

### **Bosch & van Rijn**

Franz-Lisztplantsoen 200  
3533 JG Utrecht  
030 677 6466

### **Auteurs**

Laurens Kik MSc.  
Steven Velthuisen MSc.

### **Opdrachtgevers**

Consortium Rijnse Energie c.s.



# Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop

Akoestisch onderzoek t.b.v. CombiMER



# Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop

## Akoestisch onderzoek t.b.v. CombiMER

Datum

5 december 2023

Versiebeheer

- 0.1 Concept
- 0.2 Kwaliteitscontrole
- 0.3 Verwerking feedback
- 0.4 Toevoeging VKA
- 0.5 Kwaliteitscontrole
- 0.6 Aanpassing methode LFG
- 0.7 Aanpassing GES naar toename ernstig gehinderden
- 0.8 Toevoeging geluidsbelasting op de gevel van 10 maatgevende woningen
- 0.9 Tekstuele aanpassingen
- 0.10 Toevoeging MER-alternatief 5

Bosch & Van Rijn  
Franz-Lisztplantsoen 200  
3533 JG Utrecht

Tel: 030-677 6466  
Mail: [info@boschenvanrijn.nl](mailto:info@boschenvanrijn.nl)  
Web: [www.boschenvanrijn.nl](http://www.boschenvanrijn.nl)

© Bosch & Van Rijn 2023

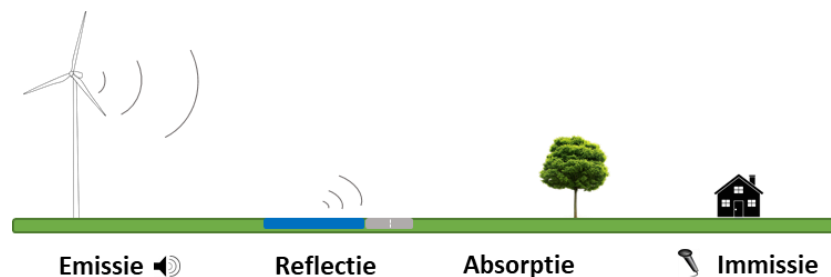
Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie

## Toegepaste begrippen windturbinegeluid

<b>Emissie</b>	<b>Geluid geproduceerd door een windturbine, gemeten vanaf de bron</b>
$L_{Wmax}$	Maximale geluidproductie van de betreffende windturbine
$L_E$	Jaargemiddelde geluidproductie van de betreffende windturbine
$L_{E(den)}$	Jaargemiddelde geluidproductie inclusief straffactoren

<b>Immissie</b>	<b>Invallend geluid, bijvoorbeeld gemeten vanaf de gevel van een woning</b>
$L_E$	Jaargemiddeld invallend geluid
$L_{den}$	Jaargemiddeld invallend geluid (den = day, evening, night), inclusief straffactoren
$L_{night}$	Jaargemiddeld invallend geluid gedurende de nacht (23.00-7.00u)

Figuur: Schematische weergave van *Emissie* tot *Immissie*



## Inhoudsopgave

<b>HOOFDSTUK 1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	<i>Inleiding</i>	6
1.2	<i>MER</i>	7
1.3	<i>Wettelijke norm</i>	11
1.4	<i>Beoordelingscriteria MER</i>	12
1.5	<i>Voorkeursalternatief</i>	12
<b>HOOFDSTUK 2</b>	<b>REKENMETHODE</b>	<b>13</b>
2.1	<i>Bodemabsorptie en -reflectie</i>	14
2.2	<i>Spectrale verdeling</i>	16
2.3	<i>Windaanbod</i>	16
2.4	<i>Rekenmethode</i>	17
2.5	<i>Laagfrequent geluid</i>	17
<b>HOOFDSTUK 3</b>	<b>MER-ALTERNATIEVEN (EFFECTEN WIND)</b>	<b>19</b>
3.1	<i>Contouren</i>	20
3.2	<i>Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidscontouren</i>	26
3.3	<i>Maximale momentane geluidsbelasting</i>	27
<b>HOOFDSTUK 4</b>	<b>MER-ALTERNATIEVEN (EFFECTEN WIND EN ZON)</b>	<b>28</b>
4.1	<i>Contouren</i>	29
4.2	<i>Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidscontouren</i>	34
4.3	<i>Maximale momentane geluidsbelasting</i>	37
<b>HOOFDSTUK 5</b>	<b>CUMULATIE MER-ALTERNATIEVEN (EFFECTEN WIND)</b>	<b>38</b>
5.1	<i>Cumulatieberekening</i>	39
5.2	<i>Beoordeling cumulatie</i>	43
5.3	<i>Bevindingen cumulatie</i>	45
<b>HOOFDSTUK 6</b>	<b>CUMULATIE MER-ALTERNATIEVEN (EFFECTEN WIND EN ZON)</b>	<b>46</b>
6.1	<i>Cumulatieberekening</i>	47
6.2	<i>Beoordeling cumulatie</i>	49
6.3	<i>Bevindingen cumulatie, toevoeging zonneparken</i>	51
<b>HOOFDSTUK 7</b>	<b>VOORKEURSALTERNATIEF (WIND)</b>	<b>52</b>
7.1	<i>Inleiding VKA</i>	53
7.2	<i>Beschrijving VKA</i>	54
7.3	<i>Contouren</i>	56
7.4	<i>Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidscontouren</i>	57
7.5	<i>Geluidsbelasting op de gevel</i>	58
7.6	<i>Aantal ernstig gehinderden binnen de geluidscontouren</i>	59
7.7	<i>Mitigatie</i>	61
7.8	<i>Maximale momentane geluidsbelasting</i>	61
7.9	<i>Cumulatief geluid</i>	62
7.10	<i>Laagfrequent geluid</i>	64
<b>HOOFDSTUK 8</b>	<b>VOORKEURSALTERNATIEF (WIND EN ZON)</b>	<b>70</b>
8.1	<i>Inleiding VKA</i>	71
8.2	<i>Beschrijving VKA</i>	72
8.3	<i>Contouren</i>	72
8.4	<i>Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidscontouren</i>	73
8.5	<i>Geluidsbelasting op de gevel</i>	74
8.6	<i>Aantal ernstig gehinderden binnen de geluidscontouren</i>	75
8.7	<i>Mitigatie</i>	75
8.8	<i>Maximale momentane geluidsbelasting</i>	76
8.9	<i>Cumulatief geluid</i>	76
8.10	<i>Laagfrequent geluid</i>	78
<b>HOOFDSTUK 9</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>81</b>



9.1	Conclusie MER	82
9.2	Conclusie voorkeursalternatief	83
<b>HOOFDSTUK 10</b>	<b>BIJLAGEN</b>	<b>85</b>
<b>BIJLAGE A</b>	<b>OVERZICHT WINDTURBINEGEGEVENS</b>	<b>86</b>
A.1	Algemene kenmerken	86
A.2	Bronsterkte $L_w$	86
<b>BIJLAGE B</b>	<b>WINDAANBOD</b>	<b>88</b>
<b>BIJLAGE C</b>	<b>GELUIDSCONTOUREN</b>	<b>89</b>
C.1	Contouren MER-alternatieven zonder zonneparken	90
C.2	Contouren MER-alternatieven met zonneparken	101
C.3	Contouren VKA (onder- en bovengrens)	109
<b>BIJLAGE D</b>	<b>GELUIDSWAARDEN BIJ WONINGEN</b>	<b>113</b>
<b>BIJLAGE E</b>	<b>CUMULATIEVE GELUIDSBELASTING</b>	<b>114</b>
<b>BIJLAGE F</b>	<b>LAAGFREQUENT GELUID VKA</b>	<b>115</b>
<b>BIJLAGE G</b>	<b>L<sub>MAX</sub> VS L<sub>NIGHT</sub></b>	<b>116</b>
<b>BIJLAGE H</b>	<b>IN- EN UITVOER GEOMILIEU</b>	<b>117</b>
<b>BIJLAGE I</b>	<b>GELUIDSBELASTING OP DE GEVEL</b>	<b>118</b>

# Hoofdstuk 1 Inleiding



## 1.1 Inleiding

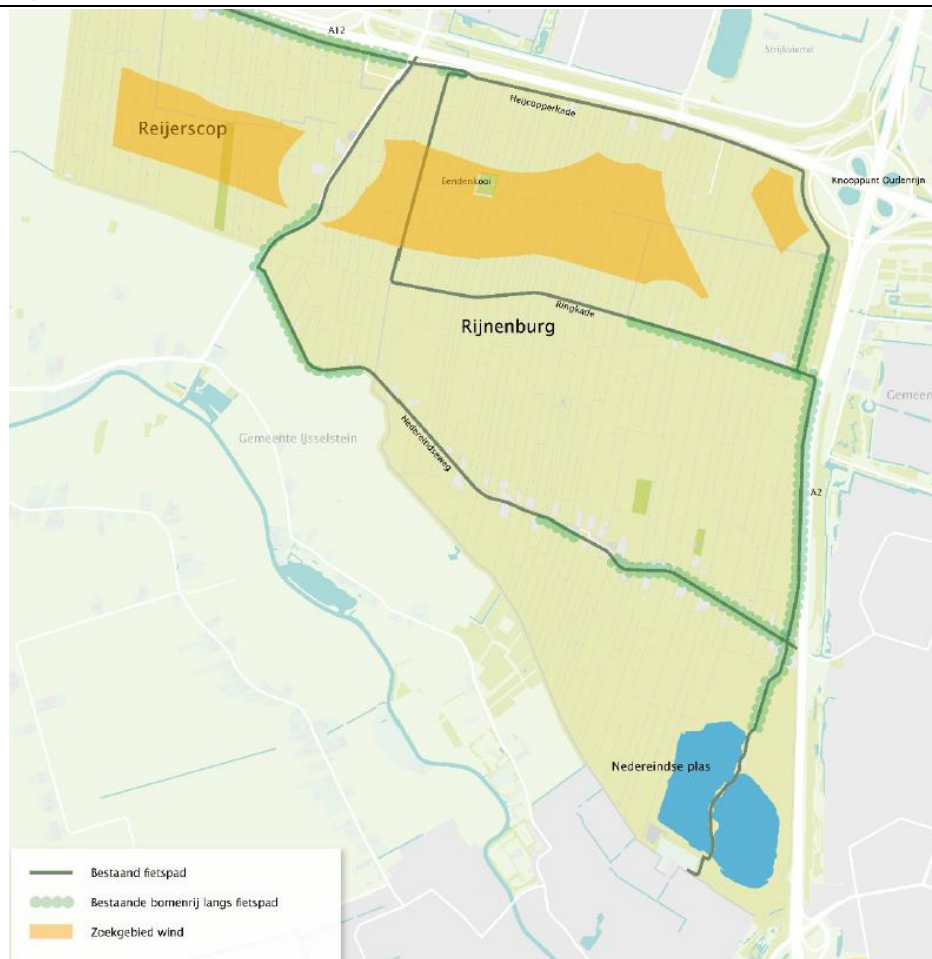
Bosch & Van Rijn heeft een akoestische studie uitgevoerd naar de geluidsimmissie bij gevoelige objecten (woningen, onderwijs- en gezondheidsinstellingen) in en nabij het voorgenomen Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop in de gemeente Utrecht als gevolg van diverse windenergieopstellingen.

Deze studie volgt de beoordelingscriteria zoals opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau van Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop. Dit document dient ter ondersteuning van zowel het MER als de vergunningaanvraag.

Voor de laatste versie van het CombiMER (v0.9; inclusief verwerking van het tussenadvies Commissie m.e.r.) is een extra MER-alternatief 5 toegevoegd. Wijzigingen ten opzichte van de vorige versie van voorliggend akoestisch rapport en beoordeling zijn grijs gearceerd. Op deze manier is het voor de lezer duidelijk welke wijzigingen zijn aangebracht t.o.v. de vorige versie.

De te onderzoeken alternatieven zijn gesitueerd in het 'Zoekgebied windmolens' zoals gepresenteerd in de NRD en het gemeentelijke Uitnodigingskader Rijnenburg & Reijerscop (Figuur 1).

**Figuur 1** Zoekgebieden windenergie. (Bron: Uitnodigingskader Rijnenburg en Reijerscop, juli 2020 Gemeente Utrecht)



## 1.2 MER

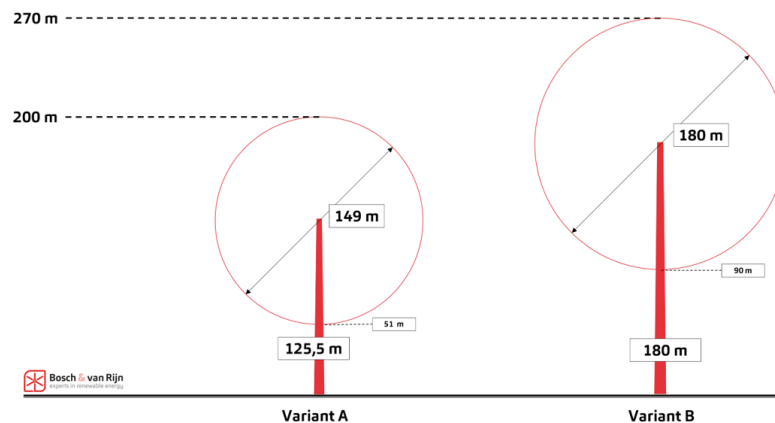
Het MER beschouwt na locatiekeuze vijf alternatieven, die verschillen door het aantal en de posities van de windturbines. Bij elk alternatief behoort ook een zonnepark van variërende grootte. Per alternatief zijn er twee varianten met verschillende ashoogtes en rotordiameters.

De eigenschappen van de MER-alternatieven staan in onderstaande tabel en schematische weergave.

**Tabel 1** Eigenschappen van de MER-alternatieven.

Alternatief	Aantal windturbines	Rotordiameter	Ashoogte	Tiphoogte	Omvang zonnepark
1 - A	3	149	125,5	200	3.2 ha
1 - B	3	180	180	270	3,2 ha
2 - A	5	149	125,5	200	50 ha
2 - B	5	180	180	270	50 ha
3 - A	8	149	125,5	200	50 ha
3 - B	8	180	180	270	50 ha
4 - A	5	149	125,5	200	50 ha
4 - B	5	180	180	270	50 ha
5 - A	6	149	125,5	200	0 ha
5 - B	6	180	180	270	0 ha

**Figuur 2** Schematische weergave van de afmetingen van de MER-alternatieven.



### 1.2.1 Windturbinetypes

Omdat er per alternatief twee varianten zijn met verschillende afmetingen (zie Figuur 2) is er per afmetingsklasse één representatief type gekozen. De onderste variant gaat uit van een rotordiameter van minimaal 149 meter, hiervoor zijn alle in Nederland leverbare windturbines tussen de 149 en 159 meter geselecteerd. Voor de bovenste variant zijn alle windturbines met een rotordiameter groter dan 159 meter geselecteerd. De grootste windturbine die nu op de markt is, is de SG170 (meerdere modellen) van Siemens Gamesa.

In dit onderzoek wordt gekeken naar windturbines die qua bronsterkte representatief zijn voor hun afmetingsklasse. Ook maakt het onderzoek inzichtelijk wat het verschil is tussen het maximale en het jaargemiddelde invallende geluidsniveau bij gevoelige objecten.

Uit de onderstaande longlisten zijn de representatieve types gekozen. Deze windturbines zijn respectievelijk **groen** en **rood** gemaakt.

