5 VERGELIJKING VAN ALTERNATIEVEN

5.1 Inleiding

Hoofdstuk 5 vergelijkt per locatie de verschillende alternatieven en varianten met elkaar aan de hand van de volgende aspecten:

- Technische en plaatsingsgegevens;
- Opbrengsten;
- Natuur en vogels;
- Landschap en cultuurhistorie;
- Geluid;
- Veiligheid;
- Slagschaduw.

Hierbij is gebruik gemaakt van de kwalitatieve (landschap) en kwantitatieve (alle overige aspecten) scores uit deel B, de effectvoorspelling[13]. Het gaat daarbij om effectscores zonder dat mitigerende maatregelen zijn toegepast. Per locatie zijn steeds per alternatief en variant de absolute effecten weergegeven en de effecten per eenheid van opgewekte energie (1000 MWh). Dit laatste is gedaan, omdat varianten, alternatieven en locaties niet dezelfde energieopbrengst hebben. De vergelijking van alternatieven is gebaseerd op de effecten per eenheid van opgewekte energie.

Overigens zij opgemerkt dat alleen de negatieve effecten zijn uitgedrukt per eenheid van opgewekte energie. De positieve effecten – opbrengst en vermeden emissies – zijn immers één op één gerelateerd aan de opbrengstgegevens.

Voor een goed begrip van de getallen.....
Hiervoor is opgemerkt dat de effecten per eenheid opgewekte energie worden uitgedrukt in GWh, ofwel 1000 MWh. Ons dagelijkse energiegebruik wordt echter uitgedrukt in kWh. (= 1000 MWh) Dat betekent dat voor het juiste begrip de effecten in de desbetreffende tabellen gedeeld zouden moeten worden door 1000 x 1000. Met andere woorden: waar in de tabel staat dat er sprake is van bijvoorbeeld 14,23 vogelslachtoffer per 1000 MWh, is dit gelijk aan 0,00001423 slachtoffer per kWh!

In de toelichting zijn met name de aspecten beschreven die (negatieve en positieve) effecten veroorzaken. Daarnaast is gekeken naar effecten die onderscheidend zijn voor de verschillende alternatieven. Per locatie is ook steeds ingegaan op mogelijke maatregelen om de negatieve effecten te verminderen en op mogelijke combinaties van alternatieven en varianten. Op basis van de vergelijking is per locatie een Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) opgesteld (paragraaf 5.3). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een MMA gebaseerd op effecten per eenheid opgewekte energie en een MMA gebaseerd op absolute effecten. Tenslotte is in paragraaf 5.4 een globale ranking aangebracht tussen de verschillende locaties op basis van drie verschillende scenario's.

[13] De gehanteerde effectvoorspellingsmethoden zijn beschreven in bijlage 4.

5.2 Vergelijking van alternatieven per locatie

5.2.1 Locatie A2 Vinkeveen

In tabel 5.2.1-1 en 5.2.1-2 zijn overzichten opgenomen van respectievelijk de absolute scores en de scores per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect. Een uitgebreide beschrijving van de scores is opgenomen in deel B hoofdstuk 2, Locatie A2 Vinkeveen.

De effecten per eenheid opgewekte energie worden uitgedrukt in GWh: 1000 x 1000 kWh. Waar dus in de tabel staat dat er sprake is van bijvoorbeeld 14,23 vogelslachtoffer per 1000 MWh, is dit gelijk aan 0,00001423 slachtoffer per kWh!

Toelichting
Uit tabel 5.2.1-1 en 5.2.1-2 is per aspect het volgende af te leiden:

Technische en plaatsingsgegevens
Er is sprake van een aantal verschillen tussen de twee alternatieven. De ashoogte van de basisvariant van alternatief 1 bedraagt 80 meter in tegenstelling tot die van de basisvariant van het basisalternatief (85 meter). Dit verschil wordt veroorzaakt doordat alternatief 1 een initiatief van ENECO/WEOM betreft. Verder is het aantal turbines bij het basisalternatief groter dan bij alternatief 1. Initiatiefnemer ENECO/WEOM is bij hun voorgenomen alternatief (alternatief 1) niet uitgegaan van plaatsing van een turbine in Polder de Winkel.

Opbrengsten
De opbrengsten (park rendement, vermeden primaire energie, CO_2-, SO_2- en NO_x-emissiereductie) van variant 2 van het basisalternatief zijn het grootst.

Natuur en vogels
Het absolute ruimtebeslag is het grootst voor variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 doordat bij deze varianten sprake is van grotere turbines. Door het grotere aantal turbines in het basisalternatief is het absolute ruimtebeslag bij variant 2 van dit alternatief groter dan die bij variant 2 van alternatief 1. Het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is door de grotere energieopbrengst echter bij de beide varianten 2 het kleinst. Het grootste ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie wordt veroorzaakt door de basisvariant van het basisalternatief.

Alle varianten van het basisalternatief veroorzaken door hun ligging van de windturbines op een afstand kleiner dan 400 meter van belangrijke foerageer- en rustgebieden van wintergasten verstoring van wintergasten (onder andere de Kolgans en de Grauwe Gans). De indicatie van het absolute aantal verstoorde wintergasten is per variant gelijk, maar per eenheid van opgewekte energie is het aantal verstoorde wintergasten van variant 2 met de grootste energieopbrengst het kleinst. Alternatief 1 ligt op een afstand die groter is dan 400 meter van belangrijke foerageer- en rustgebieden van wintergasten en veroorzaakt dan ook geen verstoring van wintergasten.

Het meest optimale op deze locatie is om de turbines zo dicht mogelijk bij de snelweg te zetten en zo ver mogelijk verwijderd van vogelrijke gebieden. Dit is echter voor deze locatie niet echt mogelijk zoals ook uit de twee alternatieven al blijkt.

Tabel 5.2.1-1: Absolute scores van de effectbeoordeling zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief			Alternatief 1		
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2	Basisvariant	Variant 1	Variant 2
Technische- en plaatsings gegevens							
Ashoogte	Meter	85	95	124	80	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	75	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	4.400	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	2,0	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	100	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Aantal turbines op locatie	N	9	9	8	8	8	7
Spatiering	Meter	400	400	456	Tussen 380-400	Tussen 380-400	510
Opgesteld vermogen	MW	13,5	22,5	36,0	16,0	20,0	31,5
Opbrengsten							
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	44.433	73.033	116.853	46.646	65.049	102.452
Vermeden primaire energie	GJ	366.878	603.025	964.840	385.150	537.102	845.935
CO2 emissiereductie	Kton	24	40	64	25	36	56
SO2	TON	19	31	50	20	28	44
NOx	TON	7	11	18	7	10	15
Natuur en vogels							
Ruimtebeslag	M2	1.350	1.350	1.600	1.200	1.200	1.400
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Per locatie	466	667	960	414	593	840
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Per locatie	416	416	415			
Barrièrewerking	Kwalitatief	–	–	–	–	–	–
Landschap en cultuurhistorie							
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	0	0	0	-	-	-
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0	0	0	0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	+	+	+	+	+	+
Geluid							
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal	673	875	1229	743	936	1147
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal	221	259	308	0	190	279
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	6,7	11,7	15,4	8,5	10,8	14,4
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	2,5	3,4	5	2,2	3,1	4,5
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal	102	171	280	125	177	279
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	43,1	44	45,3	43	43,9	45,3
Aantal woningen binnen WNC contour	Aantal	87	198	268	0	0	203
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)							
Bebouwing	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Wegen	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Spoorwegen	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Waterwegen	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Industrie	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Hoogspanningslijnen	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Ondergrondse leidingen	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Straalpaden	Kwantitatief	0	0	0	0	0	0
Slagschaduw							
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	166	241	256	94	261	280
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	227	296	331	212	419	454
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	357	523	658	427	636	743

Tabel 5.2.1-2: Scores van de effectbeoordeling per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief			Alternatief 1		
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2	Basisvariant	Variant 1	Variant 2
Technische- en plaatsings gegevens							
Ashoogte	Meter	85	95	124	80	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	75	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	4.400	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	2,0	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	100	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Aantal turbines op locatie	N	9	9	8	8	8	7
Spatiering	Meter	400	400	456	Tussen 380-400	Tussen 380-400	510
Opgesteld vermogen	MW	13,5	22,5	36,0	16,0	20,0	31,5
Opbrengsten							
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	44.433	73.033	116.853	46.646	65.049	102.452
Vermeden primaire energie	GJ	366.878	603.025	964.840	385.150	537.102	845.935
CO2 emissiereductie	Kton	24	40	64	25	36	56
SO2	TON	19	31	50	20	28	44
NOx	TON	7	11	18	7	10	15
Natuur en vogels							
Ruimtebeslag	M2	30,38	18,48	13,69	25,73	18,45	13,66
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Aantal/GWh	10,49	9,13	8,22	8,88	9,12	8,20
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Aantal/GWh	9,36	5,70	3,55	0,00	0,00	0,00
Barrièrewerking	Kwalitatief	--	--	--	--	--	--
Landschap en cultuurhistorie							
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	0	0	0	-	-	-
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0	0	0	0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	+	+	+	+	+	+
Geluid							
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal/GWh	15,15	11,98	10,52	15,93	14,39	11,20
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal/GWh	4,97	3,55	2,64	0,00	2,92	2,72
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	0,15	0,16	0,13	0,18	0,17	0,14
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal/GWh	2,30	2,34	2,40	2,68	2,72	2,72
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	0,97	0,60	0,39	0,92	0,67	0,44
Geluidimmissie t.o.v. referentieniveau		1,96	2,71	2,29	0,00	0,00	1,98
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)							
Bebouwing	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spoorwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Waterwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrie	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hoogspanningslijnen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ondergrondse leidingen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Straalpaden	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slagschaduw							
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	3,74	3,30	2,19	2,02	4,01	2,73
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	5,11	4,05	2,83	4,54	6,44	4,43
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	8,03	7,16	5,63	9,15	9,78	7,25

Voor beide alternatieven is er sprake van een aanvaringsrisico van vogels met de turbines door de nabijheid van twee vogelrijke natuurgebieden, waardoor lokale vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied plaatsvinden dwars over de lijnopstelling heen. De indicatie van het absolute aantal slachtoffers is het grootst bij de varianten van het basisalternatief door het grotere aantal turbines ten opzichte van de varianten van alternatief 1. De indicatie van het aantal slachtoffers per eenheid van opgewekte energie is voor de basisvariant van het basisalternatief groter dan die van de basisvariant van alternatief 1. Voor variant 1 en 2 van beide alternatieven is de indicatie van het aantal slachtoffers vrijwel gelijk. Binnen de alternatieven is de indicatie van het absolute aantal slachtoffers voor de basisvarianten het kleinst en per eenheid opgewekte energie is het aantal slachtoffers voor de basisvarianten het grootst.
Voor het aanvaringsrisico zijn enkele mitigerende maatregelen mogelijk. Het aanvaringsrisico is het grootst rond de kern van de rotorbladen, hoe minder kernen hoe beter. Dit betekent dus hoe minder turbines hoe beter. Variant 1 en variant 2 hebben minder turbines dan de basisvariant en komen, indien wordt gekeken naar het absolute aantal slachtoffers, ook altijd als gunstiger naar voren dan de basisvariant. Per eenheid opgewekte energie is het echter precies andersom.
Daarnaast kan het aanvaringsrisico 's nachts en met slecht zicht worden verminderd wanneer de turbines goed zichtbaar zijn, bijvoorbeeld door een verlichting op de rotorbladen, dicht bij de kern aan te brengen.

Voor de varianten van beide alternatieven is sprake van grote barrièrewerking. Dit wordt veroorzaakt door de lengte van de lijnopstelling (groter dan 6 turbines) en een vogelrijke omgeving. Er zijn geen duidelijke verschillen in barrièrewerking tussen de varianten aan te duiden.

Samenvattend is voor natuur en vogels alternatief 1 geschikter dan het basisalternatief.
Het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is voor alternatief 1 kleiner dan voor het basisalternatief. Er is bij alternatief 1 in tegenstelling tot het basisalternatief geen sprake van verstoring van wintergasten, doordat de belangrijke foerageer- en rustgebieden van wintergasten gebieden net buiten de verstoringsgrens van 400 meter liggen. De indicatie van het aantal slachtoffers door aanvaring per eenheid opgewekte energie is voor variant 2 van alternatief 1 het kleinst. Ook het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is voor variant 2 van alternatief 1 het kleinst. Van de varianten binnen alternatief 1 komt variant 2 dan ook als meest gunstig naar voren.

Landschap en cultuurhistorie
Voor landschappelijke karakteristiek en structuur komt alternatief 1 ongunstiger naar voren dan het basisalternatief, omdat de lijnopstelling door de grotere afstand van de A2 (270 meter) minder samenhang vertoont met de A2. Binnen alternatief 1 bestaat geen verschil tussen de varianten.
Geen van de varianten van de alternatieven veroorzaakt een effect op de cultuurhistorische waarden. De opstellingen van beide alternatieven leveren een rustig, helder beeld en hebben ruimtelijke kwaliteit. Er is geen sprake van onderscheid tussen de varianten.

Geluid
Het basisalternatief en alternatief 1 veroorzaken zonder mitigerende maatregelen allebei een toename van het aantal objecten (woningen en bedrijven) binnen de 50 MKM contour[14] ten opzichte van de autonome ontwikkeling[15]. De verschillen tussen het basisalternatief en alternatief 1 zijn gering. Het toepassen van grotere turbines (variant 1 en variant 2) heeft tot gevolg dat de geluidemissie (bronvermogen) toeneemt. Deze toename is terug te zien in het absolute ruimtebeslag en aantal objecten (woningen en bedrijven) binnen de 40, 50 dB(A)- en 50 MKM contour. Per eenheid opgewekte energie scoren binnen de alternatieven de varianten 2 echter gunstiger door een grotere energieopbrengst.

Om de geluidseffecten te verminderen is een meest voor de hand liggende maatregel de keuze voor een turbine met een zo laag mogelijke geluidemissie. Qua geluidproductie en (vooral) de reductie ervan zijn windturbines nog steeds in ontwikkeling. In het verleden zijn vooral de overbrenging van de rotor naar de generator onder handen genomen. Op het ogenblik richten de ontwikkelingen zich vooral op de vormgeving van de bladen, wieken en de mast teneinde het aërodynamisch geluid te verminderen. Steeds meer turbines (in ieder geval alle nieuwe typen) zijn voorzien van een certificaat waarin het bronvermogen, bepaald volgens een gestandaardiseerde meetmethode, wordt gegarandeerd.

Daarnaast kunnen de effecten van het geluid flink gereduceerd worden door het toerental van de turbines terug te regelen. Dit houdt weliswaar in dat de opbrengst van de molens afneemt, maar tegelijkertijd kan met deze maatregel in veel gevallen de geluidsproductie teruggebracht worden tot een acceptabel niveau (tot ca. 5 dB(A) minder). Omdat de mate van hinder in de stille nachtperiode groter is dan overdag, zou er ook voor gekozen kunnen worden om alleen gedurende de nacht terug te regelen, zodat de opbrengstverliezen beperkt kunnen blijven.

Vanwege de hoogte van de turbines is het reduceren van de geluidimmissie niet mogelijk door middel van schermen, zoals bij wegverkeerslawaai. Wel is het mogelijk bij de ontvanger maatregelen te treffen om het geluidniveau binnen de woning te reduceren.

Veiligheid
Er zijn voor de varianten van beide alternatieven geen veiligheidsrisico's te verwachten.

---

[14] 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.

[15] De A2 zal aan de oostzijde met circa 60 meter worden verbreed. Op basis van prognoses van Rijkswaterstaat zal de verkeerintensiteit toenemen. Bij het berekenen van de geluidbelasting vanwege wegverkeer op de A2 ter hoogte van Vinkeveen is gebruik gemaakt van rekenmodellen die zijn opgesteld voor het vaststellen van de hoogte van de benodigde geluidschermen. Door het toepassen van geluidschermen wordt de geluidbelasting in de omgeving gereduceerd. Uitgegaan is, op aangeven door Rijkswaterstaat, van het scenario 2 maal vier rijstroken en een schermhoogte van 5.5 meter. Het peiljaar is 2015-2020. Opgemerkt dient hierbij te worden dat het project voor het vaststellen van de schermen langs de A2 nog lopende is en er uitgegaan is van de laatste prognoses.

Slagschaduw
Bij de varianten van beide alternatieven ondervinden objecten (woningen en kantoren) in het real case scenario (zie bijlage 3) effecten van slagschaduw die boven de norm van de AMvB 487[16] uitstijgt. Het absolute aantal objecten en het aantal objecten per eenheid opgewekte energie is in het real case scenario bij de basisvariant van alternatief 1 het kleinst. Het verschil met de varianten van het basisalternatief wordt vooral veroorzaakt door een grotere afstand van de A2 en dus ook tot de strookbebouwing ten westen van de A2 (Zeldenrust, Plaswijk, Vinkenkade en Groenlandsekade). Binnen alternatief 1 is per eenheid opgewekte energie het verschil met variant 1 relatief groot. Dit wordt veroorzaakt doordat sprake is van eenzelfde aantal *maar wel grotere turbines, die een grotere hoeveelheid slagschaduw veroorzaken.*

Het absolute en per eenheid opgewekte energie aantal door slagschaduw gehinderde objecten is logischerwijze in de twee andere scenario's (worst case zon en worst case zon/wind) bij beide alternatieven groter dan in het real case scenario. Het aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie is bij alternatief 1 groter dan bij het basisalternatief. Dit wordt veroorzaakt doordat in naast de bebouwing ten westen van de A2 ook de bebouwing ten oosten van de windturbines (Oud Gein, Donkervliet en Baambrugge) wordt beïnvloed.
Het geluidsscherm langs de A2 en de aanwezige beplanting zal de slagschaduw (deels) wegnemen. De verbreding van de A2 heeft wellicht tot gevolg dat het bestaande geluidscherm wordt vergroot, waardoor minder huizen hinder van de slagschaduw ondervinden. Daarnaast kunnen extra bomen worden geplaatst.

