

Bosch & van Rijn

Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs

Daan Booij MSc.

Opdrachtgever

Gemeente Barendrecht



Vaanplein Barendrecht

Akoestisch onderzoek t.b.v. PlanMER



Vaanplein Barendrecht

Akoestisch onderzoek t.b.v. PlanMER

Datum	21 oktober 2022
Versie	1.1
Auteur	Daan Booij
Tweede lezer	Steven Velthuijsen

Bosch & Van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2022

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1	INLEIDING	4
1.1	<i>Aanleiding</i>	4
1.2	<i>Windturbines</i>	4
1.3	<i>Toelichting vaktermen</i>	5
1.4	<i>Wettelijke norm</i>	6
1.5	<i>Meten en rekenen</i>	7
1.6	<i>Beoordelingscriteria MER</i>	7
HOOFDSTUK 2	REKENMETHODE	8
2.1	<i>Bodemabsorptie en -reflectie</i>	8
2.2	<i>Spectrale verdeling</i>	8
2.3	<i>Windaanbod</i>	9
2.4	<i>Rekenmethode</i>	10
2.5	<i>Laagfrequent geluid</i>	11
HOOFDSTUK 3	RESULTATEN	12
3.1	<i>Contouren</i>	12
3.2	<i>Aantal woningen binnen de geluidscontouren</i>	14
3.3	<i>Aantal woningen binnen de geluidscontouren – relatief</i>	14
3.4	<i>Geluidsbelasting op recreatiegebieden, crematorium en kinderboerderij</i>	14
3.5	<i>Nabijgelegen recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij</i>	16
3.6	<i>Laagfrequent geluid</i>	17
HOOFDSTUK 4	CUMULATIE	21
4.1	<i>Geluidsbronnen</i>	22
4.2	<i>Huidige cumulatieve geluidsbelasting</i>	22
4.3	<i>Cumulatieve geluidsbelasting inclusief windturbines</i>	22
4.4	<i>Gezondheid</i>	25
4.5	<i>Gemeentelijk geluidsbeleid</i>	28
HOOFDSTUK 5	BEOORDELINGSKADER	29
5.1	<i>Beoordelingskader</i>	29
5.2	<i>Resultaten</i>	30
HOOFDSTUK 6	KLEINERE WINDTURBINES	31
6.1	<i>Aanleiding</i>	31
6.2	<i>Eigenschappen</i>	31
6.3	<i>Resultaten</i>	32
6.4	<i>Geluidsbelasting op recreatiegebieden, crematorium en kinderboerderij</i>	34
6.5	<i>Cumulatie</i>	35
6.6	<i>Gezondheidseffectscreening (GES)</i>	35
6.7	<i>Resultaten</i>	36
HOOFDSTUK 7	MITIGERENDE MAATREGELEN	37
7.1	<i>Inleiding</i>	37
7.2	<i>Normgrenzen</i>	37
7.3	<i>Geluidsreducerende modi</i>	41
7.4	<i>Rekenresultaten geluid</i>	41
7.5	<i>Samenvatting</i>	45
HOOFDSTUK 8	BIJLAGEN	48
BIJLAGE A	OVERZICHT WINDTURBINEGEGEVENS	49
A.1	<i>Algemene kenmerken</i>	49
BIJLAGE B	WINDAANBOD	50
BIJLAGE C	GELUIDSCONTOUREN	51

BIJLAGE D	IMMISSIEWAARDEN	52
BIJLAGE E	IN- EN UITVOER GEOMILIEU	60

Hoofdstuk 1 Inleiding

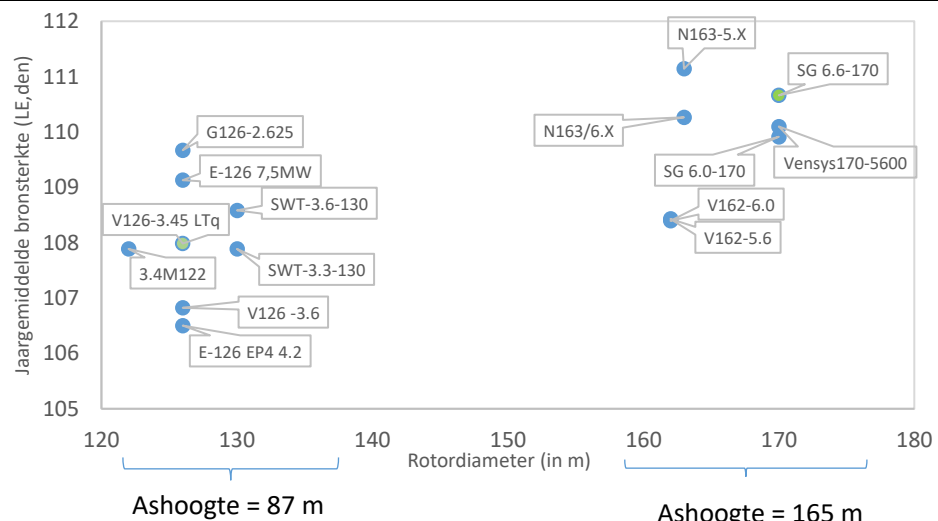
1.1 Aanleiding

Bosch & van Rijn heeft ten behoeve van een milieueffectrapportage (MER) een akoestische studie uitgevoerd naar de geluidsimmissie bij gevoelige objecten van drie opstellingsalternatieven voor windturbines rondom het knooppunt Vaanplein in de gemeente Barendrecht. Deze studie volgt de beoordelingscriteria zoals opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau Windenergie Vaanplein.

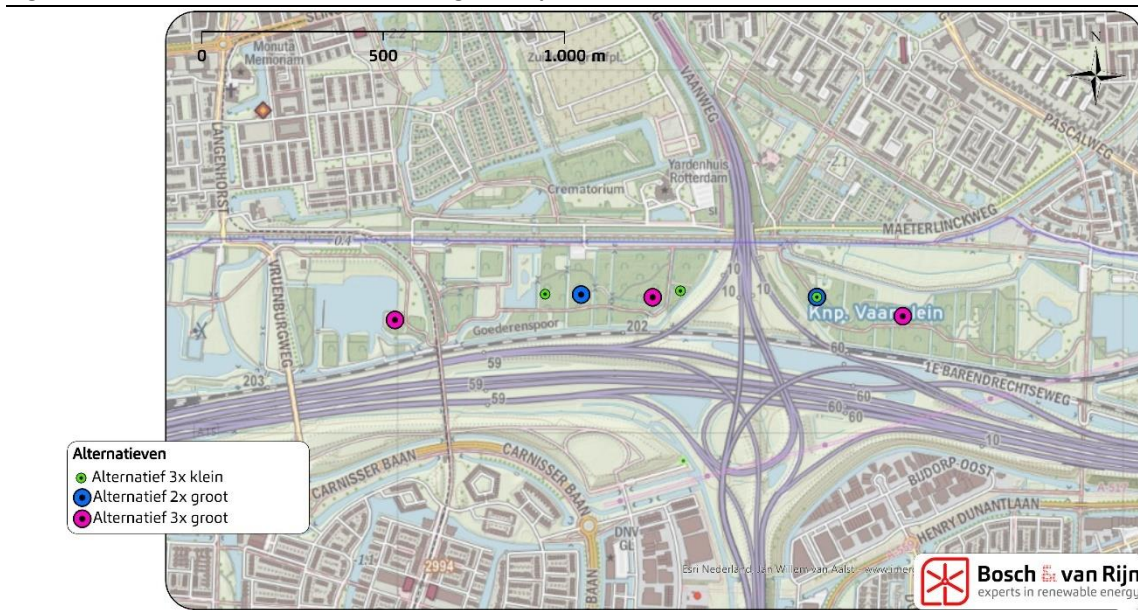
1.2 Windturbines

Het MER beschouwt drie alternatieven, die verschillen door het aantal en de posities van de windturbines. Per alternatief is een windturbintype geselecteerd dat representatief is voor de betreffende klasse van windturbines. Per categorie betekent dit dat een windturbine gekozen is waarvan bekend is dat dit niet de stilste en niet de luidste in haar klasse is. Van een aantal turbines in de desbetreffende klasse is een grafiek gemaakt om inzichtelijk te maken wat de geluidsniveaus zijn van de verschillende windturbintypen (Figuur 1). Voor de kleine windturbine is uitgegaan van de Vestas V126-3.45 LTq (hierna in de tekst aangeduid als V126) en voor de grote windturbine is de Siemens SG6.6 170 aangehouden. In de figuur is ook te zien dat de geselecteerde turbines qua geluidsniveau niet de stilste of luidste types zijn in hun klasse.

Figuur 1 Jaargemiddelde bronsterkte t.o.v. rotordiameter. De afmetingsklasse van de kleine windturbine is doorgerekend op basis van het windaanbod op 87 meter hoogte. De afmetingsklasse van de grote windturbine is doorgerekend op basis van het windaanbod op 165 meter hoogte.



Figuur 2 MER-alternatieven Windenergie Vaanplein Barendrecht



De eigenschappen van de MER-alternatieven staan in onderstaande tabellen.

Tabel 1 Eigenschappen windturbineopstellingen.

	3x klein	2x groot	3x groot
Aantal windturbines	3	2	3
Ashoogte (m)	87	165	165
Rotordiameter (m)	126	170	170
Tiphoogte (m)	150	250	250
Gebruikt windturbine type	Vestas V126 (3,45MW)	Siemens Gamesa SG6.6 170 (6,6MW)	Siemens Gamesa SG6.6 170 (6,6MW)

Tabel 2 Coördinaten windturbines.

3x klein		2x groot		3x groot	
X	Y	X	Y	X	Y
94.406	431.383	94.506	431.382	93.992	431.311
94.779	431.392	95.155	431.375	94.703	431.374
95.155	431.375			95.392	431.322

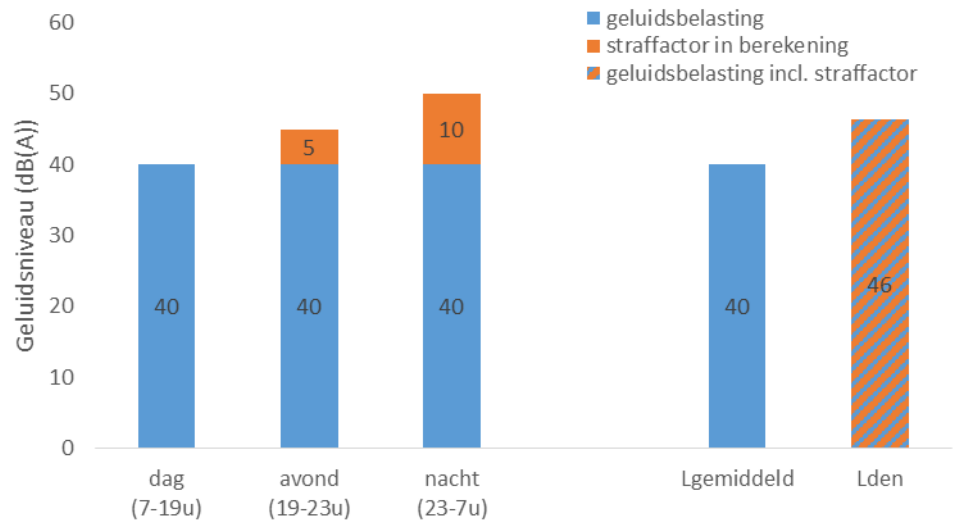
1.3 Toelichting vaktermen

In de voorgaande en volgende paragrafen worden diverse termen genoemd.

- $L_{w,max}$ betreft de maximale bronsterkte van een windturbine, zoals opgegeven door de fabrikant.
- L_e is de jaargemiddelde bronsterkte, zonder periode gerelateerde straffactoren.

- $L_{E,den}$ is de jaargemiddelde bronsterkte, berekend volgens de L_{den} -methodiek. Ook de geluidsnorm voor (onder andere) wegverkeer is uitgedrukt in L_{den} . 'den' staat hierbij voor Day-Evening-Night. Dit is een jaargemiddelde bronsterkte, waarbij de avond- en nachtperiode zwaarder meetellen door een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB.
- L_{den} is het jaargemiddelde invallende geluidsniveau (den = day, evening, night), inclusief straffactoren. Zie ook Figuur 3 ter illustratie.
- L_{night} is het jaargemiddelde invallende geluidsniveau gedurende de nacht (23.00-7.00u).
- $L_{cum,oud}$ is het invallende gecumuleerde geluidsniveau in de huidige situatie
- $L_{cum,nieuw}$ is het invallende gecumuleerde geluidsniveau incl. windturbines.
- L_{WT} is het invallende geluidsniveau als gevolg van de windturbines, voor de 3 MER-alternatieven.
- L^*_{WT} is het invallende 'hinderequivalente' geluidsniveau als gevolg van de windturbines: een geluidsniveau dat bij wegverkeer een gelijke mate van hinder zou opleveren als L_{WT} .
- Ernstige hinder is een subjectieve beleving gekoppeld aan langdurige blootstelling aan geluid.

Figuur 3 Berekening L_{den} , met het meetellen van de straffactoren in de avond en nacht



De jaargemiddelde bronsterkte hangt af van de 'geluidscurve' van de windturbine (hoeveel geluid de windturbine produceert bij elke windsnelheid) en het lokale windaanbod en is berekend met het softwarepakket GeoMilieu. De geluidscurve verschilt van type tot type.

1.4 Wettelijke norm

Tot voorkort waren er rechtstreeks geldende geluidsnormen voor windparken opgenomen in het Activiteitenbesluit milieubeheer: 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} . Omdat voor het Activiteitenbesluit ten onrechte geen milieueffectrapport is opgesteld zijn

deze normen door de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State buiten toepassing verklaard voor windturbineprojecten die vallen onder bijlage II van de Europese Mer-richtlijn. In de uitspraak wordt expliciet door de RvS genoemd dat een gemeenteraad niet verplicht is aan te sluiten bij de normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling. De raad kan er ook voor kiezen om eigen normen te hanteren. Die normen moeten dan zijn voorzien van een actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de aan de orde zijnde situatie toegesneden motivering.

In dit akoestisch onderzoek wordt hier rekening mee gehouden door te rekenen met meerdere geluidsniveaus. In de NRD is voor onder andere het thema geluid aangegeven dat er in het onderzoek een brede effectbepaling en beoordeling wordt gemaakt. Op basis van deze beoordeling kan dan gekomen worden tot een locatie specifieke normstelling. Voorafgaand daaraan wordt voor de 3 MER-alternatieven eerst berekend hoeveel geluid de windturbines op omliggende woningen en andere gevoelige objecten veroorzaken. Het mogelijk limiteren van deze immissie is een vervolgstap daarop.

1.5 Meten en rekenen

Voor wat betreft het meten en berekenen van geluid wordt verwezen naar afdeling 3.2.3 van het Activiteitenbesluit milieubeheer en artikel 3.2.3 van de Activiteitenregeling milieubeheer, inclusief bijlage 4 daarbij (Reken- en meetvoorschrift windturbines). Ondanks dat de geluidsnormen niet meer gelden blijft het Reken- en Meetvoorschrift van kracht.

1.6 Beoordelingscriteria MER

In het milieueffectrapport waar dit onderzoek een bijlage van is wordt het milieueffect geluid beoordeeld aan de hand van de volgende criteria komend uit de NRD:

1. Aantal geluidgevoelige objecten (zoals woningen van derden) binnen de geluidscouturen van 47 dB L_{den} , 45 dB L_{den} , 42 dB L_{den} en 37 dB L_{den} (absoluut en relatief)
2. Geluidsbelasting ter plaatse van nabijgelegen recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij.
3. Toename van het aantal ernstig gehinderden als gevolg van de toevoeging van het windturbinegeluid aan het cumulatieve achtergrondgeluidsniveau van woningen met tenminste 37 dB L_{den} .

In de buurt van het plangebied zijn geen windturbines die bijdragen aan het cumulatieve geluid in de omgeving. Wel wordt het cumulatieve geluidsniveau (inclusief andere bronnen dan het windpark) behandeld in Hoofdstuk 4. Aanvullend wordt op een aantal maatgevende woningen de laagfrequente geluidsbelasting inzichtelijk gemaakt maar dit is geen onderdeel van het beoordelingskader.

Hoofdstuk 2 Rekenmethode

2.1 Bodemabsorptie en -reflectie

De bodem van de onderzochte locatie is te kenmerken als stedelijk gebied en recreatieterreinen met in de nabije omgeving: recreatieterreinen, rijkswegen, spoorwegen, lokale wegen en woonbebouwing. Zowel aan de noordzijde als de zuidzijde van de A15 zijn woonwijken en bedrijventerreinen gevestigd.

Een reflecterende bodem, zoals water, zonnepark of verharding, heeft een bodemfactor van 0. Een zachte bodem in de vorm van recreatiegebieden en grasveld in het model zijn gekenmerkt als absorberende bodem en hebben in het Reken- en meetvoorschrift Windturbines een bodemfactor van 1 (Reken- en meetvoorschrift windturbines, paragraaf 3.11.2). Onderstaande afbeelding toont de bodemfactor in de omgeving van het projectgebied.

Figuur 4 Bodemgebied.



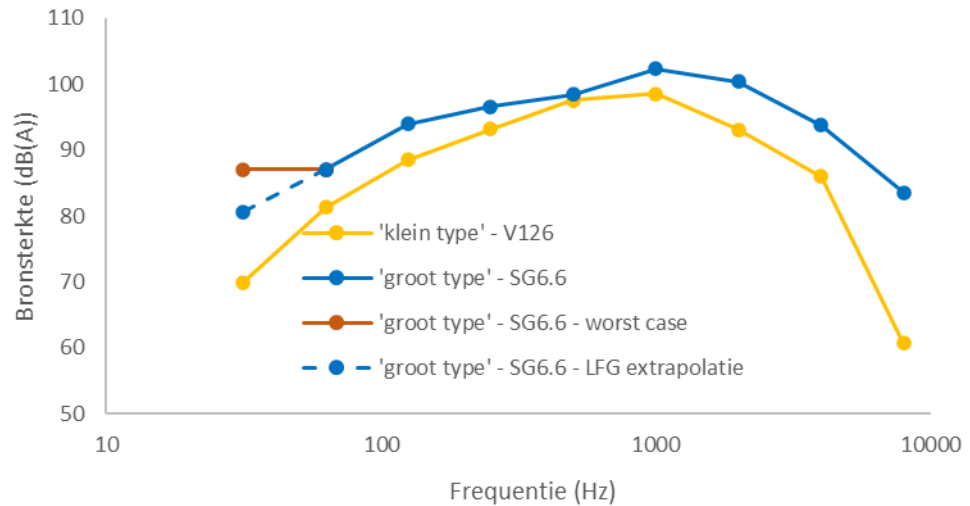
2.2 Spectrale verdeling

De spectrale verdeling van een windturbine beschrijft hoe het geluid verdeeld is over de verschillende toonhoogten. Het spectrum beïnvloedt de mate waarin het geluid draagt. Lagere tonen worden in de lucht minder snel uitgedoofd.