**Tabel 2 Longlist variant A, gesorteerd op rotordiameter**

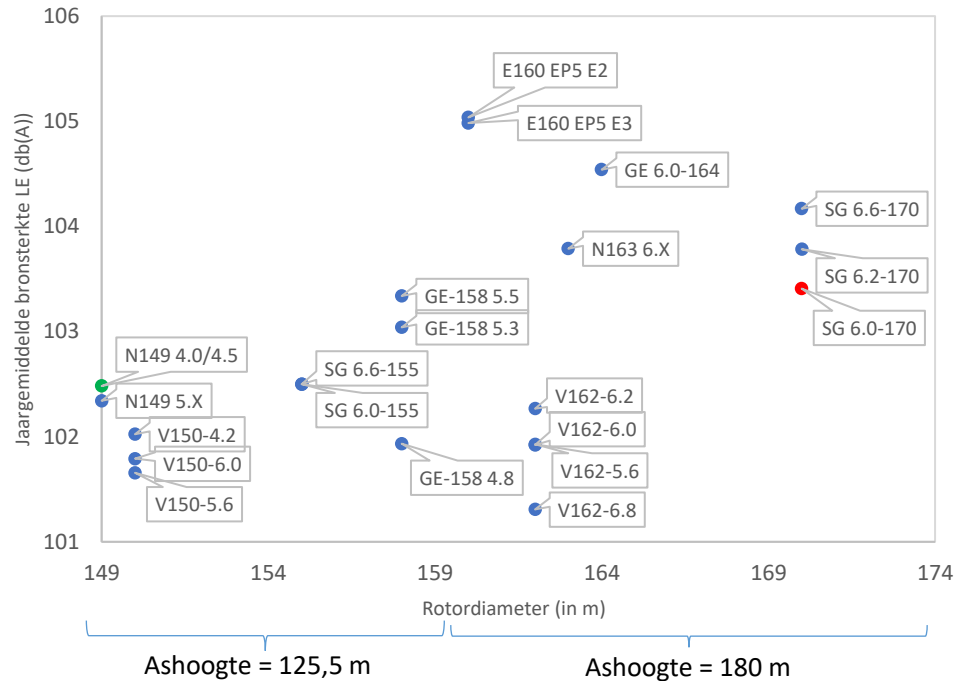
Fabrikant	Type	MW	Diameter	Ashoogte	Tiphoogte	Serrations	Lw max	LE
Nordex	N149 5.X	5.7	149	125,5	200	ja	105,6	102,3
<b>Nordex</b>	<b>N149 4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>149</b>	<b>125,5</b>	<b>200</b>	<b>ja</b>	<b>106,1</b>	<b>102,5</b>
Vestas	V150-6.0	6.0	150	125,5	200,5	ja	104,9	101,8
Vestas	V150-5.6	5.6	150	125,5	200,5	ja	104,9	101,7
Vestas	V150-4.2	4.2	150	125,5	200,5	ja	104,9	102,0
Siemens Gamesa	SG 6.6-155	6.6	155	125,5	203	onbekend	105	102,5
Siemens Gamesa	SG 6.0-155	6.0	155	125,5	203	onbekend	105	102,5
GE Wind	GE-158 4.8	4.8	158	125,5	204,5	onbekend	104	101,9
GE Wind	GE-158 5.3	5.3	158	125,5	204,5	onbekend	106	103,0
GE Wind	GE-158 5.5	5.5	158	125,5	204,5	onbekend	106	103,3

**Tabel 3 Longlist variant B, gesorteerd op rotordiameter**

Fabrikant	Type	MW	Diameter	Ashoogte	Tiphoogte	Serrations	Lw max	LE
Enercon	E160 EP5 E2	5.5	160	180	260	onbekend	106,8	105,0
Enercon	E160 EP5 E3	5.56	160	180	260	onbekend	106,8	105,0
Vestas	V162-6.8	6.8	162	180	261	ja	104,5	101,3
Vestas	V162-6.2	6.2	162	180	261	ja	104,8	102,3
Vestas	V162-6.0	6.0	162	180	261	ja	104,3	101,9
Vestas	V162-5.6	5.6	162	180	261	ja	104	101,9
Nordex	N163 6.X	6.8	163	180	261,5	ja	106,4	103,8
GE Wind	GE 6.0-164	6.0	164	180	262	onbekend	107	104,5
Siemens Gamesa	SG 6.6-170	6.6	170	180	265	onbekend	106,5	104,2
Siemens Gamesa	SG 6.2-170	6.2	170	180	265	onbekend	106	103,8
<b>Siemens Gamesa</b>	<b>SG 6.0-170</b>	<b>6.0</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>265</b>	<b>onbekend</b>	<b>105,5</b>	<b>103,4</b>

Van de bovenstaande turbines is een grafiek gemaakt om inzichtelijk te maken wat de geluidsniveaus zijn van de verschillende typen. Hierin is ook te zien dat de geselecteerde turbines qua geluidsniveau niet de stilste of luidste typen zijn in hun klasse.

**Figuur 3** Jaargemiddelde bronsterkte t.o.v. rotordiameter. De afmetingsklasse van variant A is doorgerekend op basis van het windaanbod op 125,5 meter hoogte. De afmetingsklasse van variant B is doorgerekend op basis van het windaanbod op 180 meter hoogte.



In de bovenstaande tabellen en grafiek worden twee verschillende geluidstermen gebruikt, namelijk  $L_{w,max}$  en  $L_E$ .  $L_{w,max}$  is de maximale bronsterkte van de windturbines,  $L_E$  is de gemiddelde geluidsemissie. De windturbines met de hoogste maximale geluidsemissie zijn niet altijd de windturbines die over het hele jaar het meeste geluid maken. Het verschilt namelijk per windturbintype hoe vaak deze op maximaal vermogen draait.

### 1.2.2 Windturbineposities

De locaties van de windturbines van de MER-alternatieven zijn gegeven in onderstaande tabel.

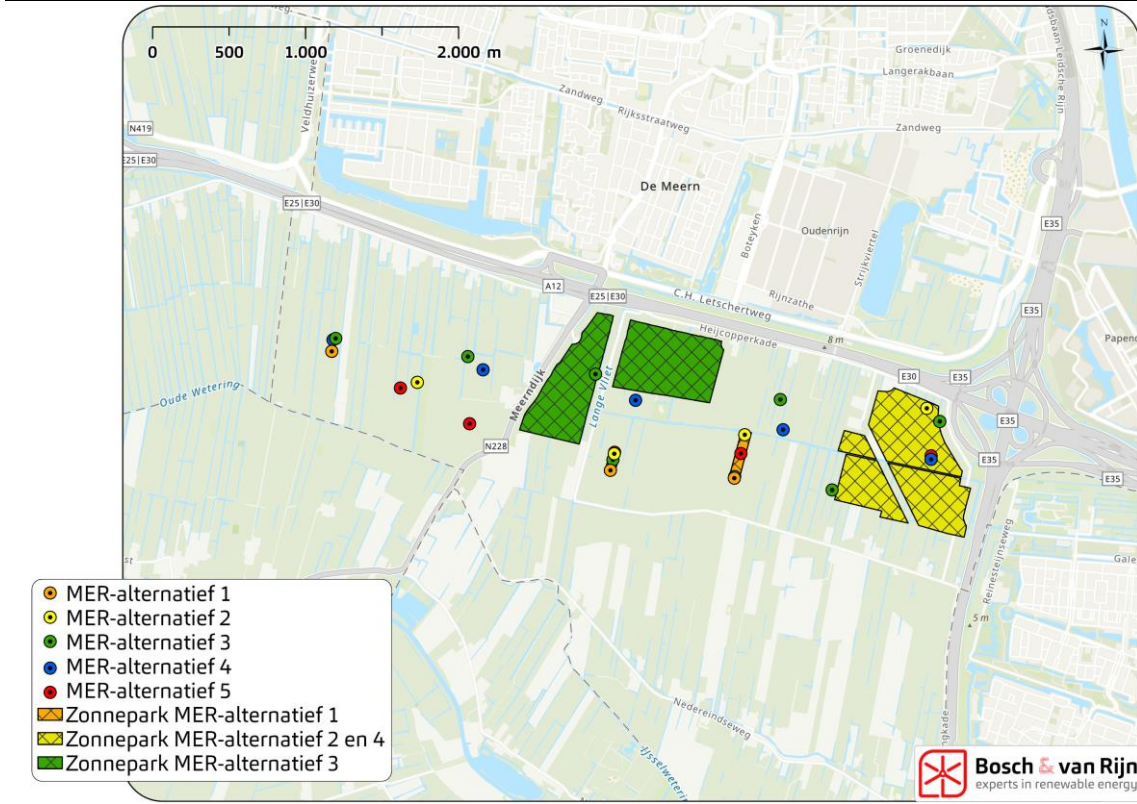
**Tabel 4** Locaties van de windturbines in de onderzochte MER-alternatieven. In Rijksdriehoekskoördinaten.

Alt. 1		Alt. 2		Alt. 3		Alt. 4		Alt. 5	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
128818	453500	128818	453500	128843	453584	128826	453575	128817	453499
130639	452722	129377	453297	130655	452790	129807	453379	129266	453259
131449	452671	130664	452830	131451	452681	130803	453180	129718	453026
		131517	452954	129707	453465	131768	452987	130666	452839
		132707	453127	130542	453351	132735	452794	131491	452831
				131750	453184			132735	452816
				132792	453041				
				132088	452593				

Het Combi-MER waar dit akoestisch onderzoek voor dient betreft ook zonneparken als deel van de alternatieven. De milieueffecten van het zonnepark zelf worden niet onderzocht. Alleen de wijze waarop de zonneparken de milieueffecten van de windturbines beïnvloeden wordt in kaart gebracht. Paragraaf 2.1 gaat hier verder op in.

Bovenstaande windturbineposities en de bijhorende zonneparken zijn zichtbaar gemaakt in de onderstaande afbeelding. MER-alternatief 5 kent geen zonnepark.

**Figuur 4** MER-alternatieven inclusief zonneparken



### 1.2.3 Toelichting emissie termen

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. Dit is dus hoeveel geluid de windturbine maximaal produceert.
- $L_E$  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.



**Figuur 5** Berekening  $L_{E,den}$ , met het meetellen van de straffactoren in de avond en nacht

Periode		Straffactor
Dag	7 - 19 uur	0
Avond	19 - 23 uur	+5dB
Nacht	23 - 7 uur	+10dB

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.

Zie Bijlage A voor akoestische details van de beschreven windturbines.

### 1.3 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 (Kader 5.1) bijhorend bij het combi-MER 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 locatiespecifieke normstelling.

#### 1.3.1 *Metten 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.

## 1.4 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 het NRD:

1. Aantal geluidgevoelige objecten (zoals woningen van derden) binnen de geluidscontouren per 1 dB-klasse, aflopend van 50 dB  $L_{den}$  tot 37 dB  $L_{den}$  (incl. eventuele toevoeging verhard oppervlak door zonnepanelen)
2. Aantal (ernstig) gehinderden binnen deze geluidscontouren
3. De benodigde mitigatie om te kunnen voldoen aan twee of drie verschillende geluidsniveaus (47 dB  $L_{den}$ , 45 dB  $L_{den}$  en een en een eventuele 3e niveau op verzoek van het bevoegd gezag of de initiatiefnemer)
4. Maximale geluidniveau op geluidgevoelig object met toepassing van eventuele mitigatie
5. Cumulatieve geluidbelasting met andere windturbines
6. Cumulatieve geluidbelasting met overige geluidbronnen.
7. Beschouwing laagfrequente geluidbelasting

Van de bovenstaande criteria is punt 5 overbodig. In de buurt van Energielandschap Rijnburg & Reijerscop zijn geen windturbines die bijdragen aan het cumulatieve geluid in de omgeving,

Criteria 1, 6 en 7 uit de NRD worden toegepast op de MER-alternatieven. Omdat bovenstaande criteria niet meetbaar zijn is de keuze gemaakt om deze als volgt te operationaliseren:

- 1a. Aantal woningen binnen de 50 dB  $L_{den}$ -contour
- 1b. Aantal woningen binnen de 44 dB  $L_{den}$ -contour
- 1c. Aantal woningen binnen de 37 dB  $L_{den}$ -contour
6. Toename van aantal ernstig gehinderden, absoluut
7. Beschouwing laagfrequente geluidbelasting

Bovenstaande geoperationaliseerde criteria worden naast het MER ook voor het voorkeursalternatief behandeld. Criteria 2, 3 en 4 uit de NRD komen alleen aan bod ten behoeve van het VKA (zie Hoofdstuk 7).

## 1.5 Voorkeursalternatief

---

Het voorkeursalternatief (VKA) is gekozen door de initiatiefnemer, die zich daarbij mede baseert op de tussentijdse resultaten van de milieubeoordeling van de MER-alternatieven. De effectbeoordeling van het VKA is opgenomen in Hoofdstuk 5.

## Hoofdstuk 2 Rekenmethode



## 2.1 Bodemabsorptie en -reflectie

---

De bodem van de onderzochte locatie is te kenmerken als overwegend open agrarisch gebied met verharde vlakken in de vorm van lokale wegen, water en de rijkswegen A2 en A12. Aan de oostzijde van de A2 en de noordzijde van de A12 zijn woonwijken en bedrijventerreinen gevestigd.

Op de geluidswal van de A12 wordt momenteel een zonnepark ontwikkeld. Deze autonome ontwikkeling beschreven in de MER-rapportage wordt meegenomen in dit akoestisch onderzoek. Het desbetreffende vlak (in roze in de afbeelding, ten noorden van de meest westelijke turbines) wordt in alle berekeningen meegenomen als harde bodem.

Ook worden er aan de A12 een nieuwe geluidswal en geluidsscherm gebouwd ten westen van de al bestaande geluidswal. Deze zal impact hebben op het bestaande geluidsniveau nabij gevoelige objecten ten noorden van de wand en het scherm. Echter blijkt uit de berekeningen dat het windturbinegeluid bij deze gevoelige objecten zo laag is dat de impact van de wal en het scherm gering is.

Per alternatief (behalve alternatief 5, die kent geen zonnepark) is er ook een zonnepark ingetekend. Deze zijn deel van de alternatieven, maar het effect van het zonnepark wordt in een apart hoofdstuk onderzocht, namelijk Hoofdstuk 4. Afhankelijk van welk alternatief gemodelleerd wordt, wordt het bijbehorende zonnepark als harde bodem meegenomen. De zonneparken behorende bij de andere alternatieven behouden hun originele bodemfactor, deze zijn grotendeels absorberend.

De agrarische bodems 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).

Een reflecterende bodem, zoals water, zonnepark of verharding, heeft een bodemfactor van 0. Onderstaande afbeelding toont de bodemfactor in de omgeving van het projectgebied.

**Figuur 6 Bodemabsorptie en -reflectie rondom het Energielandschap.**



Enkele windturbines in bovenstaande afbeelding overlappen met elkaar en delen van de zonneparken. Hieronder is voor de desbetreffende locaties een verhelderende figuur weergegeven.

**Figuur 7 Inzoom van bodemvlakken zonnepark MER-alternatief 1**



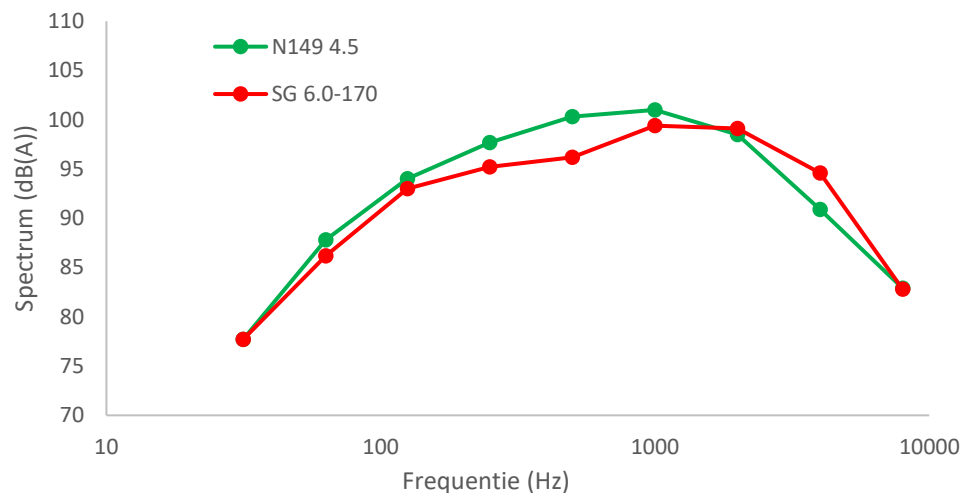
## 2.2 Spectrale verdeling

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 Siemens Gamesa gepubliceerde spectrum reikt niet lager dan 62,5 Hz. Vandaar dat er dezelfde bij de 31,5 Hz klasse dezelfde bronsterkte wordt aangenomen als bij de 62,5 (worst case).

