentieniveau van het omgevingsgeluid.

Cumulatie van geluid: Methode Miedema

Door Miedema [Miedema, 1993] is een normering voor (de cumulatie van) geluid en geur geformuleerd (Milieu Kwaliteit Maat oftewel MKM). Deze normering beschrijft een methodiek die het mogelijk maakt cumulatie van verschillende geluidbronnen (en geur) in rekening te brengen door middel van een getal. Dit getal, dat van < 40 tot ≥ 70 loopt, geeft een kwalificatie in de beoordeling van goed tot extreem slecht. Aan deze kwalitatieve beoordeling is geen wettelijke kader verbonden.

Tabel E1: Beoordeling cumulatie van geluid

MKM	
Beoordeling	**Integraal**
Goed	< 40
Tamelijk goed	40 – 45
Redelijk	45 – 50
Matig	50 – 55
Tamelijk slecht	55 – 60
Slecht	60 – 65
Zeer slecht	65 – 70
Extreem slecht	> 70

Uitgangspunt in de methode Miedema zijn de verschillende bijdragen van de geluidbronnen snelwegverkeer, railverkeer, en scheepvaart lawaai. Deze bronnen die ieder een bepaalde beoordeling met zich meedragen in de graad van goed tot extreem slecht, worden via een wegingsfactor opgeteld per periode. De wegingsfactoren worden bepaald al naar gelang hinderscore ondervonden door de mens. Hierbij dient de hinderscore van wegverkeer (geen snelweg) als referentiewaarde (1,00). Uit onderzoek blijkt dat deze hinder voor railverkeer het laagst is en dit vertaalt zich in een wegingsfactor van 0,82. Impulsgeluid heeft een iets hogere hinderscore van 0,84. Voor snelweg en industrielawaai (geen impuls) geldt dat zij als hinderlijker worden ondervonden en deze krijgen een wegingsfactor van 1,21. De grootste hinder wordt ondervonden tengevolge van luchtverkeer. De wegingsfactor is hier 1,31. Voor scheepvaartlawaai is dezelfde wegingsfactor als voor railverkeerslawaai gehanteerd.
De verschillende bijdragen worden gewogen logaritmisch opgeteld en vertalen zich in een MKM (geluid) score per periode. De periode met de hoogste waarde dient als MKM (geluid) bijdrage: de zogenaamde etmaalwaarde.

Tabel E2: Wegingsfactoren bijdragen in cumulatieve geluidbelasting

Geluidbron	b_i**	Wegingsfactor a_i**
Snelwegverkeer	40	1.21
Onderliggend wegennet	40	1.00
Railverkeer*	40	0.82
Vliegverkeer	40	1.31
Niet impulsachtig industrielawaai	40	1.21
Impulslawaai	20	0.84

* en scheepvaart

** a_i en b_i zijn parameters (dimensieloos) door Miedema opgesteld om hinder ten gevolge van verschillende bronnen in beeld te kunnen brengen.

Vanwege de grote verkeersintensiteit op de snelwegen en het geluidniveau ten gevolge van railverkeer en scheepvaart is, bij de presentatie van de gecumuleerde geluidcontouren op kaart, er voor gekozen om de 50 en 60 MKM te presenteren. Het presenteren van een lagere MKM (bijvoorbeeld 40 MKM) leidt tot afbeeldingen, waarbij de contouren ver buiten het aandachtsgebied zijn gelegen.

Vrijstelling van akoestisch onderzoek

Het bevoegd gezag kan besluiten dat het overleggen van een rapport van een akoestisch onderzoek niet is vereist, indien de afstand van een windturbine tot de dichtstbijzijnde woning meer bedraagt dan 100 meter voor een windturbine met een rotordiameter vanaf 20 meter en tot 30 meter; 200 meter voor een windturbine met een rotordiameter vanaf 30 meter en tot 50 meter, en 300 meter voor een windturbine met een rotordiameter vanaf 50 meter (uit AmvB).

Gegevens

Wegverkeerslawaai

Voor de berekeningen van de geluidcontouren ten gevolge van het wegverkeerslawaai is uitgegaan van prognoses voor de nachtintensiteit, voertuigverdeling, gereden snelheid en verhardingstype van het wegdek zoals is aangeleverd door rijkswaterstaat. Deze cijfers zijn weergegeven in bijlage 5.

Railverkeerslawaai

Het geluid vanwege railverkeer is bepaald op basis van de gegevens zoals die zijn ontleend aan AsWin 2002 (akoestisch spoorboekje).

Scheepvaartlawaai

Het geluid vanwege scheepvaart is berekend op basis van de rekenmethode voor industrielawaai. Uitgegaan is van tellingen en prognoses uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat [Nederland en de scheepvaart op binnenwateren]. Voor het Amsterdam Rijnkanaal is uitgegaan van 190 schepen per etmaal (43100 per jaar verdeeld over 250 werkdagen + 10% groei). Bij de Lek is uitgegaan van 86 schepen per etmaal (19600 per jaar verdeeld over 250 werkdagen + 10% groei).

Beoordeling volgens de wettelijke regelgeving
In de Wet geluidhinder wordt bij de beoordeling van de geluidsimmissie onderscheid gemaakt tussen inrichtingen en toestellen op gezoneerde industrieterreinen en buiten gezoneerde industrieterreinen. In het voorliggende onderzoek wordt er vanuit gegaan dat de windturbines buiten gezoneerde industrieterreinen worden gerealiseerd.

Wanneer windturbines buiten gezoneerde industrieterreinen gerealiseerd gaan worden moet voor wat betreft de beoordeling van de geluidsimmissie onderscheid gemaakt worden tussen vergunningsplichtinge en niet-vergunningsplichtige projecten. Het al dan niet-vergunningsplichtig zijn van een windturbineproject is afhankelijk van het totaal te plaatsen vermogen of het aantal winturbines (omvang groter dan 15 MW of meer dan 15 turbines) en de binding met de vergunningsplichtige inrichting. Projecten van minder dan 15 turbines of minder dan 15 MW vallen onder de AMvB Voorzieningen en Installaties Milieubeheer.