In het algemeen geldt voor windturbines dat er over een breed spectrum geluid wordt uitgezonden en dat hoge en lage tonen een kleiner aandeel hebben in de

totale geluidsemissie dan gemiddelde frequenties (ca. 250-2.500 Hz). Voor de beide typen hebben de windturbinefabrikanten de spectra bekendgemaakt. Het door SG 6.6-170 gepubliceerde spectrum reikt niet lager dan 62,5 Hz. Vandaar dat er bij de 31,5 Hz octaafband dezelfde bronsterkte wordt aangenomen als bij 62,5 Hz (dit is een worst-case aanname, aangezien bij alle windturbintypes geldt dat de bronsterkte aan de onderkant van het spectrum afneemt bij lagere toonhoogtes). De spectra zijn hieronder weergegeven, alsook in Bijlage E.

Figuur 5 Spectra van beide onderzochte windturbintypes



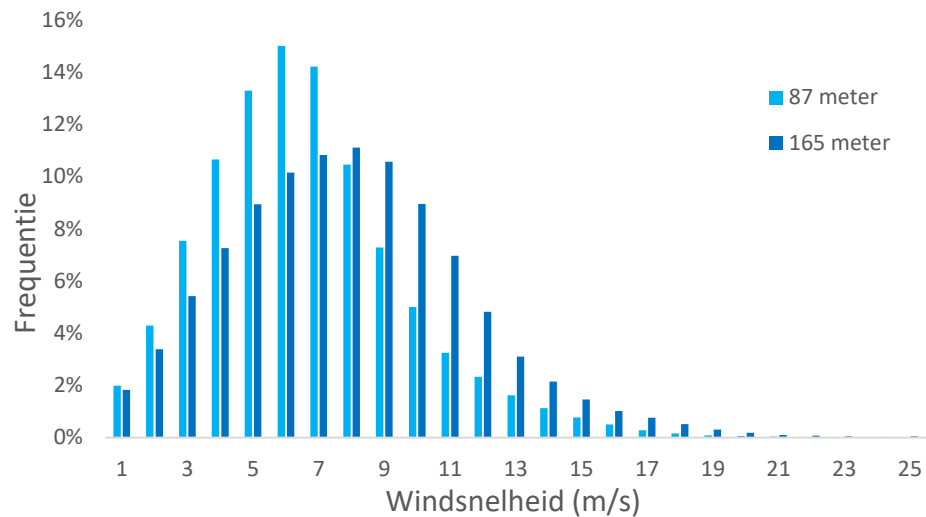
N.B Als worst-case scenario wordt voor de 31,5 Hz octaafband dezelfde bronsterkte gebruikt als voor de 62,5 Hz octaafband.

Voor een realistischer scenario is in bovenstaande figuur ook de spectrale verdeling weergegeven indien het verschil tussen de 62,5 Hz en de 125 Hz wordt geëxtrapolleerd voor de 31,5 Hz band. Het verschil is enkele dB.

2.3 Windaanbod

Om de geluidscontouren op een specifieke locatie te berekenen, is informatie benodigd over de windsnelheidsverdeling op de desbetreffende locatie. Ten behoeve van de berekeningen is de meest recente KNMI-dataset toegepast met het windsnelheidsaanbod op basis van langjarige gemiddelden, voor zowel dag, avond en nacht. Dit is conform het Reken- en Meetvoorschrift Windturbines.

Figuur 6 Windsnelheidsverdeling op de projectlocatie, op verschillende ashoogtes.



Het geluid dat windturbines maken varieert met de windsnelheid. Doorgaans geldt: hoe harder het waait, des te meer geluid maakt een windturbine, tot een bepaalde windsnelheid waarop de windturbine op vol vermogen draait en maximaal geluid produceert. Doorgaans is dit vanaf ca. 9-10 m/s (op ashoogte; aan de grond waait het meestal minder hard).

2.4 Rekenmethode

Met het softwarepakket GeoMilieu is voor nabijgelegen woningen de jaargemiddelde geluidsbelasting L_{den} berekend. Dit is een speciaal gemiddelde, waarbij de avond- en nachtperiode zwaarder meetellen door een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB. De geluidscontouren zijn op een hoogte van 4 meter berekend. Daarnaast is onder andere een viertal contouren getekend, namelijk de vier contouren van 47, 45, 42 en dB L_{den} in overeenstemming met de MER-beoordelingscriteria.

De woningen komen uit de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG, juni 2022). Deze woningen zijn geïmporteerd in Geomilieu om de geluidsbelasting per object te berekenen. De geluidsbelasting is als puntbron per woning op een hoogte van 5 meter berekend. Een specificatie van de hoogte van de gebouwen (met name flats) past niet binnen het detailniveau van dit onderzoek. Ter indicatie is voor alternatief 3x groot de geluidsimmissie van de dichtstbijzijnde flats in de Molièrebuurt op 5m hoogte en op 20m hoogte (maximale hoogte) berekend. Op 20m hoogte is de geluidsbelasting 0,01 dB hoger dan op 20m. Het specificeren van de hoogte van het gebouw zal daarmee geen significant verschil maken voor het geluidsniveau.

2.5 Laagfrequent geluid

Een gedeelte van het geluid dat windturbines produceren heeft een frequentie van 4-160 Hz en wordt daarom geclassificeerd als laagfrequent geluid.

Uit zienswijzen op eerdere windprojecten is gebleken dat de vrees bestaat dat laagfrequent geluid mensen ziek maakt en dat de Nederlandse geluidsnorm onvoldoende bescherming biedt, omdat bij de vaststelling van de voorheen voor windturbinegeluid geldende norm van 47 dB op basis van L_{den} met deze informatie geen rekening zou zijn gehouden.

Om deze reden heeft de Staatssecretaris van I&M in 2014 een brief aan de Tweede Kamer gestuurd¹ met twee onderzoeken van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en een literatuurstudie naar laagfrequent geluid door Bureau LBP/Sight.

Op grond van inzichten uit deze onderzoeken concludeerde de Staatssecretaris dat de omgeving bij toepassing van een norm van 47 dB L_{den} voldoende is beschermd tegen laagfrequent geluid.

Daarmee is onderbouwd dat, bij een geluidsnorm voor windenergie van 47 dB L_{den} *of strenger*, er geen belangrijke negatieve effecten optreden als gevolg van laagfrequent geluid van windturbines. Gegeven de verwachting dat een lokale geluidsnorm voor windturbines ten minste strenger zal zijn dan 47 dB L_{den} bevat het planMER geen beoordelingscriteria op dit thema. Ondanks dit standpunt wordt in dit onderzoek ook het laagfrequent geluid op nabijgelegen woningen meegenomen. Zie daarvoor paragraaf 3.6.

¹ kenmerk brief: IENM/BSK-2014/44564



Hoofdstuk 3 Resultaten

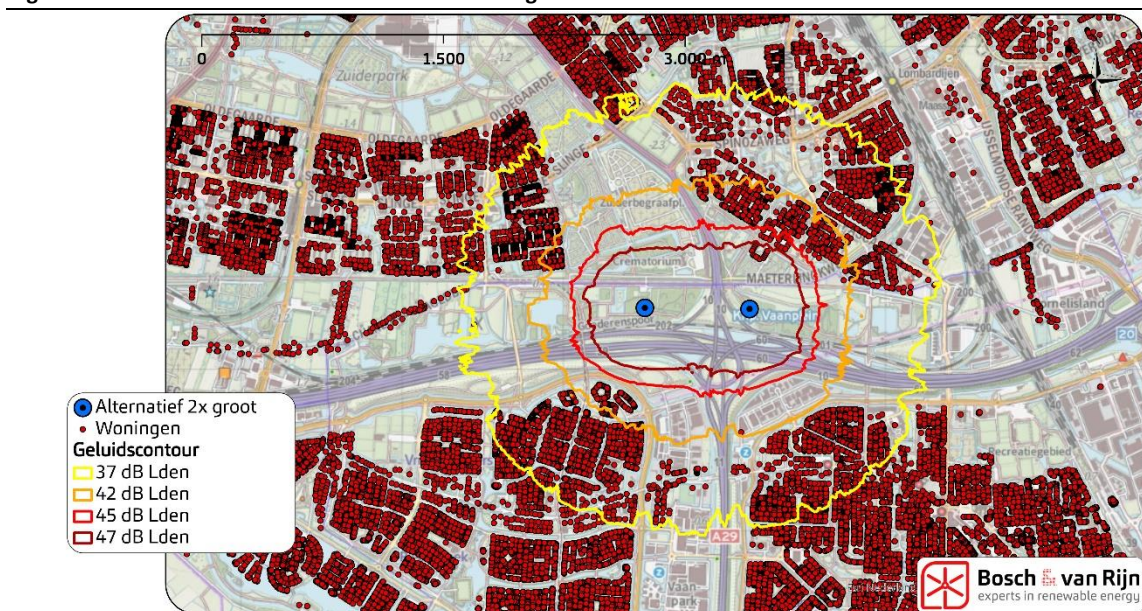
3.1 Contouren

In deze paragraaf worden ter illustratie de 47 dB L_{den} , 45 dB L_{den} , 42 dB L_{den} en 37 dB L_{den} contouren weergegeven van de alternatieven. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom de onderzoekopstellingen. Een 47 dB L_{den} -contour wil zeggen dat de jaargemiddelde L_{den} -geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB en erbuiten lager.

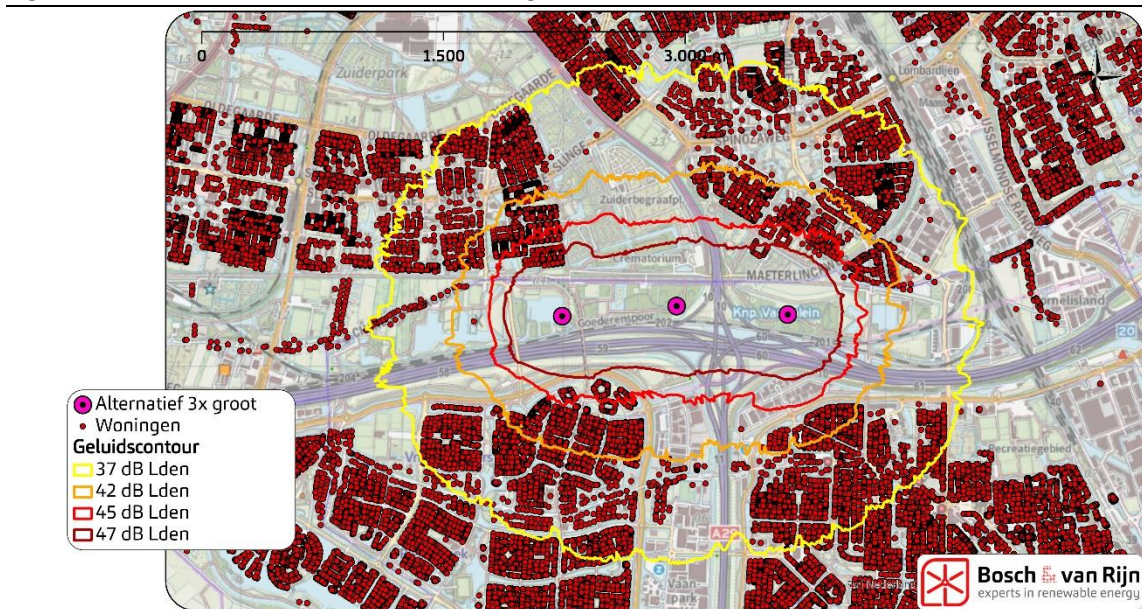
Figuur 7 Geluidscontouren van alternatief 3x klein.



Figuur 8 Geluidscontouren van alternatief 2x groot.



Figuur 9 Geluidscontouren van alternatief 3x groot.



De bovenstaande geluidscontouren vertonen een uitstulping waar deze over wegen of industrie reiken. Dit heeft te maken met het feit dat een harde bodem geluid beter reflecteert, waardoor het verder draagt.

Bijlage E bevat de immissiewaarden van de woningen die ten minste 45 dB Lden ontvangen bij alternatief 3x groot. Deze selectie is gemaakt omdat de lijst met alle omliggende woningen te extensief is.

3.2 Aantal woningen binnen de geluidscontouren

De resultaten voor nabijgelegen woningen zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3 Aantal woningen binnen de geluidscontouren

	Alternatief 3x klein	Alternatief 2x groot	Alternatief 3x groot
Woningen binnen de 37 dB L _{den} contour	6.478	9.462	16.179
Woningen binnen de 42 dB L _{den} contour	1.260	1.753	4.348
Woningen binnen de 45 dB L _{den} contour	95	193	856
Woningen binnen de 47 dB L _{den} contour	13	15	106

3.3 Aantal woningen binnen de geluidscontouren – relatief

Om een evenwichtige vergelijking te kunnen maken tussen alternatieven is ook gekeken naar de hoeveelheid woningen in relatie tot de hoeveelheid geproduceerde energie per alternatief. Op deze wijze wordt inzichtelijk gemaakt wat de relatieve effecten per opstelling zijn. De energieopbrengst resultaten voor nabijgelegen woningen zijn per alternatief samengevat in onderstaande tabel. Alternatief 2x groot scoort relatief gezien beter dan de ander alternatieven.

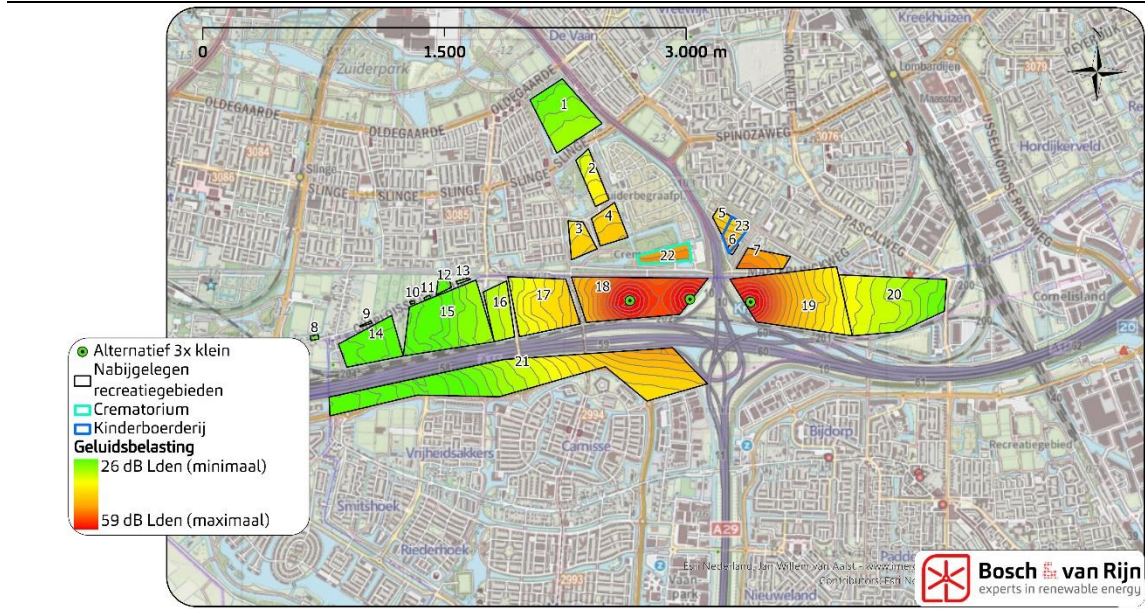
Tabel 4 Aantal relatieve woningen binnen de geluidscontouren

	Alternatief 3x klein	Alternatief 2x groot	Alternatief 3x groot
Energieopbrengst (GWh/jr)	28	49	74
Woningen/GWh/jr binnen de 37 dB Lden contour	230	192	219
Woningen/GWh/jr binnen de 42 dB Lden contour	45	36	59
Woningen/GWh/jr binnen de 45 dB Lden contour	3	7	30
Woningen/GWh/jr binnen de 47 dB Lden contour	0	0	1

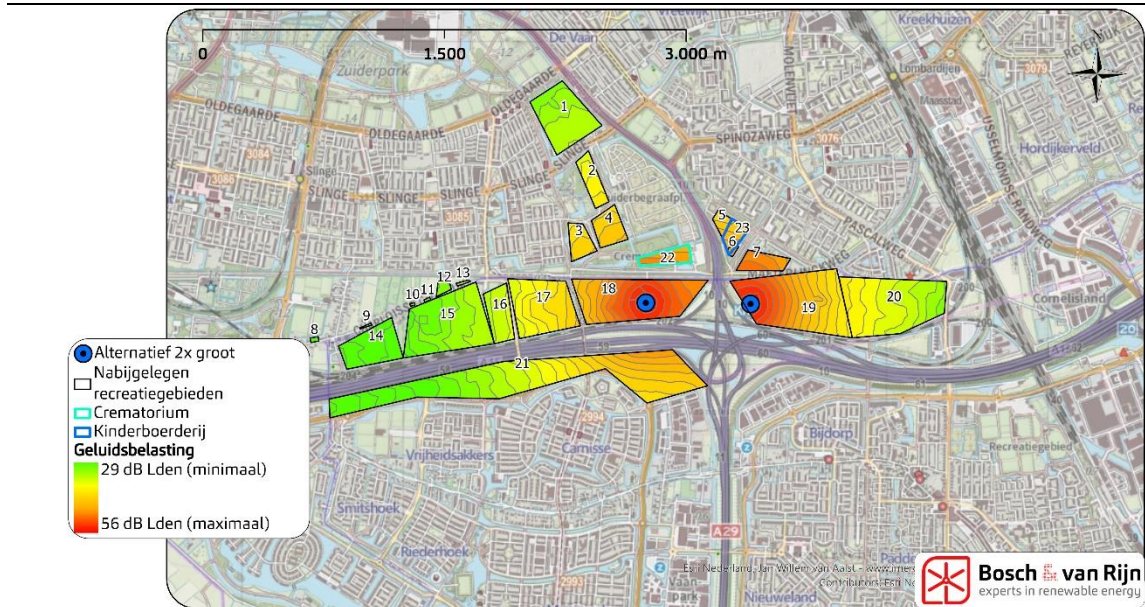
3.4 Geluidsbelasting op recreatiegebieden, crematorium en kinderboerderij

In de nabije omgeving van de MER-alternatieven zijn verschillende recreatiegebieden, een crematorium en een kinderboerderij gelegen. Per MER-alternatief is de verwachte geluidsbelasting op de recreatiegebieden, het crematorium en de kinderboerderij berekend. De selectie van recreatiegebieden is gedaan op basis van enkelbestemmingen 'recreatie' in bestemmingsplannen en op basis van de structuurvisie Barendrecht (Vastgesteld op 2 juli 2012). De recreatiegebieden zijn in een versimpelde vorm als vlakken ingetekend in de kaart (Figuur 10). Onderstaande figuren tonen de geluidsbelasting van de alternatieven op de recreatiegebieden, het crematorium en de kinderboerderij. Op basis van deze gegevens is in Tabel 5 de minimale en maximale geluidsbelasting per gebied opgemaakt.