De spectra zijn hieronder weergegeven, als ook in Bijlage A.

**Figuur 8** Spectrale verdelingen van de N149-4.5 en SG170-6.0. Omdat de SG 6.0-170 geen gegevens voor geluid lager dan 63 Hz beschikbaar heeft is ten behoeve van de geluidsberekeningen (worst case) aangenomen dat lagere tonen dezelfde bronsterkte hebben. Voor de immis-siewaarden heeft een dergelijke aanname (vrijwel) geen gevolgen, door het logaritmische karakter van het geluid.



## 2.3 Windaanbod

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. Bijlage B geeft de gebruikte windsnelheidsverdelingen per as-hoogte weer.



## 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. Daarnaast is onder andere een veertiental contouren getekend, namelijk stappen van 1 dB van  $L_{den}$  37 tot 50 dB, in overeenstemming met de MER-beoordelingscriteria.

## 2.5 Laagfrequent geluid

---

Een gedeelte van het geluid dat windturbines produceren heeft een frequentie van 20-125 Hz en wordt daarom geïnclassificeerd 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 gestuurd<sup>1</sup> 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.

Recente onderzoeken hebben aangetoond dat laagfrequent geluid niet als hinderlijker wordt ervaren vergeleken met windturbinegeluid van andere frequenties:

- In 2017 en 2018 heeft het RIVM een grootschalig literatuuronderzoek uitgevoerd (van Kamp & van den Berg, Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound, 2018) waarin 32 wetenschappelijke artikelen uit de periode 2009-2017 zijn geanalyseerd. Dit onderzoek concludeert: *Geluid van windturbines leidt tot meer hinder dan geluid van andere bronnen. Er is geen bewijs voor een specifiek effect van de laagfrequente component noch van infrageluid.*
- Een opvolgend literatuuronderzoek van het RIVM (van Kamp & van der Berg, Health effects related to wind turbine sound: an update, 2020) concludeert dat uit literatuur niet blijkt dat laagfrequent geluid van windturbines voor extra hinder zorgt tot die gerelateerd aan 'gewoon' geluid. De onderzoekers geven aan: *er bestaat geen enkele aanwijzing voor het feit dat laagfrequent geluid andere effecten voor omwonenden heeft dan normaal geluid of dat infrageluid met een geluidniveau ver onder de gehoordrempel enig effect kan hebben.*

---

<sup>1</sup> kenmerk brief: IENM/BSK-2014/44564



- Hetzelfde onderzoek liet duidelijk zien dat omwonenden minder hinder hebben van de windturbines als ze betrokken worden bij de plaatsing ervan.

Ondanks dat bovenstaande onderzoeken aangeven dat het effect van laagfrequent geluid gering is, is er vanuit de gemeente Utrecht de behoefte om LFG kwantitatief inzichtelijk te maken om de burger te informeren en te beschermen. Vandaar dat ten behoeve van het voorkeursalternatief aanvullende berekeningen zijn uitgevoerd op het gebied van laagfrequent geluid. Zie daarvoor paragraaf 8.10.

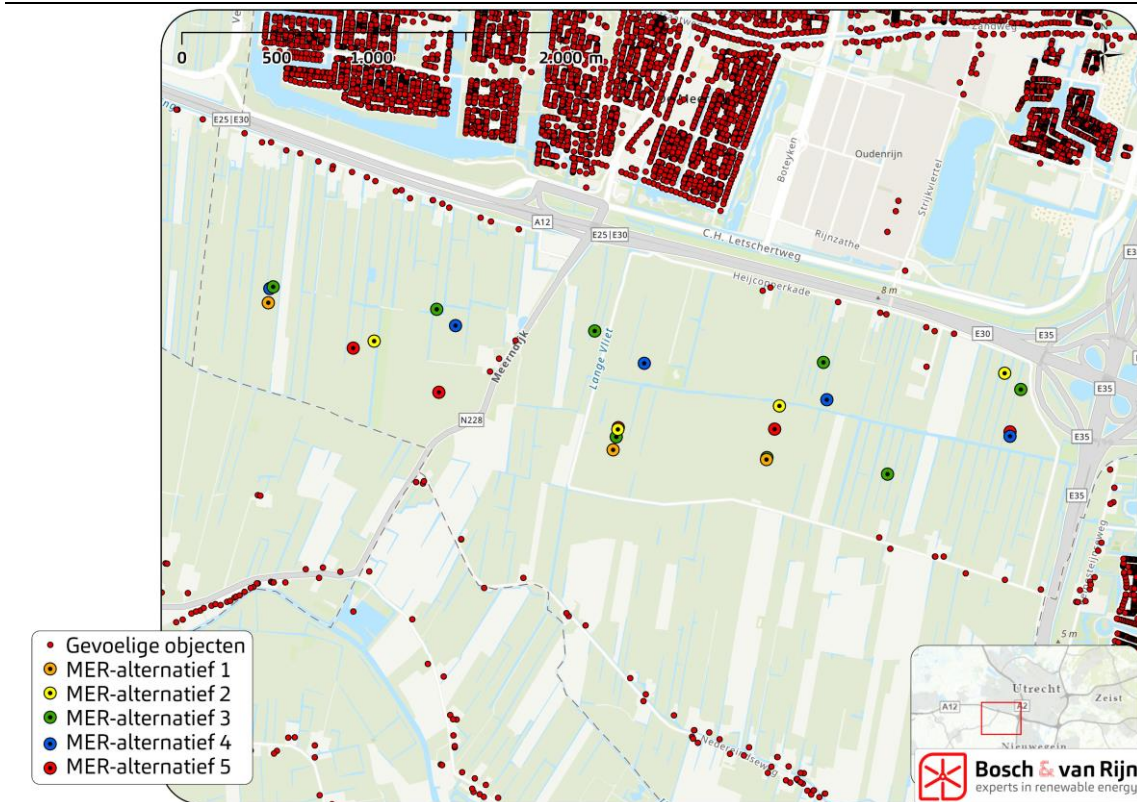
## Hoofdstuk 3 MER-alternatieven (effecten wind)



### 3.1 Contouren

In deze paragraaf worden ter illustratie de 37 tot 50 dB  $L_{den}$ -contouren weergegeven van de MER-alternatieven zonder zonneparken. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom het windpark. Een 50 dB  $L_{den}$ -contour wil zeggen dat de jaargemiddelde  $L_{den}$ -geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 50 dB en erbuiten 50 dB of lager. Per 1 dB is een nieuwe contour toegevoegd, tot en met 37 dB  $L_{den}$ . De NRD schrijft: *“Dit betreft een range die wordt begrensd door enerzijds een maximale waarde die, bij het aanhouden van een minimale afstand van 400 meter tot een geluidgevoelig object, een windpark zonder mitigatie op de gevel van een gevoelig object veroorzaakt (50 dB  $L_{den}$ ) en anderzijds de geluidbelasting waarbij 1% van de mensen binnenshuis nog hinder ervaart (37 dB  $L_{den}$ ).”*

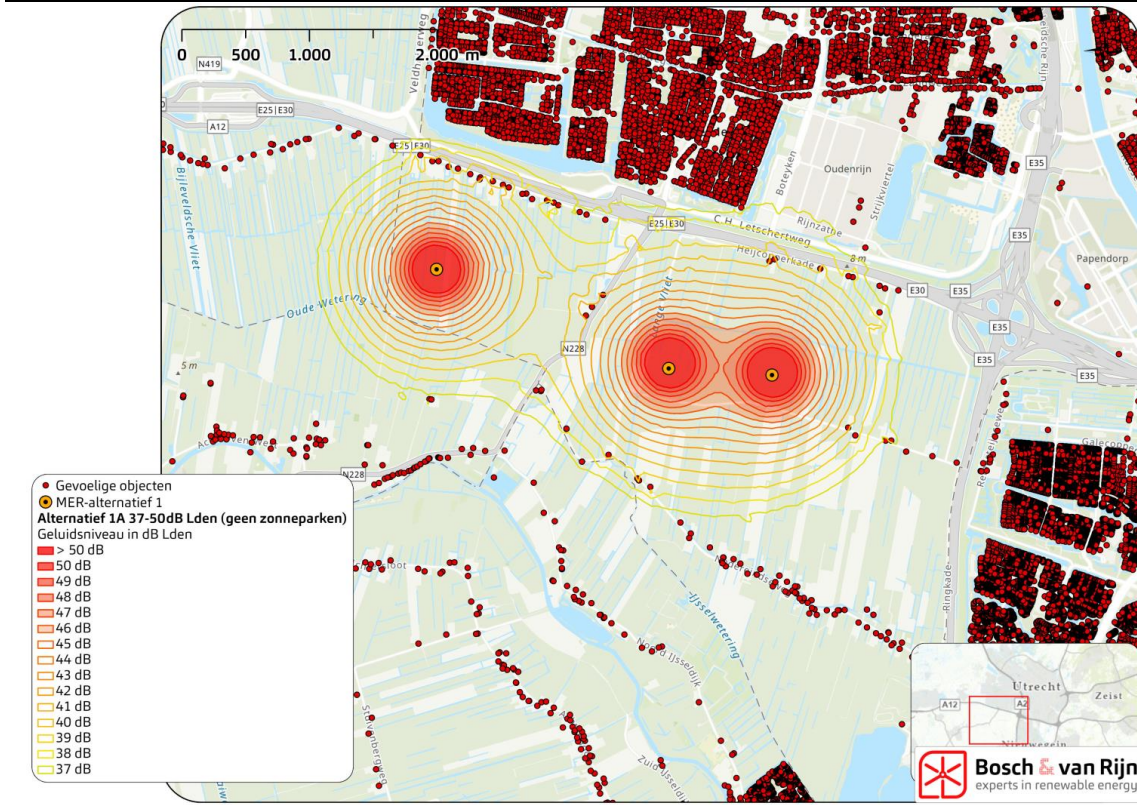
**Figuur 9** Overzicht van MER-opstellingsalternatieven en toetspunten (Gevoelige objecten<sup>2</sup>)



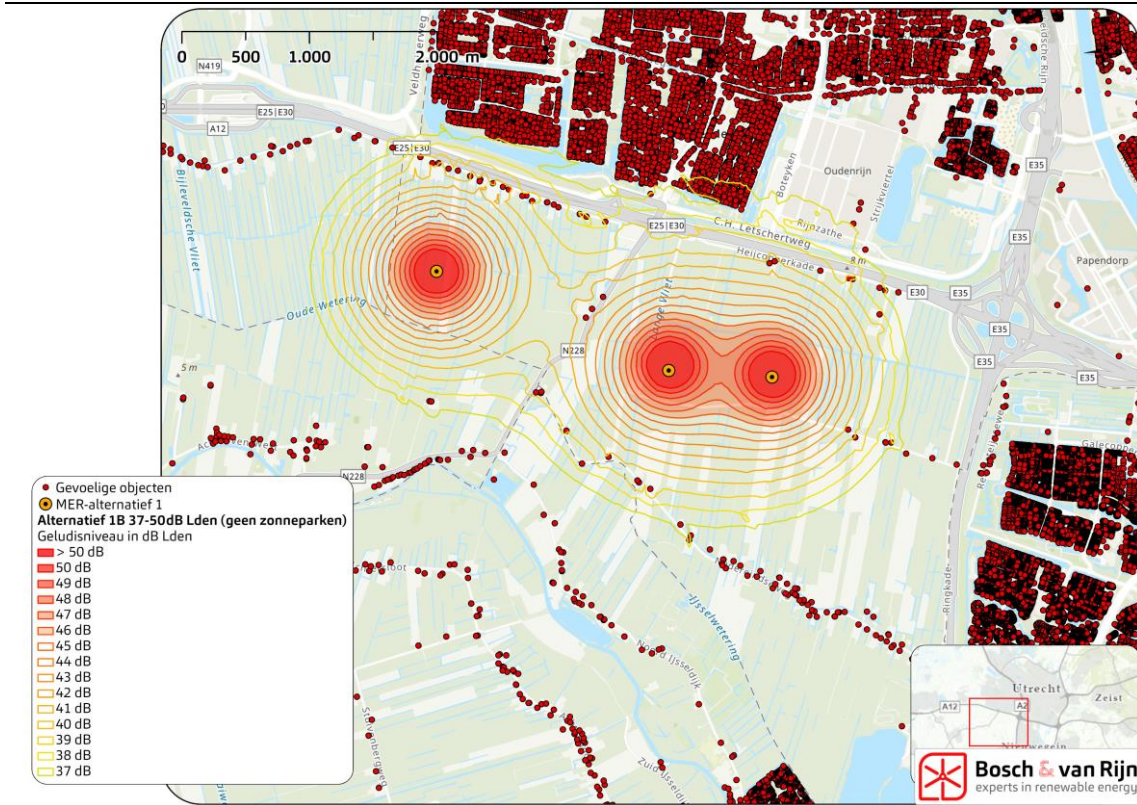
<sup>2</sup> Onder geluidsgevoelige objecten worden verstaan: woningen van derden, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagenstandplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder.