De effecten van slagschaduw kunnen door toepassing van bepaalde verzachtende (mitigerende) maatregelen goed worden verminderd. Hierbij gaat het om een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen. Hierbij is echter wel de medewerking van netwerkbeheerders nodig in verband met de stabiliteit van het net.
Ook kunnen maatregelen genomen worden aan of bij de objecten (woningen en kantoren) die hinder ondervinden. Zo kan er worden overwogen of het aanplanten van begroeiing tot de mogelijkheden behoort. Deze begroeiing zal (afhankelijk van het seizoen) de slagschaduw kunnen verminderen. Ook het plaatsen van zonwering op objecten is een mogelijkheid.

Conclusie
- De opbrengsten van variant 2 van het basisalternatief zijn het grootst;
- Voor natuur komt variant 2 van alternatief 1 als meest gunstig naar voren;
- Voor landschap en cultuurhistorie komt het basisalternatief (alle varianten zijn gelijk) als meest gunstig naar voren;
- Voor geluid zijn de verschillen tussen het basisalternatief en alternatief 1 gering;
- Voor slagschaduw is de basisvariant van alternatief 1 het meest gunstig.

[16] De AMvB geeft in hoofdstuk 5 Windturbines, paragraaf 5.1 Voorschriften met betrekking tot de installatie aan dat de windturbine voorzien moet zijn van een automatisch stilstandvoorziening indien de afstand tussen de windturbine en 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.

5.2.2 Locatie Amsterdam-Rijnkanaal

In tabel 5.2.2-1 en 5.2.2-1 zijn overzichten opgenomen van respectievelijk de absolute scores en de scores per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect. Een uitgebreide beschrijving van de scores is opgenomen in deel B hoofdstuk 3, Locatie Amsterdam-Rijnkanaal.

De effecten per eenheid opgewekte energie worden uitgedrukt in GWh: 1000 x 1000 kWh. Waar dus in de tabel staat dat er sprake is van bijvoorbeeld 14,23 vogelslachtoffer per 1000 MWh, is dit gelijk aan 0,00001423 slachtoffer per kWh!

Toelichting
Uit tabel 5.2.2-1 en 5.2.2-2 is per aspect het volgende af te leiden:

Technische en plaatsingsgegevens
Er is sprake van een aantal verschillen tussen de twee alternatieven. De rotordiameter van de basisvariant van alternatief 1 bedraagt 70 meter (westelijke opstelling) en 72 meter (oostelijke opstelling) in tegenstelling tot die van de basisvariant van het basisalternatief en alternatief 2 (75 meter). Dit verschil wordt veroorzaakt doordat alternatief 1 een initiatief van Wilde Wind (westelijke opstelling) en NEG MICON (oostelijke opstelling) betreft.

Opbrengsten
De opbrengsten (park rendement, vermeden primaire energie, CO_2-, SO_2- en NO_x-emissiereductie) zijn voor variant 2 van het basisalternatief het grootst.

Natuur en vogels
Het absolute ruimtebeslag is het grootst voor variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1, doordat bij deze varianten sprake is van grotere turbines. De varianten van alternatief 2 veroorzaken een kleiner absoluut ruimtebeslag door het kleinere aantal turbines. Door het grotere aantal turbines in het basisalternatief is het absolute ruimtebeslag bij variant 2 van dit alternatief het grootst. Het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is door de grotere energieopbrengst echter bij de varianten van het basisalternatief het kleinst. Het grootste ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie wordt veroorzaakt door de basisvariant van alternatief 2.

Alle alternatieven (en hun varianten) veroorzaken door hun ligging van de windturbines op een afstand kleiner dan 400 meter van belangrijke foerageer- en rustgebieden van wintergasten verstoring van wintergasten. De indicatie van het absolute aantal verstoorde wintergasten is voor variant 2 van alternatief 2 het grootst. Dit wordt veroorzaakt door de grote onderlinge afstand van de turbines (540 meter bij de westelijke en 460 meter bij de oostelijke opstelling). Door een grote onderlinge afstand is het verstoorde oppervlak ook relatief groot. Voor de andere alternatieven geldt ook dat variant 2 steeds een grotere verstoring veroorzaakt dan de basisvariant en variant 1 door een grotere onderlinge afstand.
Per eenheid van opgewekte energie is het aantal verstoorde wintergasten van de varianten van alternatief 2 met de kleinste energieopbrengst het grootst. Binnen alternatief 2 scoort de basisvariant het meest ongunstig. Deze variant heeft dan ook de kleinste energieopbrengst. De varianten van het basisalternatief en alternatief veroorzaken vergelijkbare aantallen verstoorde wintergasten per eenheid opgewekte energie.

Tabel 5.2.2-1: Absolute scores van de effectbeoordeling zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief			Alternatief 1				Alternatief 2		
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2	Basisvariant		Variant 1	Variant 2	Basisvariant	Variant 1	Variant 2
					West	*Oost*					
Technische- en plaatsings gegevens											
Ashoogte	Meter	85	95	124	85	78	95	124	85	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	70	72	90	114	75	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	4.400	4.100	6.300	10.200	4.400	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	1,5	1,5	2,5	4,5	1,5	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	100	100	102	105	100	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Aantal turbines op locatie	N	2x9	2x9	2x8	9	8	9 en 8	8 en 7	2x7	2x7	2x6
Spatiering	Meter	400	400	460	400	Tussen 415-445	Tussen 400-445	Tussen 480-500	400 resp. 380	400 resp. 380	540 resp. 460
Opgesteld vermogen	MW	27,0	45,0	72,0		25,5	42,5	67,5	21,0	35,0	54,0
Opbrengsten											
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	75.929	123.811	198.098		64.561	117.143	186.051	50.863	90.754	140.020
Vermeden primaire energie	GJ	626.937	1.022.293	1.635.668		533.072	967.236	1.536.198	419.970	749.345	1.156.132
CO2 emissiereductie	Kton	42	68	108		35	64	102	28	50	77
SO2	TON	32	53	84		27	50	79	22	39	60
NOx	TON	11	19	30		10	18	28	8	14	21
Natuur en vogels											
Ruimtebeslag	M2	2.700	2.700	3.200		2.550	2.550	3.000	2.100	2.100	2.400
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Per locatie	931	1.334	1.919		814	1.259	1.799	724	1.037	1.439
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Per locatie	1.309	1.309	1.316		1.278	1.278	1.303	1.189	1.189	1.477
Barrièrewerking	Kwalitatief	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Landschap en cultuurhistorie											
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	++	++	++		+	+	+	+	+	0
Geluid											
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal	369	626	989		415	912	1159	639	757	870
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal	13	39	116		6	39	111	0	16	218
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	18,8	23,4	29,9		11,6	23,3	30	10,7	13,5	18,3
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	5,1	7,1	10,3		2,8	6,6	9,7	3,6	3,6	6,6
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal	86	121	266		82	124	268	59	193	319
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	12	14,5	17,8		11,3	13,5	17,3	8,8	10	12,2
Aantal woningen binnen WNC contour	Aantal	1	13	63		2	6	43	0	0	62
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)											
Bebouwing	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Wegen	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Spoorwegen	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Waterwegen	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Industrie	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Hoogspanningslijnen	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Ondergrondse leidingen	Kwantitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Straalpaden	Kwantitatief	0	72,1	120,6		0	49,6	101,1	0	0	0
Slagschaduw											
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	9	25	98		9	40	95	1	5	73
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	18	39	137		21	54	122	2	21	159
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	55	86	273		73	109	274	16	131	474

Tabel 5.2.2-2: Scores van de effectbeoordeling per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief			Alternatief 1				Alternatief 2		
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2	Basisvariant		Variant 1	Variant 2	Basisvariant	Variant 1	Variant 2
					West	*Oost*					
Technische- en plaatsings gegevens											
Ashoogte	Meter	85	95	124	85	78	95	124	85	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	70	72	90	114	75	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	4.400	4.100	6.300	10.200	4.400	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	1,5	1,5	2,5	4,5	1,5	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	100	100	102	105	100	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Aantal turbines op locatie	N	2x9	2x9	2x8	9	8	9 en 8	8 en 7	2x7	2x7	2x6
Spatiering	Meter	400	400	460	400	Tussen 415-445	Tussen 400-445	Tussen 480-500	400 resp. 380	400 resp. 380	540 resp. 460
Opgesteld vermogen	MW	27,0	45,0	72,0		25,5	42,5	67,5	21,0	35,0	54,0
Opbrengsten											
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	75.929	123.811	198.098		64.561	117.143	186.051	50.863	90.754	140.020
Vermeden primaire energie	GJ	626.937	1.022.293	1.635.668		533.072	967.236	1.536.198	419.970	749.345	1.156.132
CO2 emissiereductie	Kton	42	68	108		35	64	102	28	50	77
SO2	TON	32	53	84		27	50	79	22	39	60
NOx	TON	11	19	30		10	18	28	8	14	21
Natuur en vogels											
Ruimtebeslag	M2	35,56	21,81	16,15		39,50	21,77	16,12	41,29	23,14	17,14
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Aantal/GWh	12,26	10,77	9,69		12,61	10,75	9,67	14,23	11,43	10,28
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Aantal/GWh	17,24	10,57	6,64		19,80	10,91	7,00	23,38	13,10	10,55
Barrièrewerking	Kwalitatief	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Landschap en cultuurhistorie											
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	++	++	++		+	+	+	+	+	0
Geluid											
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal/GWh	4,86	5,06	4,99		6,43	7,79	6,23	12,56	8,34	6,21
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal/GWh	0,17	0,31	0,59		0,09	0,33	0,60	0,00	0,18	1,56
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	0,25	0,19	0,15		0,18	0,20	0,16	0,21	0,15	0,13
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	0,07	0,06	0,05		0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal/GWh	1,13	0,98	1,34		1,27	1,06	1,44	1,16	2,13	2,28
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	0,16	0,12	0,09		0,18	0,12	0,09	0,17	0,11	0,09
Geluidimmissie t.o.v. referentieniveau		0,01	0,10	0,32		0,03	0,05	0,23	0,00	0,00	0,44
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)											
Bebouwing	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spoorwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Waterwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrie	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hoogspanningslijnen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ondergrondse leidingen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Straalpaden	Aantal/GWh	0,00	0,58	0,61		0,00	0,42	0,54	0,00	0,00	0,00
Slagschaduw											
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,12	0,20	0,49		0,14	0,34	0,51	0,02	0,06	0,52
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,24	0,31	0,69		0,33	0,46	0,66	0,04	0,23	1,14
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,72	0,69	1,38		1,13	0,93	1,47	0,31	1,44	3,39

Het meest optimale op deze locatie is om de turbines zo ver mogelijk weg te zetten van vogelrijke gebieden. Dit is echter voor deze locatie niet echt mogelijk zoals ook uit de alternatieven al blijkt.

Voor alle alternatieven is sprake van een aanvaringsrisico van vogels met de turbines door de nabijheid van vogelrijke natuurgebieden, waardoor lokale vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied plaatsvinden dwars over de lijnopstelling heen. De indicatie van het absolute aantal slachtoffers door aanvaring is het grootst bij de varianten van het basisalternatief door het groter aantal turbines ten opzichte van de varianten van alternatief 1 en 2.
De indicatie van het aantal slachtoffers door aanvaring per eenheid van opgewekte energie is echter voor de varianten van alternatief 2 het grootst door de kleine energieopbrengst van deze varianten. Binnen alternatief 2 scoort variant 2 met de grootste energieopbrengst het meest gunstig.

Voor de varianten van de drie alternatieven is sprake van barrièrewerking. Dit wordt veroorzaakt door de lengte van de lijnopstelling (groter dan zes turbines) en een matig vogelrijke omgeving. Er zijn geen duidelijke verschillen in barrièrewerking tussen de varianten aan te duiden.

Voor het aanvaringsrisico zijn enkele mitigerende maatregelen mogelijk. Het aanvaringsrisico is het grootst rond de kern van de rotorbladen, hoe minder kernen hoe beter. Dit betekent dus hoe minder turbines hoe beter. Variant 1 en variant 2 hebben minder turbines dan de basisvariant en komen, indien wordt gekeken naar het absolute aantal slachtoffers, ook altijd als gunstiger naar voren dan de basisvariant. Per eenheid opgewekte energie is het echter precies andersom.
Daarnaast kan het aanvaringsrisico 's nachts en met slecht zicht worden verminderd *wanneer de turbines goed zichtbaar zijn, bijvoorbeeld door een verlichting op de* rotorbladen, dicht bij de kern aan te brengen.

Samenvattend is voor natuur en vogels het basisalternatief het meest geschikte alternatief. Het verschil met alternatief 1 is echter zeer minimaal. Binnen het basisalternatief (en alternatief 1) komt als gekeken wordt naar eenheid opgewekte energie, variant 2 als meest gunstig naar voren.

Landschap en cultuurhistorie
Geen van de alternatieven veroorzaakt negatieve effecten op de landschappelijke karakteristiek en structuur en cultuurhistorische waarden. De varianten van het basisalternatief hebben de grootste ruimtelijke kwaliteit, doordat de twee lijnopstellingen een sterke relatie met elkaar hebben; de lijnen zijn even groot (negen turbines) en staan beide even ver van het kanaal. De opstellingen kennen geen hiaten, de onderlinge afstand tussen de turbines is constant en de turbines worden in één strakke lijn evenwijdig aan een dominante structuur (het kanaal) geplaatst. Het totaalbeeld is daarmee rustig en helder en kwalitatief goed.

Geluid
Alle alternatieven veroorzaken zonder mitigerende maatregelen allebei een toename van het aantal objecten (woningen en bedrijven) binnen de 50 MKM contour ten opzichte van de autonome ontwikkeling.

Het absolute aantal objecten en ruimtebeslag binnen de contouren (40 en 50 dB(A) en 50 MKM) en de geluidimmissie is bij de basisvariant van alternatief 2 het kleinste..Ook per eenheid opgewekte energie scoort de basisvariant van alternatief 2 relatief gunstig.

Met de beschikbare gegevens konden de effecten voor de uitbreiding van het bedrijventerrein bij Wijk bij Duurstede niet onderzocht worden. Omdat dit een bedrijventerrein betreft met een geluidszonering, zullen de mogelijke effecten vóór de plaatsing van de turbines nader onderzocht moeten worden.

Om de geluidseffecten te verminderen is een meest voor de hand liggende maatregel de keuze voor een turbine met een zo laag mogelijke geluidemissie. Qua geluidproductie en (vooral) de reductie ervan zijn windturbines nog steeds in ontwikkeling. In het verleden zijn vooral de overbrenging van de rotor naar de generator onder handen genomen. Op het ogenblik richten de ontwikkelingen zich vooral op de vormgeving van de bladen, wieken en de mast teneinde het aërodynamisch geluid te verminderen. Steeds meer turbines (in ieder geval alle nieuwe typen) zijn voorzien van een certificaat waarin het bronvermogen, bepaald volgens een gestandaardiseerde meetmethode, wordt gegarandeerd.

Daarnaast kunnen de effecten van het geluid flink gereduceerd worden door het toerental van de turbines terug te regelen. Dit houdt weliswaar in dat de opbrengst van de molens afneemt, maar tegelijkertijd kan met deze maatregel in veel gevallen de geluidsproductie teruggebracht worden tot een acceptabel niveau (tot ca. 5 dB(A) minder). Omdat de mate van hinder in de stille nachtperiode groter is dan overdag, zou er ook voor gekozen kunnen worden om alleen gedurende de nacht terug te regelen, zodat de opbrengstverliezen beperkt kunnen blijven.

Vanwege de hoogte van de turbines is het reduceren van de geluidimmissie niet mogelijk door middel van schermen, zoals bij wegverkeerslawaai. Wel is het mogelijk bij de ontvanger maatregelen te treffen om het geluidniveau binnen de woning te reduceren.

Veiligheid
Bij het basisalternatief en alternatief 1 treden alleen met betrekking tot straalpaden mogelijke veiligheidsrisico's op. Voor variant 1 en 2 van het basisalternatief en variant 2 van alternatief 1 wordt niet voldaan aan de veiligheidsafstand tot straalpaden die zijn gelegen ter hoogte van Schalkwijk. In absolute zin en per eenheid opgewekte energie is het effect het grootst bij variant 2 van het basisalternatief. De effecten op de straalpaden zijn goed te mitigeren door het plaatsen van een steunzender. Dit zal in overleg met de beheerder moeten gebeuren.

Slagschaduw
Bij de varianten van beide alternatieven ondervinden objecten (woningen en kantoren) in het real case scenario (zie bijlage 3) effecten van slagschaduw die boven de norm van de AMvB 487[17] uitstijgt. Het absolute aantal objecten en het aantal objecten per eenheid opgewekte energie is in het real case scenario bij de basisvariant en variant 1 van alternatief 2 het kleinst. Het gaat hierbij om een klein verschil met de basisvariant en

[17] De AMvB geeft in hoofdstuk 5 Windturbines, paragraaf 5.1 Voorschriften met betrekking tot de installatie aan dat de windturbine voorzien moet zijn van een automatisch stilstandvoorziening indien de afstand tussen de windturbine en 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.

variant 1 van het basisalternatief en alternatief 1 dat wordt veroorzaakt door verspreid liggende bebouwing in het gebied.

Binnen alternatief 2 is per eenheid opgewekte energie het verschil met variant 2 relatief groot. Dit wordt veroorzaakt doordat sprake is van grotere turbines, die een grotere hoeveelheid slagschaduw veroorzaken.

Het absolute en per eenheid opgewekte energie aantal door slagschaduw gehinderde objecten is logischerwijze in de twee andere scenario's (worst case zon en worst case zon/wind) bij beide alternatieven groter dan in het real case scenario. Het aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie is in beide worst case scenario's bij de varianten van alternatief 1 groter dan bij de varianten van het basisalternatief. Het grootste aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie in beide worst case scenario's wordt echter veroorzaakt door variant 2 van alternatief 2. Dit wordt veroorzaakt doordat de contouren van de worst case scenario's bij alternatief 2 deels over de bebouwing van Schalkwijk vallen.

De effecten van slagschaduw kunnen door toepassing van bepaalde verzachtende (mitigerende) maatregelen goed worden verminderd. Hierbij gaat het om een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen. Hierbij is echter wel de medewerking van netwerkbeheerders nodig in verband met de stabiliteit van het net.
Ook kunnen maatregelen genomen worden aan of bij de objecten (woningen en kantoren) die hinder ondervinden. Zo kan er worden overwogen of het aanplanten van begroeiing tot de mogelijkheden behoort. Deze begroeiing zal (afhankelijk van het seizoen) de slagschaduw kunnen verminderen. Ook het plaatsen van zonwering op objecten is een mogelijkheid.