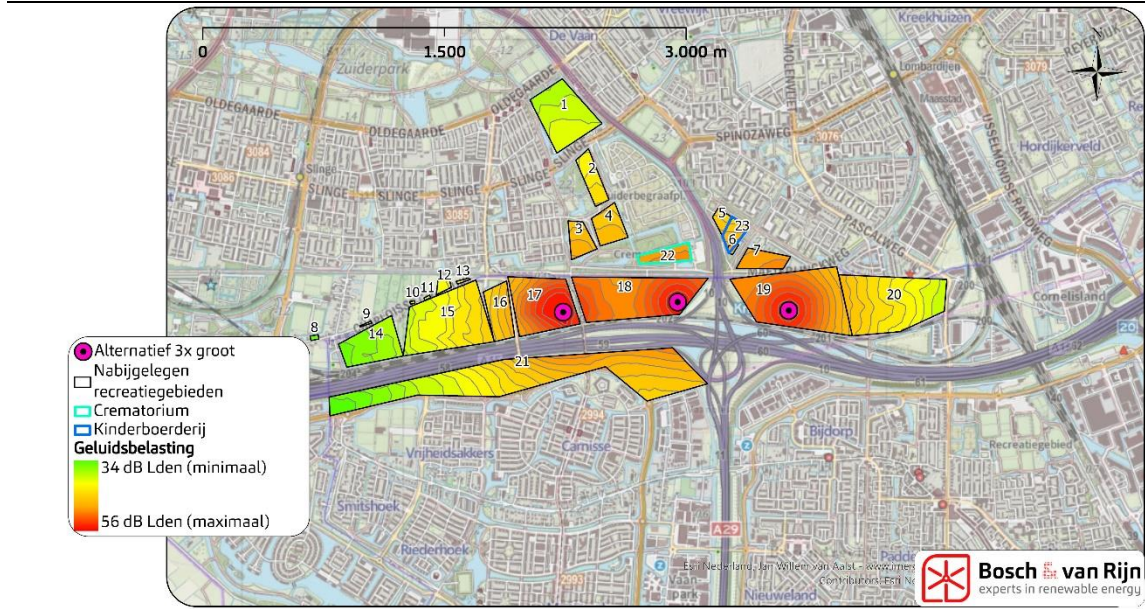
Figuur 10 Alternatief 3x klein - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij



Figuur 11 Alternatief 2x groot - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij



Figuur 12 Alternatief 3x groot - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij



3.5 Nabijgelegen recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij

De resultaten voor nabijgelegen recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 5 Geluidsbelasting nabijgelegen recreatiegebieden, het crematorium en de kinderboerderij

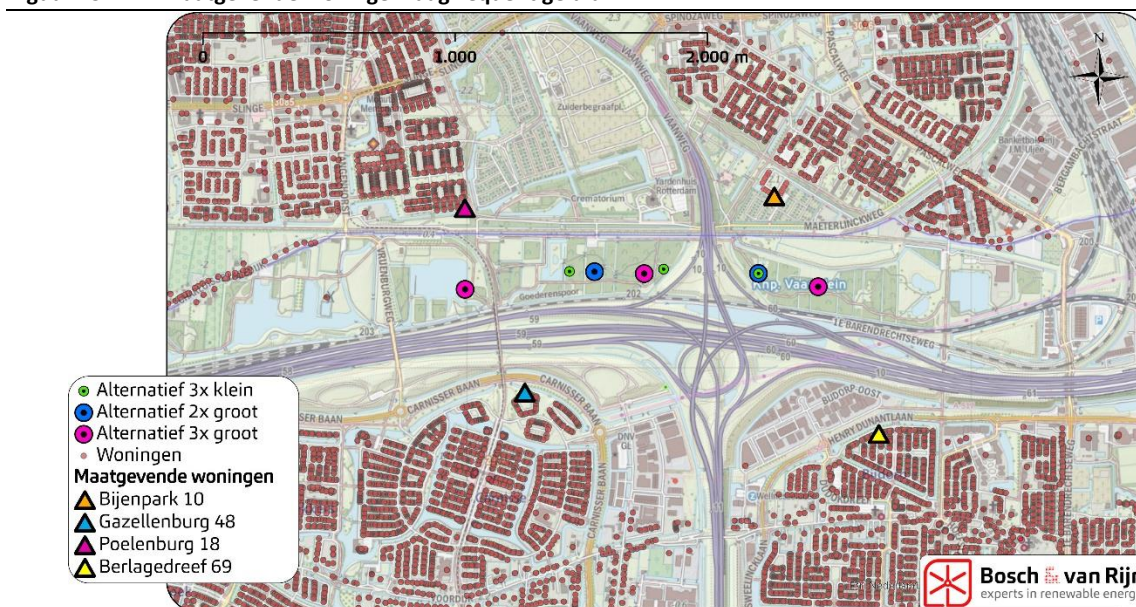
Recreatieterrein / crematorium / Kinderboerderij	Alternatief 3x klein		Alternatief 2x groot		Alternatief 3x groot	
	Laag (dB Lden)	Hoog (dB Lden)	Laag (dB Lden)	Hoog (dB Lden)	Laag (dB Lden)	Hoog (dB Lden)
Recreatieterreinen						
1	34	38	36	39	37	40
2	39	43	40	44	41	45
3	43	46	43	46	45	49
4	44	47	44	47	44	47
5	45	47	45	47	45	47
6	48	49	48	49	47	48
7	47	51	48	52	48	50
8	27	28	30	30	35	35
9	29	30	32	33	36	38
10	32	32	35	35	39	40
11	33	33	35	35	40	41
12	33	35	35	37	41	42
13	36	37	37	38	43	44
14	27	31	30	34	35	38
15	30	38	33	39	38	45
16	37	40	38	40	45	48
17	39	47	40	46	47	56
18	46	58	45	55	49	55
19	41	59	42	56	46	55

20	34	42	36	43	39	47
21	26	49	29	49	34	50
Crematorium (22)	48	51	48	51	48	51
Kinderboerderij (23)	45	48	45	49	45	48

3.6 Laagfrequent geluid

Ten behoeve van de geluidsbelasting is op 4 maatgevende woningen de laagfrequente geluidsbelasting onderzocht. Het laagfrequente geluidsbronvermogen van een windturbine is gedefinieerd als de opgetelde geluidsbronvermogens in de octaafbanden 31,5; 63 en 125 Hz. De vier maatgevende woningen zijn de dichtstbijzijnde woningen van de vier woonwijken ten opzichte van het windpark. Tabel 6 toont de afstand van de maatgevende woning tot de dichtstbijzijnde windturbine per alternatief. Hiermee is voor de vier dichtstbijzijnde woningen indicatief inzichtelijk gemaakt hoeveel laagfrequent geluid de windturbines veroorzaken.

Figuur 13 Maatgevende woningen laagfrequent geluid



Tabel 6 Afstand maatgevende woningen tot dichtstbijzijnde windturbine per alternatief

Maatgevende woning	Afstand tot alternatief 3x klein (m)	Afstand tot alternatief 2x groot (m)	Afstand tot alternatief 3x groot (m)
Berlagedreef 69	792	792	627
Bijenpark 10	316	316	402
Gazellenburg 48	508	549	469
Poelenburg 18	487	575	326

3.6.1 *Vergelijking Vercammen-curve*

Om iets te kunnen zeggen over de hinderlijkheid van het laagfrequente geluid van de windturbines vergeleken met de zogenaamde “Vercammen 3-10%-curve”. In 1990 is er in opdracht van het ministerie van VROM een rapport samengesteld waarin normen worden voorgesteld die gehanteerd zouden kunnen worden bij vergunningverlening. In dit rapport werd door Martijn Vercammen een grenswaarde voorgesteld waarbij 3 tot 10% van de doorsnee bevolking hinder zou kunnen ondervinden. De Vercammen-curve is een normstelsel voor binnenshuis. Door bij de waarden van de curve een waarde behorende bij een standaard gevel op te tellen vind je een Vercammen-curve voor buitenshuis.² Onderstaande tabel laat de curves voor binnen en buiten zien.

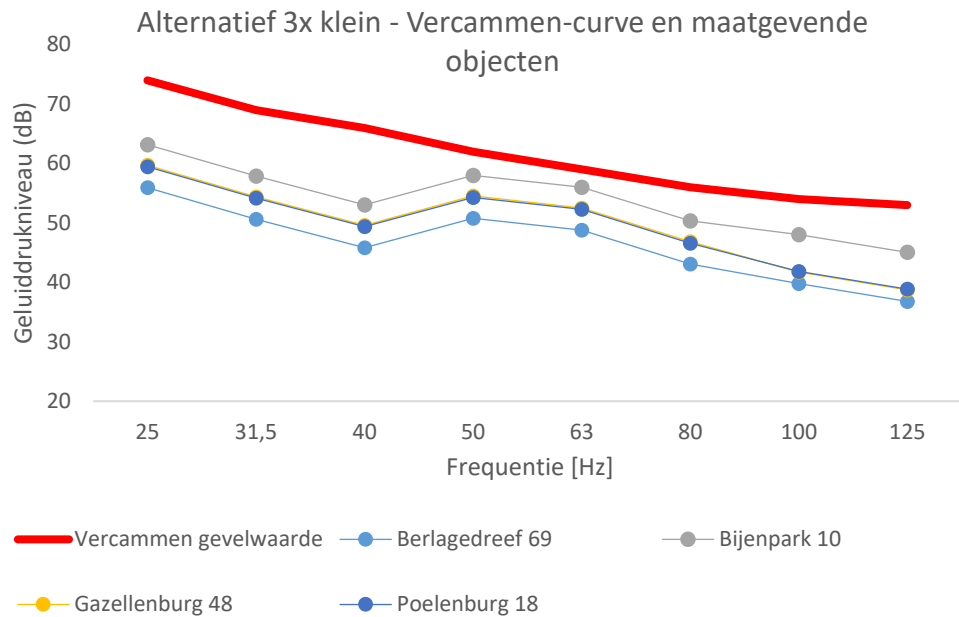
Tabel 7 Vercammen-curve binnen- en buitenshuis

Frequentie [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	83	100	125
Vercammen binnengrenswaarde	86	82	76,7	70,5	64,7	59,4	54,6	50,2	46,2	42,5	39,1	36,1
Geluidwering standaard gevel	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17
Vercammen gevelwaarde	91	88	83,7	78,5	73,7	69,4	65,6	62,2	59,2	56,5	54,1	53,1

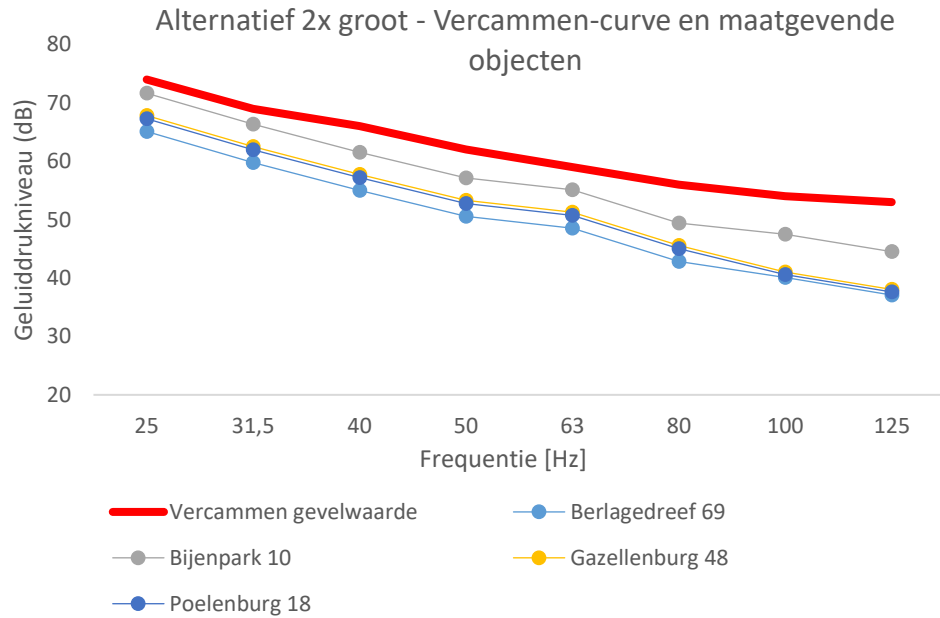
Omdat GeoMillieu de immissiewaarden alleen in octaafvorm presenteert, is gekozen om deze immissiewaarden om te zetten in tertswaarden. Als voorbeeld wordt de geluidsimmissie van de 31,50 Hz band gelijkmatig verdeeld onder de 25, 31,5 en 40 Hz banden. Omdat het spectrum van windturbines een bolling heeft (lagere niveaus bij hoge en lage tonen, hogere niveaus bij gemiddelde tonen, zie Figuur 5) zal dit in een overschatting bij de (lager frequente) 25 Hz band en een lichte onderschatting bij de (hoger frequente) 40 Hz band resulteren. De immissie wordt vergeleken met deze waarden. Het laagfrequente geluidsniveau bij de maatgevende woningen is per alternatief in de grafieken hieronder weergegeven, evenals de Vercammen-curve voor buitenshuis. Voor de maatgevende woningen is de instantane geluidsbelasting berekend en in onderstaande figuren afgezet tegenover de Vercammen-curve.

² Royal HaskoningDHV, 2017, Laagfrequent geluid in het kader van het MER HHTT

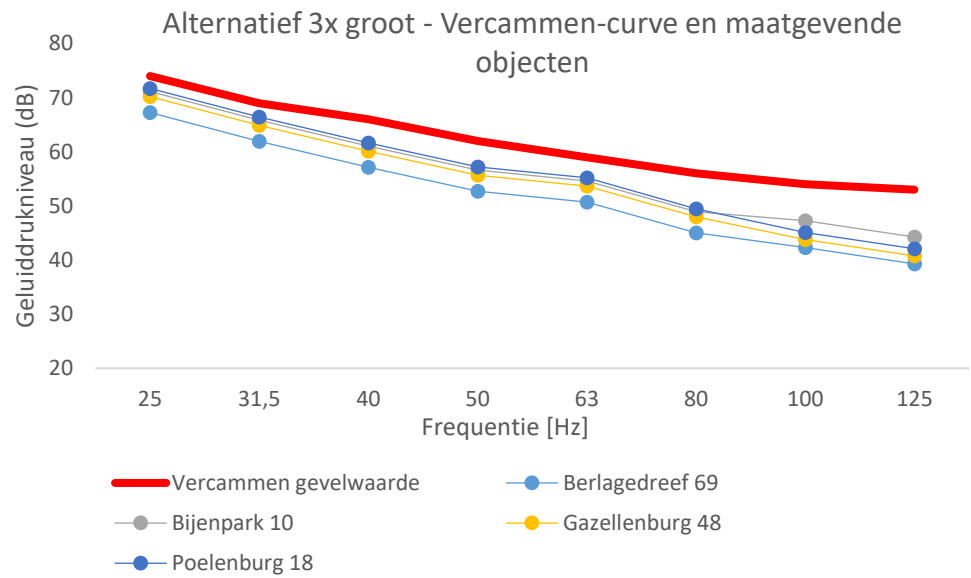
Figuur 14 **Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, 3x klein**



Figuur 15 **Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, 2x groot**



Figuur 16 **Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, 3x groot**



Zoals uit de grafieken blijkt geldt voor alle drie de alternatieven dat het laagfrequente geluidrukniveau (dus niet A-gewogen) bij de maatgevende woningen niet boven de Vercammen-curve komt. Gegeven de ligging van de maatgevende woningen en de mate waarin het geluidrukniveau onder de Vercammen-curve blijft kunnen we daarmee stellen dat er geen woningen zijn waar deze alternatieven *wel* een overschrijding van de Vercammencurve veroorzaken.

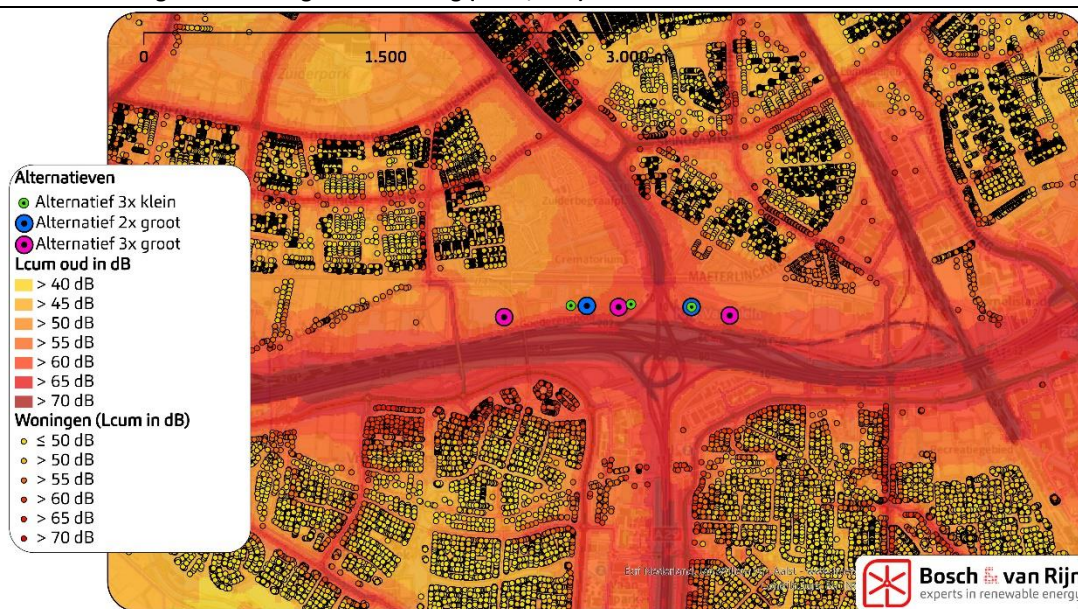
Hoofdstuk 4 Cumulatie

Het RIVM is in bezit van geluidkaarten per geluidsbron en heeft deze kaarten samengevoegd tot één rasterkaart met het cumulatieve geluidsniveau in L_{den}^3 . Deze kaart bevat de geluidsbelasting van de volgende bronnen:

- Rijkswegen, gemeentelijke en provinciale wegen: gebaseerd op verkeersramingen uit 2017 (www.emissieregistratie.nl).
- Railverkeer: gebaseerd op gegevens ten behoeve van richtlijn 2002/49/EG uit 2016 afkomstig van ProRail.
- Luchtvaart: gebaseerd op geluidkaarten die door het Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium die zijn opgesteld in 2016.
- Industrie: op basis van kentelgegevens voor verschillende typen van industrieterreinen.
- Windturbines: gebaseerd op gegevens uit 2020 van RIVM, RWS en Windstats.

De openbare kaart is gebruikt om het huidige geluidsniveau bij alle geluidsgevoelige objecten in de nabije omgeving af te lezen. Alle woningen binnen 3 km van het windpark zijn meegenomen in de analyse. Zie onderstaande figuur voor de ligging van de adressen in de omgeving en de huidige cumulatieve geluidsniveaus ($L_{cum,oud}$).

Figuur 17 Huidige cumulatieve geluidsbelasting ($L_{cum,oud}$). Bron: RIVM.