**Figuur 10** Lden contouren (37 t/m 50 dB Lden) alternatief 1A



**Figuur 11** Lden contouren (37 t/m 50 dB Lden) alternatief 1B

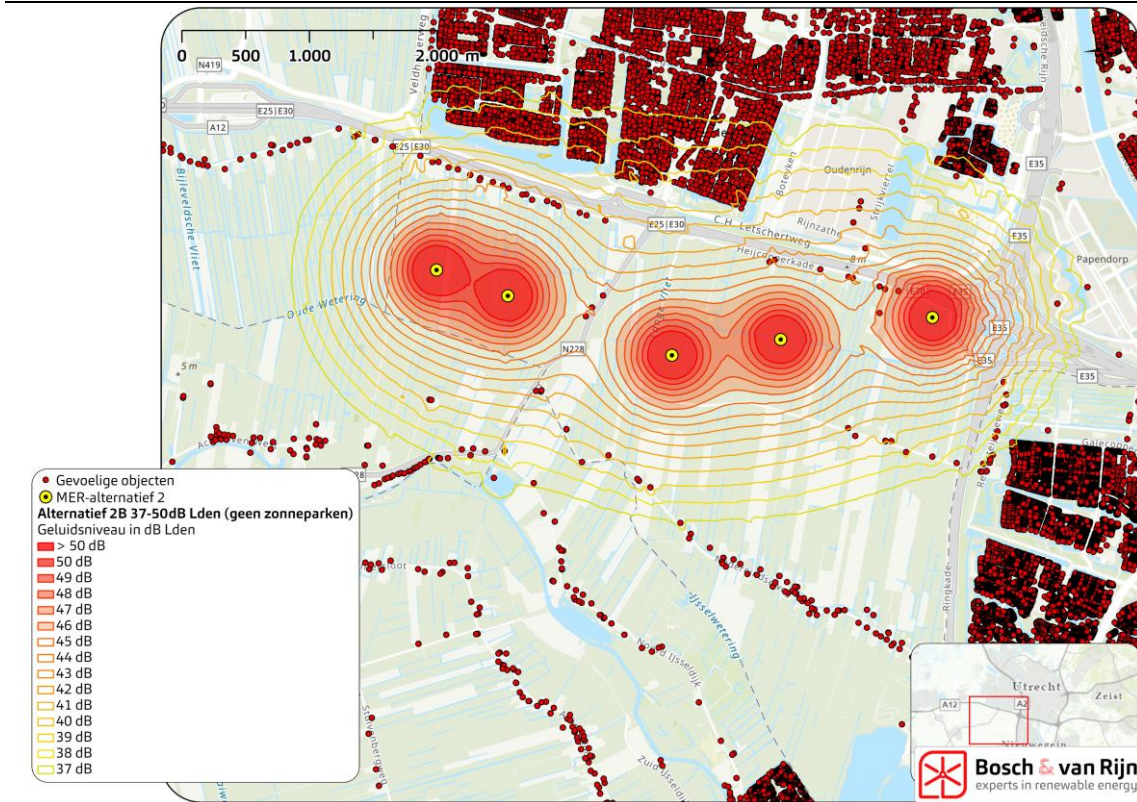




**Figuur 12** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 2A

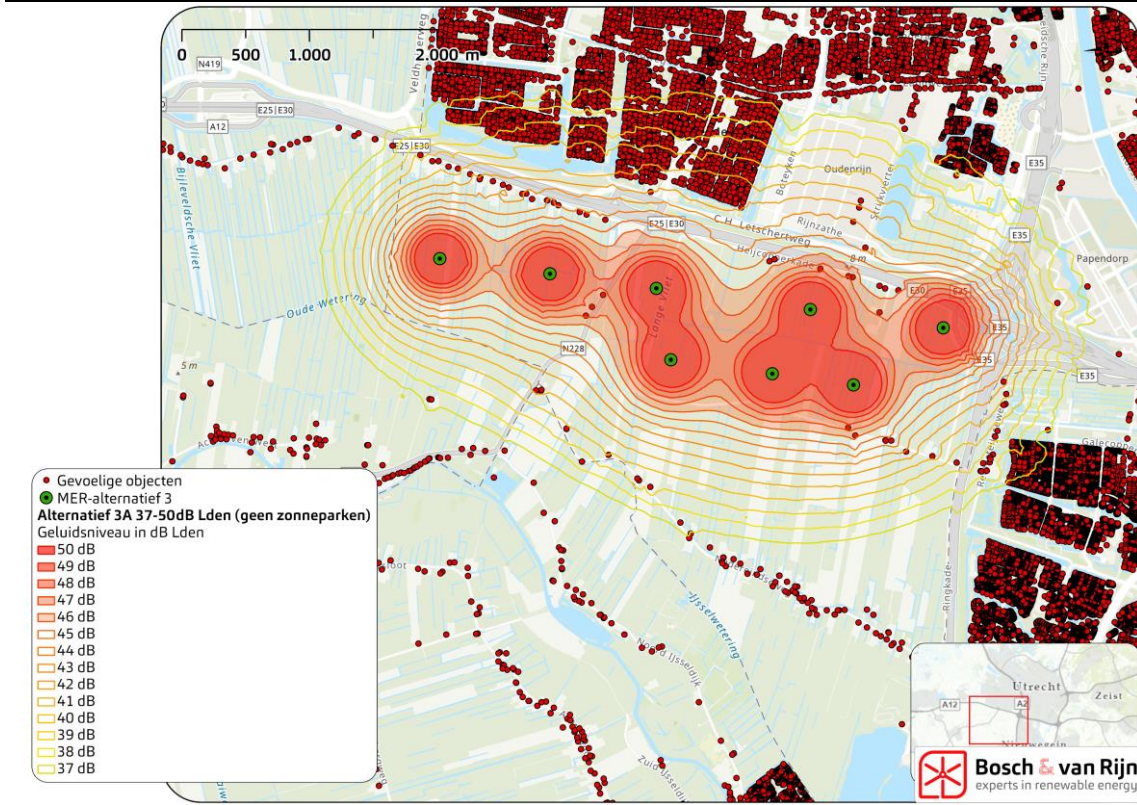


**Figuur 13** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 2B

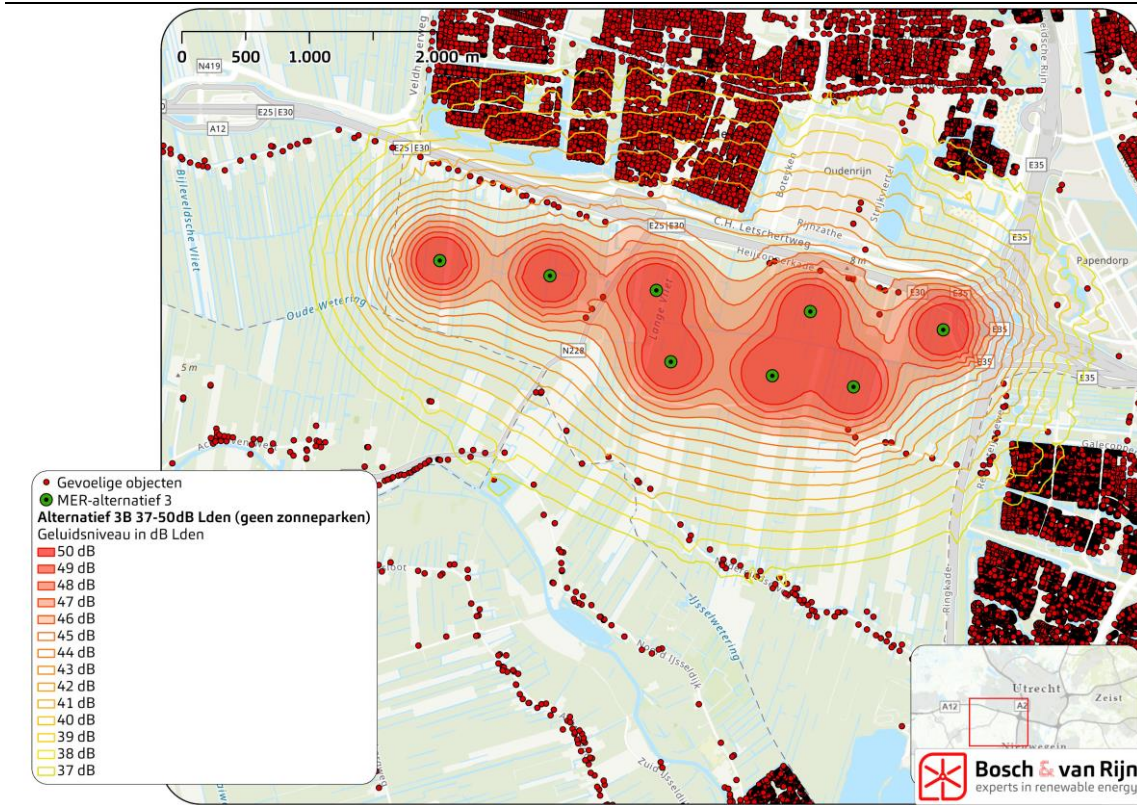




**Figuur 14** Lden contouren (37 t/m 50 dB Lden) alternatief 3A



**Figuur 15** Lden contouren (37 t/m 50 dB Lden) alternatief 3B

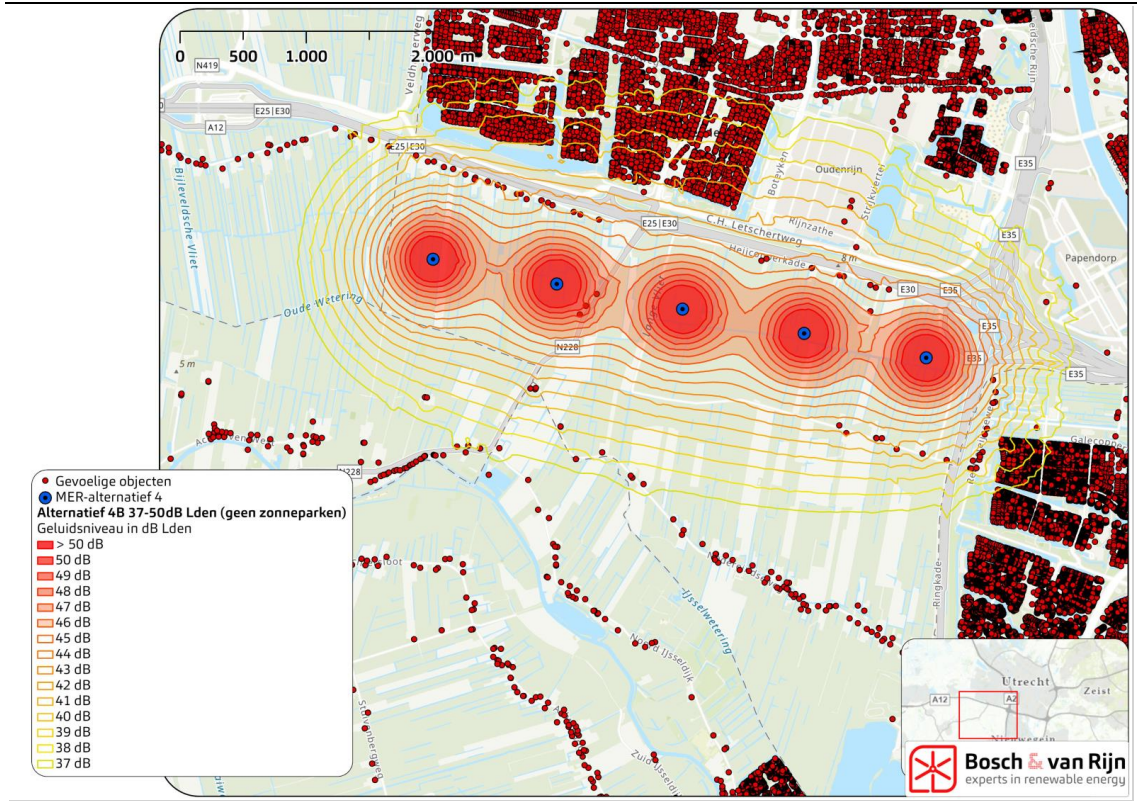




**Figuur 16** Lden contouren (37 t/m 50 dB Lden) alternatief 4A

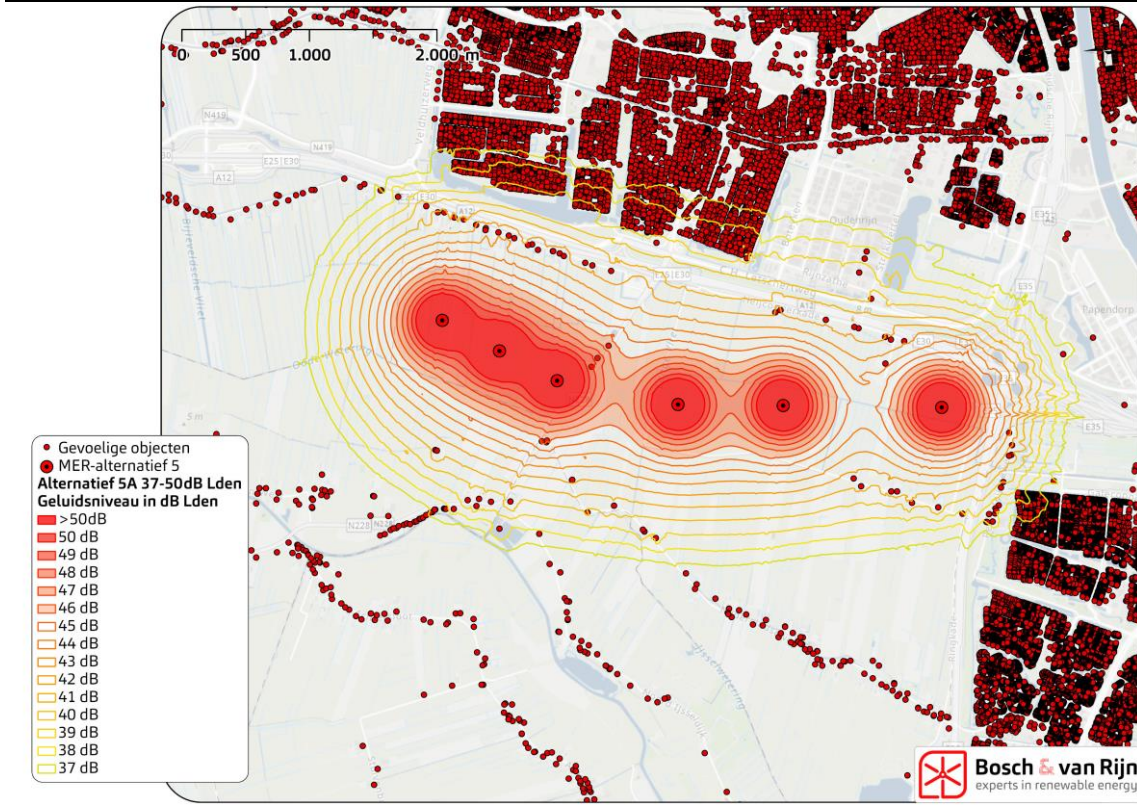


**Figuur 17** Lden contouren (37 t/m 50 dB Lden) alternatief 4B

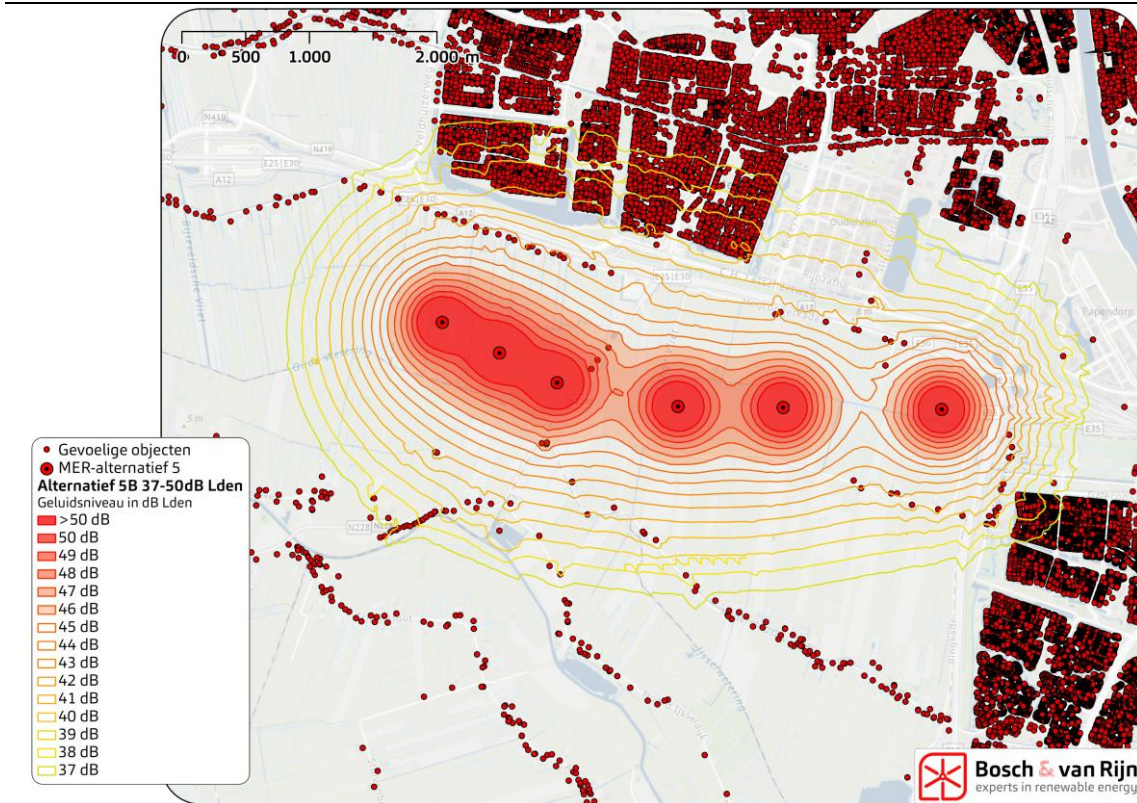




**Figuur 18** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 5A



**Figuur 19** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 5B



De bovenstaande geluidscontouren vertonen een uitstulping waar deze over water, wegen of industrie reiken. Dit heeft te maken met het feit dat verharde bodem geluid beter reflecteert, waardoor het verder draagt (Zie tevens Figuur 6). In deze figuur is ook te zien dat het zonnepark op de geluidswal en het zonnepark van het desbetreffende alternatief zijn meegenomen als harde bodems. Het effect van het zonnepark op de geluidswal vanwege de richting (oost-west) en grootte is minimaal. Het effect van de zonneparken behorende bij de alternatieven is inzichtelijk gemaakt in het volgende hoofdstuk.