Vergunningsplichtige windturbines
Indien er geen gemeentelijke geluidbeleid is vastgesteld, dient er bij het opstellen van de geluidvoorschriften in het kader van vergunningverlening uitgegaan te worden van de richt- en grenswaarden zoals opgenomen in de Handreiking Industrielawaai. Deze waarden hebben betrekking op geluidgevoelige bestemmingen in de omgeving.
De richtwaarden zijn afhankelijk van de aard van het gebied en het activiteitenniveau. De richtwaarden zijn in woongebieden en landelijke gebieden in het algemeen lager dan de grenswaarde van 50 dB(A) (zie tabel). Op grond van een bestuurlijk afwegingsproces kan soms een hogere geluidbelasting worden toegelaten. Als grenswaarde op de geluidgevoelige bestemming geldt in het algemeen de 50 dB(A) etmaalwaarde. Bij het bepalen van de grenswaarde kan de vergunningverlener het referentieniveau van het omgevingsgeluid meenemen.

Tabel E3: Richtwaarden voor woonomgeving

Aard van de woonomgeving	**Aanbevolen richtwaarde in de woonomgeving in dB(A)**		
	Dag	Avond	Nacht
Landelijke omgeving	40	35	30
Rustige woonwijk, weinig verkeer	45	40	35
Woonwijk in de stad	50	45	40

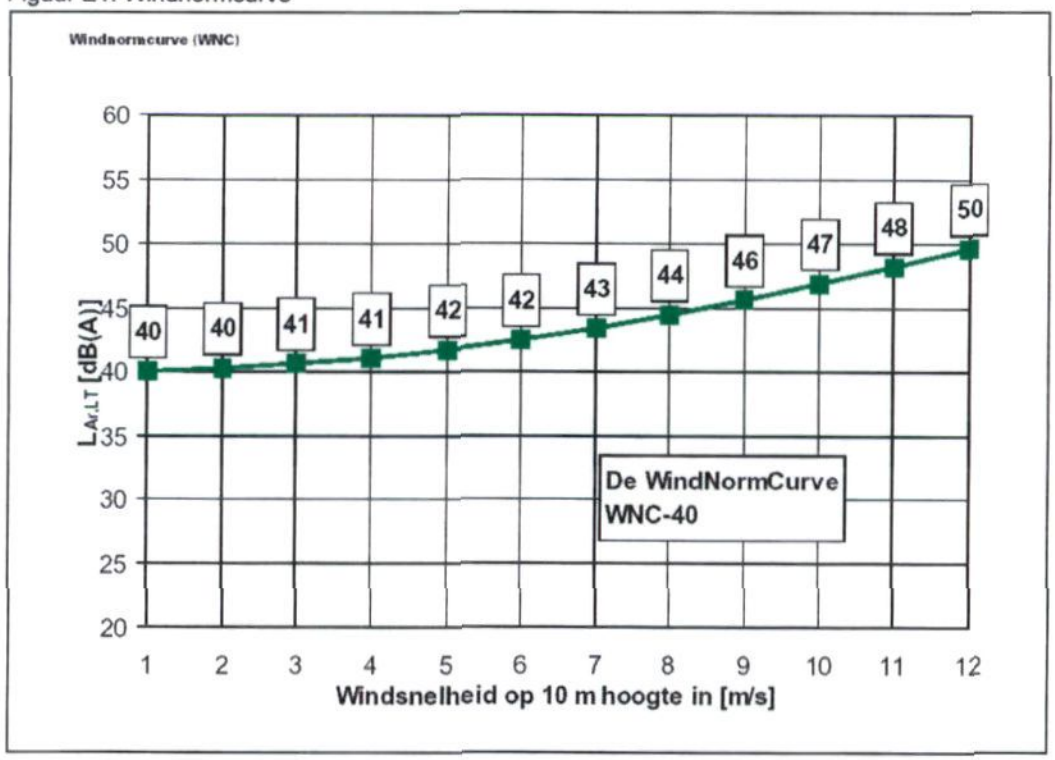
Het omgevingsgeluid is het geluid dat op een bepaald meetpunt bestaat als de optelsom van de bijdragen van alle aanwezigen bronnen. Het referentieniveau van het omgevingsgeluid wordt bepaald door de hoogste waarde van ófwel het equivalente geluidniveau ten gevolge van wegverkeerslawaai – 10 dB(A) ófwel het L_{95}. (dat is het geluidniveau dat gedurende 95% van de tijd wordt overschreden (het zogenaamde laagste geluidniveau)).

Niet-vergunningsplichtige windturbines
Niet-vergunningsplichtige windturbines dienen te worden beoordeeld aan de hand van de richtwaarden uit de AMvB 487. De standaard geluidvoorschriften uit de AMvB bevatten een grenswaarde die windsnelheidsafhankelijk is. Deze zogenaamde windnormcurve (WNC) moet worden geïnterpreteerd als de gecorrigeerde norm- of grenswaarde bij hogere windsnelheden.
De windnormcurve vindt zijn oorsprong in het feit dat de geluidemissie van een windturbine niet constant is. De emissie neemt toe met de windsnelheid. Windturbines zijn, afhankelijk van het type, in werking vanaf een windsnelheid van ongeveer 3 m/s tot

boven de 10 m/s. Rekentechnisch leidt dit tot een probleem bij het vaststellen van het geluidvermogen van een windturbine. Een windturbine heeft niet één bronvermogen, maar een bronvermogen dat afhankelijk is van de windsnelheid.