Conclusie
- De opbrengsten zijn voor variant 2 van het basisalternatief het grootst;
- Voor natuur komt variant 2 van het basisalternatief als meest gunstig naar voren;
- Voor landschap en cultuurhistorie komt het basisalternatief als het meest gunstig naar voren;
- Voor geluid komt de basisvariant van alternatief 2 als meest gunstig naar voren;
- Voor veiligheid zijn de basisvarianten van het basisalternatief en alternatief 1, variant 1 van alternatief 1 en alle varianten van alternatief 2 het meest gunstig;
- Voor slagschaduw is de basisvariant van alternatief 2 het meest gunstig.

5.2.3 Locatie A2 Breukelen/Loenen

In tabel 5.2.3-1 en 5.2.3-1 zijn overzichten opgenomen van respectievelijk de absolute scores en de scores per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect. Een uitgebreide beschrijving van de scores is opgenomen in deel B hoofdstuk 4, Locatie Breukelen/Loenen.

De effecten per eenheid opgewekte energie worden uitgedrukt in GWh: 1000 x 1000 kWh. Waar dus in de tabel staat dat er sprake is van bijvoorbeeld 14,23 vogelslachtoffer per 1000 MWh, is dit gelijk aan 0,00001423 slachtoffer per kWh!

Toelichting
Uit tabel 5.2.3-1 en 5.2.3-2 is per aspect het volgende af te leiden:

Technische en plaatsingsgegevens
Er is sprake van een aantal verschillen tussen de twee alternatieven. De rotordiameter van de basisvariant van alternatief 1 bedraagt 70 meter (noordelijke opstelling) en 80 meter (zuidelijke opstelling) in tegenstelling tot die van de basisvariant van het basisalternatief (75 meter). Dit verschil wordt veroorzaakt doordat alternatief 1 een initiatief van Wilde Wind (noordelijke opstelling) en ENECO/WEOM (zuidelijke opstelling) betreft. Daarnaast is de onderlinge afstand van de noordelijke opstelling (Wilde Wind) van de basisvariant kleiner dan die van de zuidelijke opstelling (ENECO/WEOM).

Opbrengsten
Er zijn beperkte verschillen tussen de opbrengsten (park rendement, vermeden primaire energie, CO_2-, SO_2- en NO_x-emissiereductie) van het basisalternatief en alternatief 1. De opbrengsten van variant 2 van beide alternatieven zijn het grootst.

Natuur en vogels
Het absolute ruimtebeslag is voor alle varianten van het basisalternatief en alternatief 1 vrijwel gelijk. Er zijn vrijwel geen verschillen tussen de basisvariant, variant 1 en variant 2 van het basisalternatief en alternatief 1 voor het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie. Het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is door de grotere energieopbrengst voor variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 het kleinst.

Geen van de alternatieven (en hun varianten) veroorzaken door hun ligging van de windturbines verstoring van wintergasten.

Voor alle alternatieven is sprake van een aanvaringsrisico van vogels met de turbines door de nabijheid van vogelrijke natuurgebieden, waardoor lokale vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied plaatsvinden dwars over de lijnopstelling heen. De indicatie van het absolute aantal slachtoffers door aanvaring is voor het basisalternatief en alternatief 1 vrijwel gelijk.
Binnen de alternatieven is de indicatie van het aantal slachtoffers door aanvaring per eenheid van opgewekte energie is voor de varianten 2 het kleinst door de relatief grote energieopbrengst van deze varianten.

Voor het aanvaringsrisico zijn enkele mitigerende maatregelen mogelijk. Het aanvaringsrisico is het grootst rond de kern van de rotorbladen, hoe minder kernen hoe beter. Dit betekent dus hoe minder turbines hoe beter. Variant 1 en variant 2 hebben minder turbines dan de basisvariant en komen, indien wordt gekeken naar het absolute aantal slachtoffers, ook altijd als gunstiger naar voren dan de basisvariant. Per eenheid opgewekte energie is het echter precies andersom.
Daarnaast kan het aanvaringsrisico 's nachts en met slecht zicht worden verminderd wanneer de turbines goed zichtbaar zijn, bijvoorbeeld door een verlichting op de rotorbladen, dicht bij de kern aan te brengen.

Voor alle varianten van de twee alternatieven is sprake van barrièrewerking. Dit wordt veroorzaakt door korte lijnopstellingen en een vogelrijke omgeving. Er zijn geen duidelijke verschillen in barrièrewerking tussen de varianten aan te duiden. Samenvattend is voor natuur en vogels het verschil tussen het basisalternatief en alternatief 1 beperkt. Binnen de alternatieven komt, als gekeken wordt naar eenheid opgewekte energie, variant 2 steeds als meest gunstig naar voren.

Tabel 5.2.3-1: Absolute scores van de effectbeoordeling zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief			Alternatief 1				
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2	Basisvariant		Variant 1		Variant 2
					Noord	*Zuid*	*Noord*	*Zuid*	
Technische- en plaatsings gegevens									
Ashoogte	Meter	85	95	124	85	80	95	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	70	80	90	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	4.400	5.000	6.300	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	2,0	2,0	2,5	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	100	100	102	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Aantal turbines op locatie	N	2x4	2x4	2x3	4	4	3	4	2x3
Spatiering	Meter	400	400	500	250	380-420	400	400	500
Opgesteld vermogen	MW	12,0	20,0	27,0		16,0		17,5	27,0
Opbrengsten									
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	37.641	61.891	83.553		41.089		53.886	83.138
Vermeden primaire energie	GJ	310.797	511.027	689.886		339.267		444.930	686.464
CO2 emissiereductie	Kton	21	34	46		22		29	45
SO2	TON	16	26	36		17		23	35
NOx	TON	6	9	13		6		8	12
Natuur en vogels									
Ruimtebeslag	M2	1.200	1.200	1.200		1.200		1.050	1.200
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Per locatie	414	593	720		414		519	720
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Per locatie								
Barrièrewerking	Kwalitatief	-	-	-		-		-	-
Landschap en cultuurhistorie									
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	-	-	-		0		0	0
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0	0		-		0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	-	-	--		-		--	--
Geluid									
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal	1193	1836	955		1233		2280	3287
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal	23	29	72		2		5	167
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	9,3	12,3	15,1		8,6		11,1	14,9
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	2,1	2,9	3,7		1,9		2,5	3,8
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal	62	118	164		317		492	682
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	43,1	44	45,3		43		43,9	45,3
Aantal woningen binnen WNC contour	Aantal	18	23	20		1		3	11
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)									
Woningen	Kwantitatief	4	0	0		0		0	0
Wegen	Kwantitatief	0	0	0		0		0	0
Spoorwegen	Kwantitatief	99,6	195,6	292,4		0		0	0
Waterwegen	Kwantitatief	0	0	0		0		0	0
Industrie	Kwantitatief	0	0	0		0		0	0
Hoogspanningslijnen	Kwantitatief	855,5	1015,4	1127		855,5		1031,7	1133,5
Ondergrondse leidingen	Kwantitatief	0	0	680,4		229,4		313	706,8
Straalpaden	Kwantitatief	0	0	0		0		0	0
Bedrijven	Kwantitatief	0	6	6		0		0	0
Slagschaduw									
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	24	39	487		4		5	287
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	28	56	622		4		17	615
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	219	436	772		34		51	954

Tabel 5.2.3-2: Scores van de effectbeoordeling per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief			Alternatief 1				
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2	Basisvariant		Variant 1		Variant 2
					Noord	*Zuid*	*Noord*	*Zuid*	
Technische- en plaatsings gegevens									
Ashoogte	Meter	85	95	124	85	80	95	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	70	80	90	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	4.400	5.000	6.300	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	2,0	2,0	2,5	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	100	100	102	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Aantal turbines op locatie	N	2x4	2x4	2x3	4	4	3	4	2x3
Spatiering	Meter	400	400	500	250	380-420	400	400	500
Opgesteld vermogen	MW	12,0	20,0	27,0		16,0		17,5	27,0
Opbrengsten									
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	37.641	61.891	83.553		41.089		53.886	83.138
Vermeden primaire energie	GJ	310.797	511.027	689.886		339.267		444.930	686.464
CO2 emissiereductie	Kton	21	34	46		22		29	45
SO2	TON	16	26	36		17		23	35
NOx	TON	6	9	13		6		8	12
Natuur en vogels									
Ruimtebeslag	M2	31,88	19,39	14,36		29,20		19,49	14,43
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Aantal/GWh	11,00	9,58	8,62		10,08		9,63	8,66
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00
Barrièrewerking	Kwalitatief	-	-	-		-		-	-
Landschap en cultuurhistorie									
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	-	-	-		0		0	0
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0	0		-		0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	-	-	--		-		--	--
Geluid									
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal/GWh	31,69	29,67	11,43		30,01		42,31	39,54
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal/GWh	0,61	0,47	0,86		0,05		0,09	2,01
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	0,25	0,20	0,18		0,21		0,21	0,18
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	0,06	0,05	0,04		0,05		0,05	0,05
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal/GWh	1,65	1,91	1,96		7,71		9,13	8,20
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	1,15	0,71	0,54		1,05		0,81	0,54
Geluidimmissie t.o.v. referentieniveau		0,48	0,37	0,24		0,02		0,06	0,13
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)									
Woningen	Aantal/GWh	0,11	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00
Wegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00
Spoorwegen	Aantal/GWh	2,65	3,16	3,50		0,00		0,00	0,00
Waterwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00
Industrie	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00
Hoogspanningslijnen	Aantal/GWh	22,73	16,41	13,49		20,82		19,15	13,63
Ondergrondse leidingen	Aantal/GWh	0,00	0,00	8,14		5,58		5,81	8,50
Straalpaden	Aantal/GWh	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00
Bedrijven	Aantal/GWh	0,00	0,10	0,07		0,00		0,00	0,00
Slagschaduw									
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,64	0,63	5,83		0,10		0,09	3,45
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,74	0,90	7,44		0,10		0,32	7,40
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	5,82	7,04	9,24		0,83		0,95	11,47

Landschap en cultuurhistorie
De zuidelijke lijnopstelling van het basisalternatief leidt tot negatieve effecten op de landschappelijke karakteristiek en structuur. Dit wordt veroorzaakt doordat de opstelling in een sterk verrommeld landschap is gelegen wat door de windturbines verder versterkt zal worden. Dit geldt voor alle varianten van het basisalternatief.

Een van de turbines van de basisvariant van de noordelijke opstelling van alternatief 1 bevindt zich pal naast de Honderdsche Wetering, een wetering van cultuurhistorisch hoge waarde. De waarde van het element kan daarmee worden aangetast. Variant 1 en variant 2 van alternatief 1 veroorzaken dit effect niet.

De ruimtelijke kwaliteit van met name variant 2 van het basisalternatief en variant 1 en 2 van alternatief 1 is zeer gering. Dit wordt bij variant 2 van beide alternatieven veroorzaakt door het ongelijke aantal turbines in de twee lijnopstellingen en door het geringe aantal turbines in de opstellingen. Bij variant 1 van alternatief 1 gaat het om het geringe aantal turbines is de opstellingen.

Vanuit landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit heeft het de voorkeur de zuidelijke opstelling van alternatief 1 te combineren met de noordelijke opstelling van het basisalternatief. Op deze wijze treden er geen effecten op voor de Hondersche Wering en worden twee gelijksoortige opstellingen met identieke tussenafstanden in een zelfde type landschap gerealiseerd.

Geluid
Het basisalternatief en alternatief 1 veroorzaken zonder mitigerende maatregelen allebei een toename van het aantal objecten (woningen en bedrijven) binnen de 50 MKM contour[18] ten opzichte van de autonome ontwikkeling[19]. Deze toename is het grootst bij alternatief 1. Ook per eenheid opgewekte energie scoort alternatief 1 voor objecten binnen de 50 MKM contour aanzienlijk ongunstiger dan het basisalternatief. Tussen de varianten van alternatief 1 is het verschil per eenheid opgewekte energie het verschil niet zo groot.
Voor geluidimmissie ten opzichte van het referentieniveau scoort het basisalternatief echter ongunstiger dan alternatief 1.

Om de geluidseffecten te verminderen is een meest voor de hand liggende maatregel de keuze voor een turbine met een zo laag mogelijke geluidemissie. Qua geluidproductie en (vooral) de reductie ervan zijn windturbines nog steeds in ontwikkeling. In het verleden zijn vooral de overbrenging van de rotor naar de generator onder handen genomen. Op het ogenblik richten de ontwikkelingen zich vooral op de

[18] 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.

[19] De A2 zal aan de westzijde worden verbreed. Op basis van prognoses van Rijkswaterstaat zal de verkeerintensiteit toenemen. Bij het berekenen van de geluidbelasting vanwege wegverkeer op de A2 ter hoogte van Breukelen is gebruik gemaakt van rekenmodellen die zijn opgesteld voor het vaststellen van de hoogte van de benodigde geluidschermen. Door het toepassen van geluidschermen wordt de geluidbelasting in de omgeving gereduceerd. Uitgegaan is, op aangeven door Rijkswaterstaat, van het scenario 2 maal vier rijstroken en een schermhoogte van 5.5 meter. Het peiljaar is 2015-2020. Opgemerkt dient hierbij te worden dat het project voor het vaststellen van de schermen langs de A2 nog lopende is en er uitgegaan is van de laatste prognoses.

vormgeving van de bladen, wieken en de mast teneinde het aërodynamisch geluid te verminderen. Steeds meer turbines (in ieder geval alle nieuwe typen) zijn voorzien van een certificaat waarin het bronvermogen, bepaald volgens een gestandaardiseerde meetmethode, wordt gegarandeerd.

Daarnaast kunnen de effecten van het geluid flink gereduceerd worden door het toerental van de turbines terug te regelen. Dit houdt weliswaar in dat de opbrengst van de molens afneemt, maar tegelijkertijd kan met deze maatregel in veel gevallen de geluidsproductie teruggebracht worden tot een acceptabel niveau (tot ca. 5 dB(A) minder). Omdat de mate van hinder in de stille nachtperiode groter is dan overdag, zou er ook voor gekozen kunnen worden om alleen gedurende de nacht terug te regelen, zodat de opbrengstverliezen beperkt kunnen blijven.

Vanwege de hoogte van de turbines is het reduceren van de geluidimmissie niet mogelijk door middel van schermen, zoals bij wegverkeerslawaai. Wel is het mogelijk bij de ontvanger maatregelen te treffen om het geluidniveau binnen de woning te reduceren.

Veiligheid
De zuidelijke lijnopstelling (alle varianten) van het basisalternatief is vanuit veiligheidsoogpunt niet haalbaar. De afstand van de turbines tot de spoorlijn en een hoogspanningsleiding is namelijk kleiner dan door ProRail en de netwerkbeheerder wordt gehanteerd. Daarnaast geldt voor de basisvariant dat er vier woningen binnen de veiligheidscontour vallen. Hierbij gaat het om woningen van initiatiefnemers. 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 is 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.
Bij de varianten 1 en 2 van de zuidelijke opstelling zal mogelijk een risicoanalyse moeten worden uitgevoerd met betrekking tot het naast gelegen industrieterrein, afhankelijk van het type bedrijven.
Er ontstaat bij variant 2 van het basisalternatief een veiligheidsrisico met betrekking tot ondergrondse leidingen ten westen van de A2. Dit geldt voor zowel de noordelijke als zuidelijke opstelling. De noordelijke opstelling van het basisalternatief veroorzaakt verder geen belemmeringen op het gebied van veiligheid.

Ook voor de zuidelijke opstelling van alternatief 1 (alle varianten) geldt dat de afstand van de turbines tot de hoogspanningsleiding en ondergrondse leiding te klein is. De noordelijke opstelling van alternatief 1 (alle varianten) veroorzaakt geen belemmeringen.

Weliswaar zijn er voor de zuidelijke opstelling van alternatief 1 belemmeringen op gebied van hoogspanningsleidingen, maar de netwerkbeheerder ENBU heeft schriftelijk toegezegd dat bij de zuidelijke opstelling een afstand van 70 meter ten opzicht van de hoogspanningsleiding aangehouden mag worden. In dat geval zijn de effecten verwaarloosbaar. Met betrekking tot de ondergrondse leidingen is het aan te bevelen

overleg te voeren met de Gasunie en eventueel een risicoanalyse uit te voeren voor plaatsing van de turbines.
Onder deze voorwaarde is een combinatie van de zuidelijke lijnopstelling van alternatief 1 (basisvariant) met een noordelijke opstelling van het basisalternatief of alternatief 1 (alle varianten) vanuit veiligheid wel haalbaar.

Slagschaduw
Bij de varianten van beide alternatieven ondervinden objecten (woningen en kantoren) in het real case scenario (zie bijlage 3) effecten van slagschaduw die boven de norm van de AMvB 487[20] uitstijgt.
Het absolute aantal objecten en het aantal objecten per eenheid opgewekte energie is in het real case scenario bij de varianten van het basisalternatief groter dan bij de varianten van alternatief 1. Dit wordt vooral veroorzaakt door de ligging van de zuidelijke opstelling van het basisalternatief dicht bij het bedrijventerrein ten zuidwesten van Breukelen.

Binnen alternatief 1 is per eenheid opgewekte energie het verschil van de basisvariant met variant 2 relatief groot. Dit wordt veroorzaakt doordat sprake is van grotere turbines, die een grotere hoeveelheid slagschaduw veroorzaken.

Het absolute en per eenheid opgewekte energie aantal door slagschaduw gehinderde objecten is logischerwijze in de twee andere scenario's (worst case zon en worst case zon/wind) bij beide alternatieven groter dan in het real case scenario. Het aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie is in beide worst case scenario's bij de varianten van het basisalternatief groter dan bij de varianten van alternatief 1. Het grootste aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie in beide worst case scenario's wordt echter veroorzaakt door variant 2 van alternatief 1. Dit wordt veroorzaakt doordat de contouren van de worst case scenario's bij alternatief 1 deels over de bebouwing van Maarssen vallen.