### 3.2 Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidscontouren

De resultaten voor nabijgelegen woningen zijn samengevat in onderstaande tabel. De klassegrens van een  $L_{den}$  band begint een halve dB onder de genoemde waarde. Zo bevat de  $L_{den}$  band van 37 dB alle woningen waar een geluidswaarde voor komt van 36,5 tot 37,5 dB  $L_{den}$ . De binnenste contour, >50 dB  $L_{den}$ , bevat logischerwijs alle geluidswaarden boven de 50 dB  $L_{den}$ .

Tabel 5 Aantallen gevoelige objecten per  $L_{den}$  klasse.

$L_{den}$ band in dB	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		Alternatief 5	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
37	8	213	1058	1101	1425	1962	994	1466	975	1665
38	16	9	879	1403	1122	1777	958	1170	1235	1009
39	13	22	94	662	976	1117	658	1039	96	1584
40	3	8	13	34	751	1154	241	702	8	148
41	0	3	11	10	626	628	13	199	21	10
42	0	0	7	17	369	637	8	15	19	21
43	0	0	6	4	10	249	13	8	2	16
44	0	0	2	4	6	7	3	9	0	1
45	0	0	2	1	8	8	1	3	1	0
46	0	0	1	2	5	4	0	0	3	3
47	0	0	1	1	4	5	0	0	0	1
48	0	0	0	0	5	7	1	1	1	0
49	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal aantal woningen	40	255	2074	3239	5307	7556	2892	4614	2362	4460
Aantal woningen met $L_{den} > 50$ dB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aantal woningen met $L_{den} > 44$ dB	0	0	4	4	22	25	4	6	6	6
Aantal woningen met $L_{den} > 37$ dB	32	42	1016	2138	3882	5594	1898	3148	1387	2795

Bovenstaande tabel geeft aan dat meer windturbines in de buurt van woningen en windturbines op hogere ashoogten effect hebben op het aantal woningen binnen de verschillende contouren. Alle contouren reiken over de A12, waardoor gevoelige objecten in De Meern binnen de contouren van de alternatieven vallen. Tussen de alternatieven en dus de contouren zijn wel aanzienlijke verschillen. De varianten van alternatief 3 met acht turbines hebben een contour die verder reikt dan de

varianten van alternatieven 1, 2, 4 en 5 met drie, tweemaal vijf en zes turbines respectievelijk.

### 3.3 Maximale momentane geluidsbelasting

Zoals eerder aangegeven wordt in dit onderzoek ook aangegeven wat het verschil is tussen het gemiddelde en maximale ontvangen geluidsniveau bij de gevoelige objecten rondom de windturbines. Gekozen is om te kijken naar de periode waar het hoogste geluidsniveau voorkomt, namelijk de nacht. In de nacht komen op de ashoogte hogere windsnelheden voor dan gedurende de dag of avond. Hierdoor draaien de windturbines vaker op maximaal vermogen en produceren ze dan hun maximale geluidsemissie,  $L_{w,max}$ .

De berekeningen laten zien dat er bij alle gevoelige objecten exact hetzelfde verschil tussen  $L_{max}$  en  $L_{night}$  voorkomt. Wel zijn er verschillen tussen de onderzochte typen. Voor de alternatieven met variant A, waar in het model gewerkt is met de Nordex N149-4.5, is er een verschil van 3,1 dB (A) tussen  $L_{night}$  en  $L_{max}$ . Bij de alternatieven met variant B, waar de SG170-6.0 is onderzocht, is dit verschil 1,6 dB (A). De onderstaande tabel geeft bij tien toetspunten weer wat de  $L_{night}$  en  $L_{max}$  waarden zijn voor de alternatieven 3A en 3B. Hier is duidelijk te zien dat het verschil bij elke woning hetzelfde is. Dit geldt voor elke woning en voor elk alternatief.

Tabel 6  $L_{night}$  en  $L_{max}$  bij alternatief 3A en 3B

MER-alternatief	3A			3B		
	$L_{night}$	$L_{max}$	Vershil	$L_{night}$	$L_{max}$	Vershil
Meerndijk 61 De Meern	43	46	3	43	45	2
Meerndijk 63 De Meern	42	45	3	43	44	2
Heijcopperkade 6 De Meern	42	45	3	43	44	2
Ringkade 7 Utrecht	42	45	3	42	44	2
Meerndijk 65 De Meern	42	45	3	42	44	2
Heijcopperkade 3 De Meern	41	44	3	42	43	2
Heijcopperkade 4 De Meern	41	44	3	42	43	2
Heijcopperkade 2B Utrecht	41	44	3	42	43	2
Ringkade 4 Utrecht	41	44	3	41	42	2
Heijcopperkade 8 De Meern	40	43	3	41	42	2

Tabel 7 Verschil tussen de jaargemiddelde en de maximale geluidsbelasting, bij alle onderzochte alternatieven. Uit de berekening blijkt dit verschil te gelden voor alle woningen.

Alternatief	Verschil tussen $L_{night}$ en $L_{max}$ in dB	
	Variant A	Variant B
1	3	2
2	3	2
3	3	2
4	3	2
5	3	2

## Hoofdstuk 4 MER-alternatieven (effecten wind en zon)

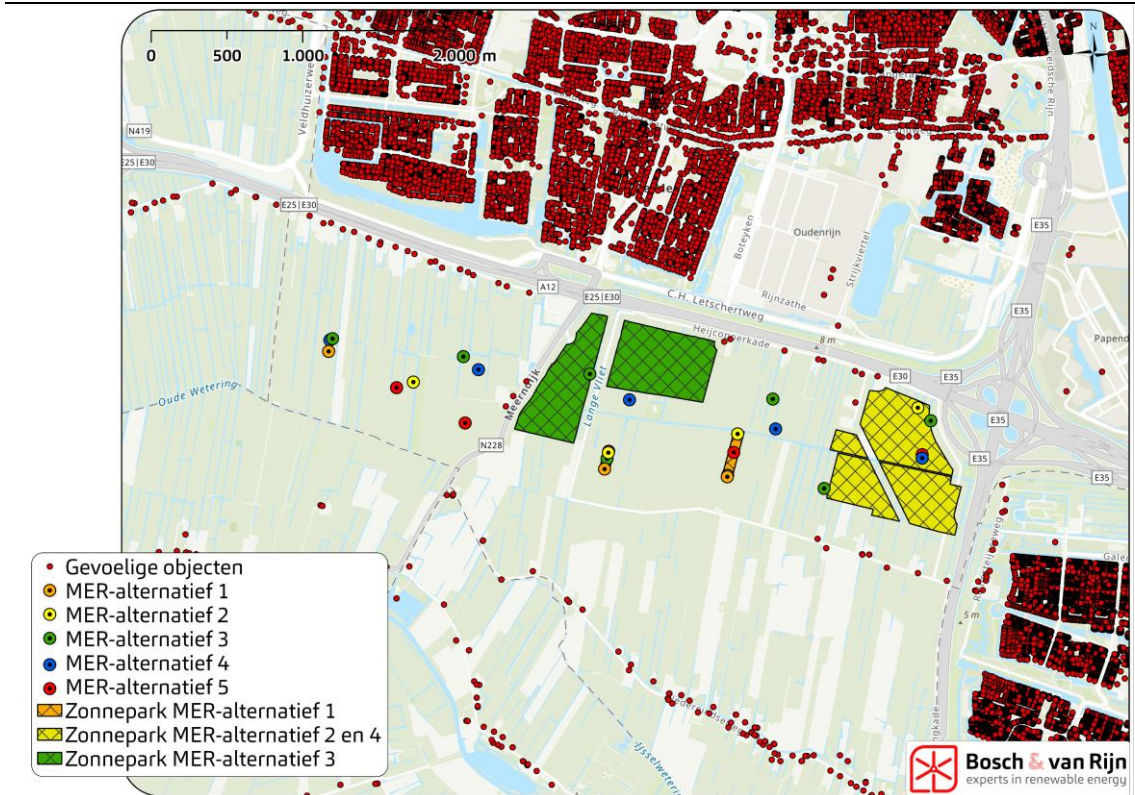




## 4.1 Contouren

In deze paragraaf worden ter illustratie de 37 tot 50 dB  $L_{den}$ -contouren weergegeven van de MER-alternatieven met zonneparken. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom het windpark. Een 50 dB  $L_{den}$ -contour wil zeggen dat de jaargemiddelde  $L_{den}$ -geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 50 dB en erbuiten 50 dB of lager. Per 1 dB is een nieuwe contour toegevoegd, tot en met 37 dB  $L_{den}$ . De NRD schrijft: “Dit betreft een range die wordt begrensd door enerzijds een maximale waarde die, bij het aanhouden van een minimale afstand van 400 meter tot een geluidgevoelig object, een windpark zonder mitigatie op de gevel van een gevoelig object veroorzaakt (50 dB  $L_{den}$ ) en anderzijds de geluidbelasting waarbij 1% van de mensen binnenshuis nog hinder ervaart (37 dB  $L_{den}$ ).”

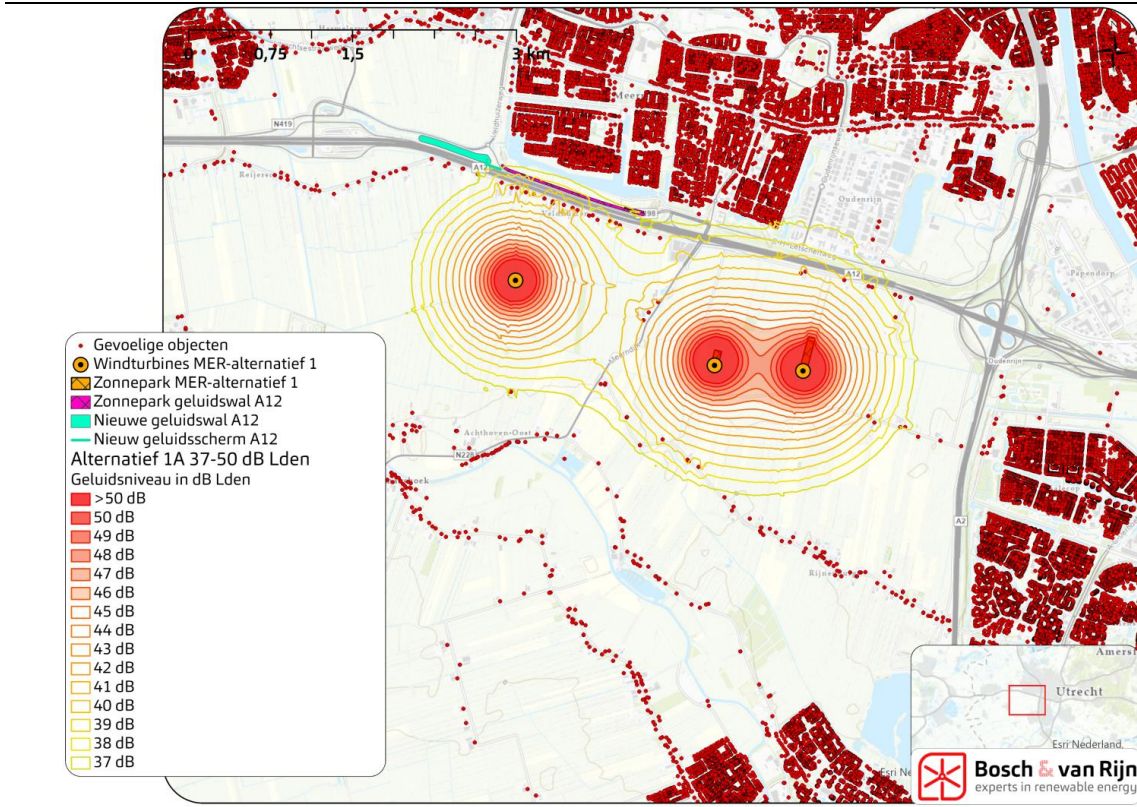
**Figuur 20** Overzicht van MER-opstellingsalternatieven en toetspunten (Gevoelige objecten<sup>3</sup>)



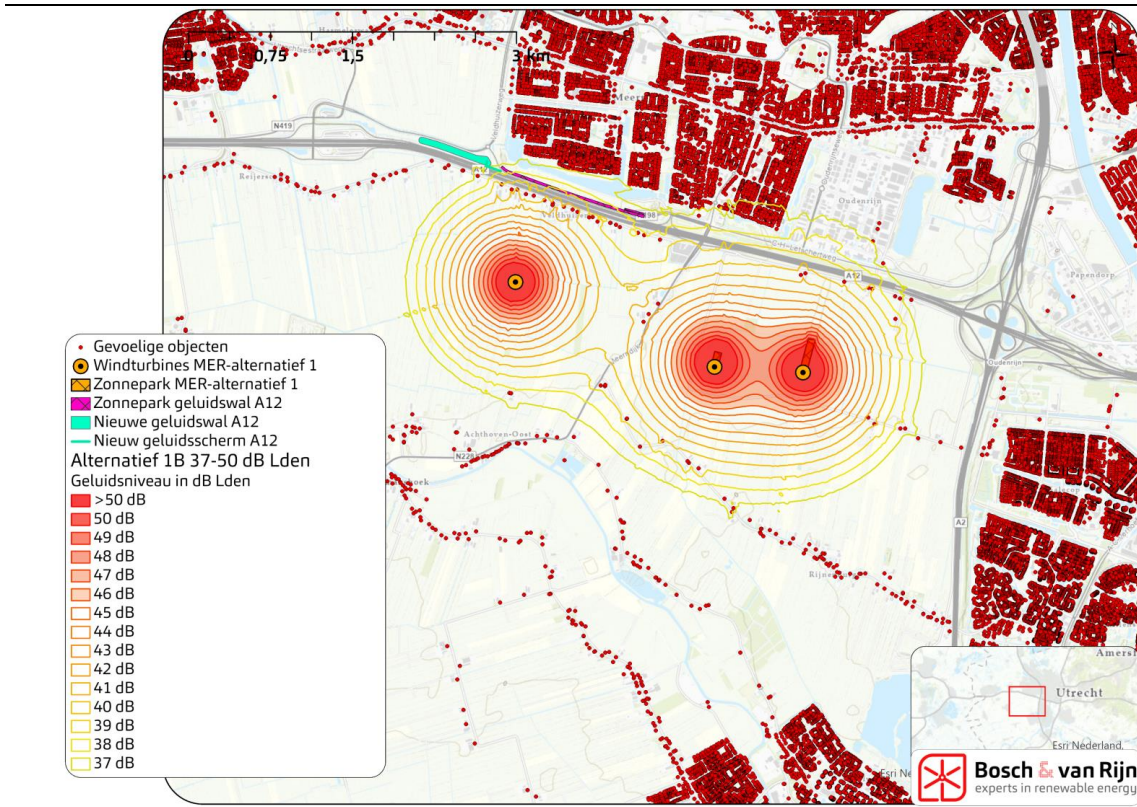
<sup>3</sup> Onder geluidsgevoelige objecten worden verstaan: woningen van derden, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagenstandplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder.