De WNC is bepaald op basis van een groot aantal geluid- en windsnelheidsmetingen verricht aan het niveau van het omgevingsgeluid bij diverse windsnelheden. De reden van het toestaan van een grenswaarde hoger dan 40 dB(A) (nachtperiode) is dat bij hogere windsnelheid het omgevingsgeluid bij woningen toeneemt en daarmee ook het maskerend effect. In figuur 3-1 is de Windnormcurve uit de bijlage van het besluit weergegeven.

Figuur E1: Windnormcurve



Figuur 3-1 laat zien dat de norm van (in dit geval) 40 dB(A) in de nacht naar boven gecorrigeerd wordt, als de windsnelheid toeneemt. Een dergelijke curve is eveneens opgesteld voor de grenswaarden in een landelijke omgeving (30 dB(A)) en in een rustige woonwijk (35 dB(A)). De grenswaarden van de WNC-40 sluiten goed aan bij een omgeving waarin verkeer op (snel)-wegen en scheepvaartverkeer een belangrijke bijdrage aan het omgevingsgeluid leveren.

F: Externe veiligheid

Windturbines kunnen een risico opleveren voor de omgeving. Door het afbreken van rotorbladen of het omvallen van de toren kunnen personen of objecten (bijv. gebouwen, maar ook hoogspanningslijnen, opslagtanks, voertuigen) worden geraakt. Hierdoor kan direct schade optreden, maar ook indirect, bijvoorbeeld doordat een geraakte opslagtank met explosief materiaal ontploft en hierdoor schade in de omgeving veroorzaakt.

Enerzijds kunnen deze risico's worden beperkt door het nemen van veiligheidsmaatregelen aan de windturbine zodat de kans op problemen aan de turbine zelf worden geminimaliseerd. Anderzijds kan een bepaalde minimum afstand worden gecreëerd tussen de windturbine en het 'kwetsbare object' zodat als er toch breuk aan de turbine optreedt, de kans dat iets wordt geraakt wordt beperkt.

De veiligheid van de molens zelf is geregeld via de certificering van het ontwerp en de productie van turbines. Zonder deze certificering mag het bevoegd gezag geen milieuvergunning afgeven. Via deze certificering wordt gewaarborgd dat de kans op kortsluiting/brand, bladbreuk en storingen tot een minimum wordt beperkt.
Voor de oprichting, wijziging of uitbreiding gecertificeerde windturbines die vallen onder het "Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer" [Staatsblad 2001, nr 487] is geen vergunning op grond van de Wet milieubeheer nodig, maar kan worden volstaan met een melding. Dit besluit geldt voor windturbines of een samenstel van windturbines met een (gezamenlijk) elektrisch vermogen kleiner dan 15 MW, voor zover de afstand tussen de afzonderlijke windturbine en de dichtstbijzijnde woning of andere geluidgevoelige bestemming ten minste viermaal de ashoogte bedraagt. In het Besluit is onder andere geregeld hoe vaak een windturbine moet worden gecontroleerd, maar ook dat een turbine niet in werking mag worden gesteld indien een ijslaag is afgezet op de rotorbladen.

De grootte van de gewenste afstand tussen een windturbine en een object hangt af van de aard van het object. We onderscheiden hierbij de volgende objecten:

- Bebouwing, te verdelen in
  - Woningen, ziekenhuizen, scholen , e.d. (de zogenaamde "kwetsbare objecten" in de zin van het ontwerpbesluit kwaliteitseisen externe veiligheid inrichtingen milieubeheer)
  - Bedrijven, kantoren (de zogenaamde "beperkt kwetsbare objecten")
- Wegen;
- Waterwegen;
- Spoorlijnen;
- Transportleidingen (onder andere hogedruk aardgasleidingen);
- Hoogspanningslijnen;
- Straalpaden.

De grootte van de voorkeursafstanden wordt via verschillende wet- en regelgeving met uiteenlopende status voorgeschreven. In onderstaande tabel zijn per object de belangrijkste (globale) afstanden tot een 1,5 MW turbine samengevat (basismodel binnen deze m.e.r.). Daaronder volgt een toelichting. De ashoogte is op 85 meter gesteld, de rotordiameter op 75 meter.

Tabel F1: Voorkeursafstanden tussen een 1,5 MW windturbine en diverse objecten vanuit het oogpunt van veiligheid.

Object	Voorkeurs-afstand (m)	Opmerkingen	Regelgeving
Bebouwing	134	afstand tot de 10^{-6}-contour	Ontwerpbesluit kwaliteitseisen externe veiligheid inrichtingen milieubeheer
Wegen	37,5	• ½ rotor diameter (min. 30 m) • binnen 37,5 m: risico analyse	Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken
Spoor	45,35	• ½ rotordiameter + 7,85 m. • binnen 100 m: mogelijk QRA	Plaatsingsadvies ProRail
Waterwegen	50	binnen 50 m: risico analyse	Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken
Industrie	--	max. 1% toename faalkans	Advies Handboek Risicozonering Windturbines
Transport-leidingen	134[1] 88[1]	afstand tot de 10^{-6}-contour ashoogte + 1/3 rotorblad	Mondelinge mededeling Gastransport services (mei 2003)
Straalpaden	37,5	½ rotordiameter (min. 35 m) (max. 1 turbine, overige turbines: rotordiameter)	Regel KPN Telecom Netwerkdiensten
Hoogspannings-lijnen	122,5	ashoogte + ½ rotordiameter	Mededeling TenneT (mei 2003)

[1]134m is de voorkeursafstand voor 1,5 MW turbines. Daarbuiten heeft de netwerkbeheerder geen bezwaar tegen plaatsing. 88m is de minimum afstand die Gastransportservices hanteert. Tussen de 88 en 134 m kan in uitzonderlijke gevallen wel toestemming worden gegeven, mits wordt aangetoond dat de kans op breuk van de leiding niet significant toeneemt door plaatsing van de turbine. Aangezien het hier gaat om een mondelinge mededeling is hier in dit MER in de effectscores geen rekening gehouden. Er is steeds uitgegaan van een afstand van minimaal 5 meter. In de toelichting bij de effectscores is steeds wel een opmerking hierover opgenomen.