Door toepassing van bepaalde verzachtende (mitigerende) maatregelen kunnen de slagschaduweffecten worden verminderd. Hierbij gaat het om een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen. Hierbij is echter wel de medewerking van netwerkbeheerders nodig in verband met de stabiliteit van het net. Ook kunnen maatregelen worden genomen aan of bij de objecten die slagschaduwhinder ondervinden. Zo kan er worden overwogen of het aanplanten van begroeien tot de mogelijkheden behoort. Deze begroeiing zal (afhankelijk van het seizoen) de slagschaduw kunnen verminderen. Ook het plaatsen van zonwering op objecten (woningen en kantoren) is een mogelijkheid.

[20] De AMvB geeft in hoofdstuk 5 Windturbines, paragraaf 5.1 Voorschriften met betrekking tot de installatie aan dat de windturbine voorzien moet zijn van een automatisch stilstandvoorziening indien de afstand tussen de windturbine en 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.

Conclusie

- De opbrengsten van variant 2 van het basisalternatief en alternatief 1 zijn het grootst;
- Voor natuur is het verschil tussen het basisalternatief en alternatief 1 beperkt; variant 2 van beide alternatieven scoort het meest gunstig;
- Vanuit landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit heeft het de voorkeur de zuidelijke opstelling van alternatief 1 te combineren met de noordelijke opstelling van het basisalternatief;
- Voor geluid komt het basisalternatief als meest gunstig naar voren; de verschillen tussen de varianten binnen het basisalternatief zijn gering;
- Voor veiligheid is combinatie van de zuidelijke lijnopstelling van alternatief 1 (basisvariant) met een noordelijke opstelling van het basisalternatief of alternatief 1 (alle varianten) vanuit veiligheid haalbaar;
- Voor slagschaduw zijn de basisvariant en variant 1 van alternatief 1 het meest gunstig.

5.2.4 Locatie A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort

In tabel 5.2.4-1 en 5.2.4-1 zijn overzichten opgenomen van respectievelijk de absolute scores en de scores per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect. Een uitgebreide beschrijving van de scores is opgenomen in deel B hoofdstuk 5, Locatie Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort.

De effecten per eenheid opgewekte energie worden uitgedrukt in GWh: 1000 x 1000 kWh. Waar dus in de tabel staat dat er sprake is van bijvoorbeeld 14,23 vogelslachtoffer per 1000 MWh, is dit gelijk aan 0,00001423 slachtoffer per kWh!

Toelichting
Uit tabel 5.2.4-1 en 5.2.4-2 is per aspect het volgende af te leiden:

Technische en plaatsingsgegevens
Er is sprake van een aantal verschillen tussen de alternatieven. De rotordiameter van de basisvariant van alternatief 1 bedraagt 80 meter (westelijke opstelling) en 80 meter (oostelijke opstelling). De rotordiameter van de basisvariant van het basisalternatief en alternatief 2 bedraagt 75 meter. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat de westelijke opstelling van alternatief 1 een initiatief van Groenraedt betreft en de oostelijke opstelling qua rotordiameter hierop is afgestemd.

Opbrengsten
Er zijn beperkte verschillen tussen de opbrengsten (park rendement, vermeden primaire energie, CO_2-, SO_2- en NO_x-emissiereductie) van het basisalternatief, alternatief 1 en 2. Varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 hebben de hoogste opbrengsten (variant 2 van alternatief 2 is komen te vervallen (zie hoofdstuk 4)).

Natuur en vogels
Het absolute ruimtebeslag is voor alle varianten van het basisalternatief, alternatief 1 en alternatief 2 vrijwel gelijk. Het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is door de grotere energieopbrengst voor variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 het kleinst.

Tabel 5.2.4-1: Absolute scores van de effectbeoordeling zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief				Alternatief 1					Alternatief 2	
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2		Basisvariant		Variant 1	Variant 2		Basisvariant	Variant 1
				West	Oost	40m	320-420m		West	Oost		
Technische- en plaatsings gegevens												
Ashoogte	Meter	85	95	124	124	80	80	95	124	124	85	95
Rotor diameter	Meter	75	90	114	114	80	80	90	114	114	75	90
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	10.200	4.400	4.400	6.300	10.200	10.200	4.400	6.300
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	4,5	2,0	2,0	2,5	4,5	4,5	1,5	2,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	105	100	100	102	105	105	100	102
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Aantal turbines op locatie	N	2x5	2x5	5	4	5	5	2x5	5	4	2x6	2x6
Spatiering	Meter	420	420	540	540	420	420	420	500	500	420 resp. 400	420 resp. 400
Opgesteld vermogen	MW	15,0	25,0		40,5		20,0	25,0		40,5	18,0	30,0
Opbrengsten												
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	43.839	71.224		115.383		53.335	71.138		115.244	54.137	79.809
Vermeden primaire energie	GJ	361.973	588.088		952.703		440.381	587.378		951.552	447.003	658.973
CO2 emissiereductie	Kton	24	39		63		29	39		63	30	44
SO2	TON	19	30		49		23	30		49	23	34
NOx	TON	7	11		17		8	11		17	8	12
Natuur en vogels												
Ruimtebeslag	M2	1.500	1.500		1.800		1.500	1.500		1.800	1.800	1.800
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Per locatie	517	741		1.080		517	741		1.080	621	889
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Per locatie	208	208		226		208	208		214	121	121
Barrièrewerking	Kwalitatief	-	-		-		-	-		-	0	0
Landschap en cultuurhistorie												
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	-	-		-		-	-		-	0	0
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0		0		0	0		0	-	-
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	++	++		++		0	0		-	++	++
Geluid												
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal	3770	4974		6707		2104	3015		4484	3467	4750
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal	250	665		1504		0	1		279	39	536
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	11,4	15		21,3		11,2	14,9		21,1	9,4	11,9
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	2,7	3,8		5,8		2,7	3,8		5,8	3	3,9
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal	90	135		283		35	77		156	97	128
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	32,4	32,7		32,7		32,3	32,8		33,4	32,8	33,2
Aantal woningen binnen WNC contour	Aantal	2	249		656		0	0		3	1	107
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)												
Bebouwing	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Wegen	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Spoorwegen	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Waterwegen	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Industrie	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Hoogspanningslijnen	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Ondergrondse leidingen	Kwantitatief	1413,9	1847,7		2536,8		737,2	874,5		1135,5	630,7	782,7
Straalpaden	Kwantitatief	0	0		0		0	0		0	0	0
Slagschaduw												
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	147	187		527		0	0		34	3	68
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	197	358		723		0	0		60	68	228
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	432	786		1282		9	28		186	256	656

Tabel 5.2.4-2: Scores van de effectbeoordeling per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief				Alternatief 1					Alternatief 2	
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2		Basisvariant		Variant 1	Variant 2		Basisvariant	Variant 1
				West	Oost	40m	320-420m		West	Oost		
Technische- en plaatsings gegevens												
Ashoogte	Meter	85	95	124	124	80	80	95	124	124	85	95
Rotor diameter	Meter	75	90	114	114	80	80	90	114	114	75	90
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	10.200	4.400	4.400	6.300	10.200	10.200	4.400	6.300
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	4,5	2,0	2,0	2,5	4,5	4,5	1,5	2,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	105	100	100	102	105	105	100	102
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Aantal turbines op locatie	N	2x5	2x5	5	4	5	5	2x5	5	4	2x6	2x6
Spatiering	Meter	420	420	540	540	420	420	420	500	500	420 resp. 400	420 resp. 400
Opgesteld vermogen	MW	15,0	25,0		40,5		20,0	25,0		40,5	18,0	30,0
Opbrengsten												
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	43.839	71.224		115.383		53.335	71.138		115.244	54.137	79.809
Vermeden primaire energie	GJ	361.973	588.088		952.703		440.381	587.378		951.552	447.003	658.973
CO2 emissiereductie	Kton	24	39		63		29	39		63	30	44
SO2	TON	19	30		49		23	30		49	23	34
NOx	TON	7	11		17		8	11		17	8	12
Natuur en vogels												
Ruimtebeslag	M2	34,22	21,06		15,60		28,12	21,09		15,62	33,25	22,55
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Aantal/GWh	11,79	10,40		9,36		9,69	10,42		9,37	11,47	11,14
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Aantal/GWh	4,74	2,92		1,96		3,90	2,92		1,86	2,24	1,52
Barrièrewerking	Kwalitatief	-	-		-		-	-		-	0	0
Landschap en cultuurhistorie												
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	-	-		-		-	-		-	0	0
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	0	0		0		0	0		0	-	-
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	++	++		++		0	0		-	++	++
Geluid												
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal/GWh	86,00	69,84		58,13		39,45	42,38		38,91	64,04	59,52
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal/GWh	5,70	9,34		13,03		0,00	0,01		2,42	0,72	6,72
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	0,26	0,21		0,18		0,21	0,21		0,18	0,17	0,15
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	0,06	0,05		0,05		0,05	0,05		0,05	0,06	0,05
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal/GWh	2,05	1,90		2,45		0,66	1,08		1,35	1,79	1,60
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	0,74	0,46		0,28		0,61	0,46		0,29	0,61	0,42
Geluidimmissie t.o.v. referentieniveau		0,05	3,50		5,70		0,00	0,00		0,03	0,02	1,34
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)												
Bebouwing	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Wegen	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Spoorwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Waterwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Industrie	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Hoogspanningslijnen	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Ondergrondse leidingen	Aantal/GWh	32,25	25,94		21,99		13,82	12,29		9,85	11,65	9,81
Straalpaden	Aantal/GWh	0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Slagschaduw												
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	3,35	2,63		4,57		0,00	0,00		0,30	0,06	0,85
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	4,49	5,03		6,27		0,00	0,00		0,52	1,26	2,86
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	9,85	11,04		11,11		0,17	0,39		1,61	4,73	8,22

Alle alternatieven (en hun varianten) veroorzaken door hun ligging van de windturbines op een afstand kleiner dan 400 meter van belangrijke foerageer- en rustgebieden van wintergasten verstoring van wintergasten. De indicatie van het absolute aantal verstoorde wintergasten is voor de basisvariant en variant 1 van alternatief 2 het kleinst. Dit wordt veroorzaakt door het ontbreken van een opstelling ter hoogte van het vogelrijke gebied Eemnes/Baarn.
Per eenheid van opgewekte energie is het aantal verstoorde wintergasten van de variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 en de basisvariant en variant 1 van alternatief 2 het kleinst.

Het meest optimale op deze locatie is om de turbines zo ver mogelijk weg te zetten van vogelrijke gebieden. Alternatief 2 is in dat geval het meest optimaal.

Voor alle alternatieven is sprake van een aanvaringsrisico van vogels met de turbines door de nabijheid van vogelrijke natuurgebieden, waardoor lokale vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied plaatsvinden dwars over de lijnopstelling heen. De indicatie van het absolute aantal slachtoffers door aanvaring is voor alternatief 2 het grootst, omdat vooral bij Bunschoten grote aantallen vogels zich tussen slaapplaatsen en foerageergebieden bewegen.
Per eenheid opgewekte energie komen de varianten van alternatief 1 als meest gunstig naar voren.

Voor het aanvaringsrisico zijn enkele mitigerende maatregelen mogelijk. Het aanvaringsrisico is het grootst rond de kern van de rotorbladen, hoe minder kernen hoe beter. Dit betekent dus hoe minder turbines hoe beter. Variant 1 en variant 2 hebben minder turbines dan de basisvariant en komen, indien wordt gekeken naar het absolute aantal slachtoffers, ook altijd als gunstiger naar voren dan de basisvariant. Per eenheid opgewekte energie is het echter precies andersom.
Daarnaast kan het aanvaringsrisico 's nachts en met slecht zicht worden verminderd wanneer de turbines goed zichtbaar zijn, bijvoorbeeld door een verlichting op de rotorbladen, dicht bij de kern aan te brengen.

Voor de varianten van het basisalternatief en alternatief 1 is sprake van barrièrewerking. Dit wordt veroorzaakt door korte lijnopstellingen en een vogelrijke omgeving. Er zijn geen duidelijke verschillen in barrièrewerking tussen de varianten van deze alternatieven aan te duiden. Voor de varianten van alternatief 2 is geen sprake van barrièrewerking, omdat de dubbele lijnopstelling bij Eemnes/Baarn grenst aan bebouwd gebied en er weinig vliegbewegingen over deze lijnopstellingen worden verwacht.

Samenvattend komen voor natuur en vogels komen de varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 als meest gunstig naar voren.

Landschap en cultuurhistorie
Alleen de varianten van het basisalternatief en alternatief 1 scoren negatief voor landschappelijke karakteristiek en structuur. Dit wordt veroorzaakt doordat de opstelling ter hoogte van Bunschoten de openheid van de Eemvallei doorbreekt.
Alleen de varianten van alternatief 2 veroorzaakt effecten op de cultuurhistorische waarden, omdat drie tot vier turbines van het cluster zich op de historische zichtlijnen vanuit Baarn richting Eemnes bevinden.

De lijnopstellingen van het basisalternatief en alternatief 2 hebben een grote ruimtelijke kwaliteit. De lijnopstellingen van het basisalternatief hebben een strakke lijnvoering, geen hiaten en volgen de weg. Daarnaast is ook de samenhang tussen beide opstellingen helder: beide zijn even groot en zij bevinden zich op dezelfde – korte – afstand van de snelweg. Ook het cluster in alternatief 2 kent een strakke lijnvoering, geen hiaten en volgt de kavelstructuur. De ruimtelijke kwaliteit van alternatief 1 is het kleinst, omdat de samenhang tussen beide lijnopstellingen beperkt is (verschil in afstand tot de A1 en verschil in plaatsingsprincipe: volgen van weg óf kavels). Om dit effect te verminderen kan als mitigerende maatregel de lijnopstelling ter hoogte van Baarn naar het zuiden worden geschoven en de lijnopstelling ter hoogte van Bunschoten naar het noorden.

Geluid
De windturbines van alle drie de alternatieven veroorzaken zonder mitigerende maatregelen een toename van aantal objecten en het ruimtebeslag binnen de 50 MKM[21] Het gaat hierbij met name om de bebouwing aan de noordzijde van Baarn. Het basisalternatief en alternatief 2 scoren in dit opzicht ongunstiger dan alternatief 1 zowel bij absolute aantallen als per eenheid opgewekte energie. Binnen alternatief 1 scoort per eenheid opgewekte energie de basisvariant het meest gunstig.

Met de beschikbare gegevens konden de effecten voor de uitbreiding van woningen aan de noordzijde van Baarn niet onderzocht worden. Aangezien het mogelijk is om de geluidseffecten te verminderen met mitigerende maatregelen, is de verwachting dat uitbreiding van de woonwijk geen werkelijke belemmering zal vormen voor de realisatie van windenergie. Het is wel van belang dat de mogelijke effecten nader worden onderzocht voordat tot bouw van de turbines wordt overgegaan.

Om de geluidseffecten te verminderen is een meest voor de hand liggende maatregel de keuze voor een turbine met een zo laag mogelijke geluidemissie. Qua geluidproductie en (vooral) de reductie ervan zijn windturbines nog steeds in ontwikkeling. In het verleden zijn vooral de overbrenging van de rotor naar de generator onder handen genomen. Op het ogenblik richten de ontwikkelingen zich vooral op de vormgeving van de bladen, wieken en de mast teneinde het aërodynamisch geluid te verminderen. Steeds meer turbines (in ieder geval alle nieuwe typen) zijn voorzien van een certificaat waarin het bronvermogen, bepaald volgens een gestandaardiseerde meetmethode, wordt gegarandeerd.

Daarnaast kunnen de effecten van het geluid flink gereduceerd worden door het toerental van de turbines terug te regelen. Dit houdt weliswaar in dat de opbrengst van de molens afneemt, maar tegelijkertijd kan met deze maatregel in veel gevallen de geluidsproductie teruggebracht worden tot een acceptabel niveau (tot ca. 5 dB(A) minder). Omdat de mate van hinder in de stille nachtperiode groter is dan overdag, zou er ook voor gekozen kunnen worden om alleen gedurende de nacht terug te regelen, zodat de opbrengstverliezen beperkt kunnen blijven.

Vanwege de hoogte van de turbines is het reduceren van de geluidimmissie niet mogelijk door middel van schermen, zoals bij wegverkeerslawaai. Wel is het mogelijk bij de ontvanger maatregelen te treffen om het geluidniveau binnen de woning te reduceren.

---

[21] 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.

Veiligheid
Alle varianten van alle alternatieven liggen binnen de veiligheidsafstand tot ondergrondse leidingen die de Gasunie hanteert. Het is aan te bevelen overleg te voeren met de Gasunie en eventueel een risicoanalyse uit te voeren voor plaatsing van de turbines. Er is in verband met ligging van andere ondergrondse leidingen en andere aspecten slechts beperkte ruimte voor een verplaatsing van de turbines.
Alternatief 1 en alternatief 2 veroorzaken de minste problemen.

Slagschaduw
Bij alle varianten van alle alternatieven met uitzondering van de basisvariant en variant 1 van alternatief 1 ondervinden objecten (woningen en kantoren) in het real case scenario (zie bijlage 3) effecten van slagschaduw die boven de norm van de AMvB 487[22] uitstijgen.
Het absolute aantal objecten en het aantal objecten per eenheid opgewekte energie is in het real case scenario bij de varianten van het basisalternatief het grootst. Dit wordt vooral veroorzaakt door de ligging van de opstelling dichtbij de kern van Baarn. Bij alternatief 1 is alleen bij variant 2 sprake van gehinderde objecten, doordat sprake is van grotere turbines, die een grotere hoeveelheid slagschaduw veroorzaken.

Het absolute en per eenheid opgewekte energie aantal door slagschaduw gehinderde objecten is logischerwijze in de twee andere scenario's (worst case zon en worst case zon/wind) bij alle alternatieven groter dan in het real case scenario. Het aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie is in beide worst case scenario's bij de varianten van het basisalternatief het grootst.

Door toepassing van bepaalde verzachtende (mitigerende) maatregelen kunnen de slagschaduweffecten worden verminderd. Hierbij gaat het om een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen. Hierbij is echter wel de medewerking van netwerkbeheerders nodig in verband met de stabiliteit van het net. Ook kunnen maatregelen worden genomen aan of bij de objecten die slagschaduwhinder ondervinden. Zo kan er worden overwogen of het aanplanten van begroeien tot de mogelijkheden behoort. Deze begroeiing zal (afhankelijk van het seizoen) de slagschaduw kunnen verminderen. Ook het plaatsen van zonwering op objecten (woningen en kantoren) is een mogelijkheid.