**Figuur 21** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 1A

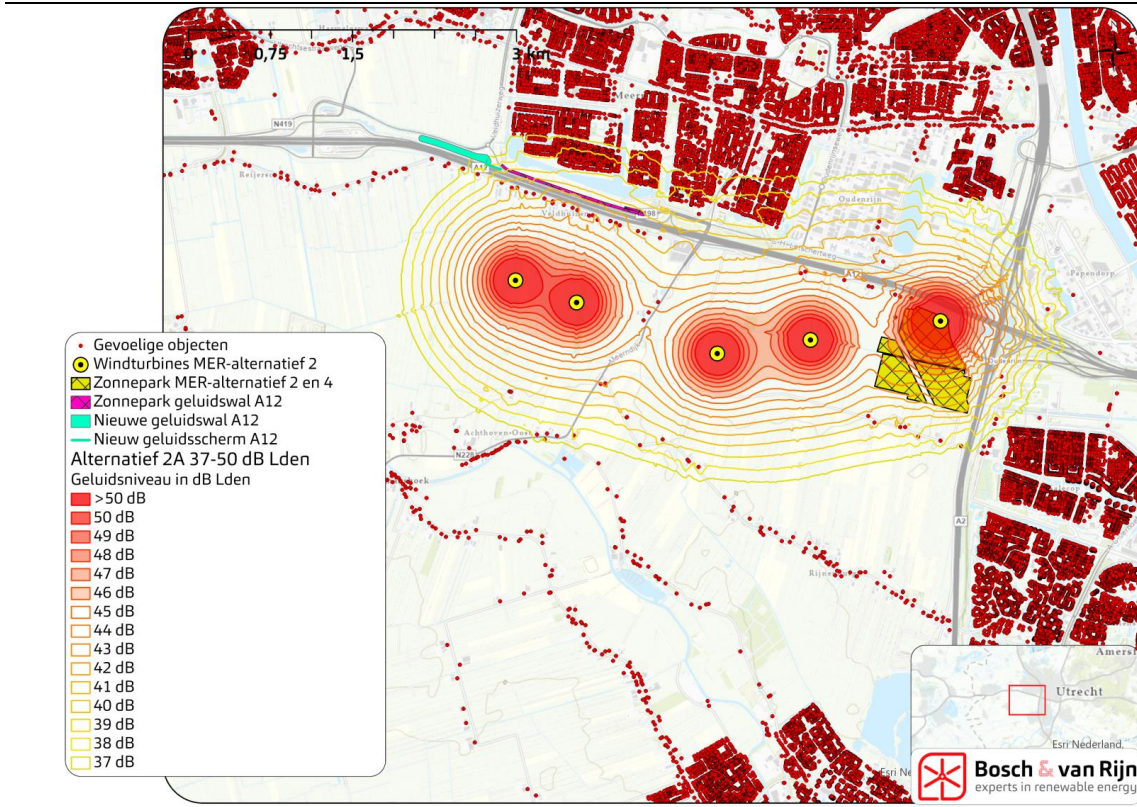


**Figuur 22** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 1B

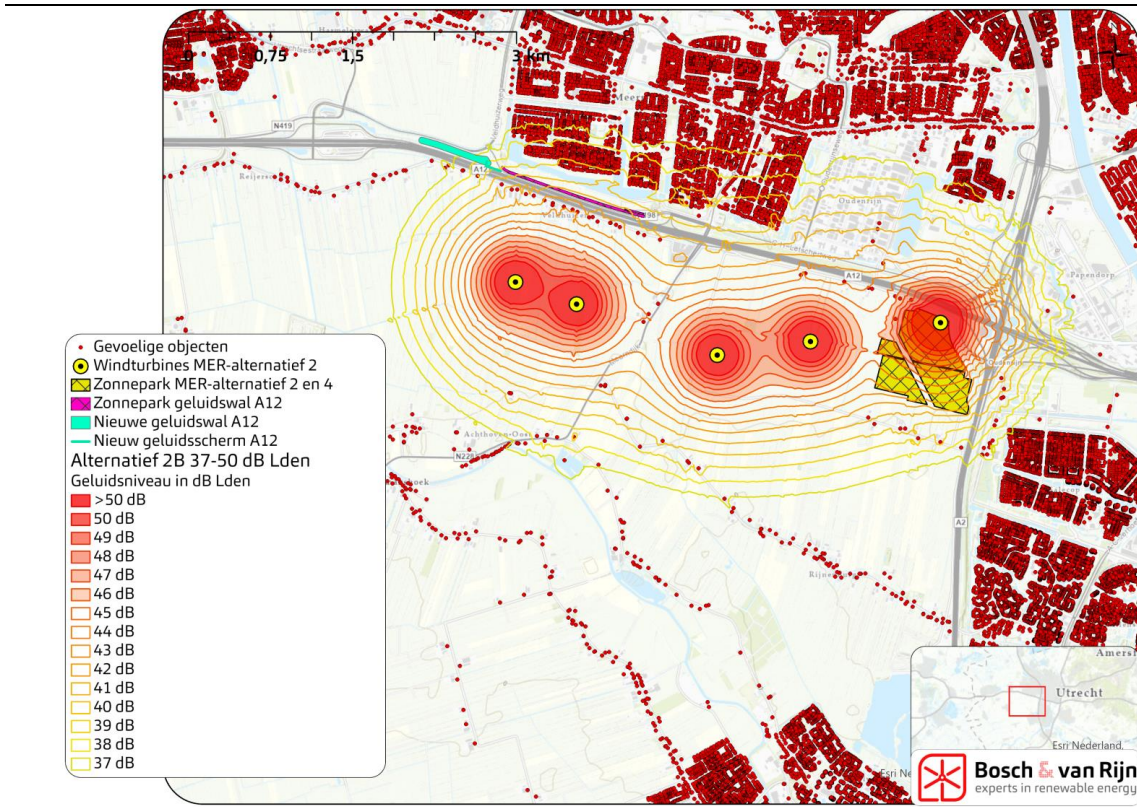




**Figuur 23** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 2A



**Figuur 24** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 2B





**Figuur 25** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 3A

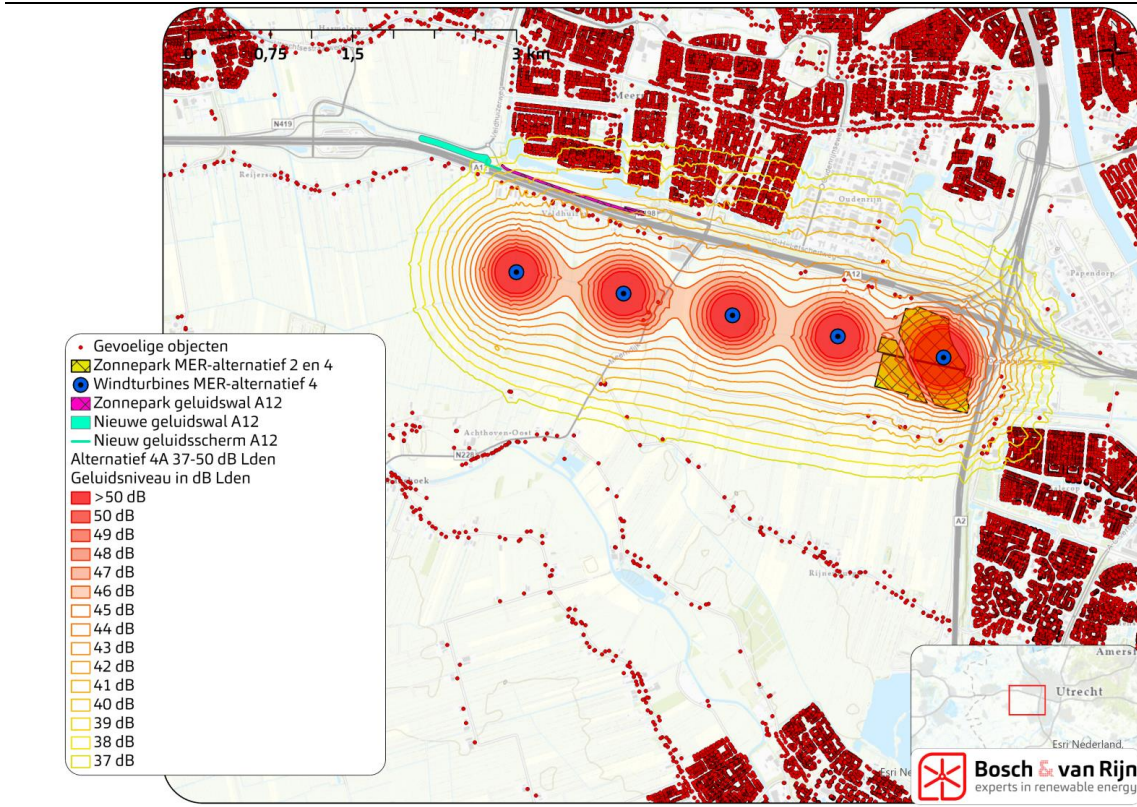


**Figuur 26** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 3B





**Figuur 27** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 4A



**Figuur 28** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) alternatief 4B



De bovenstaande geluidscontouren vertonen een uitstulping waar deze over water, zonneparken, wegen of industrie reiken. Dit heeft te maken met het feit dat verharde bodem geluid beter reflecteert, waardoor het verder draagt (Zie tevens Figuur 6). In deze figuur is ook te zien dat het zonnepark op de geluidswal en het zonnepark van het desbetreffende alternatief zijn meegenomen als harde bodems. Het effect van het zonnepark op de geluidswal vanwege de richting (oost-west) en grootte is minimaal. Het effect van de zonneparken behorende bij de alternatieven is zichtbaarder.

## 4.2 Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidscontouren

De resultaten voor nabijgelegen woningen zijn samengevat in onderstaande tabel. De klassegrens van een  $L_{den}$  band begint een halve dB onder de genoemde waarde. Zo bevat de  $L_{den}$  band van 37 dB alle woningen waar een geluidswaarde voor komt van 36,5 tot 37,5 dB  $L_{den}$ . De binnenste contour, >50 dB  $L_{den}$ , bevat logischerwijs alle geluidswaarden boven de 50 dB  $L_{den}$ .

Tabel 8 Aantallen gevoelige objecten per  $L_{den}$  klasse<sup>4</sup>.

$L_{den}$ band in dB	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
37	11	232	1035	1164	1411	1954	1021	1501
38	14	10	894	1431	1167	1828	980	1192
39	15	17	101	650	943	1136	676	1054
40	1	12	13	38	761	1142	239	708
41	3	3	10	11	627	641	12	219
42	0	0	8	17	436	644	11	16
43	0	0	6	3	18	289	11	8
44	0	0	2	5	4	8	5	9
45	0	0	1	1	10	7	1	3
46	0	0	1	1	5	4	0	1
47	0	0	2	2	4	6	0	0
48	0	0	0	0	3	5	1	1
49	0	0	0	0	2	3	2	2
50	0	0	0	0	0	0	0	0
>50	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal aantal woningen	44	274	2073	3323	5391	7667	2959	4714
Aantal woningen met $L_{den} > 50$ dB	0	0	0	0	0	0	0	0
Aantal woningen met $L_{den} > 44$ dB	0	0	4	4	24	25	4	7
Aantal woningen met $L_{den} > 37$ dB	33	42	1038	2159	3980	5713	1938	3213

<sup>4</sup> Alternatief 5 kent geen zonnepark, dus hier is geen effect van de toegevoegde harde bodems.



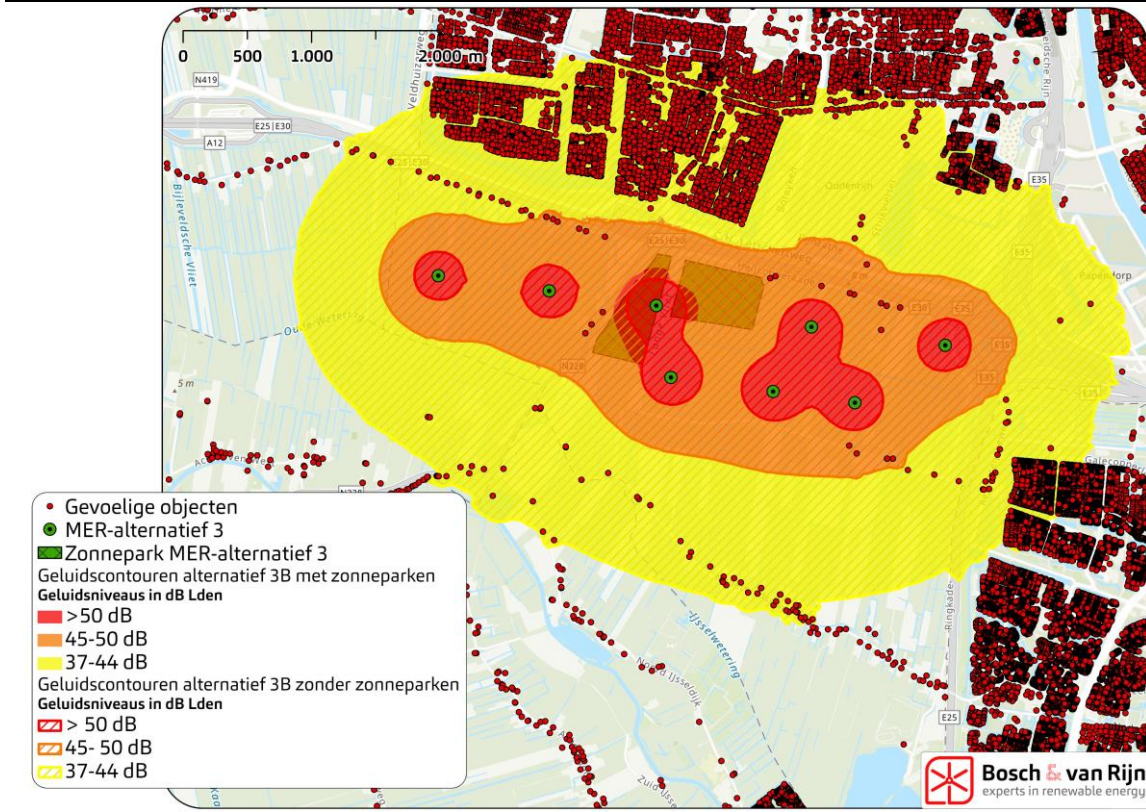
De MER-alternatieven 1 t/m 4 bestaan uit windturbines en bijbehorende zonnevelden. Deze zonnevelden zijn in de berekeningen meegenomen als harde, reflecterende bodems. Hierdoor draagt het geluid verder dan over de zachte, absorberende polder. In deze paragraaf wordt inzichtelijk gemaakt in hoeverre de geluidscontour mogelijk groeien door de toevoeging van de zonnevelden en dus de harde bodems.

Om dit inzichtelijk te maken is gekeken naar MER-alternatieven waar de bijbehorende zonneparken mogelijk het meeste effect hebben op de reikwijdte van de geluidscontouren. MER-alternatieven 2B en 3B kennen grote zonneparken van 50 ha nabij gevoelige objecten. Hieronder is voor beide weergegeven hoe ver de 37, 44 en 50 dB Lden contouren reiken met en zonder de zonneparken.

**Figuur 29** Verschil tussen geluidscontouren MER-alternatief 2B met en zonder zonneparken



**Figuur 30** Verschil tussen geluidscontouren MER-alternatief 3B met en zonder zonneparken



Beide afbeeldingen laten zien dat de zonneparken beperkt invloed hebben op de contouren van de alternatieven. De onderstaande tabel laat het verschil zien van de bodemverandering door de zonneparken. De tabel laat het verschil zien van het aantal woningen binnen de 37, 44 en 50 dB Lden contouren tussen de alternatieven zonder en met zonneparken.