Bebouwing

De afstand tot kwetsbare objecten is gebaseerd op het Ontwerpbesluit kwaliteitseisen externe veiligheid inrichtingen milieubeheer.

Voor het beschrijven van de risico's die door inrichtingen kunnen worden veroorzaakt, worden twee begrippen gebruikt: het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico.

Plaatsgebonden Risico

Het Plaatsgebonden Risico geeft per locatie de kans per jaar aan dat een persoon (die daar permanent aanwezig en onbeschermd is) op die plaats overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongeval bij risicovolle activiteiten. Voor het PR geldt een grenswaarde. Deze is voor nieuwe situaties 10^{-6} per jaar (de kans op overlijden is op deze locatie dus 1 op 1 miljoen, of ook wel eens in de 1 miljoen jaar). Voor bestaande situaties wordt een onderscheid gemaakt tussen kwetsbare objecten (woningen, ziekenhuizen e.d.) en beperkt kwetsbare objecten (kantoren, hotels, e.d.). Voor deze laatste categorie geldt een norm van 10^{-5} per jaar, echter wel met de kanttekening dat gestreefd moet worden naar een veiliger situatie. Voor de kwetsbare objecten geldt ook in de bestaande situatie een norm van 10^{-6} per jaar.

Punten op een kaart met eenzelfde Plaatsgebonden risico kunnen via een lijn met elkaar worden verbonden. Hiermee ontstaat rond een risicovol object (bij voorbeeld een bedrijf of een windturbine) een contour met een bepaalde waarde. In onderstaande tabel staat voor standaardturbines met verschillende vermogens een afstandindicatie aangegeven voor de ligging van de 10^{-5} en 10^{-6} contouren.

Tabel 3-8: *Afstandsindicatie in meters voor ligging van PR contouren rond windturbines (ECN, 2002)*

Type Turbine	WT500	WT750	WT1000	WT1250	WT1500	WT1750	WT2000
Vermogen (kW)	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
PR = 10^{-6} contour (m)	111	117	124	130	134	139	144
PR =10^{-5} contour (m)	20	24	28	31	37	36	39

GroepsRisico

Het GroepsRisico geeft de kans aan dat een groep personen overlijdt ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De norm voor het GR is een oriënterende waarde. Deze oriënterende waarde zal niet als direct gevolg van een windturbine worden overschreden.

Strikt genomen vallen windturbines niet onder de categorieën van inrichtingen waarop het ontwerpbesluit zich thans richt. Gelet op de hoogte van de risico's rond windturbines is het echter enerzijds denkbaar dat deze alsnog onder de werking van het besluit worden gebracht, anderzijds is het ook los daarvan wenselijk om met de risico's rond windturbines op een vergelijkbare wijze als in het besluit, om te gaan. Ook beleidsmatig wordt dit wenselijk gevonden.

Overigens is op dit moment (mei 2003) het Besluit nog niet definitief vastgesteld. De verwachting is dat dit wel voor het einde van 2003 zal gebeuren. Toch geeft het Ontwerpbesluit duidelijk de richting aan van de inhoud van het toekomstige besluit. Daarom wordt het meegenomen in de analyse van knelpunten rond veiligheid met betrekking tot windturbines.

Wegen en waterwegen
Voor de plaatsing van windturbines langs of op rijkswaterstaatwerken heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat voor de gevallen waarin zij zelf vergunningverlener is, een beleidsregel vastgesteld. Hierin worden voor rijkswaterstaatsobjecten afstanden gegeven die als richtafstand voor het plaatsen van windturbines ten opzichte van dat object gelden. Als deze afstand wordt aangehouden is het, voor het verkrijgen van een vergunning, niet nodig een uitgebreide aparte risicoanalyse uit te voeren. Het plaatsen op kortere afstand van het object is niet bij voorbaat uitgesloten. Dan zal echter wel een aparte risicoanalyse moeten worden uitgevoerd om aan te tonen dat geen sprake is van onaanvaardbaar risico.

In onderstaande tabel is deze beleidsregel voor de onderdelen rijkswegen en rijkswaterwegen samengevat. Er is overigens geen strikt onderscheid gemaakt tussen richtlijnen voor veiligheid en richtlijnen op grond van andere overwegingen.
De richtafstanden met betrekking tot de weg zijn (mede) gebaseerd op de resultaten van een onderzoek van de Bouwdienst van Rijkswaterstaat die zijn neergelegd in het rapport "Veiligheidsrisico's voor passanten langs windturbines 1999".

Tabel F2: Samenvatting Beleidslijn RWS

RWS werk	Onderdeel	Plaatsing	Opmerkingen
Rijkswegen	Rijbaan	Tenminste halve rotordiameter met een minimum van 30 m vanaf de rand van de verharding	
	Rijbaan	Binnen 30 m vanaf de rand van de verharding	Mits via onderzoek is aangetoond dat geen onaanvaardbaar verhoogd risico optreedt
	Parkeerplaatsen (kort oponthoud), tankstations	Nvt	Alleen als via onderzoek is aangetoond dat geen onaanvaardbaar verhoogd risico optreedt
	Knooppunt, aansluiting	Rotorblad boven knoop of aansluiting	Mits via onderzoek is aangetoond dat geen onaanvaardbaar verhoogd risico optreedt
Kanalen, rivieren en havens	Vaarwegen	Tenminste 50m uit de rand van de vaarweg	
		Binnen 50 m uit de rand van de vaarweg	Mits via onderzoek is aangetoond dat geen onaanvaardbaar verhoogd risico optreedt
	• De beleidslijn Ruimte voor de Rivier is onverlet van toepassing. • Plaatsing mag geen visuele hinder opleveren		