Conclusie
- De opbrengsten zijn voor variant 2 van het basisalternatief en alternatief 1 het grootst;
- Voor natuur en vogels komen de varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 als meest gunstig naar voren.
- Voor landschap en cultuurhistorie komen het basisalternatief en alternatief 2 als meest gunstig naar voren;
- Voor geluid komt de basisvariant van alternatief 1 als meest gunstig naar voren;

[22] De AMvB geeft in hoofdstuk 5 Windturbines, paragraaf 5.1 Voorschriften met betrekking tot de installatie aan dat de windturbine voorzien moet zijn van een automatisch stilstandvoorziening indien de afstand tussen de windturbine en 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.

- Voor veiligheid scoren alternatief 1 en alternatief 2 het meest gunstig;
- Voor slagschaduw komt de basisvariant van alternatief 1 als het meest gunstig naar voren.

5.2.5 Locatie A12 Woerden-Harmelen

In tabel 5.2.5-1 en 5.2.5-2 zijn overzichten opgenomen van respectievelijk de absolute scores en de scores per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect. Een uitgebreide beschrijving van de scores is opgenomen in deel B hoofdstuk 6, Locatie Woerden-Harmelen.

De effecten per eenheid opgewekte energie worden uitgedrukt in GWh: 1000 x 1000 kWh. Waar dus in de tabel staat dat er sprake is van bijvoorbeeld 14,23 vogelslachtoffer per 1000 MWh, is dit gelijk aan 0,00001423 slachtoffer per kWh!

Toelichting
Uit tabel 5.2.5-1 en 5.2.5-2 is per aspect het volgende af te leiden:

Technische en plaatsingsgegevens
Er is sprake van een aantal verschillen tussen de alternatieven. De rotordiameter van de basisvariant van alternatief 1 bedraagt 80 meter (opstelling ten zuidoosten van Harmelen) en 90 meter (opstelling ten zuidwesten van Harmelen) in tegenstelling tot die van de basisvariant van het basisalternatief en alternatief 2 (75 meter). Dit verschil wordt veroorzaakt doordat alternatief 1 een initiatief van ENECO/WEOM (opstelling ten zuidoosten van Harmelen) en windpark Groenedaal (opstelling ten zuidwesten van Harmelen) betreft.

Opbrengsten
De opbrengsten (park rendement, vermeden primaire energie, CO_2-, SO_2- en NO_x-emissiereductie) van het basisalternatief en alternatief zijn vrijwel even groot. Varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 hebben de hoogste opbrengsten. De opbrengsten van alternatief 2 zijn door een kleiner aantal turbines kleiner.

Natuur en vogels
Het absolute ruimtebeslag is voor de varianten van alternatief 2 door het kleinste aantal turbines het geringst. Het ruimtebeslag per eenheid opgewekte energie is door de kleine energieopbrengst van de varianten van alternatief 2 echter het grootst. De verschillen tussen het basisalternatief en alternatief 1 zijn gering.

Geen van de alternatieven (en hun varianten) veroorzaken door hun ligging van de windturbines verstoring van wintergasten.

Voor alle alternatieven is sprake van een aanvaringsrisico van vogels met de turbines door de nabijheid van vogelrijke natuurgebieden, waardoor lokale vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied plaatsvinden dwars over de lijnopstelling heen. De indicatie van het absolute aantal slachtoffers door aanvaring is voor alternatief 2 het kleinst, omdat hier alleen sprake is van opstellingen ter hoogte van Harmelen. Per eenheid opgewekte energie zijn de verschillen met de varianten van het basisalternatief en alternatief 1 niet groot meer. Varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 scoren zelfs iets gunstiger dan variant 2 van alternatief 2.

Tabel 5.2.5-1: Absolute scores van de effectbeoordeling zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief						Alternatief 1										Alternatief 2		
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2				Basisvariant			Variant 1			Variant 2				Basisvariant	Variant 1	Variant 2
				Woerden (zw)	Woerden (zo)	Harmelen (zw)	Harmelen (zo)	Harmelen (zo)	Harmelen (zw)	Woerden	Harmelen (zo)	Harmelen (zw)	Woerden	Woerden (zo)	Woerden (zw)	Harmelen (zw)	Harmelen (zo)			
Technische- en plaatsings gegevens																				
Ashoogte	Meter	85	95	124	124	124	124	80	80	85	95	95	95	124	124	124	124	85	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	114	114	114	80	90	75	90	90	90	114	114	114	114	75	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	10.200	10.200	10.200	4.400	4.400	4.400	6.300	6.300	6.300	10.200	10.200	10.200	10.200	4.400	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,0	3,0	1,5	2,5	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	1,5	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	105	105	105	100	102	100	102	102	102	105	105	105	105	100	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Aantal turbines op locatie	N	4x4	4x4	3	3	4	3	4	4	2x4	4	4	2x4	3	3	4	4	2x4	2x4	2x3
Spatiering	Meter	400	400	520	520	520	520	360	470	400	360	470	400	520	520	500	470	400	400	570
Opgesteld vermogen	MW	24,0	40,0				58,5			32,0			40,0				63,0	12,0	20,0	27,0
Opbrengsten																				
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	68.005	110.987				162.318			73.655			111.146				175.055	29.546	52.947	71.478
Vermeden primaire energie	GJ	561.509	916.406				1.340.244			608.161			917.719				1.445.408	243.958	437.177	590.189
CO2 emissiereductie	Kton	37	61				89			40			61				96	16	29	39
SO2	TON	29	47				69			31			47				74	13	23	30
NOx	TON	10	17				24			11			17				26	4	8	11
Natuur en vogels																				
Ruimtebeslag	M2	2.400	2.400				2.600			2.400			2.400				2.800	1.200	1.200	1.200
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Per locatie	828	1.185				1.559			946			1.185				1.679	414	593	720
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Per locatie																			
Barrièrewerking	Kwalitatief	0	0				0			0			0				0	0	0	0
Landschap en cultuurhistorie																				
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	-	-				--			--			--				--	--	--	--
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	-	-				-			-			-				-	0	0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	-	-				--			--			--				--	--	--	--
Geluid																				
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal	2340	5586				10408			611			5044				11975	520	1488	
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal	9	52				240			2			23				285	3	4	
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	19,4	5,9				35,9			9,4			26				38,2	7	9,1	
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	4,2	25,7				9,7			2,1			5,9				10,3	2,1	2,7	
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal	50	74				158			3			68				177	12	12	
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	62,3	62,7				63,1			62,2			62,7				63,3	62,3	62,5	
Aantal woningen binnen WNC contour	Aantal	3	17				75			2			7				71	2	4	
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)																				
Bebouwing	Kwantitatief	2	2				3			1			1				3	1	1	1
Wegen	Kwantitatief	0	0				0			0			0				0	0	0	0
Spoorwegen	Kwantitatief	0	0				0			0			0					0	0	0
Waterwegen	Kwantitatief	0	0				0			0			0				0	0	0	0
Industrie	Kwantitatief	0	0				0			0			0				0	0	0	0
Hoogspanningslijnen	Kwantitatief	0	0				100			0			0				65	0	0	80
Ondergrondse leidingen	Kwantitatief	3067	3530				3900			2042			1515				3059	840	1193	971
Straalpaden	Kwantitatief	0	0				0			0			0				0	0	0	104
Slagschaduw																				
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	18	37				204			2			5				159	4	4	63
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	35	67				357			2			30				400	4	36	183
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	142	419				2234			84			247				2145	41	333	582

Tabel 5.2.5-2: Scores van de effectbeoordeling per eenheid opgewekte energie (1000 MWh) zonder mitigerende maatregelen per alternatief, variant en per aspect

Alternatief	Parameter	Basisalternatief						Alternatief 1										Alternatief 2		
Aspect/criterium		Basisvariant	Variant 1	Variant 2				Basisvariant			Variant 1			Variant 2				Basisvariant	Variant 1	Variant 2
				Woerden (zw)	Woerden (zo)	Harmelen (zw)	Harmelen (zo)	Harmelen (zo)	Harmelen (zw)	Woerden	Harmelen (zo)	Harmelen (zw)	Woerden	Woerden (zo)	Woerden (zw)	Harmelen (zw)	Harmelen (zo)			
Technische- en plaatsings gegevens																				
Ashoogte	Meter	85	95	124	124	124	124	80	80	85	95	95	95	124	124	124	124	85	95	124
Rotor diameter	Meter	75	90	114	114	114	114	80	90	75	90	90	90	114	114	114	114	75	90	114
Rotoroppervlak per turbine	M2	4.400	6.300	10.200	10.200	10.200	10.200	4.400	4.400	4.400	6.300	6.300	6.300	10.200	10.200	10.200	10.200	4.400	6.300	10.200
Vermogen	MW	1,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,0	3,0	1,5	2,5	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	1,5	2,5	4,5
Bron sterkte	dB(A)	100	102	105	105	105	105	100	102	100	102	102	102	105	105	105	105	100	102	105
Gemiddelde windsnelheid (op 80 m hoogte)	M/sec	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Aantal turbines op locatie	N	4x4	4x4	3	3	4	3	4	4	2x4	4	4	2x4	3	3	4	4	2x4	2x4	2x3
Spatiering	Meter	400	400	520	520	520	520	360	470	400	360	470	400	520	520	500	470	400	400	570
Opgesteld vermogen	MW	24,0	40,0				58,5			32,0			40,0				63,0	12,0	20,0	27,0
Opbrengsten																				
Park rendement (energieopbrengst)	MWh	68.005	110.987				162.318			73.655			111.146				175.055	29.546	52.947	71.478
Vermeden primaire energie	GJ	561.509	916.406				1.340.244			608.161			917.719				1.445.408	243.958	437.177	590.189
CO2 emissiereductie	Kton	37	61				89			40			61				96	16	29	39
SO2	TON	29	47				69			31			47				74	13	23	30
NOx	TON	10	17				24			11			17				26	4	8	11
Natuur en vogels																				
Ruimtebeslag	M2	35,29	21,62				16,02			32,58			21,59				15,99	40,61	22,66	16,79
Indicatie aantal slachtoffers door aanvaring	Aantal/GWh	12,18	10,68				9,60			12,84			10,66				9,59	14,01	11,20	10,07
Indicatie minimale aantal verstoorde wintergasten	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,00			0,00			0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
Barrièrewerking	Kwalitatief	0	0				0			0			0				0	0	0	0
Landschap en cultuurhistorie																				
Landschappelijke karakteristiek en structuur	Kwalitatief	-	-				--			--			--				--	--	--	--
Cultuurhistorische waarden	Kwalitatief	-	-				-			-			-				-	0	0	0
Ruimtelijke kwaliteit	Kwalitatief	-	-				--			--			--				--	--	--	--
Geluid																				
Aantal woningen binnen 40 dB(A)*	Aantal/GWh	34,41	50,15				64,12			8,30			45,38				68,41	17,60	28,10	0,00
Aantal woningen binnen 50 dB(A)*	Aantal/GWh	0,13	0,47				1,48			0,03			0,21				1,63	0,10	0,08	0,00
Indirect ruimtebeslag binnen 40 dB(A)*	Km2	0,29	0,05				0,22			0,13			0,23				0,22	0,24	0,17	0,00
Indirect ruimtebeslag binnen 50 dB(A)*	Km2	0,06	0,23				0,06			0,03			0,05				0,06	0,07	0,05	0,00
Toename aantal woningen binnen 50 MKM	Aantal/GWh	0,74	0,67				0,97			0,04			0,61				1,01	0,41	0,23	0,00
Toename indirect ruimtebeslag binnen 50 MKM	Km2	0,92	0,56				0,39			0,84			0,56				0,36	2,11	1,18	0,00
Geluidimmissie t.o.v. referentieniveau		0,04	0,15				0,46			0,03			0,06				0,41	0,07	0,08	0,00
Veiligheid (aantal objecten binnen contour)							0,00													
Bebouwing	Aantal/GWh	0,03	0,02				0,02			0,01			0,01				0,02	0,03	0,02	0,01
Wegen	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,00			0,00			0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
Spoorwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,00			0,00			0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
Waterwegen	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,00			0,00			0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
Industrie	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,00			0,00			0,00				0,00	0,00	0,00	0,00
Hoogspanningslijnen	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,62			0,00			0,00				0,37	0,00	0,00	1,12
Ondergrondse leidingen	Aantal/GWh	45,10	31,81				24,03			27,72			13,63				17,47	28,43	22,53	13,58
Straalpaden	Aantal/GWh	0,00	0,00				0,00			0,00			0,00				0,00	0,00	0,00	1,45
Slagschaduw																				
Real case: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,28	0,33				1,26			0,03			0,04				0,91	0,14	0,08	0,88
Worst case zon: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	0,51	0,60				2,20			0,03			0,27				2,28	0,14	0,68	2,56
Worst case zon/wind: > 20 min/jr (totaal uren/jr)	Aantal obj.	2,09	3,78				13,76			1,14			2,22				12,25	1,39	6,29	8,14

Voor het aanvaringsrisico zijn enkele mitigerende maatregelen mogelijk. Het aanvaringsrisico is het grootst rond de kern van de rotorbladen, hoe minder kernen hoe beter. Dit betekent dus hoe minder turbines hoe beter. Variant 1 en variant 2 hebben minder turbines dan de basisvariant en komen, indien wordt gekeken naar het absolute aantal slachtoffers, ook altijd als gunstiger naar voren dan de basisvariant. Per eenheid opgewekte energie is het echter precies andersom.
Daarnaast kan het aanvaringsrisico 's nachts en met slecht zicht worden verminderd wanneer de turbines goed zichtbaar zijn, bijvoorbeeld door een verlichting op de rotorbladen, dicht bij de kern aan te brengen.

Geen van de alternatieven (en hun varianten) veroorzaken barrièrewerking. Dit wordt veroorzaakt door korte lijnopstellingen en een niet vogelrijke omgeving.

Samenvattend komen voor natuur en vogels komen de varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 als meest gunstig naar voren.

Landschap en cultuurhistorie
Alle varianten van alternatief 1 en alternatief 2 scoren voor landschappelijk karakteristiek en structuur zeer ongunstig. Voor alternatief 1 geldt dat bij Harmelen de lijnen op een andere afstand van de snelweg liggen. Ook zijn niet alle lijnen evenwijdig aan de snelweg gelegen en sluiten niet aan bij de dominante structuur in het landschap noch bij de kavelstructuur. Dit is mogelijk te mitigeren door de lijnen bij Harmelen evenwijdig aan en op een gelijke afstand van de snelweg te positioneren. Hierdoor ontstaan waarschijnlijk wel problemen met betrekking tot afstanden die tot ondergrondse leidingen en woningen moeten worden aangehouden.
Voor alternatief 2 geldt dat het cluster ten westen Harmelen de openheid van het landschap doorbreekt. Daar komt bij dat het cluster zich vlakbij een hoogspanningslijn, met een heel andere richting, bevindt en geen enkele relatie heeft met de kavelstructuur en ruimtelijke opbouw terplekke.
Alle varianten van het basisalternatief en alternatief 1 zorgen voor negatieve effecten op cultuurhistorische waarden, omdat de lijnopstelling ten zuidoosten van Woerden de Kerkweg en de Molenvliet kruist, dichtbij de waardevolle molen ligt en op ruim honderd meter van de archeologische vindplaats de Wulverhorst. Hoewel geen enkele van de turbines op of zeer dichtbij één van de genoemde elementen is gelegen, is het effect van de lijn op dit cultuurhistorische ensemble toch negatief te noemen. Dit vooral omdat de turbines de beleving van het gebied gaan domineren en afbreuk doen aan de waarde ervan. Dit is moeilijk te mitigeren, omdat altijd sprake zal zijn van een effect. Alternatief 2 veroorzaakt geen effecten op cultuurhistorische waarden.

Alle varianten van alle alternatieven hebben een geringe ruimtelijke kwaliteit, waarbij de basisvariant en variant 1 van het basisalternatief gunstiger zijn.
De geringe ruimtelijke kwaliteit van de varianten van alternatief 1 wordt vooral veroorzaakt doordat de lijnopstellingen bij Harmelen zich op grotere afstand van de A12 bevinden dan die bij Woerden. Ook volgen beide opstellingen de richting van de A12 niet. Daarnaast liggen de lijnopstellingen bij Harmelen op verschillende afstand van de A12. Bovenstaand is reeds aangegeven dat dit moeilijk is te mitigeren, omdat dan problemen ontstaan op het gebied van veiligheid. Voor de varianten van alternatief geldt dat geen samenhang van het cluster wordt ervaren. De opstellingen hebben namelijk geen relatie met de kavelrichtingen van het open landschap waar zij in liggen. De

lijnopstellingen volgen de A12, maar liggen tegelijkertijd op dermate afstand van de snelweg dat het verband moeilijk zichtbaar is.

Geluid
De windturbines van alle drie de alternatieven veroorzaken zonder mitigerende maatregelen een toename van aantal objecten en het ruimtebeslag binnen de 50 MKM[23]
Het aantal objecten is bij alternatief 1 en alternatief 2 kleiner dan bij het basisalternatief. Per eenheid opgewekte energie scoort de basisvariant van alternatief 1 het meest gunstig.

Om de geluidseffecten te verminderen is een meest voor de hand liggende maatregel de keuze voor een turbine met een zo laag mogelijke geluidemissie. Qua geluidproductie en (vooral) de reductie ervan zijn windturbines nog steeds in ontwikkeling. In het verleden zijn vooral de overbrenging van de rotor naar de generator onder handen genomen. Op het ogenblik richten de ontwikkelingen zich vooral op de vormgeving van de bladen, wieken en de mast teneinde het aërodynamisch geluid te verminderen. Steeds meer turbines (in ieder geval alle nieuwe typen) zijn voorzien van een certificaat waarin het bronvermogen, bepaald volgens een gestandaardiseerde meetmethode, wordt gegarandeerd.

Daarnaast kunnen de effecten van het geluid flink gereduceerd worden door het toerental van de turbines terug te regelen. Dit houdt weliswaar in dat de opbrengst van de molens afneemt, maar tegelijkertijd kan met deze maatregel in veel gevallen de geluidsproductie teruggebracht worden tot een acceptabel niveau (tot ca. 5 dB(A) minder). Omdat de mate van hinder in de stille nachtperiode groter is dan overdag, zou er ook voor gekozen kunnen worden om alleen gedurende de nacht terug te regelen, zodat de opbrengstverliezen beperkt kunnen blijven.