De kaart met cumulatieve geluidswaarden van het RIVM geeft aan wat de huidige geluidsbelasting is. Vervolgens wordt het windturbinegeluid van de alternatieven

³ [https://data.overheid.nl/dataset/7133-geluid-in-nederland--liden-/Geluid\(rivm.nl\)](https://data.overheid.nl/dataset/7133-geluid-in-nederland--liden-/Geluid(rivm.nl))

hierbij opgeteld, om zowel het nieuwe cumulatieve geluidsniveau alsmede de toename te tonen.

4.1 Geluidsbronnen

De voornaamste geluidsdruk in de omgeving komt van wegverkeerlawaaai, spoorwegen, overige wegen en industrielawaaai. Er zijn geen andere windturbines in de omgeving die impact hebben op de geluidsniveaus bij de woningen. Er zijn geen nabijgelegen bronnen van nestgeluid.

4.2 Huidige cumulatieve geluidsbelasting

De huidige cumulatieve geluidsbelasting van industrie en wegverkeer samen wordt berekend volgens de rekenregels voor cumulatie van verschillende bronnen. De kaart biedt op globale schaal een goed beeld van de geluidskwaliteit van aandachtsgebieden zoals woonkernen, natuur- en stiltegebieden. De bijdrage aan de cumulatieve kaart door weg- en railverkeer is bepaald met een standaard rekenmethode (RIMV2012). De cumulatieve kaart is een gecombineerd totaal van de genoemde bronnen en geeft een indicatief beeld voor de geluidskwaliteit.

Het verkregen resultaat wordt aangeduid met $L_{cum,oud}$: het cumulatieve geluidsniveau zonder de windturbines.

Voor het effect van de windrichting en andere meteorologische omstandigheden op de geluidsbelasting van de windturbines wordt er gecorrigeerd met een meteorocorrectieterm. Binnen 10x de afstand tussen de bron en ontvanger wordt geen meteorocorrectieterm toegepast. Hierbij wordt uitgegaan van een worstcasescenario. Buiten deze afstand wordt gecorrigeerd met een meteorocorrectieterm en zal de geluidscontour licht naar het noordoosten uitwijken als gevolg van de dominante windrichting uit het zuidwesten.

4.3 Cumulatieve geluidsbelasting inclusief windturbines

Ook de geluidsbelasting als gevolg van de windturbines kan door middel van een rekenregel worden omgerekend naar equivalente geluidsniveaus, waarna deze toevoeging kan worden opgeteld bij de huidige geluidsbelasting. Zo vinden wij de cumulatieve geluidsbelasting inclusief de windturbines: $L_{cum,nieuw}$ en de toename van het geluidsniveau bij elke woning. De berekening wordt voor elk MER-alternatief apart uitgevoerd.

De betekenis van de kolomnamen in de tabel is als volgt:

$L_{cum,oud}$	Gecumuleerd geluid a.g.v. zowel industrie als wegverkeer
L_{WT}	Geluid a.g.v. windturbines, voor de MERalternatieven.

L^*_{WT} Geluid a.g.v. windturbines, hinderequivalent geluidsniveau
 $L_{cum,nieuw}$ Gecumuleerd geluid a.g.v. industrie, wegverkeer én windturbines.
 Toename Het verschil tussen $L_{cum,nieuw}$ en $L_{cum,oud}$

Deze manier van ‘cumuleren’ houdt dus rekening met het feit dat windturbinegeluid als hinderlijker wordt ervaren: een geluidsbelasting van windturbines van 45 dB Lden telt bijvoorbeeld even zwaar mee als een geluidsbelasting van wegverkeer van 54 dB Lden⁴.

4.3.1 In de wijken rondom het windpark

Voor elk van de vier buurten rondom het plan (Bijddorp, Vrijenburg, Molièrebuurt en Zuidwijk) is in Tabel 8 t/m Tabel 10 de geluidsbelasting van de dichtstbijzijnde woningen voor elk alternatief weergegeven.

Tabel 8 Alternatief 3x klein - De cumulatieve geluidsbelasting van de dichtstbijzijnde woning uit elk van de vier omliggende wijken.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	L^*_{WT}	$L_{cum, nieuw}$	Toename L_{cum}
Poelenburg 18 (Zuidwijk)	53	44	52	56	3
Bijenpark 10 (Molièrebuurt)	60	47	58	62	2
Gazellenburg 48 (Vrijenburg)	62	43	52	62	0
Berlagedreef 69 (Bijddorp)	63	40	47	63	0

Tabel 9 Alternatief 2x groot - De cumulatieve geluidsbelasting van de dichtstbijzijnde woning uit elk van de vier omliggende wijken.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	L^*_{WT}	$L_{cum, nieuw}$	Toename L_{cum}
Poelenburg 18 (Zuidwijk)	53	44	52	56	3
Bijenpark 10 (Molièrebuurt)	60	50	62	64	4
Gazellenburg 48 (Vrijenburg)	62	44	52	62	0
Berlagedreef 69 (Bijddorp)	63	42	49	63	0

Tabel 10 Alternatief 3x groot - De cumulatieve geluidsbelasting van de dichtstbijzijnde woning uit elk van de vier omliggende wijken.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	L^*_{WT}	$L_{cum, nieuw}$	Toename L_{cum}
Poelenburg 18 (Zuidwijk)	53	49	60	61	8
Bijenpark 10 (Molièrebuurt)	60	49	60	63	3
Gazellenburg 48 (Vrijenburg)	62	46	56	63	1
Berlagedreef 69 (Bijddorp)	63	44	53	63	0

4.3.2 Hoogste cumulatieve geluidsbelasting

Tevens is per alternatief een vijftal adressen opgenomen met de hoogste cumulatieve geluidsbelasting (incl. windturbines) per alternatief waar ten minste een toename van 1 dB plaatsvindt.

⁴ De daadwerkelijke rekenregel is: $L^*_{WT} = 1,65 * L_{WT} - 20,05$.

Tabel 11 Alternatief 3x klein – Een vijftal adressen met de hoogste cumulatieve geluidsbelasting met een minimale toename van 1 dB.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toe- name Lcum
Bijenpark 6	61	49	60	64	3
Bijenpark 9	60	49	61	63	3
Bijenpark 8	60	49	60	63	3
Bijenpark 7	60	49	60	63	3
Bijenpark 5	60	49	60	63	3

Tabel 12 Alternatief 2x groot - Een vijftal adressen met de hoogste cumulatieve geluidsbelasting met een minimale toename van 1 dB.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Bijenpark 6	61	49	61	64	3
Bijenpark 10	60	50	62	64	4
Bijenpark 9	60	49	61	64	4
Bijenpark 8	60	49	61	64	4
Bijenpark 7	60	49	61	64	4

Tabel 13 Alternatief 3x groot - Een vijftal adressen met de hoogste cumulatieve geluidsbelasting met een minimale toename van 1 dB.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Gazellenburg 52	66	47	57	67	1
Gazellenburg 54	66	47	57	67	1
Gazellenburg 40	65	47	57	66	1
Gazellenburg 48	65	47	57	66	1
Gazellenburg 46	65	47	57	66	1

4.3.3 Hoogste toename van cumulatieve geluidsbelasting

Aanvullend zijn in onderstaande tabellen per alternatief een vijftal adressen opgenomen waar de grootste *toename* van geluid voorkomt.

Tabel 14 Alternatief 3x klein – Een vijftal adressen met de grootste toename van cumulatief geluid.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Voltairestraat 30	51	45	54	56	5
Voltairestraat 32	51	45	54	56	5
Voltairestraat 34	51	45	54	56	5
Voltairestraat 36	51	45	54	56	5
Voltairestraat 38	51	45	54	56	5

Tabel 15 Alternatief 2x groot – Een vijftal adressen met de grootste toename van cumulatief geluid.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Rousseaustraat 30	51	46	56	57	6
Rousseaustraat 32	51	46	56	57	6
Rousseaustraat 34	51	46	56	57	6
Rousseaustraat 36	51	46	56	57	6
Rousseaustraat 38	51	46	56	57	6

Tabel 16 Alternatief 3x groot – Een vijftal adressen met de grootste toename van cumulatief geluid.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Maldenburg 92	51	48	59	60	9
Maldenburg 90	51	48	59	59	8
Nijenburg 87	51	48	59	59	8
Nijenburg 85	51	48	59	59	8
Maldenburg 88	51	48	59	59	8

4.4 Gezondheid

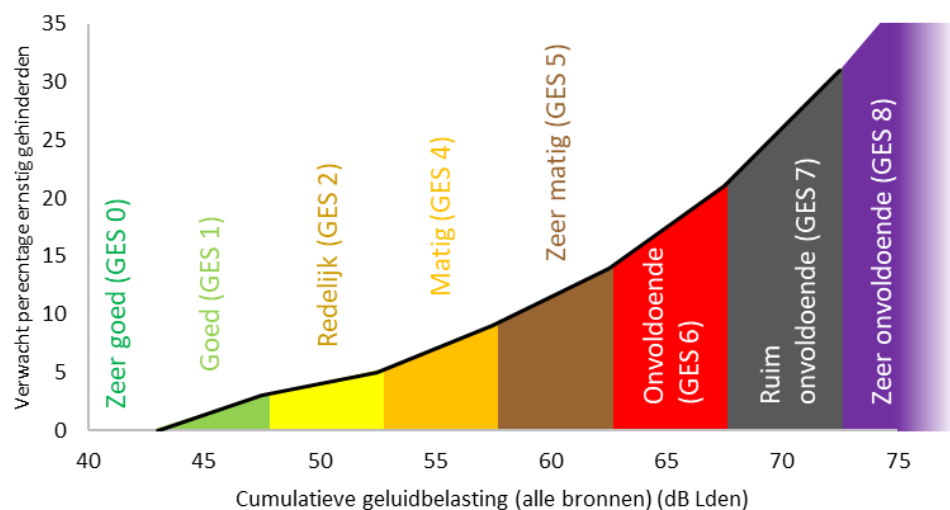
GES staat voor gezondheidseffectscreening. GES is ontwikkeld om bij ruimtelijke planvorming in beeld te brengen wat de werkelijke gezondheidsrisico's zijn rondom enkele milieufactoren, in aanvulling op wettelijke milieunormen of afspraken, die lang niet altijd voldoende zijn om risico's en klachten te vermijden. Niet alleen de feitelijke kwaliteit in de omgeving wordt daarbij in aanmerking genomen, maar ook het aantal blootgestelde mensen. Geluid is één van de milieusegmenten die beoordeeld worden op mogelijke gezondheidseffecten. (Bron: InfoMil).

Voor windenergie geldt dat geluid het enige aspect is dat in verband wordt gebracht met gezondheid. Daarom wordt bij de bepaling van de GES-score enkel de geluidsbelasting ter plaatse van omliggende woningen beschouwd.

Bij de beschouwing van de hinder die door windturbines wordt veroorzaakt is het zuiver om ook de aard van de omgeving mee te nemen in de overweging. Daarom is een analyse gemaakt van de huidige mate van (geluids)overlast en de toename van deze overlast als gevolg van de komst van windturbines.

Om de huidige hinder te kwantificeren maken wij gebruik van de volgende dosis-hinderrelatie voor cumulatief geluid, die ook in het planMER is gebruikt:

Figuur 18 Grafische weergave van de Gezondheidseffectscreening (GES), en hinder die daarmee gepaard gaat.

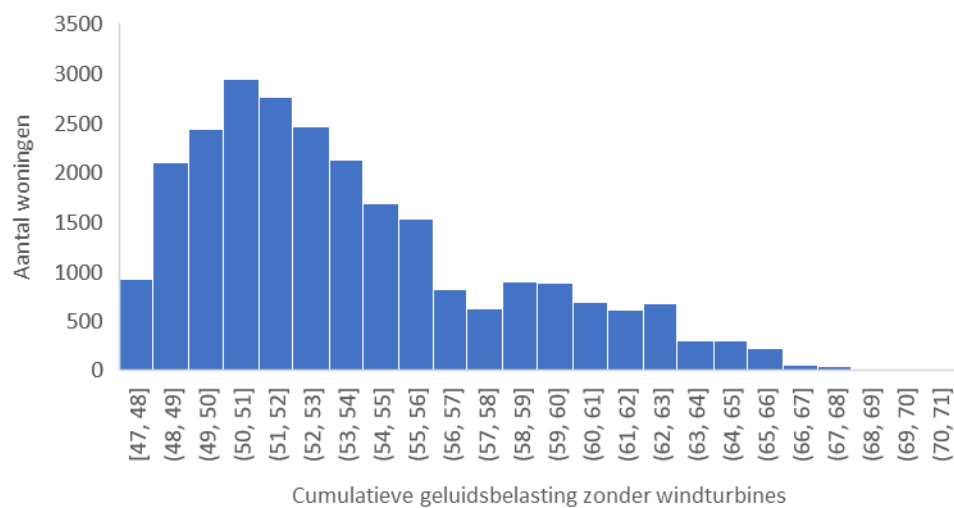


Wij gebruiken de zwarte lijn⁵ in bovenstaande figuur om voor alle woningen in de omgeving van het windpark te berekenen hoe groot het hinderpercentage is als gevolg van de cumulatieve geluidsbelasting, zowel zonder als met de windturbines. Combinatie met het gemiddelde aantal bewoners per woning levert een indicatie van het totale aantal ernstig gehinderden.

Huidige situatie

De omgeving van de locatie Vaanplein kent een hoog achtergrondgeluidsniveau, zie figuur hieronder.

Figuur 19 **Overzicht van de huidige cumulatieve geluidsbelasting van bijna 25.000 onderzochte woningen⁶ in de omgeving van de windlocatie.**

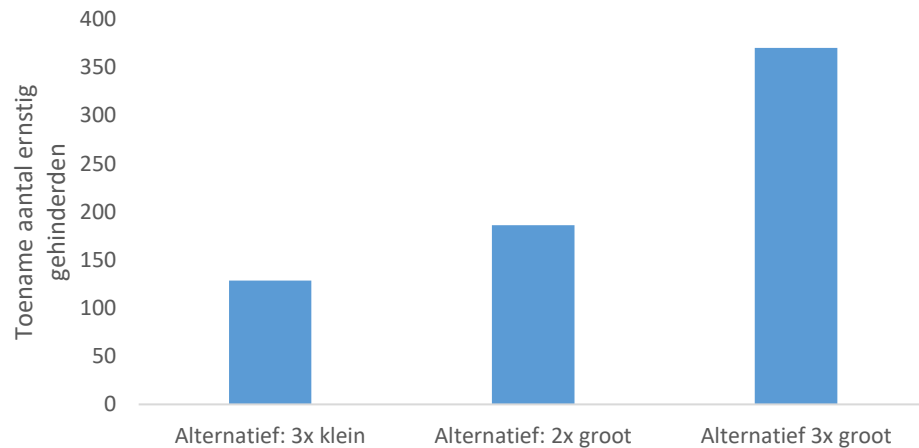


Uit de berekening blijkt dat er in de huidige situatie 3.440 ernstig gehinderden zijn, een hinderpercentage van zo'n 6%.

De komst van windturbines heeft effect op de cumulatieve geluidsbelasting en daarmee op de hinder. Onderstaande figuur laat de toename van het aantal ernstig gehinderden zien:

⁵ Bron: Handboek GES, 2018 p. 122. Om per woning de hinder nauwkeuriger te berekenen is de een tweedegraads polynome functie berekend die de zwarte lijn zeer goed benadert ($R^2 = 0,996$): $y = 0,0296x^2 - 2,4197x + 50,097$

⁶ Het onderzoek kijkt naar alle geluidgevoelige objecten, incl. woonwagens en onderwijs- en gezondheidsfuncties. Voor de leesbaarheid vatten we dit samen als 'woningen'.

Figuur 20 Toename van het aantal ernstig gehinderden als gevolg van de toevoeging van het windturbinegeluid aan de bijna 25.000 woningen.


- Bij alternatief 3x klein neemt het aantal ernstig gehinderden toe van 3.440 naar 3.569; een toename van 4%.
- Bij alternatief 2x groot neemt het aantal ernstig gehinderden toe van 3.440 naar 3.627; een toename van 5%.
- Bij alternatief 3x160 neemt het aantal ernstig gehinderden toe van 3.440 naar 3.811; een toename van 11%.

Bij elke cumulatieve geluidsbelasting hoort een GES-score (zie Figuur 18). Als de cumulatieve geluidsbelasting op een woning toeneemt kan de GES-score wijzigen. Tabel 17 toont hoe het aantal woningen met een bepaalde GES-score verandert. Bij alternatief 3x groot zijn dit relatief veel woningen in vergelijking met de twee andere alternatieven.

Tabel 17 Aantal woningen per GES-klasse, per alternatief.

Klasse	Akoestische beoordeling	huidige situatie	Verandering a.g.v. windturbines		
			3x klein	2x groot	3x groot
GES0	zeer goed	0	0	0	0
GES1	goed	81	-25	-47	-67
GES2	redelijk	11.055	-1.087	-1.368	-2.680
GES4	matig	8.591	+963	+1.122	+1.714
GES5	zeer matig	3.671	+142	+281	+963
GES6	onvoldoende	1.514	+7	+12	+70
GES7	ruim onvoldoende	35	35	35	35
GES8	zeer onvoldoende	0	0	0	0
Totaal aantal woningen		24.947			

4.5 Gemeentelijk geluidsbeleid

De gemeenteraad van Barendrecht heeft in het milieubeleidsplan 2003-2006 besloten voor haar gemeente een geluidsbeleidsplan te laten opstellen. Onderdeel van dit beleid is om de geluidsbelasting binnen de gemeente niet te laten verhogen door middel van het “stand-still” principe. Het “stand-still” principe van de gemeente Barendrecht kan als volgt worden samengevat:

- Geen geluidssituaties creëren waarbij de geluidsbelasting boven de saneringswaarde (70 dB(A)) komt te liggen;
- Het percentage geluidsgehinderden niet laten toenemen ten opzichte van 2006⁷.

Er zijn geen Barendrechtse woningen waar de cumulatieve geluidsbelasting (met of zonder windturbines 70 dB(A)) of hoger bedraagt.

Wat betreft het percentage geluidsgehinderden geldt dat in 2006 de situatie als volgt was:

Tabel 18 Verdeling van geluidsbelasting

Geluidsklasse (dB)	percentage woningen
van 0 tot 54 dB (exclusief aftrek artikel 110g Wgh)	72,0
van 55 tot 59 dB (exclusief aftrek artikel 110g Wgh)	16,9
van 60 tot 64 dB (exclusief aftrek artikel 110g Wgh)	10,5
van 65 tot 69 dB (exclusief aftrek artikel 110g Wgh)	0,6

De bovenstaande klassenindeling in dB gaat uit van de waarde exclusief correctie conform artikel 110g Wgh.