**Tabel 9** Verschil tussen aantal gevoelige objecten per Lden klasse<sup>5</sup>, met en zonder zonneparken.

Lden band in dB	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Aantal woningen met Lden > 50 dB	0	0	0	0	0	0	0	0
Aantal woningen met Lden > 44 dB	0	0	0	0	2	0	0	1
Aantal woningen met Lden > 37 dB	1	0	22	21	98	119	40	65

<sup>5</sup> Alternatief 5 kent geen zonnepark, dus hier is geen effect van de zonneparken meetbaar.

### 4.3 Maximale momentane geluidsbelasting

In 3.3 is gekeken naar het verschil tussen het gemiddelde en maximale momentane geluidsbelasting. Deze verhouding blijkt alleen afhankelijk van het gekozen windturbintype. Een andere bodem resulteert nog steeds in dezelfde verschillen, namelijk 3,1 dB (A) en 1,6dB (A) voor de kleinere en grotere onderzochte varianten .



# Hoofdstuk 5 Cumulatie MER-alternatieven (effecten wind)



Dit hoofdstuk beschrijft cumulatie met andere geluidsbronnen. Daartoe is een inventarisatie gemaakt van geluidsbronnen in de omgeving van het windpark. Vervolgens is de bestaande situatie vergeleken met de situatie met windturbines.

## 5.1 Cumulatieberekening

Het RIVM is in bezit van geluidkaarten per geluidsbron en heeft deze kaarten samengevoegd tot één rasterkaart met het cumulatieve geluidsniveau in  $L_{den}$ <sup>6</sup>. Deze openbare kaart is gebruikt om het huidige geluidsniveau bij alle geluidsgevoelige objecten binnen de 37 dB  $L_{den}$  contour van alternatief 3B (grootste contour) af te lezen. De geluidsbelasting als gevolg van windturbines is op grotere afstand zodanig dat significante effecten op de cumulatieve geluidssituatie uitgesloten kunnen worden. Zie onderstaande figuur voor de ligging van de adressen in de omgeving en de huidige cumulatieve geluidsniveaus.

**Figuur 31** Ligging en huidige geluidwaarden van nabijgelegen woningen in cumulatieonderzoek.



Ten westen van de bestaande geluidswal zijn een nieuwe geluidswal en geluidsscherm in voorbereiding. Hierdoor zal de huidige cumulatieve geluidbelasting ter plaatse van woningen in de zuidwesthoek van Veldhuizen waarschijnlijk afnemen. Een eventueel gevolg is dat geluidbelasting van windturbines zwaarder weegt. Echter wordt gezien de aanzienlijke afstand tot de windturbineposities de cumulatieve

<sup>6</sup> <https://data.overheid.nl/dataset/7133-geluid-in-nederland--liden->

geluidsbelasting hier niet noemenswaardig beïnvloed door het windturbinegeluid. Het effect van de geluidswal en geluidsscherm is op deze locatie verwaarloosbaar.

Ten behoeve van de uitbreiding van het Hoogspanningsstation Oudenrijn heeft initiatiefnemer van die uitbreiding (Stedin) een akoestisch onderzoek<sup>7</sup> inclusief cumulatietoets laten uitvoeren. In dat akoestisch onderzoek is nagegaan in hoeverre de geluidbelasting van de transformatoren invloed heeft op de cumulatieve geluidbelasting ter plaatse van de meest nabij gelegen woningen aan de Heycopperkade. Geconcludeerd wordt dat ter plaatse van de woningen de geluidbelasting circa 68 dB is, bepaald door het verkeerslawaai. De bijdrage van het nieuwe transformatorstation aan de cumulatieve geluidbelasting (meer dan 25 dB lager) is verwaarloosbaar. Door het transformatorstation zal de cumulatieve geluidbelasting niet toenemen waardoor gesteld kan worden dat de geluid-situatie als gevolg van het transformatorstation niet verslechtert. Aangezien in het door LBP|Sight uitgevoerde akoestisch onderzoek het transformatorgeluid als verwaarloosbaar wordt bestempeld voor de meest nabij gelegen woningen, wordt bij dit uitgangspunt aangesloten voor de cumulatieve berekeningen ten behoeve van het windturbinepark.

De kaart met cumulatieve geluidswaarden van het RIVM geeft aan wat de huidige geluidsbelasting is. Vervolgens wordt het windturbinegeluid van de alternatieven hierbij opgeteld, om zowel het nieuwe cumulatieve geluidsniveau alsmede de toename te tonen.

#### 5.1.1 *Geluidsbronnen*

De voornaamste geluidsdruk in de omgeving komt van wegverkeerslawaai en industrielawaai. Er zijn geen andere windturbines in de omgeving die impact hebben op de geluidsniveaus bij de woningen.

#### 5.1.2 *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 (RMV2012). Voor industriegeluid is een (indicatieve) geluidskwaliteit geraamd op basis van kentelgegevens voor verschillende typen van industrieterreinen. 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 in de oude situatie, zonder de windturbines.

---

<sup>7</sup> HS Station Oudenrijn; Akoestisch onderzoek. LBP Sight, juli 2022.



### 5.1.3 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 variant van de MERalternatieven 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, omgerekend naar equivalent geluidsniveau
$L_{cum,nieuw}$	Gecumuleerd geluid a.g.v. industrie, wegverkeer én windturbines.
Toename	Het verschil tussen $L_{cum,nieuw}$ en $L_{cum,oud}$

Op de volgende pagina is per alternatief een vijftal (of minder als er nauwelijks toename is) adressen opgenomen waar de grootste toename van geluid voorkomt. Vanwege de verschillen in aantal windturbines en de opstellingen verschillen de adressen met de grootste toename tussen de alternatieven.

**Tabel 10 Alternatief 1A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een viertal adressen waar een toename in  $L_{cum}$  voorkomt. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.**

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	37	40	47	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	36	40	47	1
Ringkade 7 Utrecht	53	40	46	54	1
Ringkade 4 Utrecht	53	39	44	54	1

**Tabel 11 Alternatief 1B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een viertal adressen waar een toename in  $L_{cum}$  voorkomt. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.**

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	37	42	47	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	37	41	47	1
Ringkade 7 Utrecht	53	40	47	54	1
Ringkade 4 Utrecht	53	40	45	54	1

**Tabel 12 Alternatief 2A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in  $L_{cum}$  is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.**

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	39	45	48	2
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	39	45	48	2
Zevenblad 76 De Meern	49	38	43	50	1
Zevenblad 74 De Meern	49	38	43	50	1
Zevenblad 72 De Meern	49	38	43	50	1

**Tabel 13 Alternatief 2B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in  $L_{cum}$  is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.**

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	40	46	49	3
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	40	46	49	3

Zevenblad 76 De Meern	49	38	43	50	1
Zevenblad 74 De Meern	49	38	43	50	1
Zevenblad 72 De Meern	49	38	43	50	1

**Tabel 14** Alternatief 3A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Ringkade 7 Utrecht	53	48	59	60	7
Ringkade 4 Utrecht	53	47	57	59	6
Ringkade 3A Utrecht	56	45	55	58	2
Ringkade 5 Utrecht	56	45	54	58	2
Ringkade 5A Utrecht	56	45	54	58	2

**Tabel 15** Alternatief 3B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Ringkade 7 Utrecht	53	48	60	61	8
Ringkade 4 Utrecht	53	47	58	59	6
Ringkade 3A Utrecht	56	46	55	59	3
Ringkade 5 Utrecht	56	46	55	59	3
Ringkade 5A Utrecht	56	46	55	59	3

**Tabel 16** Alternatief 4A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Meerndijk 65 De Meern	63	49	60	65	2
Meerndijk 63 De Meern	64	49	61	66	2
Ringkade 7 Utrecht	53	41	48	54	1
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	37	41	47	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	37	41	47	1

**Tabel 17** Alternatief 4B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Meerndijk 65 De Meern	63	49	61	65	2
Meerndijk 63 De Meern	64	49	61	66	2
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	38	43	48	2
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	38	43	48	2
Ringkade 7 Utrecht	53	42	49	55	2

**Tabel 18** Alternatief 5A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	41	47	50	4
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	41	47	50	4
Meerndijk 65 De Meern	63	49	61	65	2
Meerndijk 63 De Meern	64	48	59	65	1
Ringkade 7 Utrecht	53	41	48	54	1

**Tabel 19 Alternatief 5B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.**









Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	42	49	51	5
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	42	49	50	4
Meerndijk 65 De Meern	63	49	61	65	2
Ringkade 7 Utrecht	53	42	49	54	1
Meerndijk 63 De Meern	64	49	60	65	1

## 5.2 Beoordeling cumulatie

Om de gezondheidseffecten van windturbines te bepalen werd tot voorkort veelvuldig gebruik gemaakt van de GES-score (gezondheidseffectscreening) gerelateerd aan de geluidsbelasting ter plaatse van omliggende woningen. Onlangs (eind 2022) heeft de GGD GHOR het instrument GES teruggetrokken omdat zij van mening is dat het instrument GES niet meer voldoet voor toepassing binnen de huidige GGD praktijk. Desalniettemin kan met behulp van de GES-methodiek inzicht worden gegeven in de cumulatie geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten in de omgeving én aanvullend het daarbij gepaard gaande aantal ernstig gehinderden (in geval van cumulatie).

Aangezien de cumulatieregels alle geluid omrekenen naar wegverkeer-equivalente geluidsniveaus wordt de GES-beoordeling voor wegverkeer gehanteerd om het gecumuleerde geluidsniveau om te rekenen naar een GES-score. Op deze manier krijgt dus elke woning waarvoor de cumulatieve geluidsbelasting is berekend een GES-score. Een GES-score is een getal van 0 t/m 8, waarbij bij score 6 het Maximaal Toelaatbare Risico wordt overschreden. De GES-methodiek hanteert de volgende tabel:

**Tabel 20 Relatie tussen de cumulatieve geluidsbelasting, percentage ernstig gehinderden en de GES-scores.**

Geluidbelasting L <sub>CUM</sub> (dB)	Ernstig gehin- derden (%)	GES-score	Milieugezondheidskwaliteit	Kleur
< 43	0	0	Zeer goed	
43-47	0 – 3	1	Goed	
48-52	3 – 5	2	Redelijk	
53-57	5 – 9	4	Matig	
58-62	9 – 14	5	Zeer matig	
63-67	14 – 21	6	Onvoldoende	
68-72	21 – 31	7	Ruim onvoldoende	
≥ 73	≥ 31	8	Zeer onvoldoende	

De som van de GES-scores van de onderzochte woningen is een (versimpelde) maat voor het totale gezondheidseffect van een situatie. In Tabel 31 is weergegeven wat er gebeurt met het aantal woningen per de GES-score als het geluid van de windturbines wordt toegevoegd. Sommige woningen verschuiven dan naar een hogere score (en verdwijnen er dus woningen uit een lagere GES-score). De cumulatieve GES-score in de zoekgebieden wordt hierdoor hoger.



De waarden voor onderstaande tabel zijn gebaseerd op de cumulatieve geluidsbelasting zoals per woning weergegeven in Bijlage D.

**Tabel 21** Aantal woningen per GES-klasse, per alternatief.

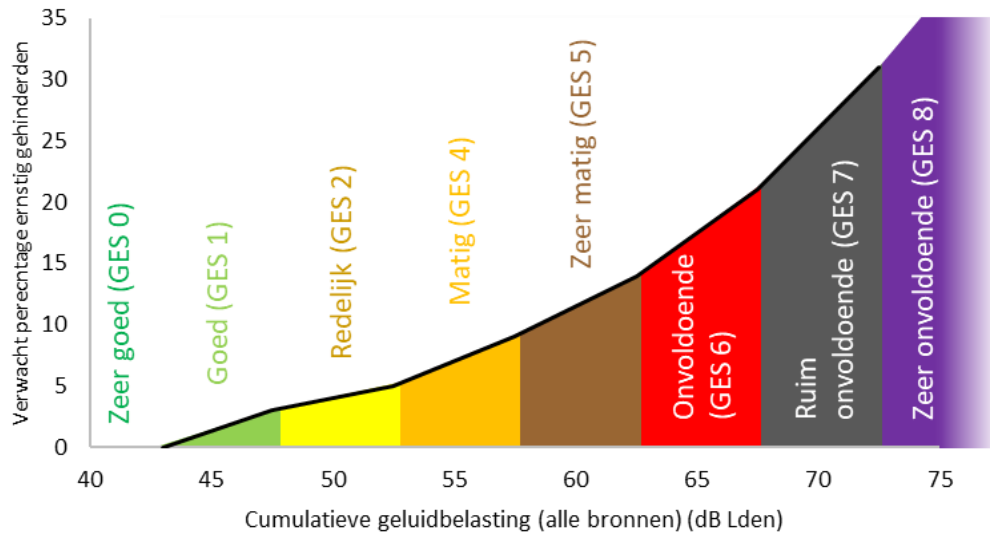
	Huidig	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
GES0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GES1	38	38	15	0	0	0	8	0	38	0	0
GES2	3400	3400	3423	3386	3010	2782	3386	3162	3400	3411	3230
GES4	2773	2773	2773	2825	3139	3353	2817	3048	2773	2799	2979
GES5	1020	1020	1019	1019	1081	1095	1019	1020	1020	1020	1021
GES6	409	409	410	410	410	410	410	410	409	410	410
GES7	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
GES8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	7667	7667	7667	7667	7667	7667	7667	7667	7667	7667	7667
Totale GES-score	21444	21444	21468	21535	21973	22215	21519	21760	21444	21511	21693
Toename t.o.v. huidig*	-	0	0	24	91	529	771	75	316	67	249

\* Het feit dat de toename van de GES-score kleiner is dan het verschil tussen de sommen van de GES-scores wordt veroorzaakt door het feit dat GES-score 3 niet bestaat. Voorbeeld: een woning die van score 1 naar score 4 gaat ondervindt een toename van 2 klassen.

Om tot een kwantitatief resultaat te komen waardoor de alternatieven met elkaar vergeleken kunnen worden is een omrekening van GES-scores naar een aantal ernstig gehinderden benodigd. Hierbij hanteren wij het hinderpercentage dat hoort bij het midden van elke GES-klasse in onderstaande figuur, die is gebaseerd op de tabel voor wegverkeerslawaai uit het Handboek Gezondheidseffectscreening<sup>8</sup>. Voor een cumulatieve beschouwing ligt het voor de hand om wegverkeersgeluid als uitgangspunt te gebruiken, omdat de rekenregels voor cumulatie (zoals bijvoorbeeld opgenomen in hoofdstuk 4 van het Reken- en Meetvoorschrift windturbines) ook alle geluid naar de hinderlijkheid van wegverkeersgeluid omrekenen. De grafiek laat de verhouding tussen de GES-scores en het percentage ernstig gehinderden zien.

<sup>8</sup> <https://edepot.wur.nl/442969>

**Figuur 32** Aantal verwacht percentage ernstig gehinderden per GES-klasse



Door de toevoeging van de verschillende MER alternatieven kunnen bij omliggende woningen de GES-scores stijgen. Omdat bij een hogere klasse ook meer ernstig gehinderden horen, is het mogelijk te berekenen hoeveel meer ernstig gehinderden we verwachten na de toevoeging van de verschillende alternatieven. Het verschil tussen het cumulatief aantal ernstig gehinderden in de huidige situatie en de cumulatieve situatie mét windturbines is op de volgende manieren berekend en beoordeeld:

De absolute toename van ernstig gehinderden wordt berekend door het aantal cumulatieve ernstig gehinderden in de huidige situaties af te trekken van het aantal ernstig gehinderden in de situatie met windturbines

Onderstaande tabel laat de resultaten zien van deze omrekening.