Spoorwegen
Nagenoeg alle spoorwegen in Nederland vallen onder de verantwoordelijkheid van ProRail (voorheen RIB). ProRail moet een vergunning verstrekken voor plaatsing van windturbines wanneer een (deel van een) rotorblad binnen het beheersgebied draait. Het beheersgebied van ProRail strekt zich uit tot 7,85 meter uit het hart van het naastliggend spoor (2,85 meter in verband met onder andere bovenleidingportalen en 5 meter omdat de draaiende delen van de windturbine 5 meter uit de bovenleiding moeten blijven en omdat de turbine niet boven de spoorweg mag draaien). De vergunningverlenende bevoegdheid van ProRail is beperkt tot het gebied zoals dat

intern bij ProRail is vastgesteld. Wanneer windturbines in de nabijheid van een spoorweg worden gebouwd, maar buiten het beheersgebied van ProRail is toestemming van ProRail wel noodzakelijk. ProRail beschouwt een afstand tot ongeveer 100 m als "in de nabijheid".
ProRail en Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland hebben een visie ontwikkeld inzake plaatsingsmogelijkheden van windturbines[18]. Deze visie is door NS vertaald naar een plaatsingsadvies voor windturbines binnen het beheersgebied van ProRail.
In verband met de spoorwegveiligheid moeten in elk geval bij ieder verzoek tot plaatsing twee aspecten worden beoordeeld, te weten:

- De afstand tot de spoorweg;
- Het veiligheidsrisico.

Ten aanzien van de minimaal vereiste afstand van de mast tot het spoor heeft ProRail vastgesteld dat de minimale afstand is: 2,85 m + 5,0 m + halve rotordiameter. Ten aanzien van het veiligheidsrisico kan ProRail een risicoanalyse eisen. ProRail kan dit zowel in het geval zij zelf bevoegd is om vergunning te verlenen als in het geval waarin een windturbine in de nabijheid van een spoorweg maar buiten het beheersgebied wordt geplaatst.

Industrie / risicovolle bedrijven
Voor het toetsen van de toelaatbaarheid van windturbines in de buurt van risicovolle bedrijven wordt in het handboek risicozonering de volgende aanpak aanbevolen:

"Een treffer van een turbine(blad) kan, als zich binnen de genoemde afstanden een risicovolle inrichting bevindt, aanvullende risico's opleveren voor deze inrichting. Voor BRZO-plichtige inrichtingen waarvoor een QRA (Kwantitatieve Risicoanalyse) is uitgevoerd moet het toegenomen risico t.g.v. de windturbines worden bepaald en moet worden nagegaan over het PR en GR van de BRZO-plichtige inrichting nog aan de normen voldoet."

Voor BRZO-plichtige inrichtingen waarvoor geen QRA is uitgevoerd, (dit zijn risicovolle inrichtingen die vallen onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen) moet worden onderzocht of de aanwezigheid van een windturbine kan leiden tot een onaanvaardbaar verhoogd risico. Vaak is de kans op breuk per jaar van de hier bedoelde inrichtingen bekend uit generieke databases. De windturbine mag niet substantieel bijdragen tot een hogere breukkans van de inrichting. In het algemeen wordt een toename van 1% als maximum beschouwd, maar dit is geen regel. Als een object (bijvoorbeeld een opslagtank) wordt geraakt, is het ook nog de vraag in hoeverre dit wel of geen breuk of anderszins falen oplevert. Mogelijk dat aan het object zelf maatregelen kunnen worden getroffen die deze risico's beperken.
In dit MER wordt er vanuit gegaan dat een risicoanalyse nodig is indien een risicovol bedrijf zich binnen de 10^{-6} contour rond de windturbine bevindt.

[18] Ministerie van Verkeer en Waterstaat en NS Railinfrabeheer, *Windturbines langs auto-, spoor- en vaarwegen. Beoordeling van veiligheidsrisico's*, VRWP-R-99004, april 1999.

Hoogspanningslijnen
Voor het plaatsen van windturbines in de nabijheid van hoogspanningslijnen geldt dat rekening moet worden gehouden met de kans op breuk door een weggeslingerde rotor en met het fenomeen lijndansen/lijntrillen.
TenneT (beheerder van het Nederlandse hoogspanningsnet) houdt als vuistregel een minimum afstand van de ashoogte van de turbine verhoogd met de halve rotordiameter aan.

Transportleidingen
Gebaseerd op het uitgangspunt dat plaatsing van windturbines de kans op breuk van een transportleiding niet significant mag vergroten is de voorkeursafstand voor van transportleidingen tot windturbines wordt gevormd door de 10^{-6} /jaar contour. Daarbuiten heeft de netwerkbeheerder geen bezwaar tegen plaatsing. De minimum afstand die Gastransportservices hanteert, wordt gevormd door de masthoogte + 1/3 lengte rotorblad. Hiertussen kan in uitzonderlijke gevallen wel toestemming worden gegeven, mits wordt aangetoond dat de kans op breuk van de leiding niet significant toeneemt door plaatsing van de turbine.
Bovenstaande criteria zijn (nog) niet expliciet op schrift gesteld door de netwerkbeheerders en daarom niet als "hard" in dit m.e.r. meegenomen. Er wordt aangeraden daar waar windturbines op kortere afstand van transportleidingen zijn gepland dan bovengenoemde voorkeursafstand in overleg met de netwerkbeheerder een risicoanalyse uit te voeren. In de effectbeschrijving van dit MER is aangegeven of turbines binnen de minimumafstand van een transportleiding zijn geprojecteerd.