Om een vergelijking te maken zijn de cumulatieve geluidsbelastingswaarden (uit dezelfde bron als beschreven in paragraaf 4.1) berekend voor heel Barendrecht om de huidige situatie in percentage woningen per geluidsklasse inzichtelijk te maken. Vervolgens kan op basis van de cumulatieve geluidsbelasting per woning in de omgeving van de windturbines (binnen de gemeente Barendrecht) worden berekend hoe deze percentageverdeling wijzigt als gevolg van de drie MER-alternatieven:

Tabel 19 Verandering van de geluidsbelasting (percentages over de gehele gemeente Barendrecht). Achter elk percentage is tussen haakjes de toe- of afnamen van het aantal woningen binnen een geluidsklasse weergegeven.

Geluidsklasse	2006	huidige situatie o.b.v. RIVM-data	met windturbines:		
			3x klein	2x groot	3x groot
van 0 tot 54 dB	72,0%	66,7%	66,3% (-87)	66,0% (-139)	64,3% (-473)
van 55 tot 59 dB	16,9%	21,1%	21,5% (+87)	21,8% (+138)	23,0% (+386)
van 60 tot 64 dB	10,5%	11,0%	11,0%	11,0% (+1)	11,2% (+49)
van 65 tot 69 dB	0,6%	1,2%	1,2%	1,2%	1,4% (+48)
70 dB of meer	-	-	-	-	-

⁷ Feitelijk geldt het stand-still principe voor geluidsbelasting vanwege het weg- en spoorwegverkeer en industrie.

Hoofdstuk 5 Beoordelingskader

5.1 Beoordelingskader

Voor de alternatieven is de geluidemissie naar de omgeving berekend conform het “Reken- en meetvoorschrift windturbines” uit bijlage 4 van de Activiteitenregeling. De geluidcontour van 37, 42, 45 en 47 dB L_{den} is berekend en weergegeven op de kaarten met geluidscontouren per alternatief. Daarnaast is van nabijgelegen recreatierreinen, het crematorium en de kinderboerderij berekend wat de jaargemiddelde geluidsimmissie is. Hiermee worden de verschillen in effecten duidelijk gemaakt voor de alternatieven.

Om een goede afweging te kunnen maken tussen de voor- en nadelen van windenergie wordt het thema geluid en gezondheid ook uitgedrukt in relatie tot de energieopbrengst.

Tabel 20 Beoordelingscriteria geluid en gezondheid.

Thema	Beoordelingscriteria
Geluid	Aantal geluidsgevoelige objecten binnen 37 dB L _{den} -geluidscontour (<i>absoluut en relatief</i>)
	Aantal geluidsgevoelige objecten binnen 42 dB L _{den} -geluidscontour (<i>absoluut en relatief</i>)
	Aantal geluidsgevoelige objecten binnen 45 dB L _{den} -geluidscontour (<i>absoluut en relatief</i>)
	Aantal geluidsgevoelige objecten binnen 47 dB L _{den} -geluidscontour (<i>absoluut en relatief</i>)
	Geluidsbelasting ter plaatse van nabijgelegen recreatierreinen, het crematorium en de kinderboerderij
Gezondheid	Toename van het aantal ernstig gehinderden als gevolg van het windturbinegeluid aan het cumulatieve achtergrondgeluidsniveau van woningen met tenminste 37 dB L _{den} (<i>absoluut en relatief</i>)

Tabel 21 Scoretabel aantal geluidsgevoelige objecten binnen drie geluidscontouren absoluut.

	>37 dB L _{den}	>42 dB L _{den}	>45 dB L _{den}	>47 dB L _{den}
--	Meer dan 10.000	Meer dan 2000	Meer dan 250	Meer dan 25
-	5000-10.000	1000-2000	75-250	0-25
0	0-5000.	0-1000	0-75 g	0
+	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
++	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 22 Scoretabel relatieve beoordeling: aantal geluidsgevoelige objecten per GWh/jr binnen drie geluidscontouren.

	>37 dB L _{den}	>42 dB L _{den}	>45 dB L _{den}	>47 dB L _{den}
--	> 250	> 50	> 25	> 5
-	1-250	1-50	1-10	1-5

0	<1	<1	<1	<1
+	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
++	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 23 Beoordelingstabel geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij

Aantal locaties met een maximale geluidsbelasting > 47 dB Lden	
--	> 7 locaties
-	1 – 7 locaties
0	0 locaties
+	n.v.t.
++	n.v.t.

Tabel 24 Beoordelingstabel cumulatief geluid: toename van het aantal ernstig gehinderden.

Absoluut (aantal ernstig gehinderden)	
--	Toename van meer dan 200
-	Toename van 1-200
0	Geen toename
+	n.v.t.
++	n.v.t.

5.2 Resultaten

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de scores van de verschillende alternatieven.

Tabel 25 Overzichtstabel effectbeoordeling

Geluid	3x klein	2x groot	3x groot
Aantal woningen binnen 37 dB Lden-contour	-	-	--
Aantal woningen binnen 42 dB Lden-contour	-	-	--
Aantal woningen binnen 45 dB Lden-contour	-	-	--
Aantal woningen binnen 47 dB Lden-contour	-	-	--
Aantal woningen/GWh/jr binnen 37 dB Lden-contour	-	-	-
Aantal woningen/GWh/jr binnen 42 dB Lden-contour	-	-	--
Aantal woningen/GWh/jr binnen 45 dB Lden-contour	-	-	--
Aantal woningen/GWh/jr binnen 47 dB Lden-contour	0	0	-
Recreatie/crematorium/kinderboerderij – aantal locaties met een maximale geluidsbelasting van >47 dB Lden	-	-	--
Gezondheid			
Toename aantal ernstig gehinderden	-	-	--

Hoofdstuk 6 Kleinere windturbines

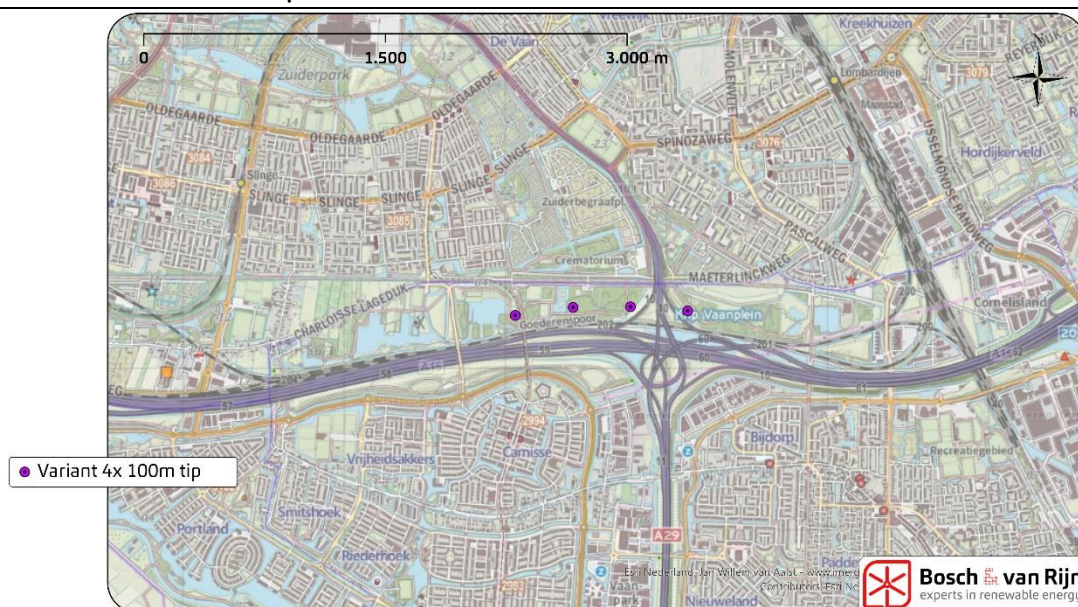
6.1 Aanleiding

Naar aanleiding van zienswijzen en de wens van de raad om de alternatieven ook op opwek vermogen te vergelijken is op hoofdlijnen onderzocht in hoeverre kleinere windturbines (tiphoogte max. 100 meter) tot een realiseerbare opstelling zouden kunnen leiden. Deze variant is geen onderzoekopstelling, maar wel aanvullend aan de NRD en wordt beoordeeld langs dezelfde criteria.

6.2 Eigenschappen

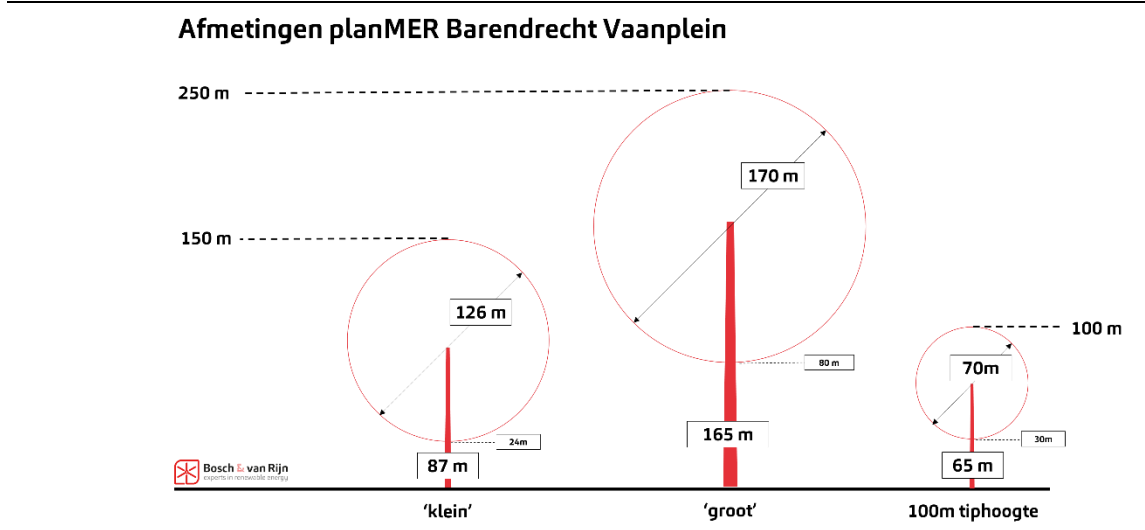
De aanvullende variant bestaat uit vier windturbines met een ashoogte van 65 meter en een rotordiameter van 70 meter. Het gebruikte windturbinetype is de Enercon E-70 (2,3 MW). De posities van de windturbines zijn weergegeven in Figuur 21.

Figuur 21 Variant 4x 100m tip



Een schematische weergave van de afmetingen van de variant 4x 100m tip is ten opzichte van de MER-alternatieven in Figuur 22 weergegeven.

Figuur 22 Schematische weergave van de afmetingen van de MER-alternatieven ten opzichte van een variant met een tiphoogte van 100 meter.



Tabel 26 toont de coördinaten van de windturbines.

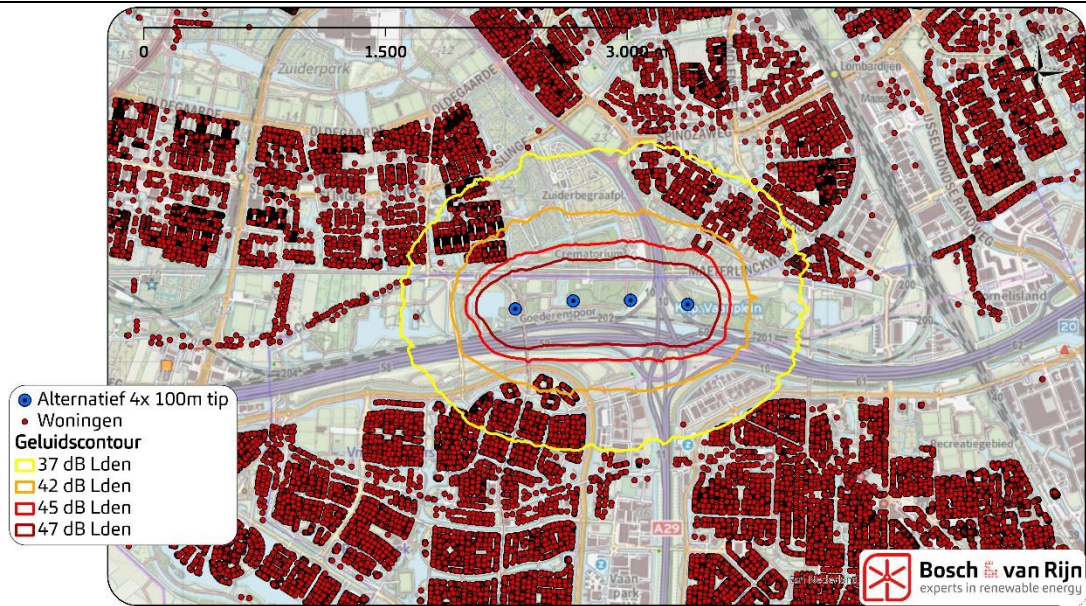
Tabel 26 Coördinaten variant 4x 100m tip.

4x 100m tip	
X	Y
94.061	431.328
94.420	431.378
94.776	431.382
95.131	431.356

6.3 Resultaten

In Figuur 23 zijn ter illustratie de 47 dB L_{den} , 42 dB L_{den} en 37 dB L_{den} contouren weergegeven van de variant. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom de de windturbineopstelling. Een 47 dB L_{den} -contour wil zeggen dat de jaargemiddelde L_{den} -geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB en erbuiten 47 dB of lager.

Figuur 23 Alternatief 4x 100m tip - 47, 42 en 37 dB Lden contour



Tabel 27 geeft het aantal woningen binnen de 47 dB L_{den}, 42 dB L_{den} en 37 dB L_{den} contouren weer.

Tabel 27 Aantal woningen binnen de geluidscontouren.

	Alternatief 4x 100m tip
Woningen binnen de 37 dB L _{den} contour	3.996
Woningen binnen de 42 dB L _{den} contour	265
Woningen binnen de 45 dB L _{den} contour	0
Woningen binnen de 47 dB L _{den} contour	0

Om een evenwichtige vergelijking te kunnen maken tussen alternatieven is ook gekeken naar de hoeveelheid woningen in relatie tot de hoeveelheid geproduceerde energie per alternatief. Op deze wijze wordt inzichtelijk gemaakt wat de relatieve effecten per opstelling zijn. De resultaten voor nabijgelegen woningen zijn per alternatief samengevat in onderstaande tabel.

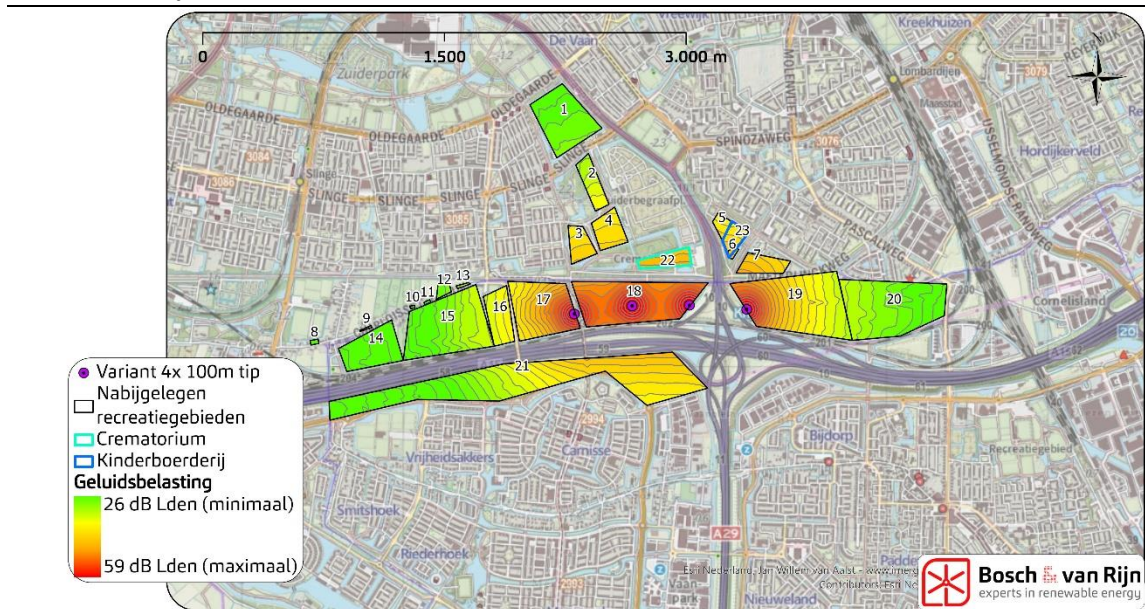
Tabel 28 Aantal woningen binnen de geluidscontouren relatief.

	Alternatief 4x 100m tip
Energieopbrengst (GWh/jr)	13
Woningen/GWh/jr binnen de 37 dB Lden contour	313
Woningen/GWh/jr binnen de 42 dB Lden contour	21
Woningen/GWh/jr binnen de 45 dB Lden contour	0
Woningen/GWh/jr binnen de 47 dB Lden contour	0

6.4 Geluidsbelasting op recreatiegebieden, crematorium en kinderboerderij

In de nabije omgeving van de variant zijn verschillende recreatiegebieden, een crematorium en een kinderboerderij gelegen. Voor de variant is de verwachte geluidsbelasting op de recreatiegebieden, het crematorium en de kinderboerderij berekend. De recreatiegebieden zijn in een versimpelde vorm als vlakken ingetekend in de kaart. Figuur 24 toont de geluidsbelasting van de alternatieven op de recreatiegebieden, het crematorium en de kinderboerderij. Op basis van deze gegevens is in de minimale en maximale geluidsbelasting per gebied opgemaakt.

Figuur 24 Alternatief 4x 100m tip - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij.



Tabel 29 Minimale en maximale geluidsbelasting recreatieterreinen, crematorium en kinderboerderij.

Recreatieterrein / crematorium / Kinderboerderij	Alternatief 4x 100m tip	
	Laag (dB Lden)	Hoog (dB Lden)
Recreatieterreinen		
1	33	36
2	37	42
3	42	46
4	42	45
5	42	44
6	45	46
7	44	48
8	28	28
9	30	31
10	33	33
11	34	34
12	35	36
13	37	38

14	28	32
15	31	40
16	39	42
17	41	59
18	48	58
19	38	58
20	32	39
21	27	47
Crematorium (22)	46	48
Kinderboerderij (23)	42	45

6.5 Cumulatie

Op de volgende pagina is voor de variant een vijftal adressen opgenomen met de hoogste cumulatieve geluidsbelasting (incl. windturbines) door de variant waar ten minste een toename van 1 dB plaatsvindt.

Tabel 16 Alternatief 4x 100m tip - Een vijftal adressen met de hoogste cumulatieve geluidsbelasting met een minimale toename van 1 dB.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Voltairestraat 119	57	43	50	58	1
Voltairestraat 121	57	43	50	58	1
Voltairestraat 123	57	43	50	58	1
Voltairestraat 125	57	43	50	58	1
Voltairestraat 127	57	43	50	8	1

Aanvullend is een vijftal adressen opgenomen waar de grootste toename van cumulatieve geluidsbelasting plaatsvindt.

Tabel 30 Alternatief 4x 100m tip – Een vijftal adressen met de grootste toename van cumulatief geluid.