Vanwege de hoogte van de turbines is het reduceren van de geluidimmissie niet mogelijk door middel van schermen, zoals bij wegverkeerslawaai. Wel is het mogelijk bij de ontvanger maatregelen te treffen om het geluidniveau binnen de woning te reduceren.

Veiligheid
De lijnopstelling ten zuidoosten van Woerden (alle varianten van basisalternatief en alternatief 1) ligt binnen de minimale afstand tot ondergrondse leidingen. Ook de lijnopstellingen bij Harmelen (alle varianten van basisalternatief en alternatief 1) liggen binnen de minimale afstand tot ondergrondse leidingen. Hetzelfde geldt voor een aantal turbines van alternatief 2 (alle varianten).
Het is aan te bevelen overleg te voeren met de Gasunie en eventueel een risicoanalyse uit te voeren voor plaatsing van de turbines.

Bij variant 2 van alternatief 2 treedt met betrekking tot een straalpad een mogelijk veiligheidsrisico op. De effecten op de straalpaden zijn echter goed te mitigeren door het plaatsen van een steunzender. Dit zal in overleg met de beheerder moeten gebeuren.

Bij de lijnopstelling ten zuidwesten van Harmelen (alle varianten van basisalternatief en alternatief 1) valt ook een aantal woningen binnen de veiligheidscontour. Hierbij gaat het

[23] 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.

grotendeels om woningen van initiatiefnemers (zie onder Breukelen, veiligheid voor een toelichting).

Tenslotte liggen de lijnopstelling ten zuidwesten van Harmelen in alternatief 2, variant 2 binnen de door de netwerkbeheerder gehanteerde afstand tot hoogspanningsleidingen.

Slagschaduw
Bij alle varianten van alle alternatieven ondervinden objecten (woningen en kantoren) in het real case scenario (zie bijlage 3) effecten van slagschaduw die boven de norm van de AMvB 487[24] uitstijgen.
Het absolute aantal objecten en het aantal objecten per eenheid opgewekte energie is in het real case scenario bij de varianten van het basisalternatief het grootst. Dit wordt vooral veroorzaakt door de ligging van de opstelling dichtbij Harmelen. Bij de basisvariant en variant 1 van alternatief 1 en 2 gaat het per eenheid opgewekte energie slechts om zeer geringe slagschaduwhinder.

Het absolute en per eenheid opgewekte energie aantal door slagschaduw gehinderde objecten is logischerwijze in de twee andere scenario's (worst case zon en worst case zon/wind) bij alle alternatieven groter dan in het real case scenario. Het aantal gehinderde objecten per eenheid opgewekte energie is in beide worst case scenario's ook bij de varianten van het basisalternatief het grootst.

Door toepassing van bepaalde verzachtende (mitigerende) maatregelen kunnen de slagschaduweffecten worden verminderd. Hierbij gaat het om een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen. Hierbij is echter wel de medewerking van netwerkbeheerders nodig in verband met de stabiliteit van het net. Ook kunnen maatregelen worden genomen aan of bij de objecten die slagschaduwhinder ondervinden. Zo kan er worden overwogen of het aanplanten van begroeien tot de mogelijkheden behoort. Deze begroeiing zal (afhankelijk van het seizoen) de slagschaduw kunnen verminderen. Ook het plaatsen van zonwering op objecten (woningen en kantoren) is een mogelijkheid.

Conclusie
- De positieve effecten (opbrengsten) zijn voor het basisalternatief en alternatief 1 vrijwel gelijk;
- Voor natuur en vogels komen de varianten 2 van het basisalternatief en alternatief 1 als meest gunstig naar voren.
- Voor landschap en cultuurhistorie komen de basisvariant en variant 1 van het basisalternatief als meest gunstig naar voren;
- Voor geluid komt de basisvariant van alternatief 1 als meest gunstig naar voren;
- Vanuit veiligheid is de opstelling ten zuidoosten van Woerden niet haalbaar;
- Voor slagschaduw komen de basisvariant en variant 1 van alternatief 1 en 2 als het meest gunstig naar voren.

5.3 Meest Milieuvriendelijk Alternatief

Het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) bestaat uit een combinatie van – reëel haalbare – alternatieven (in aantal en opstelling) en varianten (in turbinetype) waarbij uit het onderzoek in het MER is gebleken dat daar de minste negatieve milieueffecten optreden. Voor het MMA is steeds uitgegaan van de effecten per eenheid opgewekte energie, omdat op deze manier ook de beste balans verkregen wordt tussen positieve en negatieve effecten (integrale afweging). Daarnaast is aangegeven in hoeverre een ander alternatief of variant als MMA naar voren komt als wordt gekeken naar absolute effecten. De MMA's zijn per locatie aangegeven. Vervolgens is een vergelijking gemaakt van alle MMA's.

5.3.1 Locatie A2 Vinkeveen

De verschillen tussen het basisalternatief en alternatief 1 op de locatie A2 Vinkeveen zijn minimaal.
De opbrengsten van variant 2 van het basisalternatief zijn het grootst. Voor het criterium landschappelijke karakteristiek en structuur komt het basisalternatief als het meest gunstig naar voren. Omdat het hierbij gaat om kwalitatieve scores is er geen verschil tussen absolute scores en scores per eenheid opgewekte energie.
Voor natuur is per eenheid opgewekte energie variant 2 van alternatief 1 het meest geschikt. Deze opstelling voldoet dan niet meer aan de ondergrens voor grootschalige opstellingen, zoals de provincie Utrecht die hanteert. In paragraaf 1.5 is echter aangegeven dat van dit principe kan worden afgeweken als het door de toepassing van grotere turbines niet (meer) mogelijk is om dit aantal op de desbetreffende locatie te plaatsen. De absolute effecten op natuur en vogels zijn voor de basisvariant van alternatief 1 het kleinst.

Beide alternatieven veroorzaken geluid- en slagschaduwhinder, die voor een deel is te mitigeren.

Voor het MMA op deze locatie wordt voorgesteld om variant 2 van alternatief 1 te hanteren, omdat dit voor natuur het meeste geschikt is en het verschil vanuit landschap en cultuurhistorie klein is. Indien wordt gekeken naar absolute effecten komt de basisvariant van alternatief 1 als MMA naar voren.

5.3.2 Locatie Amsterdam-Rijnkanaal

De opbrengsten zijn bij variant 2 van het basisalternatief het grootst. Per eenheid opgewekte energie komt voor natuur en vogels variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 als het meest gunstig naar voren. Als wordt gekeken naar absolute effecten is dit de basisvariant van alternatief 2.
Vanuit landschap en cultuurhistorie is het basisalternatief (alle varianten zijn gelijk) het meest geschikte alternatief, omdat deze voor ruimtelijke kwaliteit zeer positief scoort. Het verschil met de andere alternatieven is echter gering. Omdat het hierbij gaat om kwalitatieve scores is er geen verschil tussen absolute scores en scores per eenheid opgewekte energie.
Voor slagschaduw en geluid komt per eenheid opgewekte energie de basisvariant van alternatief 2 als meest geschikt naar voren. Ook de absolute effecten van geluid en slagschaduw zijn voor de basisvariant van alternatief 2 het kleinst.

Als MMA op deze locatie wordt voorgesteld variant 2 van het basisalternatief te hanteren. Indien wordt gekeken naar absolute effecten komt de basisvariant van alternatief 2 als MMA naar voren.

5.3.3 Locatie A2 Breukelen/Loenen

De opbrengsten zijn voor variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 het grootst. Per eenheid opgewekte energie is voor natuur en vogels het verschil tussen het basisalternatief en alternatief 1 (alle varianten) beperkt. Variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 is het meest gunstig. De absolute effecten op natuur en vogels zijn voor de basisvariant van het basisalternatief en van alternatief 1 het kleinst.
Vanuit landschap en cultuurhistorie en vanuit veiligheid heeft het de voorkeur de zuidelijke opstelling van alternatief 1 te combineren met de noordelijke opstelling van het basisalternatief.

Als MMA op deze locatie wordt een combinatie van de noordelijke opstelling van het basisalternatief en de zuidelijke opstelling van alternatief 1 voorgesteld, waarbij de voorkeur uitgaat naar variant 2. Als wordt gekeken naar de absolute effecten gaat de voorkeur uit naar een uitvoering als basisvariant.

5.3.4 Locatie A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort

De opbrengsten zijn voor variant 2 van het basisalternatief en alternatief 1 het grootst.
Per eenheid opgewekte energie is voor natuur en vogels variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 het meest gunstig. De absolute effecten op natuur en vogels zijn voor de basisvarianten van alle alternatieven vrijwel gelijk.
Vanuit landschap en cultuurhistorie zijn het basisalternatief en alternatief 2 het meest geschikt. Omdat het hierbij gaat om kwalitatieve scores is er geen verschil tussen absolute scores en scores per eenheid opgewekte energie.

De lijnopstelling bij Eemnes/Baarn van het basisalternatief veroorzaakt slagschaduw op de bebouwing van Baarn, die echter goed is te mitigeren. Dit effect kan verder nog worden verminderd door de lijn ongeveer 100 meter naar het noorden te verschuiven. Voor weidevogels treedt dan nog geen negatief effect op. Qua geluid veroorzaken de lijnopstellingen van het basisalternatief en van alternatief 2 effecten op de bebouwing van Baarn. Deze effecten zijn echter eveneens goed te mitigeren.

Omdat de provincie de voorkeur heeft voor enkele lijnopstellingen, wordt als MMA beide lijnen van het basisalternatief voorgesteld, waarbij beide lijnopstellingen met ongeveer 100 m naar het noorden worden verschoven. Voorwaarde is dat de lijnopstellingen bij Baarn en Amersfoort identieke tussenafstanden hebben en ongeveer op dezelfde afstand van de A1 zijn gelegen. Een uitvoering met grotere turbines en dus een kleiner aantal met een grotere onderlinge afstand - variant 2 - zorgt ervoor dat het aanvaringsrisico van vogels per eenheid opgewekte energie wordt verkleind en heeft hierbij dus de voorkeur. Als wordt gekeken naar absolute effecten is het MMA een uitvoering als basisvariant.

5.3.5 Locatie A12 Woerden-Harmelen

De opbrengsten zijn voor variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 het grootst. Per eenheid opgewekte energie is voor natuur en vogels variant 2 van het basisalternatief en van alternatief 1 ook het meest gunstig. De absolute effecten op natuur en vogels zijn voor de basisvariant van alternatief 2 het kleinst.
Voor landschap en cultuurhistorie zijn de basisvariant en variant 1 van het basisalternatief het meest geschikt. Omdat het hierbij gaat om kwalitatieve scores is er geen verschil tussen absolute scores en scores per eenheid opgewekte energie.

Voor slagschaduw zijn per eenheid opgewekte energie de basisvariant en variant 1 van alternatief 1 en alternatief 2 het meest gunstig. Dit geldt ook voor de absolute slagschaduweffecten. De effecten van slagschaduw zijn goed te mitigeren.
Om veiligheidsredenen lijkt de opstelling ten zuidoosten van Woerden (basisalternatief en alternatief 1) moeilijk realiseerbaar. Een verschuiving om veiligheidseffecten te voorkomen, lijkt niet mogelijk door nog grotere negatieve effecten op gebied van slagschaduw en geluid. De opstelling ten zuidwesten van Woerden lijkt om veiligheidsredenen wel realiseerbaar. Mogelijk kan een combinatie worden gemaakt met het initiatief van de provincie Zuid-Holland zodat een grootschalige locatie ontstaat.

Als MMA wordt bij Woerden de lijnopstelling ten zuidwesten van Woerden (basisalternatief en alternatief 1) voorgesteld eventueel in combinatie met het initiatief van de provincie Zuid-Holland. Hierbij is variant 1 voor natuur en landschap de meest gunstige uitvoering per eenheid opgewekte energie en in absolute zin.
Bij Harmelen worden de lijnopstellingen van het basisalternatief als MMA voorgesteld in een uitvoering als variant 1. Als hier wordt gekeken naar de absolute effecten komt voor natuur en vogels een uitvoering als basisvariant als meest gunstig naar voren.

5.3.6 Overzicht van Meest Milieuvriendelijke alternatieven

In tabel 5.3.6-1 is per locatie het MMA indien wordt gekeken naar eenheid opgewekte energie weergegeven. In de laatste kolom is steeds het MMA aangegeven indien wordt gekeken naar absolute effecten.

Tabel 5.3.6-1: Overzicht Meest Milieuvriendelijke Alternatieven

Locatie	MMA per eenheid opgewekte energie	MMA bij absolute effecten
A2 Vinkeveen	Alternatief 1 – variant 2 Een lijn van 7 turbines ten oosten van en op 270 m van de A2. Totaal vermogen: 31,5 MW.	Alternatief 1 – basisvariant Een lijn van 8 turbines ten oosten van en op 270 m van de A2. Totaal vermogen: 16 MW.
Amsterdam-Rijnkanaal	Basisalternatief - variant 2 Een lijn van 8 turbines ten zuiden (bij Houten/Schalkwijk) en een lijn van 8 turbines ten noorden (bij Wijk bij Duurstede) en op 50 m afstand van het kanaal. Totaal vermogen: 72 MW.	Alternatief 2 – basisvariant Een cluster van 2 lijnen van ieder 7 turbines bij Houten / Schalkwijk ten zuiden en op 120 en 500 m afstand van het kanaal. Totaal vermogen: 21 MW.
A2 Breukelen/ Loenen	Noordelijke opstelling van basisalternatief en de zuidelijke opstelling van alternatief 1 – variant 2 Een lijn van 3 turbines ten noorden van Breukelen ten oosten van en op 100 m afstand van de A2 en een lijn van 3 turbines verder ten zuiden van Breukelen ten oosten van en op 100 m afstand van de A2. Totaal vermogen: 27 MW.	Noordelijke opstelling van basisalternatief en de zuidelijke opstelling van alternatief 1 – basisvariant Een lijn van 4 turbines ten noorden van Breukelen ten oosten van en op 100 m afstand van de A2 en een lijn van 4 turbines verder ten zuiden van Breukelen ten oosten van en op 100 m afstand van de A2. Totaal vermogen: 12 MW.
A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort	Met ongeveer 100 m naar het noorden verschoven basisalternatief– variant 2 Een lijn van 5 turbines ten zuiden van Eemnes en een lijn van 4 turbines ten zuiden van Bunschoten; beide ten noorden en op 40 m afstand van de A1, waarbij beide lijnopstellingen met ongeveer 100 m naar het noorden worden verschoven. Totaal vermogen: 40,5 MW.	Met ongeveer 100 m naar het noorden verschoven basisalternatief– basisvariant Een lijn van 5 turbines ten zuiden van Eemnes en een lijn van 5 turbines ten zuiden van Bunschoten; beide ten noorden en op 40 m afstand van de A1, waarbij beide lijnopstellingen met ongeveer 100 m naar het noorden worden verschoven. Totaal vermogen: 15 MW.
A12 Woerden-Harmelen	Woerden: lijnopstelling ten zuidwesten van Woerden (basisalternatief en alternatief 1) + eventueel initiatief provincie Zuid-Holland – variant 1 Een lijn van 4 turbines ten zuidwesten van Woerden, ten noorden van en op 40 m afstand van de A 12. Totaal vermogen is 10 MW + vermogen van initiatief van provincie Zuid-Holland. Harmelen: basisalternatief - variant 1 Een lijn van 4 turbines ten zuidwesten van Harmelen ten noorden van en op 40 m afstand van de A 12 en een lijn van 4 turbines ten zuidoosten van Harmelen ten noorden van en op 40 m afstand van de A12. Totaal vermogen: 20 MW.	Woerden: lijnopstelling ten zuidwesten van Woerden (basisalternatief en alternatief 1) + eventueel initiatief provincie Zuid-Holland – basisvariant Een lijn van 4 turbines ten zuidwesten van Woerden, ten noorden van en op 40 m afstand van de A 12. Totaal vermogen is 6 MW + vermogen van initiatief van provincie Zuid-Holland. Harmelen: basisalternatief - basisvariant Een lijn van 4 turbines ten zuidwesten van Harmelen ten noorden van en op 40 m afstand van de A 12 en een lijn van 4 turbines ten zuidoosten van Harmelen ten noorden van en op 40 m afstand van de A12. Totaal vermogen: 12 MW.

5.4 Vergelijking van locaties

In paragraaf 5.2 zijn de verschillende alternatieven per locatie met elkaar vergeleken. Uit deze vergelijking is per locatie een Meest Milieuvriendelijk Alternatief per eenheid opgewekte energie en een MMA bij absolute effecten naar voren gekomen (zie paragraaf 5.3).
Voor een vergelijking van de locaties onderling (een ranking) is gekozen voor een scenariobenadering. De locaties worden in globale zin vergeleken op basis van drie scenario's. Hierbij is het onderscheid tussen eenheid opgewekte energie en absolute effecten niet relevant.

- Natuurgericht scenario, waarbij vanuit het oogpunt van natuur en vogels wordt gekeken;
- Mensgericht scenario, waarbij vanuit de mens wordt gekeken (aspecten geluid en slagschaduw);
- Opbrengstgericht scenario waarbij wordt gekeken naar energieopbrengst.