Straalpaden
Om het transport van signalen via "straalpaden" tussen zender en ontvanger niet te verstoren, moet een minimale afstand tussen de hartlijn van het straalpad en de turbine worden aangehouden. Deze afstanden zijn overeengekomen met de beheerder van de beschermde straalpaden, KPN Telecom Netwerkdiensten. De minimale afstand bedraagt de halve rotordiameter, met een minimum van 35 meter. Deze strook van 35 meter wordt de vrije ruimte genoemd. Indien binnen een gepland windturbinepark de rotorbladen van twee of meer turbines binnen deze vrije ruimte draaien, dient goedkeuring te worden verkregen van de beheerder voor plaatsing.

Figuur F1: schetsmatige weergaver van de hartlijn van een straalpad met daar omheen een vrije ruimte van 35 meter

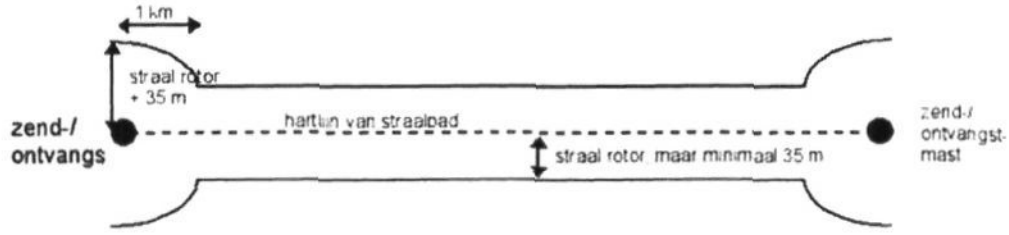


Fig. 12.1 *Schetsmatige weergave van de hartlijn van een straalpad met daar omheen een vrije ruimte van 35 m*

[Bron: Handboek Risicozonering Windturbines, versie 1.1, juli 2002]

Vliegroutes
In principe kunnen vliegroutes ook beperkingen opleggen aan de plaatsing van windturbines. Op de locaties die voor dit MER. worden beschouwd, zijn deze niet relevant. Dit geldt voor zowel vliegbasis Soesterberg als vliegveld Hilversum en de laagvlieggebieden van Defensie.

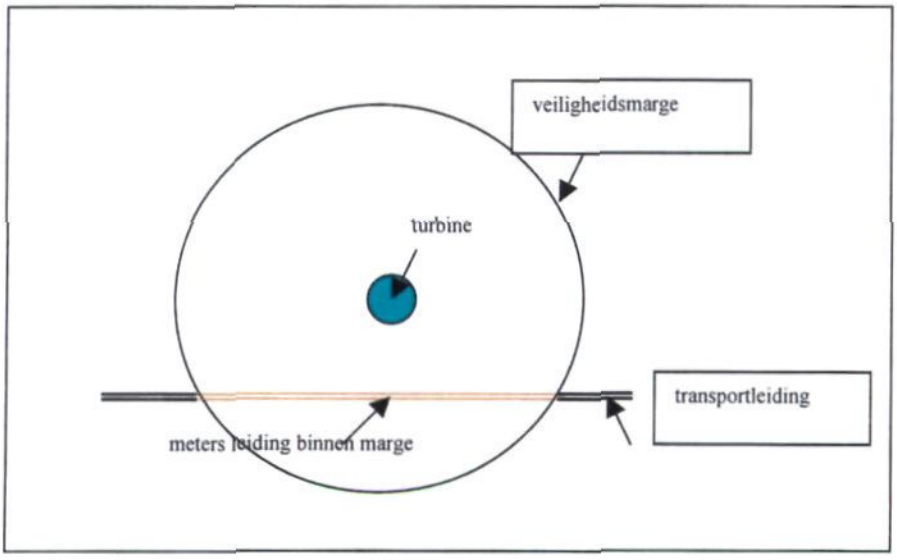
Woningen (bebouwing)
De afstand tot kwetsbare objecten is gebaseerd op het Ontwerpbesluit kwaliteitseisen externe veiligheid inrichtingen milieubeheer.

Strikt genomen vallen windturbines niet onder de categorieën van inrichtingen waarop het ontwerpbesluit zich thans richt. Gelet op de hoogte van de risico's rond windturbines is het echter enerzijds denkbaar dat deze alsnog onder de werking van het besluit worden gebracht, anderzijds is het ook los daarvan wenselijk om met de risico's rond windturbines op een vergelijkbare wijze als in het besluit, om te gaan. Ook beleidsmatig wordt dit wenselijk gevonden.
Mogelijk dat voor woningen van initiatiefnemers en of beheerders overigens, analoog aan de regelgeving bij geluid, minder stringente normen zullen gelden.

Overigens is op dit moment (december 2003) het Besluit nog niet definitief vastgesteld. De verwachting is dat dit in 2004 zal gebeuren. Toch geeft het Ontwerpbesluit duidelijk de richting aan van de inhoud van het toekomstige besluit. Daarom wordt het meegenomen in de analyse van knelpunten rond veiligheid met betrekking tot windturbines.

Hoogspanningslijnen Breukelen
De zuidelijke opstelling ligt ook binnen de door netwerkbeheerders aangehouden minimale afstand. Er is echter een schriftelijke toezegging van de netwerkbeheerder ENBU dat bij de zuidelijke opstelling een afstand van 70 meter tot de hoogspanningsleiding mag worden aangehouden.

Meters leiding binnen veiligheidsafstand



Schaduw –en lichthinder

Schaduw- en lichthinder worden beschreven aan de hand van effecten van hinder door slagschaduw, reflectie en verlichting.

Slagschaduw

Eén van de aandachtspunten bij windturbines in de nabijheid van woningen en bedrijfs- of kantoorpanden is slagschaduw. De draaiende rotorbladen van windturbines kunnen een bewegende schaduw op hun omgeving werpen. Deze zogenaamde slagschaduw kan onder bepaalde omstandigheden hinderlijk zijn doordat ze ervaren wordt als flikkering. De mate van hinder wordt onder meer bepaald door de frequentie en de intensiteit van de flikkering (afhankelijk van lichtsterkte) en de blootstellingsduur. De afstand van de blootgestelde persoon tot de turbine, de stand van de zon en het al dan niet draaien van de turbine zijn daarbij bepalende aspecten.