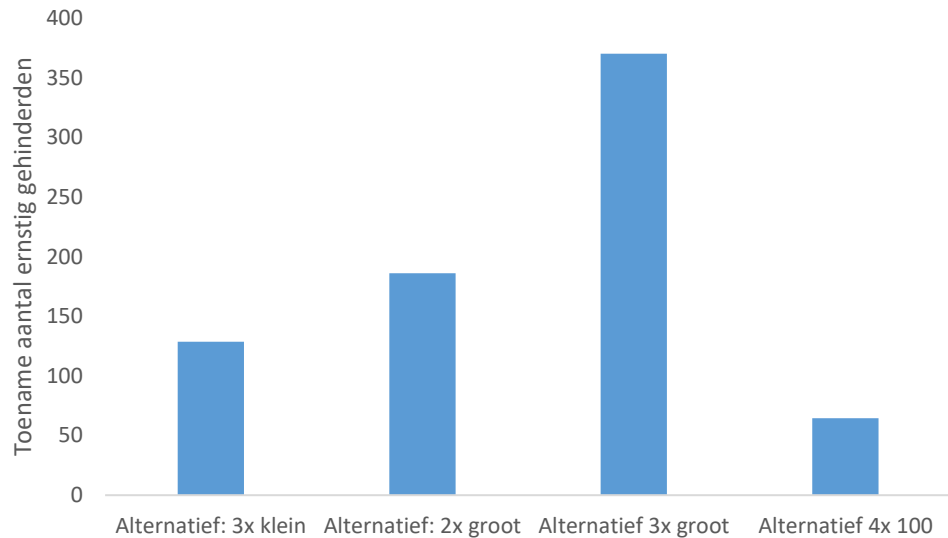
Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Poelenburg 23	52	44	53	56	4
Poelenburg 13	52	44	53	56	4
Poelenburg 25	52	44	53	56	4
Nijenburg 87	51	44	52	55	4
Poelenburg 27	52	44	53	56	4

6.6 Gezondheidseffectscreening (GES)

Zoals in paragraaf 4.4 uitgelegd leidt een windpark tot een toename van het aantal ernstig gehinderden.

Bij alternatief 4x 100m tip neemt het aantal ernstig gehinderden toe van 3.440 naar 3.504; een toename van 2%.

Figuur 25 Toename van het aantal ernstig gehinderden a.g.v. cumulatieve geluidsbelasting, inclusief Variant 4x100m tip.



6.7 Resultaten

Voor de alternatieven is de geluidemissie naar de omgeving berekend conform het “Reken- en meetvoorschrift windturbines” uit bijlage 4 van de Activiteitenregeling. De geluidcontour van 37, 42 en 47 dB L_{den} is berekend en weergegeven op de kaarten met geluidscontouren per alternatief. Daarnaast is van nabijgelegen recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij berekend wat de jaargemiddelde geluidsimmissie is. Hiermee worden de verschillen in effecten duidelijk gemaakt voor de alternatieven.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de scores van de variant. Het beoordelingscriterium is gelijk aan die voor de MER-alternatieven. Deze is beschreven in Hoofdstuk 5.

Tabel 31 Beoordeling Variant.

Geluid	4x 100m tip
Aantal woningen binnen 37 dB Lden-contour	0
Aantal woningen binnen 42 dB Lden-contour	0
Aantal woningen binnen 45 dB Lden-contour	0
Aantal woningen binnen 47 dB Lden-contour	0
Aantal woningen/GWh/jr binnen 37 dB Lden-contour	--
Aantal woningen/GWh/jr binnen 42 dB Lden-contour	-
Aantal woningen/GWh/jr binnen 45 dB Lden-contour	0
Aantal woningen/GWh/jr binnen 47 dB Lden-contour	0
Recreatie/crematorium/kinderboerderij – aantal locaties met een maximale geluidsbelasting van >47 dB Lden	-
Gezondheid	
Toename aantal gehinderden	-

Hoofdstuk 7 Mitigerende maatregelen

7.1 Inleiding

In de beoordeling in bovenstaand hoofdstuk is geen rekening gehouden met mitigerende maatregelen of normstelling die de immissie op omliggende woningen verlaagt. Om inzicht te krijgen in dergelijke mogelijkheden beschouwt dit hoofdstuk een aantal mogelijke normwaarden. Windturbines zullen een gedeelte van de tijd in een stillere geluidsmodus moeten draaien om aan dergelijke normgrenzen te voldoen. Om aan dergelijke normen te moeten voldoen dient het geluid van de windturbines in sommige gevallen te worden verminderd. Er zijn verschillende mogelijkheden voor dergelijke 'mitigatie', bijvoorbeeld het gebruiken van stillere windturbines, gedeeltelijk terugschroeven of het tijdelijk stilzetten van de windturbines. Tevens zijn er mogelijkheden tot mitigatie bij de ontvanger zoals het toepassen van gevelisolatie of het plaatsen van bomen tussen de woning en de windturbines om het geluid van windturbines te maskeren als het hard waait. Echter valt dit niet binnen de scope van het onderzoek.

Daarbij wordt per MER-alternatief steeds een mitigatieschema geformuleerd waarbij aan de betreffende normgrens kan worden voldaan.

7.2 Normgrenzen

Zoals in paragraaf 1.4 staat beschreven zijn de normen voor windturbines door de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State buiten toepassing verklaard en kan de raad kan er ook voor kiezen om eigen normen te hanteren. Om gemeenten ook inhoudelijk te helpen heeft de regio Rotterdam een handreiking een uitgewerkte lijst van mogelijke lokale normering⁸.

Het MER onderzoekt voor geluid de mogelijke lokale normgrenzen van 43, 45 en 47 dB Lden.

- 47 dB Lden: de waarde waarbij het hinderpercentage ongeveer overeenkomt met dat bij de hoogste grenswaarden voor rail- en wegverkeerslawaai (zie Figuur 26).
- 45 dB Lden: norm die aansluit bij de voorwaardelijke aanbeveling van de Wereldgezondheidsorganisatie om een hogere milieubescherming te bieden.
- 43 dB Lden: zeer strenge norm om de haalbaarheid te toetsen van een windpark dat qua geluid een minimale toevoeging doet aan het hoge cumulatieve achtergrondgeluidniveau. Deze norm sluit aan bij het hinderpercentage dat hoort bij de voorkeurswaarden voor wegverkeer/industrielawaai.

⁸ [Handreiking lokale normering windparken regio Rotterdam - Helpdesk Wind op Land](https://www.helpdeskwindopland.nl/praktijkvoorbeelden/2158310.aspx), 2022
(<https://www.helpdeskwindopland.nl/praktijkvoorbeelden/2158310.aspx>)

7.2.1 *Dosismaat Lden*⁹

In aansluiting op de richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement wordt in Nederland gekozen om de geluidbelasting uit te drukken in decibel (dB) Lden of dB Lnight. De geluidbelasting in dB Lden wordt ook wel de dag-avond-nachtgeluidsbelastingindicator genoemd. Lden is een berekend gewogen jaargemiddelde van de geluidsbelasting tijdens de dag-, de avond- en de nachtperiode. De avond- en nachtperiode krijgen een opslag van respectievelijk +5 en +10 omdat in deze periode geluid hinderlijker wordt ervaren en deze periodes worden derhalve zwaarder meegewogen.

Voor bijzondere geluidbelasting situaties zijn aanvullende indicatoren tevens mogelijk. Redenen hiervoor kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Combinatie van geluid uit verschillende bronnen;
- Relatief stille zones in het buitengebied;
- De lage frequentiecomponent (LFG) van het geluid is sterk;

De maximale optredende geluidbelastingen die door een windturbine worden veroorzaakt zijn circa 2-4 dB(A) hoger dan het optredende jaargemiddelde geluidbelasting van een windturbine.¹⁰ Bij een geluidbelasting van 47 dB Lden op een punt is het daadwerkelijk ervaren gemiddelde geluidniveau¹¹ op de gevel (bij hoge windsnelheden op ashoogte) circa 43-45 dB(A).

De hoeveelheid geluid die een windturbine produceert is afhankelijk van het geluidsbronvermogen van de windturbine. Het geluid van een windturbine kan desgewenst worden beperkt door toepassing van een voorziening op de bladen of door het vermogen te reduceren. Dit leidt tot verlies van energieproductie. De hoeveelheid geluid heeft tevens een rechtstreeks verband met de optredende windsnelheid. Tot een bepaalde windsnelheid neemt de geluidsproductie toe, vanaf deze specifieke windsnelheid blijft de geluidsproductie gelijk. De windsnelheid is door het KNMI voor geheel Nederland op ashoogtes tussen 10 en 260 meter boven het maaiveld de windverdelingen beschikbaar gesteld. Met deze verdelingen kan een goede voorspelling per beoordelingsperiode worden gegeven van de te verwachten geluidbelasting op de omgeving.

Gezien het constante karakter van windturbinegeluid (de verschillen tussen dag-, avond- en nachtperiode zijn beperkt) is er op zichzelf geen aanleiding een Lnight normering te stellen aanvullend op een Lden normering. Bij constante geluidniveaus bedraagt het verschil tussen de geluidbelasting in dB Lden en dB Lnight circa 6 dB en biedt een aparte norm voor Lnight geen extra bescherming, tenzij deze 7 dB of meer lager is dan de Lden-normering. Daarnaast kan er op basis van onderzoeken nog geen conclusie worden getrokken over de samenhang tussen geluid van windturbines en slaapverstoring¹². De WHO geeft in haar rapport van 2018 dan ook geen advies over een Lnight-norm voor windturbines.

⁹ Deze tekst is gebaseerd op een paragraaf uit 'Onderzoek milieunormen windenergie Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding', Pondera, 2021.

¹⁰ Nederlandse geluidsnormen in internationaal perspectief, E. Koppen, Arcadis, Windnieuws nr. 4 2015.

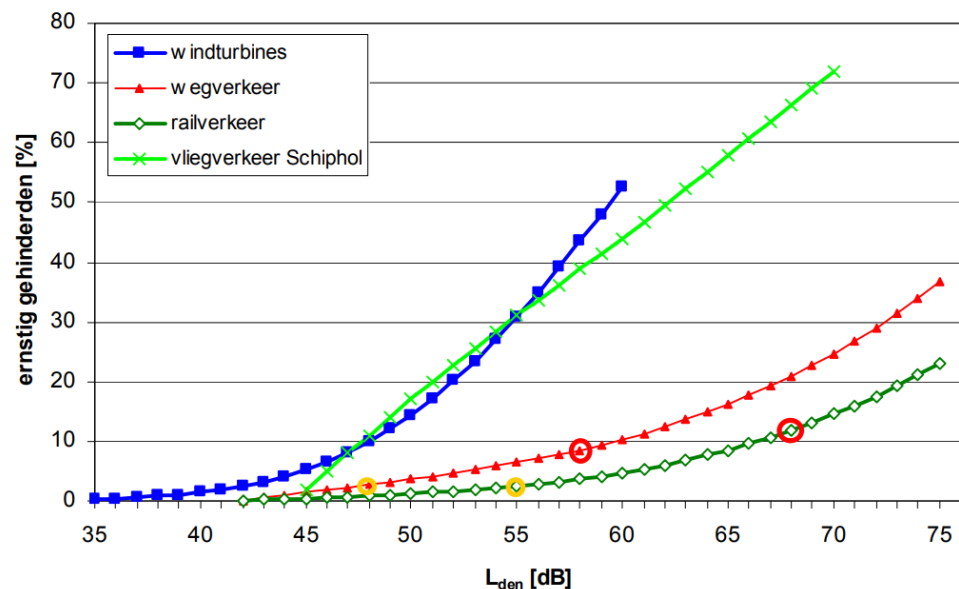
¹¹ De daadwerkelijk ervaren geluidsniveaus zijn lager dan het gewogen Lden gemiddelde omdat de Lden-waarde straffactoren bevat voor geluid in de avond en de nacht.

¹² Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid, RIVM, augustus 2021.

7.2.2 Dosis-effectrelatie

Een dosis-effectrelatie (ook wel dosis-hinderrelatie genoemd) is een verband tussen de hoogte van de geluidsbelasting van een bepaalde bron en het bijbehorende percentage gehinderden en ernstig gehinderden. Verschillende soorten geluid kennen een verschillende dosis-effectrelatie, zoals geïllustreerd in onderstaande figuur. Hoe sneller een grafiek stijgt, des te hinderlijker wordt het geluid ervaren. Zoals uit de grafiek blijkt is windturbinegeluid hinderlijker dan weg- en railverkeersgeluid. Dat is ook de reden dat windturbinegeluid doorgaans een lagere normgrens kent. De hinderlijkheid van windturbinegeluid wordt o.a. veroorzaakt door het kenmerkende ritmische karakter van het geluid, de zogenaamde amplitudemodulatie.

Figuur 26 Relatie tussen L_{den} en het percentage ernstig gehinderden (binnenshuis) bij verschillende bronnen (Verheijen, et al., 2009). De normen voor railverkeer (68 dB L_{den}) en wegverkeer (58 dB L_{den}) zijn met rode cirkels weergegeven en liggen rond de 9-10%. Voor windturbinegeluid ligt een vergelijkbaar hinderpercentage ronde de 47 dB L_{den} .



Als onderdeel van de effectbeoordeling voor geluid is in dit onderzoek voor woningen in de wijde omtrek van het windpark de geluidsbelasting a.g.v. de windturbines berekend. De dosis-effectrelatie voor windturbinegeluid (blauwe lijn in bovenstaande figuur) kan vervolgens gebruikt worden om te berekenen hoe groot het verwachte percentage ernstig gehinderden is binnen elk van deze woningen. Daarbij zijn alle woningen betrokken met een geluidsbelasting van meer dan 37 dB L_{den} in tenminste 1 van de MER-alternatieven (waarbij de geluidsbelasting per individuele woning is gehanteerd). Door vervolgens dit percentage te vermenigvuldigen met het (geschatte) aantal bewoners per pand krijgen wij het statistisch verwachte aantal ernstig gehinderden per MER-alternatief.

De berekening van het hinderpercentage maakt gebruik van de polynome functie die is gegeven in (Janssen, Vos, & Eisses, A., 2008):

$$\%HA_{binnen} = -107,6 + 9,656 L_{den} - 0,289 L_{den}^2 + 0,002894 L_{den}^3$$

Deze formule beschrijft de blauwe lijn in Figuur 26. Het is belangrijk om hierbij te vermelden dat er onder de omwonenden die niet *ernstig* gehinderd zijn wel ook gehinderden zullen optreden.

Tevens gaan wij uit van het aantal inwoners en het aantal huishoudens van de gemeenten Barendrecht en Rotterdam om te komen tot een gemiddeld aantal bewoners per gevoelig object.

Tabel 32 Demografische gegevens woningen in de gemeenten Barendrecht en omliggende gemeenten. Bron: <https://allecijfers.nl>, 2022.

	Barendrecht	Rotterdam
Inwoners	48.714	655.468
Huishoudens (hh)	19.327	328.569
Inwoners per hh	2,5	2,0
% woningen met 37 dB Lden of meer	31%	69%
Gewogen gemiddelde aantal bewoners	2,16	

Rekenvoorbeeld:

Een woning ondervindt 45 dB L_{den} als gevolg van het windpark. Invullen in bovenstaande polynome functie leidt tot een percentage ernstig gehinderden van 5,4%. Bij een verwacht aantal bewoners van 2,16 leidt dat tot 0,12 ernstig gehinderden.

7.2.3 Aantal gehinderden zonder mitigatie/normstelling

Onderstaande tabel toont het verwachte aantal ernstig gehinderden als gevolg van de MER-alternatieven voor wat betreft geluid, wanneer geen beperkende geluidsnorm wordt opgenomen.

Tabel 33 Verwacht aantal ernstig gehinderden a.g.v. windturbinegeluid op basis van de dosis-effectrelatie.

	Aantal ernstig gehinderden (statistische verwachting)
3x klein	299
2x groot	432
3x groot	849

Wanneer geen beperkende geluidsnorm wordt opgenomen zou het aantal ernstig gehinderden als gevolg van het windturbinegeluid van windturbines bij Vaanplein dus naar verwachting liggen tussen de ca. 299 en 849.

7.3 Geluidsreducerende modi

Een lokale norm van (bijvoorbeeld) 45 dB Lden betekent dat de jaargemiddelde geluidsbelasting bij alle omliggende gevoelige objecten (waaronder woningen, maar ook onderwijs- en gezondheidsinstellingen) niet hoger mag zijn dan 45 dB Lden. Om aan dergelijke normen te moeten voldoen dienen windturbines in sommige gevallen ‘teruggeregeld’ te worden.

Onderstaand overzicht laat voor de 3 MER-alternatieven en de 3 onderzochte normgrenzen zien welke mitigatieschema’s toegepast kunnen worden. Er zijn echter meerdere manieren waarop een windpark aan een norm kan voldoen; daarnaast hangt de aard van de reductiemodi af van het toegepaste windturbintype. Desalniettemin geeft onderstaand voorbeeld een goed idee van de mate van terugregeling die nodig is voor de onderzoekopstellingen. Deze mitigatieschema’s moeten worden gezien als indicatief en representatief.

Tabel 34 Mitigatieschema’s om aan de 3 onderzochte normen te kunnen voldoen. Windturbines zijn oplopend van west naar oost genummerd.

	47 dB Lden	45 dB Lden	43 dB Lden
3x klein	WTB 1: 8:00 in de nachtperiode in SO2 WTB 2: 8:00 in de nachtperiode in SO2 WTB 3: 7:00 in de nachtperiode in SO2 WTB 3: 1:00 in de nachtperiode uit	WTB 1: in de nachtperiode in SO2 WTB 2: in de nachtperiode in SO2 WTB 3: 3u in de nachtperiode in SO2 WTB 3: 5u in de nachtperiode uit	WTB 3: in de nachtperiode uit
2x groot	WTB 2: 1u in de nachtperiode in N3 WTB 2: 7u in de nachtperiode in N4	WTB 2: 2u in de nachtperiode in N4 WTB 2: 6u in de nachtperiode uit	WTB 1: 2u in de nachtperiode in N1 WTB 2: in de dagperiode in modus 3 WTB 2: in de avondperiode in modus 3 WTB 2: in de nachtperiode uit
3x groot	WTB 1: 5u in de nachtperiode in N2 WTB 1: 3u in de nachtperiode in N3 WTB 3: 5u in de nachtperiode in N3 WTB 3: 3u in de nachtperiode in N4	WTB 1: 1u in de nachtperiode uit WTB 1: 7u in de nachtperiode in N5 WTB 2: in de nachtperiode in N5 WTB 3: 1u in de nachtperiode uit WTB 3: 7u in de nachtperiode in N5	WTB 1: 4u in de avondperiode in N1 WTB 1: 2u in de nachtperiode in N5 WTB 1: 6u in de nachtperiode uit WTB 2: in de nachtperiode in N5 WTB 3: in de nachtperiode uit

7.4 Rekenresultaten geluid

Door toepassing van de bovenstaande mitigatieschema’s maken de MER-alternatieven minder geluid. Dat is ook te zien aan de geluidscontouren. Ter illustratie is hieronder voor de onderzochte norm van 45 dB Lden de geluidscontour weergegeven, samen met de 45 dB-geluidscontour zonder toepassing van een lokale norm.