Natuurgericht scenario
Vanuit het oogpunt van natuur zijn de locaties A2 Breukelen/Loenen en A12 Woerden/ Harmelen de meest geschikte locaties, doordat geen belangrijke natuur/vogelgebieden in de omgeving zijn gelegen. Weliswaar is bij Woerden/Harmelen het aantal vogelslachtoffers als gevolg van aanvaringen groter dan bij Vinkeveen en Eemnes/Baarn, maar bij Woerden/Harmelen vindt er naar verwachting geen verstoring plaats van broedende of pleisterende vogels. Daar komt bij dat het aantal aavaringsslachtoffers bij Vinkeveen en Eemnes/Baarn gemaskeerd wordt door de ligging langs de drukke A2 en A1. Doordat deze wegen ook al vogelslachtoffers veroorzaken, lijken de effecten van de windturbines naar verhouding beperkt
De locaties A2 Vinkeveen, A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort en Amsterdam-Rijnkanaal zijn dan ook gezien vanuit natuur en vogels minder geschikte locaties.
De locatie Amsterdam-Rijnkanaal ligt binnen 400 meter van belangrijke foerageer- en rustgebieden van wintergasten. De locatie A2 Vinkeveen ligt tussen twee belangrijke vogelrijke natuurgebieden: het Vechtplassengebied (ten oosten van de A2) en de Venen (ten westen van de A2). Door plaatsing van windturbines kunnen verstorende effecten op de vogels in deze gebieden optreden. Daarnaast is de kans op aanvaring aanwezig doordat waarschijnlijk veel lokale vliegbewegingen plaatsvinden tussen de gebieden.
Ook in de omgeving van de locatie A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort zijn gebieden gelegen waarin broedvogels, weidevogels en wintergasten voorkomen. Ook *hier geldt dat verstoring, aanvaring en barrièrewerking kan plaatsvinden.*

Mensgericht scenario
In het mensgericht scenario is gekeken naar de aspecten geluid en slagschaduw. Gezien de reikwijdte van de geluid- en slagschaduweffecten en de relatief dichte bebouwing in de provincie Utrecht treedt op iedere locaties wel in enige mate geluid- en/of slagschaduwhinder op. De verschillen tussen de locaties zijn niet groot. Er zijn twee locaties die eruit springen omdat er ofwel relatief veel geluidhinder ofwel slagschaduwhinder optreedt. Hierbij gaat het om de locaties A2 Vinkeveen en A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort. De turbines op de locatie A2 Vinkeveen veroorzaken een relatief grote hoeveelheid slagschaduw op de strookbebouwing ten westen van de turbines. De geluidswal en de aanwezige beplanting langs de A2 zullen deze slagschaduw waarschijnlijk deels wegnemen. Daarnaast treedt op deze locatie een relatief grote toename van het aantal objecten binnen de 50 MKM contour op.

Op de locatie A1 Eemnes/Baarn-Bunschoten/Amersfoort is alleen bij het basisalternatief sprake van slagschaduw en een toename van geluidbelasting. Dit wordt vooral veroorzaakt door de lijnopstelling dicht bij de kern van Baarn.
Verder scoort alternatief 1 op de locatie A2 Breukelen voor geluid zeer ongunstig, maar voor slagschaduw niet.
In de ranking zijn twee genoemde locaties om bovengenoemde redenen als laagste gerankt. Van de andere drie locaties scoort de locatie A12 Woerden-Harmelen het meest gunstig.

Het is voor een juiste interpretatie van de ranking binnen dit scenario wel van belang om te realiseren dat de effecten voor slagschaduw en geluid voor een belangrijk deel te beperken zijn. Wanneer deze mitigerende maatregelen worden uitgevoerd zullen ook de beide locaties die nu binnen dit scenario als laagste zijn gerankt, op een acceptabel niveau kunnen opereren. Aangezien de locaties, gelet op wettelijke normen en eisen, alleen kunnen worden gerealiseerd met mitigerende maatregelen, zullen de voorspelde effecten zich in de praktijk nooit voordoen.

Opbrengstgericht scenario
In tabel 5.3-1 zijn per locatie de minimale en maximale energieopbrengst opgenomen

Tabel 5.3-1: Energieopbrengst per locatie

Locatie	Energieopbrengst (MWh)
Amsterdam-Rijnkanaal	50.863 – 198.098
A2 Vinkeveen	44.343 – 116.853
A1 Eemnes-Bunschoten	43.389 – 115.383
A12 Woerden-Harmelen	29.546 – 175.055
A2 Breukelen/Loenen	37.641 – 83.553

De verschillen tussen de locaties worden veroorzaakt door de ruwheid van het oppervlak wat de windsnelheid bepaalt, het aantal turbines en het type turbine. Uit tabel 5.3-1 is af te leiden dat de locaties Amsterdam-Rijnkanaal en A2 Vinkeveen de grootste energieopbrengst opleveren. Locatie A12 Woerden-Harmelen heeft ook een relatief grote energieopbrengst, maar dit is alleen het geval als alle opstellingen worden gerealiseerd. De kans hierop wordt echter niet als groot geacht, zodat 175.055 MWh geen reëel cijfer is.

Overzicht van ranking van locaties

Tabel 5.4-2: Ranking van locaties (1 betekent de meest gunstige score, 5 betekent de minst gunstige)

Locatie Scenario	A2 Vinkeveen	AR kanaal	A2 Breukelen/ Loenen	A1 Eemnes-Bunschoten	A12 Woerden-Harmelen
Natuur	5	4	1	3	2
Mens	5	2	3	4	1
Energieopbrengst	2	1	5	3	4

5.6 Effecten van aanleg en afbraak

In de voorgaande paragrafen zijn per locatie de effecten vergeleken die kunnen optreden gedurende de periode dat de windturbines in gebruik zijn. Daarnaast zijn er effecten die kunnen optreden tijdens de aanleg en in mindere mate tijdens de afbraak van het park. De effecten in de aanlegperiode hebben voornamelijk te maken met de aanleg van infrastructuur voor aan- en afvoer van de onderdelen van de turbines, het heien voor de aanleg van de funderingen en het graven in de grond voor het aanleggen van de kabel.

Omdat ten tijde van het opstellen van het MER de exacte locaties van de turbines nog niet bekend zijn, zal hierna in algemene zin beschreven worden welke effecten mogelijk kunnen optreden.

Effecten tijdens de aanleg

Aanleg van infrastructuur
Voor het transport van de onderdelen van de turbines naar de desbetreffende locaties, maar ook voor het onderhoud gedurende de gebruiksperiode, is het noodzakelijk dat er toegangswegen beschikbaar zijn. Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van bestaande wegen. In veel gevallen zal het echter nodig zijn om aanvullend nieuwe infrastructuur aan te leggen om op de exacte locaties van de turbines te kunnen komen. De breedte van deze nieuw aan te leggen wegen zal circa vier meter bedragen. De ligging van de wegen wordt door de projectontwikkelaars afgestemd met de grondeigenaren. Aangezien er in de aanlegperiode vooral zwaar transport over de wegen zal plaatsvinden, worden deze wegen in eerste instantie meestal verhard met puingranulaat. Na afloop van de aanleg van het park worden de wegen voorzien van een definitieve toplaag, meestal asfalt of beton. Het karakter van die toplaag wordt eveneens afgestemd met de grondeigenaar.

De effecten die hiermee gepaard gaan hebben voornamelijk de aard van ruimtebeslag. Daarnaast kan de aanleg van de wegen in geringe mate een tijdelijk effect hebben op de kwaliteit van de bodem.

Aanleg van de turbinefunderingen
De fundering van een turbine bestaat uit twee delen. Een paalfundatie wordt geheid tot aan de draagkrachtige zandlagen. Daarop wordt, verzonken in de bodem, een betonnen fundatieblok gestort met een dikte van ongeveer 1,5 meter. Hier bovenop wordt de mast van de turbine geplaatst. De heiwerkzaamheden voor de betonnen palen veroorzaken gedurende een korte periode geluidsoverlast en trillingen in de bodem.

De geluidsproductie van het heien kan verstorend werken voor de vogels die in het gebied pleisteren of foerageren.

Aanleg van de kabel
In de meeste gevallen zal de kabel die nodig is voor het transport van de opgewekte elektriciteit aangelegd worden door graven. De diepte waarop de kabel komt te liggen varieert van 0,7 tot 1,5 meter. Wanneer dit graven onzorgvuldig gebeurt, kan dat leiden tot verstoring van het bodempatroon, wat gedurende een lange periode (10-20 jaar) gevolgen kan hebben voor het gebruik indien dit agrarisch is. Door de bodem echter in lagen te verwijderen en deze lagen ook weer in de juiste volgorde terug aan te brengen, kunnen deze effecten voor een groot deel beperkt worden.

Een andere manier om de effecten te beperken is de kabel door middel van boring aan te leggen. Deze methode van aanleg is echter duur en zal dan ook alleen toegepast worden wanneer de omstandigheden daarvoor dringend aanleiding geven. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als de kabel aangelegd moet worden onder kanalen of drukke (snel)wegen.

Effecten tijdens de afbraakperiode
Na afloop van de gebruiksperiode kan het windpark worden verwijderd. De windturbines zullen dan worden afgevoerd en de funderingen zullen over het algemeen tot één meter onder het maaiveld worden verwijderd. De heipalen blijven zitten omdat het trekken hiervan tot verstoring van grondwaterstromen en watervoerende lagen kan leiden. Met deze maatregelen is na de afbraak de situatie van vóór de aanleg van het windpark in principe hersteld.

Tijdens de afbraak van het windpark zullen de wegen gebruikt worden voor de afvoer van de onderdelen van de turbines. Daarna zullen ze over het algemeen blijven liggen, tenzij er met de grondeigenaar andere afspraken over zijn gemaakt.

De kabel zal in principe blijven liggen, tenzij er met de grondeigenaar daarover andere afspraken zijn gemaakt.

6 LEEMTEN IN KENNIS EN EVALUATIEPROGRAMMA

6.1 Inleiding

Elke m.e.r. procedure kent als laatste stap een verplichte evaluatie van de milieueffecten. Deze is bedoeld om na te gaan of de effecten op het milieu overeenkomen met de in het MER voorspelde effecten, zodat maatregelen kunnen worden genomen als de effecten afwijken. Een andere belangrijke functie is het opvullen van leemten in kennis en het leren van het werkelijk uitvoeren van het project.

Mitigerende maatregelen om bij te sturen als de effecten afwijken van de in dit MER voorspelde effecten zijn pas aan de orde als de windturbines daadwerkelijk geplaatst zijn. In dit MER zullen ook leemten in kennis en informatie worden beschreven en de gevolgen daarvan voor het te nemen besluit. De belangrijkste leemte in kennis ligt bij het aspect natuur en vogels. Een eerste stap in de evaluatie is na te gaan in hoeverre deze leemten in kennis en informatie verkleind of opgelost kunnen worden. In dit hoofdstuk zal daarom eerst een inventarisatie van de leemten in kennis en de gevolgen daarvan worden beschreven, waarna een aanzet tot een evaluatieprogramma zal worden gegeven.

6.2 Leemten in kennis en informatie

6.2.1 Opbrengsten

Voor het MER is een berekening gemaakt van de opbrengsten van de windturbines. In principe zijn daarvoor verschillende methoden beschikbaar. Het Protocol Monitoring Duurzame Energie is een veel gebruikte rekenmethodiek die afspraken omvat voor het berekenen van de vermeden primaire energie (brandstofbesparing) en vermeden emissies. In dit Protocol worden de uitgangspunten, rekenmethodiek en de specifieke informatie per energiebron beschreven. Omdat het protocol echter gebaseerd is op aannames en uitgangspunten die niet van toepassing zijn op de typen turbines die zijn voorgesteld voor de provincie Utrecht, is deze methodiek niet geschikt voor de effectvoorspellingen in dit MER.

In dit MER zijn de berekeningen van de opbrengst en emissiereductie uitgevoerd met het simulatieprogramma WindPRO.

Bij het berekenen van de opbrengsten van de windturbines en de daardoor vermeden CO_2-reductie, is uitgegaan van gemiddelden. De lokale omstandigheden op de locatie of de weersomstandigheden kunnen afwijkingen teweeg brengen. Dit levert dus in zekere zin een leemte in kennis op met betrekking tot de positieve milieueffecten. Daadwerkelijk meten van de opbrengsten kan hierover uitsluitsel geven (zie ook aanzet tot evaluatieprogramma).

6.2.2 Natuur en vogels

Vogels

Effecten turbines op vogels
De belangrijkste leemte in kennis voor het aspect vogels is het gebrek aan onderzoeksresultaten van onderzoek naar effecten van turbineparken op land van een gemiddelde ashoogte hoger dan 80 meter. Er bestaan vele onderzoeken naar de effecten van turbines op vogels. De resultaten van deze onderzoeken zijn echter erg locatiespecifiek en betreffen vaak locatie in of aan zee. Daardoor spreken resultaten uit de verschillende onderzoeken elkaar soms tegen. Eveneens is, vooral bij onderzoek naar verstoringen, niet altijd even duidelijk of de windturbines zelf de hoofdoorzaak vormen.
De technische ontwikkeling van turbines gaat snel. De meeste onderzoeken naar de effecten van turbines op vogels zijn echter nog gebaseerd op kleinere typen turbines dan de turbines die in dit project gebruikt gaan worden. De resultaten van alle bestaande onderzoeken zijn in dit MER wel gebruikt, maar het is de vraag of deze resultaten toe te passen zijn op grotere turbines. Deze leemte in informatie is op korte termijn niet makkelijk op te lossen. Door onderzoek op locatie met een proefopstelling van een windturbinepark met grote turbines op land kan deze informatie worden verkregen. Dit onderzoek zal echter enkele jaren achtereen moeten worden uitgevoerd om betrouwbare resultaten te kunnen vergaren.

De leemte in kennis over de effecten van grote turbines op vogels is met name relevant voor die locatie die in een vogelrijke omgeving staan (locaties Eemnes/Bunschoten, A2/vinkeveen en Amsterdam-Rijnkanaal). Daar ervaringsresultaten van kleinere turbines gebruikt zijn kan het beschreven effect op vogels anders uitvallen dan nu wordt aangegeven.

Broedvogelgegevens
Het ontbreekt aan voldoende gegevens over het voorkomen van broedvogels in de nabije (afstand tot ca. 1 km) omgeving van de locaties. Rond de meeste locaties is niet of matig onderzoek geweest naar de aanwezigheid van broedvogels. Deze leemte in kennis kan in 1 broedseizoen worden verholpen. Een grondige broedvogelkartering rond de locaties kan een goed beeld geven van de waarde van de gebieden voor broedvogels.

De ernst van het gebrek aan informatie over het voorkomen van broedvogels in de nabije omgeving is gezien het matige effect van de turbines op broedvogels (excl. weidevogels) niet groot.

Gegevens trekroutes vogels
Gegevens over trekvogels die over utrecht vliegen zijn 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.
Het aantal vogels dat van deze routes gebruikmaakt en hoe hoog de vogels tijdens deze trek vliegen is niet bekend. Voor de Venen en de Oostelijke Vechtplassen is, volgens mededeling van SOVON, Bureau Waardeburg bezig met inventarisaties van vliegbewegingen. De gegevens van dit onderzoek zijn momenteel nog niet beschikbaar maar zullen op korte termijn beschikbaar komen. Voor de overige vogelrijke locaties (Baarn/Amersfoort en Amsterdam-Rijnkanaal) zijn deze gegevens en onderzoeken niet beschikbaar.

Het gebrek aan informatie is met name van belang voor de beschrijving van het effect van barrièrewerking. Er is van uitgegaan (op basis van onderzoek) dat de turbines zo ver van elkaar af liggen dat barrièrewerking nauwelijks een rol speelt. Indien dit werkelijk het geval is, is het gebrek aan informatie niet ernstig voor het nemen van een besluit. Onderzoek naar de barrièrewerking van turbines met deze grootte is echter niet voor handen; de aanname is gebaseerd op onderzoek bij turbines van ca. 50 meter hoog en een kleinere onderlinge afstand.

Vleermuizen

Vleermuisgegevens
Gegevens over kraamkamers en overwinteringslocaties in de omgeving zijn voor handen: deze zijn niet gelegen in de buurt van de locaties. Het ontbreekt echter aan gegevens over vliegroutes/foerageerroutes van vleermuizen in de nabije (afstand tot ca. 1 km) omgeving van de locaties. Rond de meeste locaties is niet of matig onderzoek geweest naar deze routes van vleermuizen. Deze leemte in kennis kan in 1 seizoen worden verholpen. Een grondige kartering met behulp van batdetectoren rond de locaties kan een goed beeld geven van de waarde van de gebieden voor vleermuizen.

De ernst van het gebrek aan gegevens voor de besluitvorming is naar verwachting beperkt. 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. Daarnaast is uit enkele onderzoeken uit het verleden bekend dat de effecten van turbines op vleermuizen zeer gering zijn.

Gegevens geluidsproductie windturbines
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 is echter niet bekend of de verschillende turbines die in de varianten gebruikt worden geluid produceren dat binnen de geluidsrange valt die vleermuizen gebruiken voor hun echolocatiesignalen. Onderzoek is nodig om te kunnen vaststellen of vleermuizen tijdens hun migratie- en jachtvluchten gestoord worden door deze geluiden. Deze leemte in kennis is (waarschijnlijk) op korte

termijn te verhelpen door geluidsmetingen te verrichten bij bestaande turbines van het type die in het Windplan worden genoemd.

De ernst van het gebrek aan geluidsgegevens voor de besluitvorming is niet groot. De geluiden, die overlappen met het echolocatiesignaal van vleermuizen, zullen naar verwachting beperkt zijn en alleen bij bepaalde snelheden en dus niet continu worden geproduceerd. De kans dat de turbines frequent geluiden zullen produceren die overlappen met de echolocatiesignalen van de vleermuizen is daarom klein.

6.2.3 Landschap en cultuurhistorie

In de provincie Utrecht zijn nu nog geen (grootschalige) lijnopstellingen of clusters van turbines aanwezig. De plaatsing van windturbines betekent een duidelijke verandering van het landschap. Hoe deze verandering beleefd wordt is in belangrijke mate subjectief. De één vindt een rij windturbines in een open landschap mooi en de ander niet. In dit MER is uitgegaan van algemeen gangbare opvattingen op dit gebied en de ervaring die bij andere windparken is opgedaan. Een belevingsonderzoek zou kunnen uitwijzen hoe men de windturbines in het Utrechtse landschap daadwerkelijk waardeert. De uitgangspunten die in dit MER gehanteerd zijn, zouden dan kunnen worden getoetst. Dit kan alleen plaatsvinden als de turbines geplaatst zijn.

Andere leemten in informatie zouden eveneens van invloed kunnen zijn op de effecten voor wat betreft landschap. Het gaat dan om de parallelstructuur bij Woerden, de afslag van de A12 voor de woningbouwlocatie Leidsche Rijn, de verbreding van de A2 en de inrichting van het bedrijvenpark bij Breukelen. Deze ontwikkelingen zouden van invloed kunnen zijn op de locaties van de windturbines en daardoor ook op de landschappelijke aspecten. Vaak kan dit met afstemming van de inrichting (bijvoorbeeld de beplanting of de geluidsschermen) op de turbines opgelost worden. Naar verwachting zijn de leemten in kennis over de landschappelijke effecten slechts van beperkte invloed op het te nemen besluit.