Naar de toelaatbare blootstellingsduur voor slagschaduw is hier geen onderzoek gedaan. Het juridisch kader voor windturbines wordt bepaald door het Handboek Milieuvergunningen en door de AMvB Voorzieningen en Installaties Milieubeheer.

In het Handboek Milieuvergunningen wordt ervan uitgegaan dat een maximale slagschaduwduur van 20 minuten gedurende gemiddeld 17 en maximaal 64 dagen per jaar nog acceptabel is.

De AMvB 'Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer' (AMvB 487) meldt dat windturbines met een gezamenlijk elektrisch vermogen van minder dan 15 MW een automatische stilstandvoorziening moet bezitten indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen, voor zover de afstand tussen de woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden.

In Duitsland (Nordrhein-Westfalen) werken overheden met een getal van 30 uur daadwerkelijke slagschaduw per jaar op een woning. Het gaat dan alleen om het aantal uren dat personen daadwerkelijk aan de schaduw worden blootgesteld.

Gelet op de verwijzingen in de literatuur en de jurisprudentie, wordt voor deze MER de richtlijn uit de AMvB 487 aangehouden. Per locatie worden contouren rondom de windturbines weergegeven welke overeenkomen met deze richtlijn.

Naast het juridisch kader is er de vraag of de slagschaduw als hinderlijk wordt ervaren. Deze vraag is niet eenduidig te beantwoorden en zal binnen het MER ook niet beantwoord worden. Uit onderzoek blijkt dat de meeste proefpersonen de frequenties tussen de 5 en de 10 Hertz als hinderlijk ervaren. De maximale gevoeligheid ligt tussen de 8 en de 10 Hertz. Onder de 2,5 en boven de 14 Hertz zou nagenoeg geen hinder worden ervaren. De geplande windturbines hebben een maximale draaisnelheid van ruim 20 omwentelingen per seconde. De driebladige turbine levert daarbij een flikkerfrequentie van maximaal 1 Hertz.

G: Bepaling slagschaduw

Berekeningen voor de mate van slagschaduw hebben als eenheid een tijd per jaar (b.v. het aantal uren of dagen slagschaduw welke een object per jaar ondervindt). De slagschaduw kan betrekking hebben op concrete objecten (b.v. vensters) of op een heel gebied. Bij berekeningen voor concrete objecten kunnen duur en tijdstip van mogelijke hinder worden bepaald. Voor hele gebieden kunnen de contouren van de te verwachten slagschaduwduur worden bepaald. Belangrijk is dat het duidelijk is welke vorm van slagschaduwberekening wordt uitgevoerd. In deze studie zal gebruik worden gemaakt van de isolijnenmethode. Dit zijn lijnen van gelijke slagschaduwduur (schaduw-isolijnen) per jaar. Op alle punten op deze lijn valt eenzelfde aantal uren per jaar slagschaduw. In de figuren worden de schaduw-isolijnen weergegeven. Per locatie wordt geëvalueerd of de plaatsing van de windturbines voor de omgeving onoverkomelijke bezwaren oplevert. Deze methode is voldoende nauwkeurig gezien de grootte van het beschouwde gebied en de onzekerheid van de autonome ontwikkelingen. Indien er voor een specifiek object behoefte is aan een nauwkeurige berekening kan de exacte slagschaduwduur op die locatie worden bepaald.

Bij de slagschaduwberekeningen wordt in principe uitgegaan van gemiddelde meteorologische omstandigheden. Deze gemiddelde weerstatistieken zijn maandgemiddelden over de periode 1971-2000 en afkomstig van het KNMI-weerstation in de Bilt. De berekeningen met deze statistieken worden ook wel "real-case" berekeningen genoemd. Om rekening te houden met de wisselende weersomstandigheden welke gedurende de levensduur van de windturbines kunnen voorkomen, worden er ook berekeningen gedaan voor situaties waarbij er maximale slagschaduw kan optreden. Deze berekeningen worden hier verder "worst-case" berekeningen genoemd. Bij de worst-case berekeningen worden de weersomstandigheden zodanig gekozen zodat deze overeenkomen met de hoogst gemeten maandgemiddelden.

<u>Real-case</u>

De real-case slagschaduwduur wordt berekend op basis van de geometrie tussen zon, de locatie op de aardbol en de afmetingen van de windturbines. De real-case slagschaduwberekening houdt rekening met de volgende factoren:

- Windsnelheid: als er geen wind is (of te veel) draait de turbine niet;
- Windrichting: de stand van de rotor bepaald grootte van de slagschaduw;
- Zonneschijnduur: slagschaduw kan alleen ontstaan als de zon schijnt;
- Type turbine: de afmetingen van de turbine bepalen de grootte van de slagschaduw.

Er wordt gebruik gemaakt van statistische gegevens over windsnelheden en windrichting afkomstig van de European Wind Atlas [Risø National Laboratory, 1989] en statistieken over de kans op zonneschijn van het KNMI. Voor de afmetingen van de turbine wordt gebruik gemaakt van gegevens van de turbinefabrikant.

<u>Worst-case</u>

Het eerste uitgangspunt bij de worst-case slagschaduw berekening is dat de zon meer dan gemiddeld kan schijnen gedurende het jaar. Hiervoor wordt per maand gekeken naar de standaardafwijking in de zonneschijnduur. De standaardafwijking van de gemiddelde zonneschijnduur omvat het grootste deel van alle voorkomende gevallen. Dit betekent dat in 95% van de gevallen de zonneschijnduur kleiner zal zijn dan de gebruikte duur. Deze maximale zonneschijnduur wordt voor elke maand in het jaar

berekend en bij elkaar genomen voor de slagschaduwberekening van 1 jaar. Over het gehele jaar gezien is dit een overschatting.