De figuren van de andere onderzochte normgrenzen zijn vergelijkbaar en omwille van de leesbaarheid niet opgenomen.

Figuur 27 Alternatief 3x klein – 45 dB Lden-contour met en zonder mitigatie.



Figuur 28 Alternatief 2x groot – 45 dB Lden-contour met en zonder mitigatie.



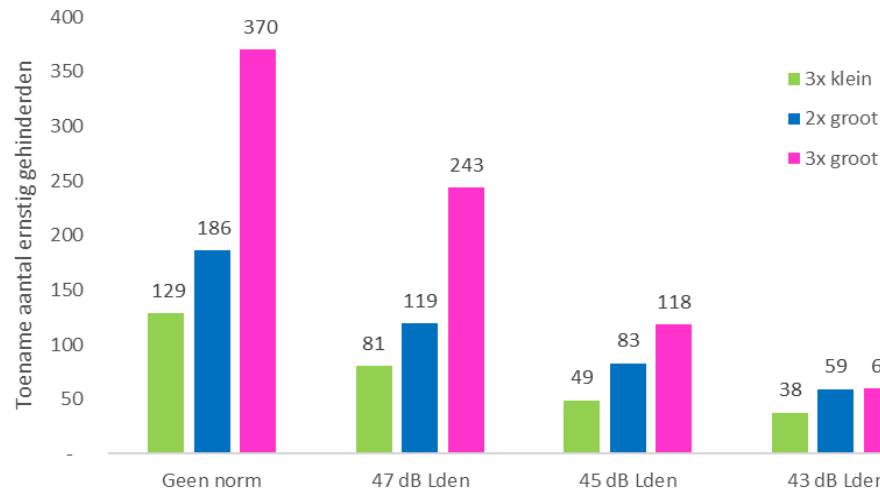
Figuur 29 Alternatief 3x groot – 45 dB Lden-contour met en zonder mitigatie.



7.4.1 Toename aantal ernstig gehinderden

De komst van windturbines heeft effect op de cumulatieve geluidsbelasting en daarmee op de hinder. Onderstaande figuur laat de toename van het aantal ernstig gehinderden zien (vergelijk ook met Figuur 20) en het effect van verschillende normgrenzen:

Figuur 30 Toename van het aantal ernstig gehinderden als gevolg van de toevoeging van het windturbinegeluid aan de bijna 25.000 onderzochte toetspunten.



Zoals eerder bleek uit Tabel 27 zijn er voor elke aanscherping van de norm mitigerende maatregelen nodig. Daarom neemt het aantal ernstig gehinderden bij elk alternatief af.

7.4.2 Opbrengstderving

Reductiemodi die windturbines stiller laten draaien hebben doorgaans een lager vermogen. Wanneer, als gevolg van een mitigatieschema, een windturbine gedurende een bepaalde periode dagelijks stil moet staan is de opbrengst van die windturbine logischerwijs nog lager. Deze paragraaf berekent hoeveel minder elektriciteit de MER-alternatieven opbrengen wanneer moet worden teruggeregeld tot de drie onderzochte normgrenzen.

Tabel 35 Alternatief 3x klein - opbrengstderving

Productie (GWh/jr)	geen norm	47 dB Lden	45 dB Lden	43 dB Lden
WTB 1	9,4	9,2	9,2	9,4
WTB 2	9,4	9,2	9,2	9,4
WTB 3	9,4	8,8	7,3	6,2
Netto parkproductie	28	27	26	25
Opbrengstderving	-	1	2	3
Opbrengstderving (%)	-	3%	9%	11%

Tabel 36 Alternatief 2x groot - opbrengstderving

Productie (GWh/jr)	geen norm	47 dB Lden	45 dB Lden	43 dB Lden
WTB 1	24,6	24,6	24,6	24,6
WTB 2	24,6	23,3	17,3	13,5
Netto parkproductie	49	48	42	38
Opbrengstderving	-	1	7	11
Opbrengstderving (%)	-	3%	15%	23%

Tabel 37 Alternatief 3x groot - opbrengstderving

Productie (GWh/jr)	geen norm	47 dB Lden	45 dB Lden	43 dB Lden
WTB 1	24,6	23,8	22,1	17,5
WTB 2	24,6	24,6	23,0	23,0
WTB 3	24,6	23,3	22,1	15,3
Netto parkproductie	74	72	67	56
Opbrengstderving	-	2	7	18
Opbrengstderving (%)	-	3%	9%	24%

7.4.3 Overige conclusies

Uit de berekening blijkt:

- dat strengere geluidsnormen leiden tot een kleinere toename van het aantal ernstig gehinderden;
- dat bij een norm van 45 dB Lden of strenger het aantal woningen met een GES-score van 6 of hoger niet toeneemt;
- dat bij een norm van 43 dB Lden het aantal woningen met een GES-score van 5 of hoger niet toeneemt.

De hierboven berekende toename van het aantal ernstig gehinderden kan ook gebruikt worden om te onderzoeken hoe de MER-beoordelingscriteria voor het milieuthema gezondheid (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) veranderen bij toepassing van de 3 onderzochte geluidsnormen.

Tabel 38 Beoordelingscriterium 'toename cumulatieve GES-score' bij verschillende normgrenzen.

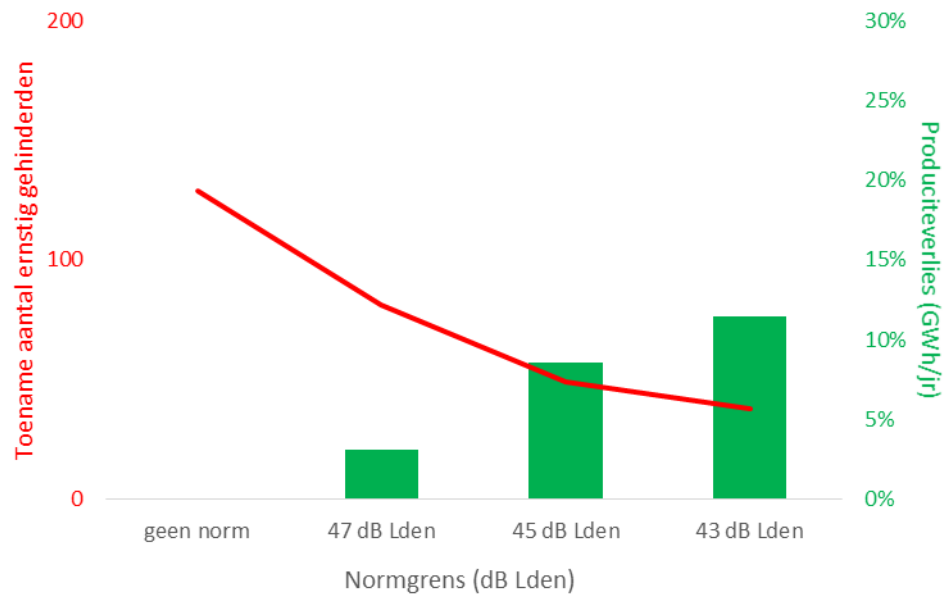
Gezondheid	3x klein	2x groot	3x groot
Toename aantal ernstig gehinderden (geen norm)	-	-	--
Toename aantal ernstig gehinderden (norm 47 dB Lden)	-	-	--
Toename aantal ernstig gehinderden (norm 45 dB Lden)	-	-	-
Toename aantal ernstig gehinderden (norm 43 dB Lden)	-	-	-

7.5 Samenvatting

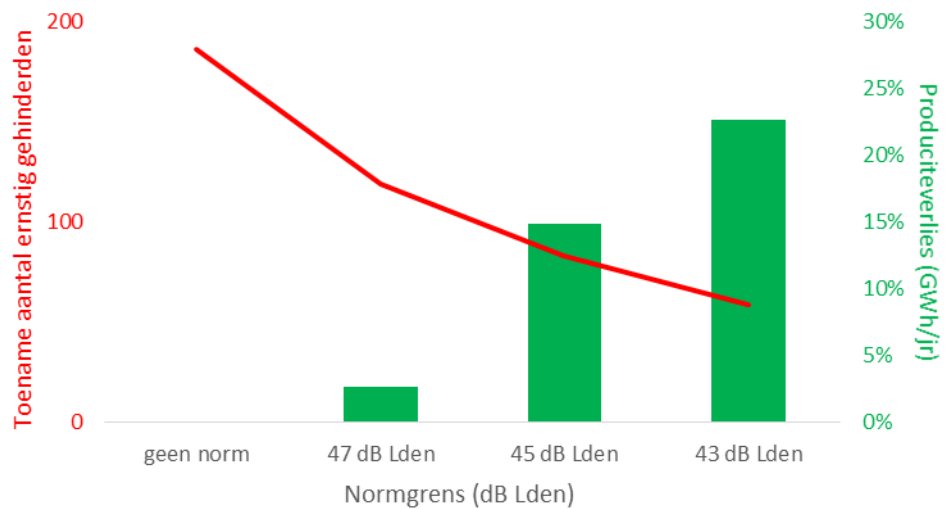
Voor drie mogelijke normgrenzen (43, 45 en 47 dB Lden) is berekend wat de afname in hinder is, en de hoeveelheid energie die de windturbines *minder* produceren wanneer zij aan deze normen moeten voldoen.

Onderstaande figuren laten beide effecten zien: de rode lijn schetst de afname van het aantal ernstig gehinderden bij toepassing van de onderzochte geluidsnormen (zoals ook getalsmatig opgenomen in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**); de groene balken geven het een schatting van het productieverlies (zie ook Tabel 35 t/m Tabel 37).

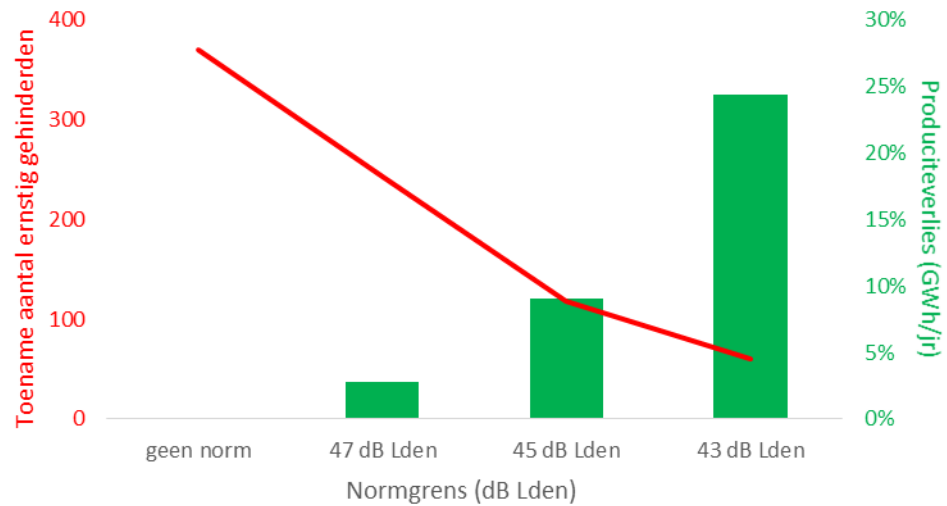
Figuur 31 Gevoeligheidsanalyse geluidsnormen bij MER-alternatief 3x klein: toename van het aantal ernstig gehinderden (rode lijn) en productieverlies als gevolg van terugregelen/afschakelen van windturbines om aan de norm te voldoen (groene balken).



Figuur 32 Gevoeligheidsanalyse geluidsnormen bij MER-alternatief 2x groot: toename van het aantal ernstig gehinderden (rode lijn) en productieverlies als gevolg van terugregelen/afschakelen van windturbines om aan de norm te voldoen (groene balken).



Figuur 33 Gevoeligheidsanalyse geluidsnormen bij MER-alternatief 3x groot: toename van het aantal ernstig gehinderden (rode lijn) en productieverlies als gevolg van terugregelen/afschakelen van windturbines om aan de norm te voldoen (groene balken).



Deze informatie is van belang voor het bevoegd gezag bij het maken van een wel-overwogen keuze voor lokale normen.

N.B. Een beschouwing van de financiële uitvoerbaarheid van windprojecten valt buiten de scope van dit onderzoek.

Hoofdstuk 8 Bijlagen



Bijlage A Overzicht windturbinegegevens

A.1 Algemene kenmerken

Tabel 39 Gegevens windturbines MER t.b.v. akoestisch onderzoek

	Type	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	LW,max
Klein	Vestas V126 (3,45MW)	87	126	107,2
Groot	Siemens Gamesa SG6.6 170 (6,6MW)	165	170	106,5

Alle invoergegevens voor de akoestische berekening, zoals bronsterkte, spectrum, windsnelheidsverdeling etc. zijn ook te vinden in de aparte bijlage. De bronnen voor de geluidsgegevens staan in onderstaande tabel.

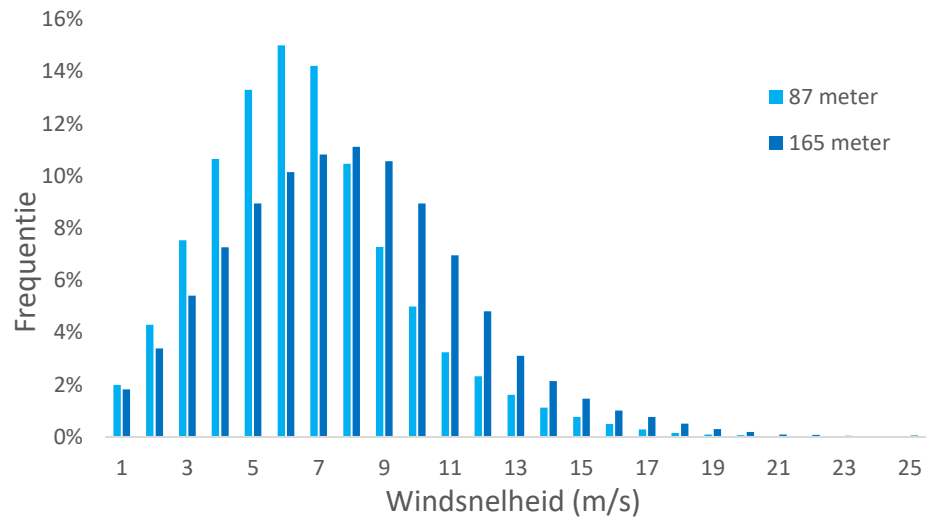
Tabel 40 Bronnen geluidsspecificaties t.b.v. akoestisch onderzoek

Type	Bron
Vestas V126 (3,45MW)	0055-1400_V01 - V126-3_45MW i113_4 Third Octaves
Siemens Gamesa SG6.6 170 (6,6MW)	D2844532_003 SGRE ON SG 6.6-170 Standard Acoustic Emission AM0

Bijlage B Windaanbod

Onderstaande grafiek toont op basis van KNMI-gegevens de langjarig gemiddelde windsnelheid op ashoogte voor de beide afmetingen.

Figuur 34 Windverdeling (KNMI) op en meter ashoogte.



Bijlage C Geluidscontouren

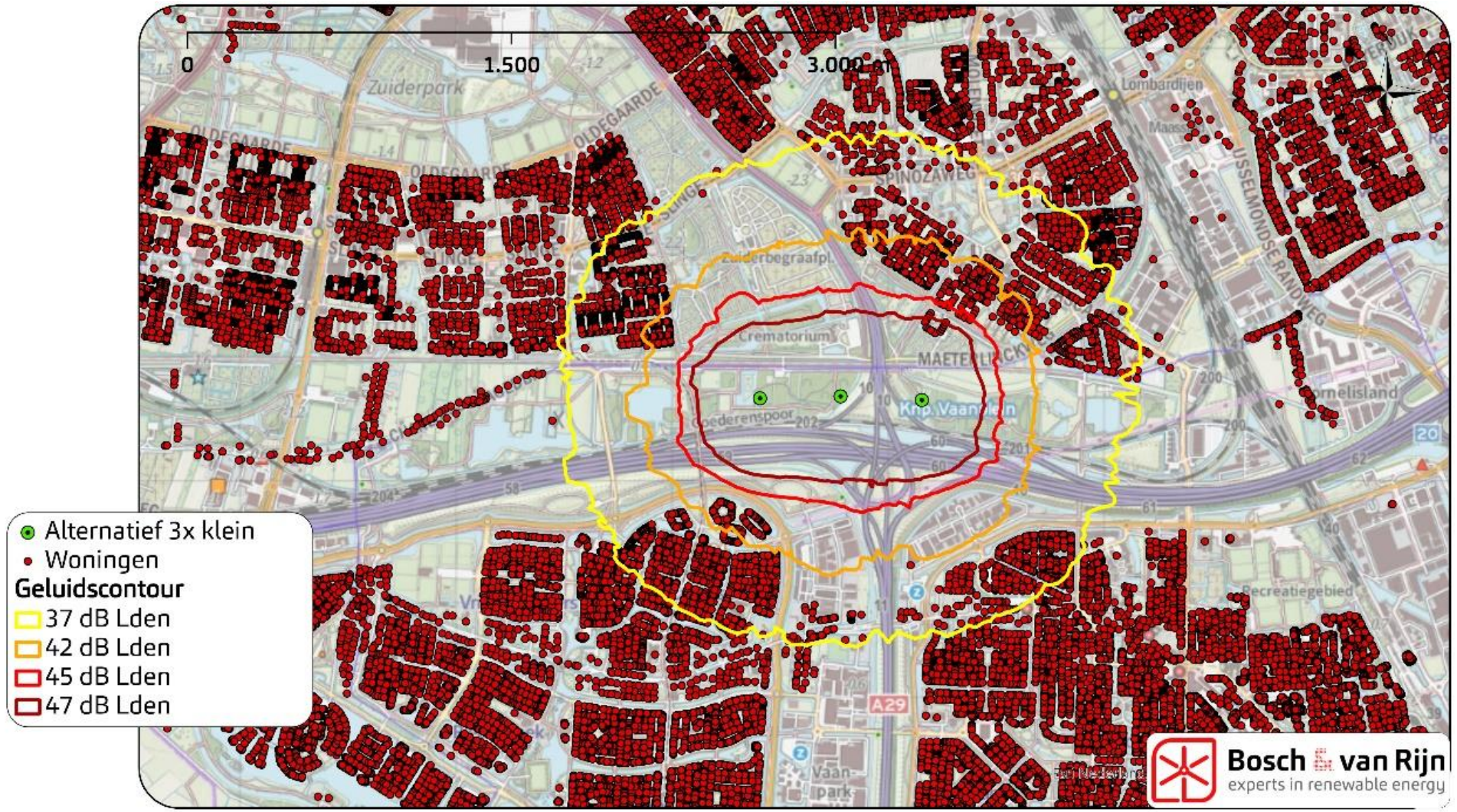
Onderstaande pagina's geven de berekende geluidscontouren in groot formaat.