6.2.4 Geluid

Voor het aspect geluid zijn enkele leemten in kennis en informatie te onderscheiden.
De geluidseffecten konden voor een deel van de uitbreiding van woonkernen en bedrijventerreinen (woningen aan noordzijde Baarn, bedrijventerrein bij Wijk bij Duurstede aan de noordzijde van het kanaal) niet adequaat worden beoordeeld. De informatie over die uitbreiding was weliswaar te distilleren uit de desbetreffende bestemmingsplannen, maar was niet op het noodzakelijke niveau digitaal beschikbaar. Gegeven het feit dat de geluidseffecten door mitigerende maatregelen terug te brengen zijn tot het wettelijk toegestane en gewenste niveau, heeft het ontbreken van deze informatie geen consequenties voor de houdbaarheid van dit MER. Het is wel van belang dat de desbetreffende initiatiefnemers voor het bouwen van het park een aanvullend onderzoek doen om nauwkeurig vast te kunnen stellen welke mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn.

Verder is in de berekeningen geen rekening gehouden met specifieke lokale omstandigheden die van invloed zouden kunnen zijn op de geluidimmissie bij individuele geluidgevoelige bestemmingen. Dit zijn bijvoorbeeld geluidsschermen die langs de snelweg geplaatst zijn of de eigenschappen van het landschap. Hoogteverschillen in het landschap kunnen bijvoorbeeld van invloed zijn op de geluidhinder.

Op basis van de beschikbare gegevens zijn geen conclusies te verbinden aan de effecten bij de verschillende uitvoeringsvarianten.

6.2.5 Externe veiligheid

Per alternatief is in tabelvorm aangegeven welke turbine niet aan de hier gestelde criteria voldoet. Als een turbine in meerdere of mindere mate de veiligheidscontouren overschrijdt, zal een risicoanalyse moeten worden uitgevoerd om te bepalen of plaatsing van de windturbine een onaanvaardbare toename van het risico veroorzaakt. Voor de uitvoering van deze risicoanalyses is extra informatie nodig over de objecten die het betreft. Hierbij kan worden gedacht aan de diepteligging van aardgasleidingen, het type bedrijvigheid op een industrieterrein, de ligging van opslagtanks op een benzinestation, het aantal passerende treinen (passagiers en goederen) op een spoorlijn en het vermogen van de turbine.

Een belangrijkste onzekerheid op dit moment betreft de reikwijdte van het Besluit Kwaliteitseisen externe veiligheid inrichtingen milieubeheer. Op het Ontwerpbesluit is in dit MER de minimale afstand tot kwetsbare en minder kwetsbare objecten gebaseerd. Strikt genomen vallen windturbines op dit moment niet onder de werkingssfeer van het (ontwerp)Besluit zoals dat er nu ligt. Bij vaststelling van het definitieve besluit zal duidelijk moeten worden in hoeverre de methodiek en de normen, die in het besluit zijn vastgelegd, ook van toepassing zullen zijn op windturbines.

Verder zijn de afstanden die zowel de beheerder van het hogedruk aardgastransportleidingennet als de hoogspanningslijnen hanteert voor het beoordelen van de mogelijkheid tot plaatsing van windturbines (nog) niet op schrift vastgelegd. Dit maakt de status en hardheid van deze plaatsingsregels onzeker.

Deze leemten in kennis zorgen ervoor dat een nadere risico-analyse moet uitwijzen of bepaalde turbines geplaatst kunnen worden of niet, of dat aanpassingen gedaan moeten worden in de opstelling.

6.2.6 Slagschaduw

Ontwikkelingen in de techniek van windturbines hebben hogere en grotere turbines opgeleverd. Dat heeft gevolgen voor de slagschaduw (veroorzaakt door de draaiende rotorbladen) die deze turbines veroorzaken. Er is een juridische norm voor de maximale slagschaduwhinder die mag optreden. Deze norm houdt geen rekening met de daadwerkelijke hinder die individuen ondervinden. Bovendien liggen de passeerfrequenties van de hedendaagse turbines lager dan ten tijde van het opstellen van de norm. Dit heeft mogelijke consequenties voor het hanteren van de norm die in de AMvB 487 is gesteld. Dit is ten tijde van dit MER nog niet duidelijk. In onderstaande paragrafen is een en ander verder uitgelegd.

Juridische norm
In de eerste plaats wordt de hinder van slagschaduw ervaren door mensen die (moeten) wonen en werken op locaties waar op bepaalde momenten slagschaduw optreedt. De mate waarin slagschaduw als hinderlijk wordt ervaren echter vooral een kwestie is van persoonlijke beleving: de één ziet slagschaduw als de representant van iets moois, zoals het opnieuw werken van een historische molen. Datzelfde zal gelden voor de boer die slagschaduw ondervindt van zijn eigen, inkomsten genererende, turbine. De ander vindt het niet prettig, maar maakt er geen punt van. Het is niet mogelijk om precies en

objectief vast te stellen wanneer gesproken kan worden van *persoonlijke hinder* door slagschaduw.

Wel staat in de AMvB 487 het voorschrift dat een windturbine voorzien moet zijn van een stilstandvoorziening als de afstand tussen turbine en geluidgevoelige bebouwing minder is dan 12 maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden. Deze norm is gebaseerd op een uitspraak van de Raad van State van 24 oktober 1996. In haar uitspraak heeft de Raad van State echter niet uitgesloten dat een hinderduur van meer dan 17 dagen per jaar ook aanvaardbaar is. Het voorschrift dat een stilstandvoorziening moet worden aangebracht, heeft als neveneffect dat binnen de gestelde contour nauwelijks meer wordt gekeken naar de specifieke situatie van het geval. Dit knelpunt zou minder zijn, als de norm huidige norm vervangen wordt door andere, ruimere normen en indien gedifferentieerd wordt naar tijdstip van de dag. Zo is slagschaduw over het raam van een woning om vijf uur 's ochtends minder hinderlijk dan om acht uur, omdat mensen om vijf uur doorgaans nog slapen. Slagschaduw die om acht uur 's avonds over een raam van een kantoor valt, is minder problematisch dan de schaduw op een tijdstip dat personeel doorgaans wél op kantoor aanwezig is.

Grotere turbines met een lagere passeerfrequentie
Frequenties van een windturbine van 2,5 tot 14 Hz (passeringen per seconde) kunnen lichamelijke klachten veroorzaken, zoals epileptische aanvallen. 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 moderne, grote windturbines, die het onderwerp van deze studie vormen, hebben echter een lager toerental, zodat de frequentie onder de 2,5 Hz ligt. Passeerfrequenties vormen dus niet langer een (medisch) probleem. In hoeverre dit invloed zal gaan hebben op de juridische norm is ten tijde van het opstellen van dit MER nog niet duidelijk.

Aantal gehinderden
Het exacte aantal gehinderden is niet precies te bepalen. Vanuit het gehinderde object gezien is exact te bepalen hoeveel slagschaduwhinder er theoretisch op kan treden. Vanuit het perspectief van de molens is het, gezien de schaal van de MER, niet mogelijk om in deze mate van detail te treden. Het is niet mogelijk om voor elke woning te bepalen of er, naast de berekende slagschaduw, ook in de praktijk slagschaduw plaatsvindt en of dit als hinderlijk wordt ervaren. Dit is naast de klimatologische omstandigheden afhankelijk van de ligging van ramen en de aanwezigheid van de bewoners op dat tijdstip. Er is daarom gekozen voor een kwalitatieve benadering om het aantal gehinderden te bepalen. Dit is gedaan met behulp van de op de kaart geprojecteerde resultaten van WindPRO. Het exacte aantal gehinderden zou hier dus in de praktijk vanaf kunnen wijken.

Verder zijn op basis van de beschikbare (digitale) gegevens de effecten voor de uitbreiding van woningen en bedrijventerreinen (woningen aan noordzijde Baarn, bedrijventerrein bij Wijk bij Duurstede aan de noordzijde van het kanaal) niet adequaat worden beoordeeld. Aangezien het mogelijk is om de effecten van slagschaduw te verzachten met mitigerende maatregelen, is de verwachting dat uitbreidingen geen werkelijke belemmering zullen vormen voor de realisatie van windenergie. Het is wel

van belang dat de mogelijke effecten nader worden onderzocht voor definitieve plaatsing van de turbines.

6.3 Evaluatieprogramma

De laatste stap in de m.e.r.-procedure is een verplichte evaluatie van de milieueffecten. Het evaluatieprogramma kan enerzijds gericht zijn op het verzamelen van informatie voor de geconstateerde leemten in kennis. Daarnaast kan met het evaluatieprogramma worden getoetst in hoeverre de daadwerkelijk optredende effecten overeenkomen met de in het MER voorspelde effecten. Wanneer de daadwerkelijke effecten (sterk) afwijken van de in het MER voorspelde effecten, kan het evaluatieprogramma voor het bevoegd gezag aanleiding geven om effecten ongedaan te maken, bijvoorbeeld door het nemen van (aanvullende) mitigerende maatregelen.

Voor de vergelijking van de voorspelde effecten met de daadwerkelijke optredende effecten bestaan verschillende evaluatiemethoden:

- Periodieke metingen en toetsing van werkelijke effecten in de vorm van bemonsteringen, geluidsmetingen, tellingen en soortinventarisaties;
- Controle op naleving van vergunningen, onder andere door periodieke controle;
- Uitvoeren van een belevingsonderzoek onder direct omwonenden en in de woongebieden in de omgeving, waarbij aandacht wordt besteed aan aspecten als geluid, veiligheid en slagschaduw;
- Opstellen en uitvoeren van mitigerende maatregelen als blijkt dat bepaalde effecten ernstiger zijn dan voorspeld.

Onderstaand zijn de in dit MER onderscheiden milieuaspecten aangegeven waarop de evaluatie zich in ieder geval zal moeten richten:

- Energieopbrengst en emissiereductie

- Natuur en vogels
  - In verband met het gebrek aan kennis over de effecten van turbineparken op land, van een gemiddelde ashoogte hoger dan 80 meter, zou een proefopstelling kunnen worden benut om nieuwe kennis boven tafel te krijgen. Onderzoek op locatie met deze proefopstelling zou waardevolle informatie op kunnen leveren, bijvoorbeeld met betrekking tot (de mate) van verstoring en de barrièrewerking.
  - Een grondige broedvogelkartering rond de locaties kan een beter beeld geven van de waarde van de gebieden voor broedvogels. Een dergelijke kartering zou tevens een goed vertrekpunt zijn voor een (jaarlijks) monitoringprogramma waarbij de gevolgen van de verschillende opstellingen op het gedrag van de vogels onderzocht zou kunnen worden. Vooral de locaties die 'gevoelig' scoren voor vogels zouden in een dergelijk programma gevolgd moeten worden.
  - Een grondige kartering met behulp van batdetectoren rond de locaties kan een goed beeld geven van de waarde van de gebieden voor vleermuizen. Ook in dit geval zou de kartering een goed vertrekpunt zijn voor een (jaarlijks) monitoringprogramma waarbij de gevolgen van de verschillende opstellingen op het gedrag van de vleermuizen onderzocht zou kunnen worden.

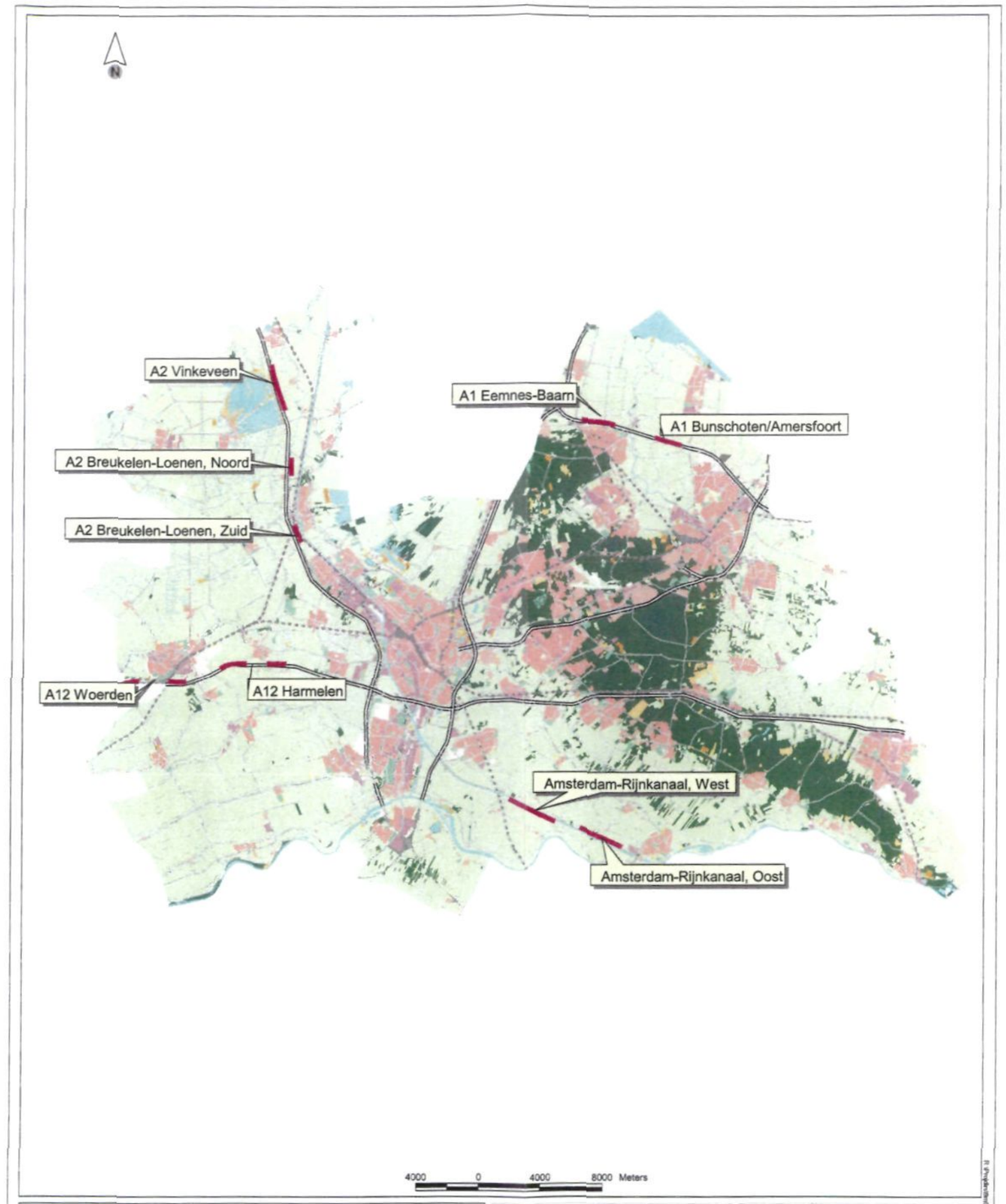
- Door geluidsmetingen te verrichten bij bestaande turbines van het type die in het Windplan worden genoemd zou meer informatie kunnen worden verkregen over de mate waarin vleermuizen hinder ondervinden van de turbines tijdens hun migratie- en jachtvluchten.

• Landschap
- Een belevingsonderzoek zou kunnen uitwijzen hoe men de windturbines in het Utrechtse landschap daadwerkelijk waardeert. In dat onderzoek zouden de uitgangspunten die in dit MER gehanteerd zijn kunnen worden getoetst. Dit kan alleen plaatsvinden als de turbines geplaatst zijn.

• Geluid
- Om betere informatie te krijgen over het aantal woningen in het buitengebied zouden op basis van specifieke adresbestanden, gekoppeld aan bestemmingen alsnog berekeningen gemaakt kunnen worden als de definitieve locaties van de windturbines bekend zijn.
- Nader onderzoek naar specifieke lokale omstandigheden die van invloed zouden kunnen zijn op de geluidimmissie bij individuele geluidgevoelige bestemmingen, zou een beter beeld kunnen geven van de te verwachten geluidhinder. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan geluidsschermen die langs de snelweg geplaatst zijn of de eigenschappen van het landschap.

• Externe veiligheid
- Zoals in hoofdstuk 6 is geconstateerd zal in een aantal gevallen een risicoanalyse moeten worden uitgevoerd om te bepalen of plaatsing van een windturbine een onaanvaardbare toename van het risico veroorzaakt. Deze analyse op zich maakt geen onderdeel uit van het evaluatieprogramma. Er dient echter wel rekening worden gehouden met het nog vast te stellen Besluit Kwaliteitseisen externe veiligheid inrichtingen milieubeheer. Bij vaststelling van het definitieve besluit zal onderzocht moeten worden in hoeverre de methodiek en de normen, die in het besluit zijn vastgelegd, ook van toepassing zijn op de te plaatsen windturbines.

• Slagschaduw
- Zoals eerder gesteld, is de mate waarin slagschaduw als hinderlijk wordt ervaren vooral een kwestie van persoonlijke beleving. Om dit inzichtelijk te maken zou na realisering van de windparken een belevings/perceptieonderzoek kunnen worden verricht. Hierin zou onder meer kunnen worden onderzocht in hoeverre de opstelling van windturbines de beleving van slagschaduw bij omwonenden beïnvloedt.


A2 Vinkeveen
A2 Breukelen-Loenen, Noord
A2 Breukelen-Loenen, Zuid
A12 Woerden
A12 Harmelen
A1 Eemnes-Baarn
A1 Bunschoten/Amersfoort
Amsterdam-Rijnkanaal, West
Amsterdam-Rijnkanaal, Oost
4000 0 4000 8000 Meters
Lokaties windmolens
A12 Woerden
Sporen
Snelwegen
Overige wegen
Landgebruik
Glastuinbouw
Overig agrarisch gebruik
Bos
Woongebied
Bedrijvigheid
openbare voorzieningen
Infrastructuur
Stedelijk groen en sport
Dagrecreatieve objecten en terreinen
Verblijfsrecreatie
Natuurlijk terrein
Stortplaatsen
Bouwterrein
Overige gronden
Water
Titel:
Overzicht lokaties
Figuur:
x.x
Project:
MER bij Streekplan 2005 - 2015,
Grootschalige lokaties windenergie
Opdrachtgever:
Provincie Utrecht
Datum:
16-12-2003
Schaal:
1:325000
ROYAL HASKONING