Daarnaast is er nog de mogelijkheid dat de wind voor een specifiek locatie ongunstig uitpakt gedurende het jaar. Om dit mee te nemen in de slagschaduw berekeningen wordt verondersteld dat de windrichting altijd loodrecht op de zon staat en zo maximale slagschaduw veroorzaakt.

Samengevat leveren deze aannames drie scenario's op welke worden meegenomen in de slagschaduw berekeningen. Een 'real-case' berekening waarbij van gemiddelde weeromstandigheden wordt uitgegaan, een 'worst-case zon' waarbij de zon bovengemiddeld schijnt en een 'worst-case zon/wind' waar zowel de zon als de wind bovengemiddelde waarden hebben. Voor deze drie cases is berekend hoeveel uren slagschaduw per jaar er op de omgeving van de windturbines optreedt.

Vervolgens moet het aantal slagschaduwuren vertaald worden naar de wettelijke norm. Dit is gedaan door voor bebouwing in de omgeving van de windturbines de slagschaduwkalender te berekenen. Op deze slagschaduwkalender wordt per dag berekend hoeveel slagschaduw er optreedt voor deze bebouwing. Deze kalender wordt gebruikt om te bepalen op hoeveel dagen er méér dan 20 minuten slagschaduw optreedt. Het aantal dagen is in een bepaalde mate evenredig met het aantal slagschaduwuren per jaar. Door voor meerdere bebouwing deze slagschaduwkalender te berekenen ontstaat een beeld van de evenredigheid tussen het aantal uren slagschaduw per jaar en de wettelijke norm.

De overeenkomst tussen de theoretisch maximale slagschaduw en de wettelijke norm is deels afhankelijk van de opstelling van de windturbines. Daardoor is voor elke locatie de evenredigheid tussen deze twee waarden anders. In tabel 3-11 is een voorbeeld gegeven voor de locatie Vinkeveen.

Tabel G1: Slagschaduwisolijnen voor de locatie Vinkeveen

	Scenario nr.	Dagen per jaar meer dan 20 minuten slagschaduw	Theoretisch aantal uren slagschaduw per jaar
'Real-case'	1	17 dagen	89 uur
'Worst-case zon'	2	17 dagen	54 uur
'Worst-case zon/wind'	3	17 dagen	33 uur

Per scenario geven de schaduw-isolijnen een indicatie van het aantal slagschaduwuren welke overeenkomt met de wettelijke norm. Om de tabel goed te begrijpen moet men beseffen dat er dicht bij de windturbine veel slagschaduw zal zijn en hoe verder men van de molen verwijderd is, er steeds minder slagschaduw zal zijn. In de tabel is af te lezen dat volgens scenario 1 de wettelijke norm bij de contour van 89 uur slagschaduw ligt en bij scenario 3 bij de contour van 33 uur. De wettelijke norm zal dus bij scenario 1 dicht bij de windturbines liggen en bij scenario 3 verder van de turbine. Het gebied waarin bebouwing volgens de wettelijke richtlijnen slagschaduwhinder ondervindt is dus in scenario 3 het grootst.

De nauwkeurigheid van de berekening is afhankelijk van het detailniveau van de ter beschikkingstaande data en de mogelijkheden deze op een geautomatiseerde manier te verwerken. Er is geen norm voor het doen van de berekeningen. De gebruikte software WindPRO wordt gezien als de standaard.

Beoordeling van slagschaduw

Het schaalniveau van de MER staat het niet toe om het precieze aantal slagschaduwgehinderden te kwantificeren. Er is daarom gekozen om aan de hand van de resultaten van WindPRO een inschatting te maken van het aantal woonobjecten dat binnen de verschillende slagschaduwcontouren valt. Hiertoe wordt het aantal getroffen woningen in drie categorieën verdeeld;

- Categorie 1: Geen of een enkele solitaire woning; zeer incidentele bebouwing in het landelijk gebied of een enkele woning op een bedrijventerrein. Gezien het oppervlak van de slagschaduwcontouren, kan het zo zijn dat er meer dan slechts enkele solitaire woningen zijn. In dat geval wordt de categorie 2 gekozen;
- Categorie 2: Kleine hoeveelheid woningen; een kleine hoeveelheid (minder dan 10) woningen in een stadsdeel of aan de rand van een stad of dorp;
- Categorie 3: Grote hoeveelheid woningen, bijvoorbeeld een deel van een woonwijk of enkele woonblokken. Ook een grote hoeveelheid (meer dan 10) solitaire woningen op een klein oppervlak of een meergezinswoning vallen hieronder.

Bij slagschaduwhinder heeft reeds de indeling in verschillende scenario's plaatsgevonden.

- Worst-case zon en wind scenario: de hoeveelheid slagschaduw is gebaseerd op bovengemiddelde zonneschijnduur, daarnaast is altijd loodrecht op de zon gericht waardoor er een maximaal oppervlak aan schaduw ontstaat. Dit scenario zal het minst vaak voorkomen.
- Worst-case zon scenario: de hoeveelheid slagschaduw gebaseerd op bovengemiddelde zonneschijnduur, vergelijkbaar met situaties als zogenaamde "zonnige jaren". Dit scenario zal met enige regelmaat voorkomen
- Real-case scenario: de hoeveelheid slagschaduw op basis van jaargemiddelden. Dit scenario zal in principe altijd voorkomen, de maandelijkse uitzonderingen zullen elkaar over het gehele jaar gezien uitvlakken.

Reflectie

Hinderlijke schittering door het schijnen van de zon op de rotorbladen komt bij moderne turbines bijna niet meer voor. De verf op de bladen absorbeert het licht voldoende. Om die reden is deze hinder in het MER verder niet beschouwd.