Bijlage D Immissiewaarden

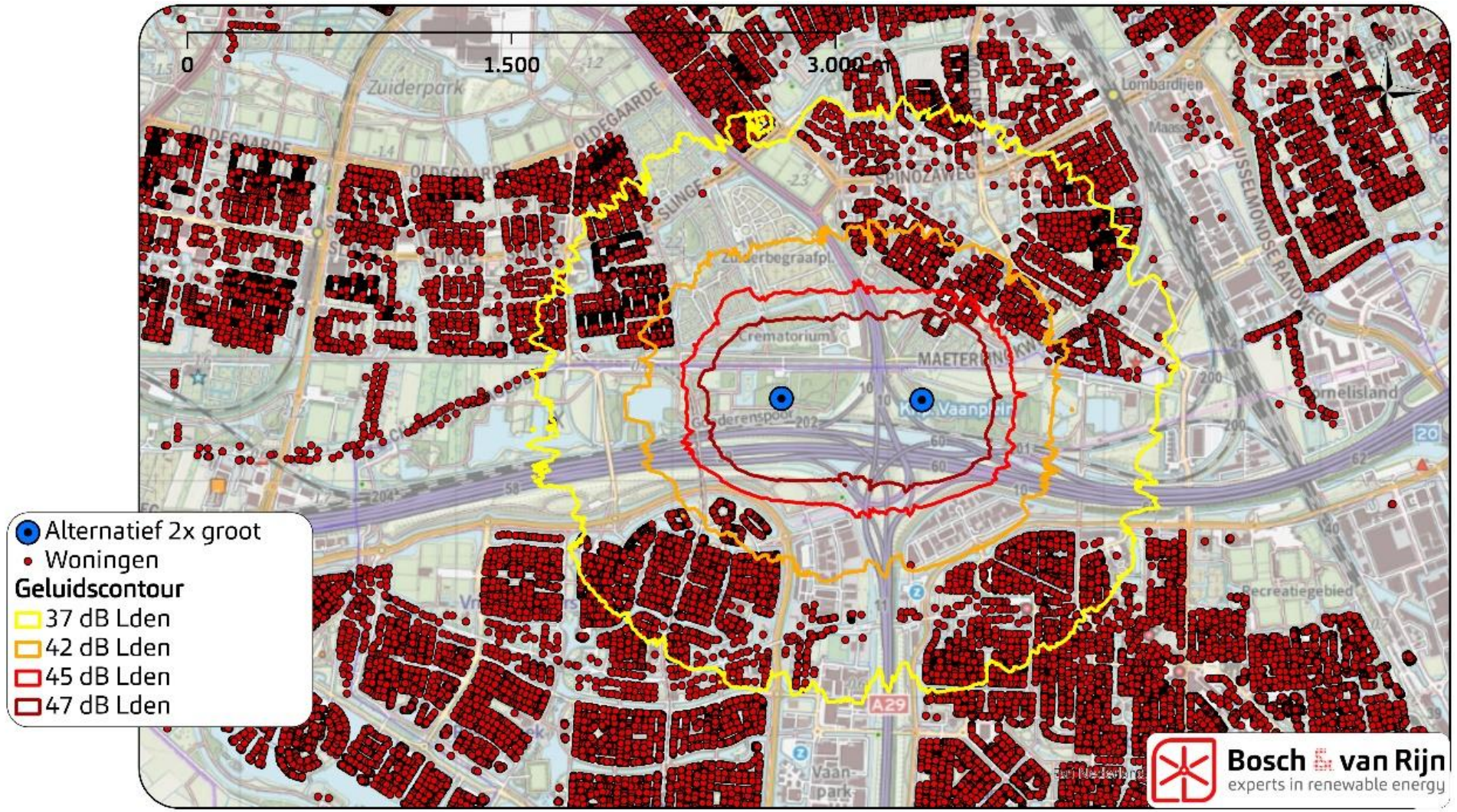




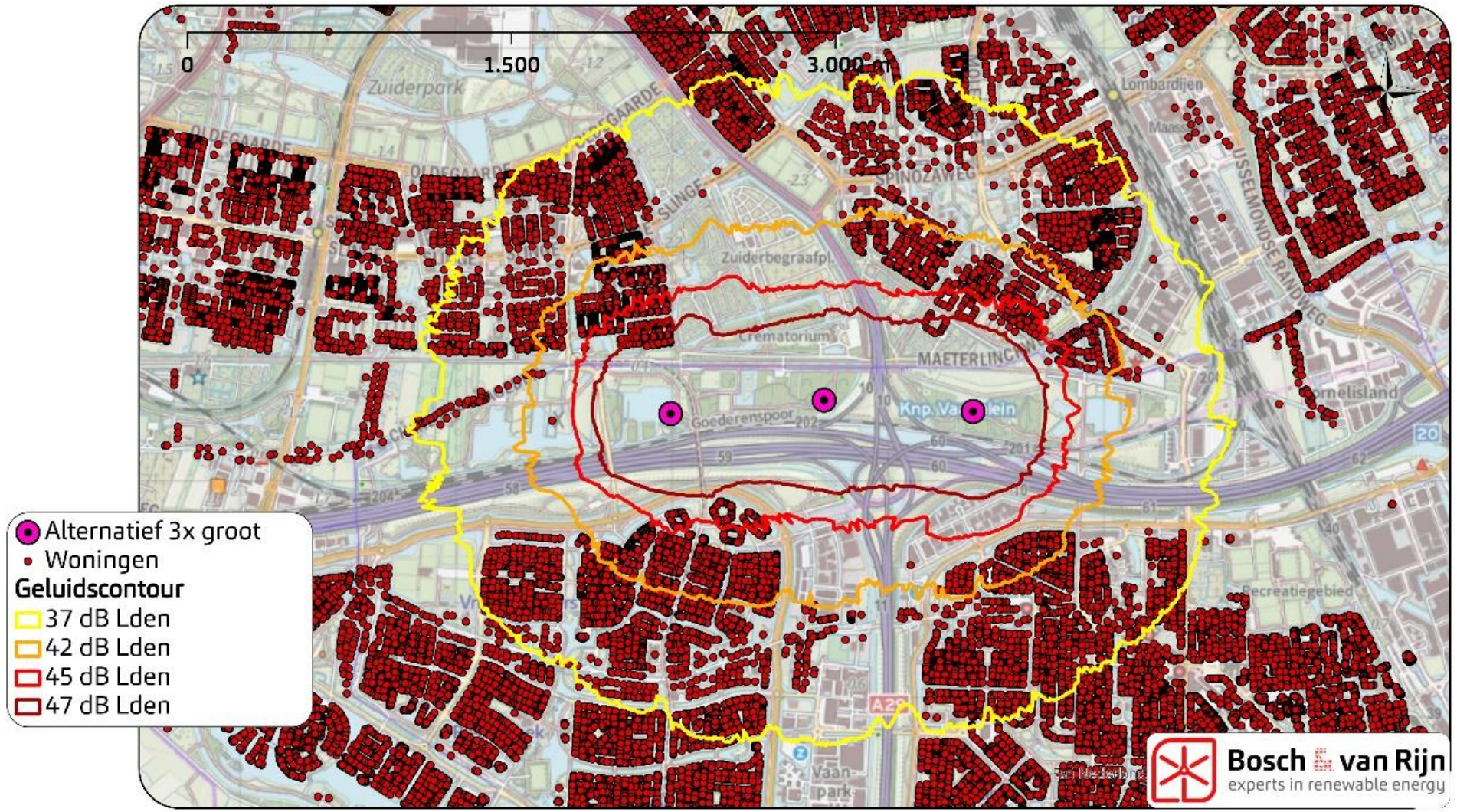
Figuur 35 Geluidscontouren alternatief 3x klein



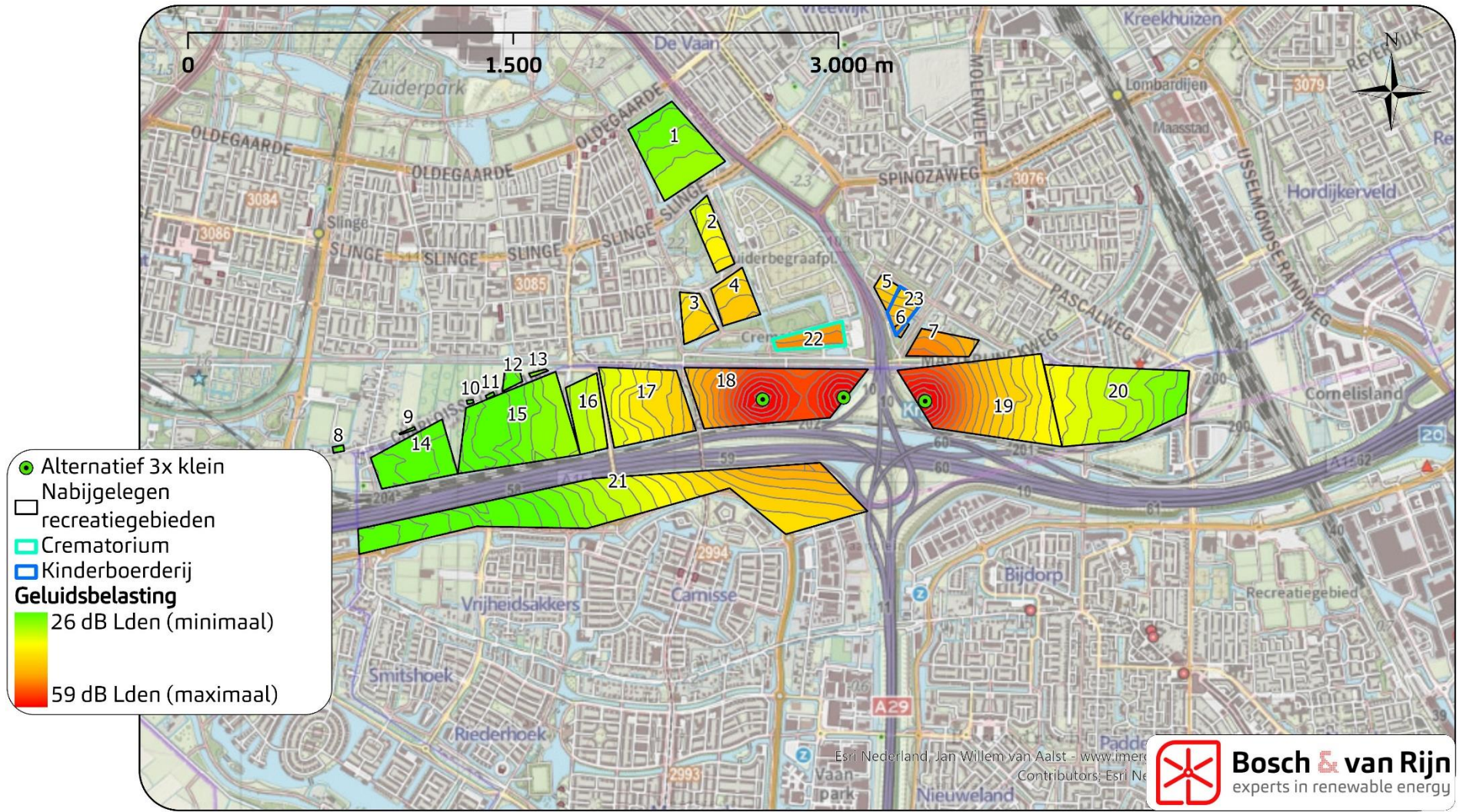
Figuur 36 Geluidscontouren alternatief 2x groot



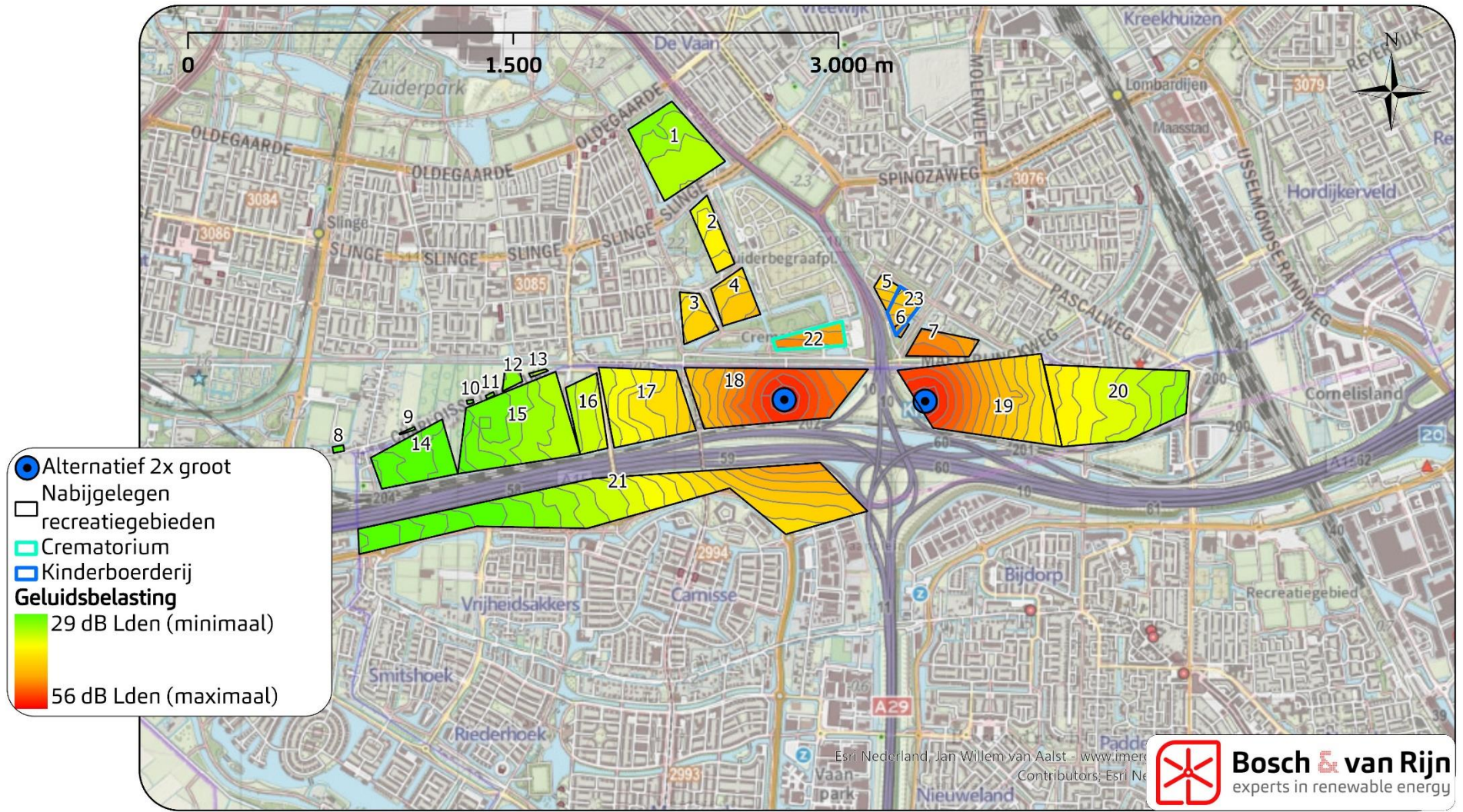
Figuur 37 Geluidscontouren alternatief 3x groot



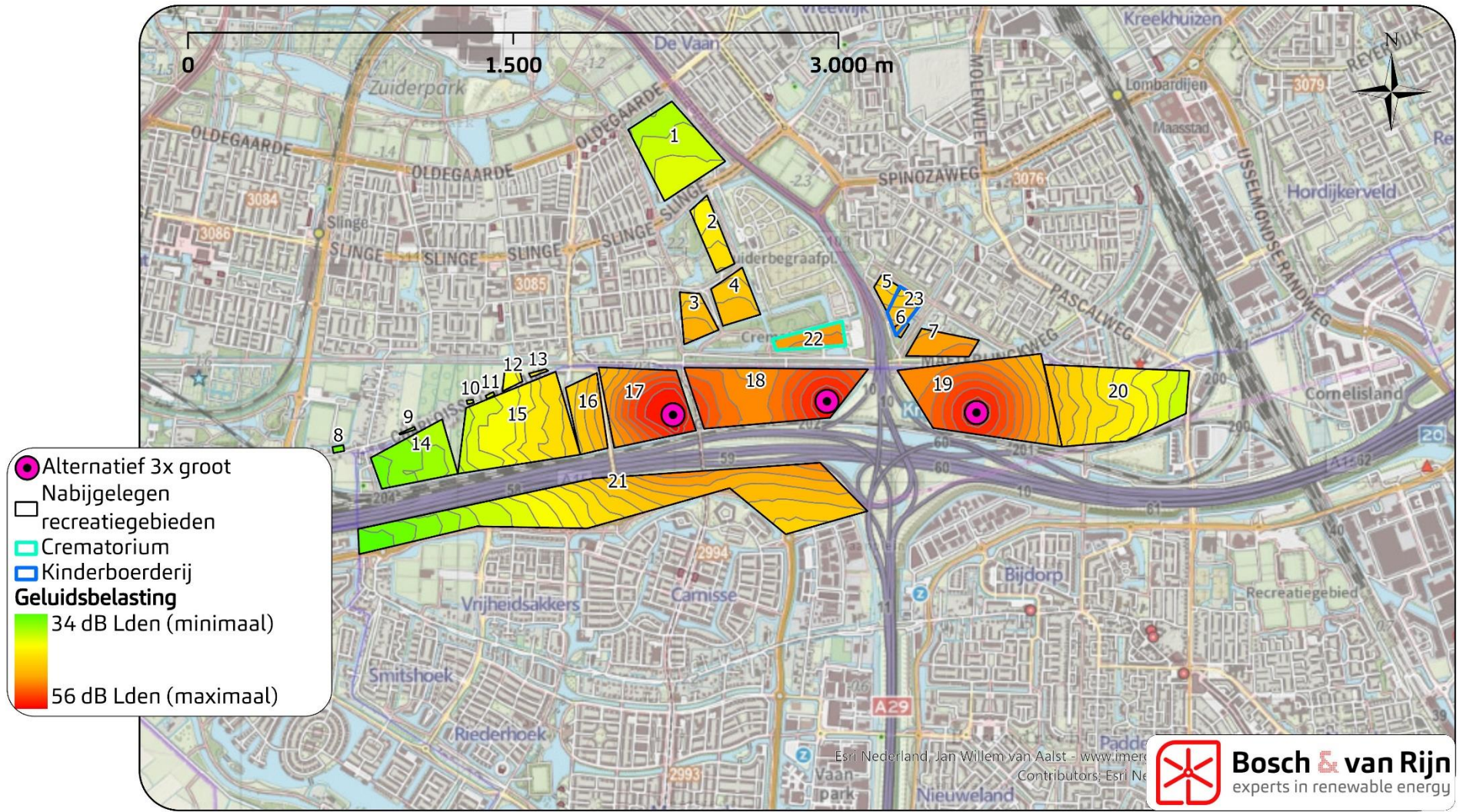
Figuur 38 Alternatief 3x klein - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij



Figuur 39 Alternatief 2x groot - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij



Figuur 40 Alternatief 3x groot - Geluidsbelasting recreatieterreinen, het crematorium en de kinderboerderij



Bijlage E In- en uitvoer GeoMilieu





Bosch & van Rijn
experts in duurzame energie

Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht
www.boschenvanrijn.nl