	Huidig	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Toename van ernstig gehinderden	-	0	0	1	4	31	44	4	16	3	13

### 5.3 Bevindingen cumulatie

- Hoe hoger het bestaande geluidsniveau, des te kleiner is het effect van de windturbines.
- Bij een goede beschouwing van het windturbinegeluid bovenop het bestaande geluid zijn zowel het absolute cumulatieve geluidsniveau als de toename van belang.
- Er zijn drie woningen waar de toename als gevolg van tenminste één MER-alternatief 5 dB L<sub>den</sub> of meer bedraagt: Ringkade 4 en 7 te Utrecht en Achthoven-Oost 11 te Montfoort. Dergelijke toenames treden op bij alternatief 3 of 5.
- Ook zijn twee woningen waar in tenminste in één MER-alternatief de GES-score stijgt naar 6: een onvoldoende: Heijcopperkade 2B te Utrecht bij de alternatieven 2, 3 en 4 en Nedereindseweg 561a te IJsselstein bij alternatief 5.
- Per alternatief verschilt het aantal toegevoegde ernstig gehinderden duidelijk.

## Hoofdstuk 6 Cumulatie MER-alternatieven (effecten wind en zon)





In dit hoofdstuk is de situatie met alleen windturbines vergeleken met de situatie met windturbines en met zonneparken. Dit hoofdstuk beschrijft absolute waarden, maar laat vooral de toename van het windturbinegeluid op het bestaande geluidsniveau zien bij de toevoeging van zonneparken.

## 6.1 Cumulatieberekening

Dezelfde methodiek als in 5.1 is toegepast om de mogelijke toename van geluid te berekenen. De enige veranderde parameter is de toevoeging van de zonneparken als harde bodem.

**Figuur 33** Ligging en huidige geluidwaarden van nabijgelegen woningen in cumulatieonderzoek.



De kaart met cumulatieve geluidswaarden van het RIVM geeft aan wat de huidige geluidsbelasting is. Vervolgens wordt het windturbinegeluid van de alternatieven hierbij opgeteld, om zowel het nieuwe cumulatieve geluidsniveau alsmede de toename te tonen.

### 6.1.1 Cumulatieve geluidsbelasting inclusief windturbines

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 variant van de MERalternatieven 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, omgerekend naar equivalent geluidsniveau
$L_{cum,nieuw}$	Gecumuleerd geluid a.g.v. industrie, wegverkeer én windturbines.
Toename	Het verschil tussen $L_{cum,nieuw}$ en $L_{cum,oud}$

Op de volgende pagina is per alternatief een vijftal (of minder als er nauwelijks toename is) adressen opgenomen waar de grootste toename van geluid voorkomt. Vanwege de verschillen in aantal windturbines en de opstellingen verschillen de adressen met de grootste toename tussen de alternatieven. Er is bij deze onderstaande woningen nauwelijks verandering waargenomen na de toevoeging van de zonneparken. De volgorde van de gevoelige objecten is soms veranderd, maar er zijn geen absolute toenames geregistreerd bij deze selecte groep. Op de hele groep gevoelige objecten zijn wel verschillen gevonden, al zijn deze zeer klein.

**Tabel 22** Alternatief 1A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een viertal adressen waar een toename in  $L_{cum}$  voorkomt. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	37	40	47	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	36	40	47	1
Ringkade 7 Utrecht	53	40	46	54	1
Ringkade 4 Utrecht	53	39	44	54	1

**Tabel 23** Alternatief 1B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een viertal adressen waar een toename in  $L_{cum}$  voorkomt. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	37	42	47	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	37	41	47	1
Ringkade 7 Utrecht	53	40	47	54	1
Ringkade 4 Utrecht	53	40	45	54	1

**Tabel 24** Alternatief 2A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in  $L_{cum}$  is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	39	45	48	2
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	39	45	48	2
Heijcopperkade 2 B Utrecht	62	47	57	63	1
Zevenblad 76 De Meern	49	38	43	50	1
Zevenblad 70 De Meern	49	38	43	50	1

**Tabel 25** Alternatief 2B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in  $L_{cum}$  is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	$L_{cum, oud}$	LWT	$L^*_{WT}$	$L_{cum, nieuw}$	Toename $L_{cum}$
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	40	46	49	3
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	40	46	49	3
Heijcopperkade 2 B Utrecht	62	47	57	63	1
Zevenblad 76 De Meern	49	39	44	50	1

**Tabel 26** Alternatief 3A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Ringkade 7 Utrecht	53	48	59	60	7
Ringkade 4 Utrecht	53	47	57	59	6
Ringkade 3A Utrecht	56	45	55	58	2
Ringkade 5 Utrecht	56	45	54	58	2
Ringkade 5A Utrecht	56	45	54	58	2

**Tabel 27** Alternatief 3B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Ringkade 7 Utrecht	53	48	60	61	8
Ringkade 4 Utrecht	53	47	58	59	6
Ringkade 3A Utrecht	56	46	55	59	3
Ringkade 5 Utrecht	56	46	55	59	3
Ringkade 5A Utrecht	56	46	55	59	3

**Tabel 28** Alternatief 4A: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Meerndijk 65 De Meern	63	49	60	65	2
Meerndijk 63 De Meern	64	49	61	66	2
Ringkade 7 Utrecht	53	41	48	54	1
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	37	41	47	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	37	41	47	1

**Tabel 29** Alternatief 4B: Cumulatieve geluidsbelasting voor een vijftal adressen waar de grootste toename in Lcum is berekend. De kolomnamen zijn in de tekst hierboven toegelicht.

Adres	Lcum, oud	LWT	L*WT	Lcum, nieuw	Toename Lcum
Meerndijk 65 De Meern	63	49	61	65	2
Meerndijk 63 De Meern	64	49	61	66	2
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	38	43	48	2
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	38	43	48	2
Ringkade 7 Utrecht	53	42	49	55	2









## 6.2 Beoordeling cumulatie

Om de gezondheidseffecten van windturbines te bepalen werd tot voorkort veelvuldig gebruik gemaakt van de GES-score (gezondheidseffectscreening) gerelateerd aan de geluidsbelasting ter plaatse van omliggende woningen. Onlangs (eind 2022) heeft de GGD GHOR het instrument GES teruggetrokken omdat zij van mening is dat het instrument GES niet meer voldoet voor toepassing binnen de huidige GGD praktijk. Desalniettemin kan met behulp van de GES-methodiek inzicht worden gegeven in de cumulatie geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten in de omgeving én aanvullend het daarbij gepaard gaande aantal ernstig gehinderden (in geval van cumulatie).



Aangezien de cumulatierregels alle geluid omrekenen naar wegverkeer-equivalente geluidsniveaus wordt de GES-beoordeling voor wegverkeer gehanteerd om het gecumuleerde geluidsniveau om te rekenen naar een GES-score. Op deze manier krijgt dus elke woning waarvoor de cumulatieve geluidsbelasting is berekend een GES-score. Een GES-score is een getal van 0 t/m 8, waarbij bij score 6 het Maximaal Toelaatbare Risico wordt overschreden. De GES-methodiek hanteert de volgende tabel:

**Tabel 30** Relatie tussen de cumulatieve geluidsbelasting, percentage ernstig gehinderden en de GES-scores.

Geluidbelasting $L_{CUM}$ (dB)	Ernstig gehinderden (%)	GES-score	Milieugezondheidskwaliteit	Kleur
< 43	0	0	Zeer goed	
43-47	0 – 3	1	Goed	
48-52	3 – 5	2	Redelijk	
53-57	5 – 9	4	Matig	
58-62	9 – 14	5	Zeer matig	
63-67	14 – 21	6	Onvoldoende	
68-72	21 – 31	7	Ruim onvoldoende	
≥ 73	≥ 31	8	Zeer onvoldoende	

De som van de GES-scores van de onderzochte woningen is een (versimpelde) maat voor het totale gezondheidseffect van een situatie. In Tabel 31 is weergegeven in hoeverre het aantal woningen naar een hogere GES-score stijgt als het geluid van de windturbines met bijbehorende zonneparken wordt toegevoegd. Sommige woningen verschuiven naar een hogere score dan bij de alternatieven met alleen de windturbines. De cumulatieve GES-score in de zoekgebieden wordt hierdoor hoger.

De waarden voor onderstaande tabel zijn gebaseerd op de cumulatieve geluidsbelasting zoals per woning weergegeven in Bijlage D.

**Tabel 31** Toename van aantal woningen naar volgende GES-klasse, wind vs. wind en zon

	Huidig	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Totale GES-score wind	21444	21444	21468	21535	21973	22215	21519	21760	21511
Totale GES-score wind en zon	21444	21444	21468	21537	21988	22232	21524	21775	21511
<b>Stijging aantal GES-klassen door zonneparken</b>	-	0	0	2	15	17	5	15	0
<b>% stijging GES-klassen door zonneparken</b>	-	0%	0%	0,01%	0,07%	0,08%	0,02%	0,07%	0%

Door de toevoeging van de verschillende MER alternatieven (met en zonder bijbehorend zonnepark) kunnen bij omliggende woningen de GES-scores stijgen. Omdat bij een hogere klasse ook meer ernstig gehinderden horen, is het mogelijk te berekenen hoeveel meer ernstig gehinderden we verwachten na de toevoeging van de verschillende alternatieven (voor methode zie 5.2). Het verschil tussen het cumulatief aantal ernstig gehinderden in de huidige situatie en de cumulatieve situatie mét windturbines is op de volgende manieren berekend en beoordeeld:

De toename van ernstig gehinderden door zonneparken wordt berekend door het aantal cumulatieve ernstig gehinderden van de alternatieven met alleen windturbines af te trekken van het aantal ernstig gehinderden in de situatie met windturbines en zonneparken.

Onderstaande tabel laat de resultaten zien van deze omrekening.

**Tabel 32 Toename van ernstig gehinderden na toevoeging zonneparken**

	Huidig	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Ernstig gehinderden alleen wind	0	0	0	1	4	31	44	4	16
Ernstig gehinderden wind en zon	0	0	0	1	5	32	45	4	17
<b>Toename van ernstig gehinderden</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

### 6.3 Bevindingen cumulatie, toevoeging zonneparken

- De impact van zonnevelden bij de woningen met de grootste cumulatieve toename is nauwelijks te registreren
- De toename van GES-scores op de gehele beschouwde set woningen is gering, zeker in verhouding met de collectieve GES-score van deze set
- De toevoeging van zonneparken leidt tot maximaal één ernstig gehinderde bij de alternatieven 3A, 3B en 4B.

# Hoofdstuk 7 Voorkeursalternatief (wind)

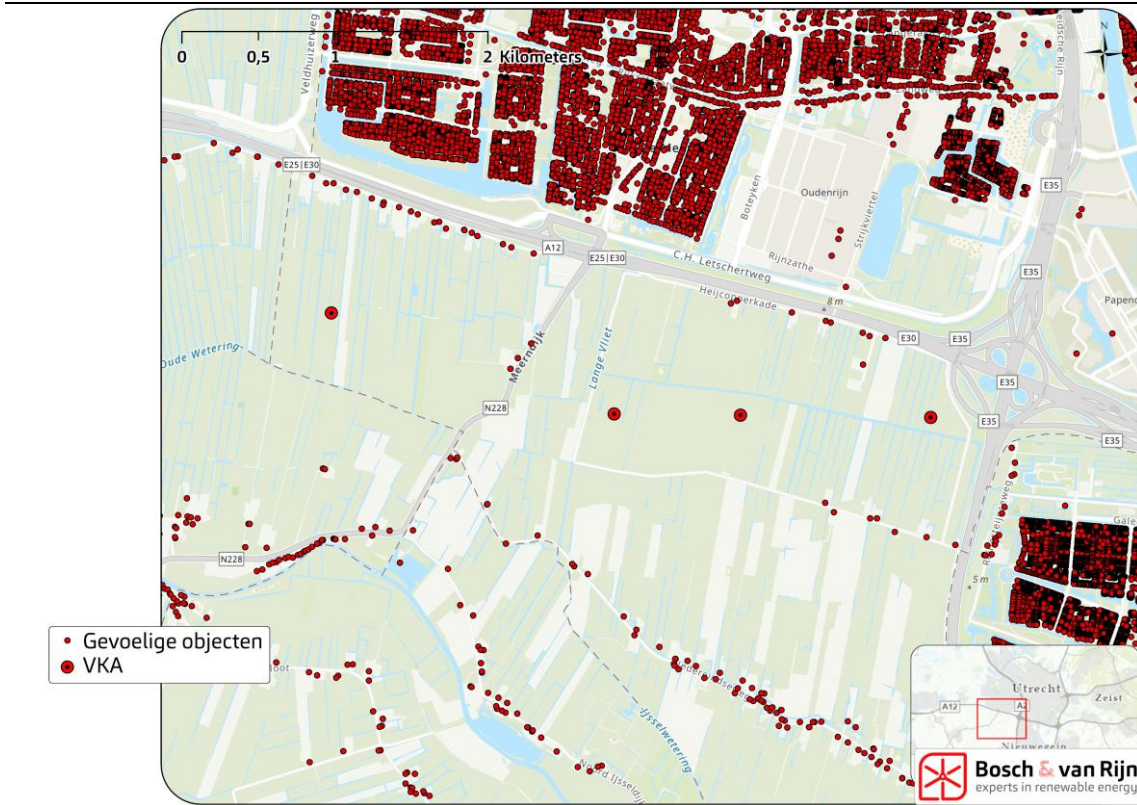


## 7.1 Inleiding VKA

De initiatiefnemer heeft, mede op basis van de milieueffecten van de MER-alternatieven, een 'voorkeursalternatief' (VKA) gekozen. Dit is de opstelling waarvoor een omgevingsvergunning wordt aangevraagd. Om een eerlijke vergelijking en inzicht in de milieueffecten van het VKA mogelijk te maken is het VKA op dezelfde manier beoordeeld als de overige MER-alternatieven.

Het VKA bestaat uit vier windturbines.

**Figuur 34** Windturbineposities van het voorkeursalternatief.



In het milieueffectrapport waar dit akoestisch onderzoek een bijlage van is wordt het VKA beoordeeld aan de hand van de volgende criteria:

1. Aantal geluidgevoelige objecten (zoals woningen van derden) binnen de geluidscontouren per 1 dB-klasse, aflopend van 50 dB  $L_{den}$  tot 37 dB  $L_{den}$  (incl. eventuele toevoeging verhard oppervlak door zonnepanelen)
2. Aantal (ernstig) gehinderden binnen deze geluidscontouren
3. De benodigde mitigatie om te kunnen voldoen aan twee of drie verschillende geluidsniveaus (47 dB  $L_{den}$ , 45 dB  $L_{den}$  en een eventuele 3e niveau op verzoek van het bevoegd gezag of de initiatiefnemer)
4. Maximale geluidniveau op geluidgevoelig object met toepassing van eventuele mitigatie
5. Cumulatieve geluidbelasting met andere windturbines
6. Cumulatieve geluidbelasting met overige geluidbronnen.



## 7. Beschouwing laagfrequente geluidbelasting

Van de bovenstaande criteria is punt 5 overbodig. In de buurt van Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop zijn geen windturbines die bijdragen aan het cumulatieve geluid in de omgeving.

### 7.2 Beschrijving VKA

Het voorkeursalternatief bestaat uit een set posities (x/y-coördinaten) en een bandbreedte in toegestane afmetingen.

Bij het voorkeursalternatief is gekozen voor een opstelling waarbij voldoende afstand is gehouden van harde belemmeringen zoals rijkswegen, aaneengesloten bebouwing en gasleidingen.

Omdat het MER ook de onderbouwing van de vergunningaanvraag betreft is het zaak om de milieugevolgen van het VKA in beeld te brengen. Aangezien er geen verband is tussen de afmetingen van een windturbine en de geluidsproductie kan niet worden volstaan met het doorrekenen van de grootst mogelijke windturbines. In plaats daarvan zijn twee typen windturbines doorgerekend die als onder- en bovengrens gelden van de bandbreedte voor geluid. Deze typen zijn gekozen uit een niet-uitputtende lijst beschikbare windturbines die qua afmetingen binnen het VKA passen en die voldoen aan de eisen die de gemeente Utrecht daaraan stelt (zie het onderstaande kader).

**Tabel 33** Eigenschappen voorkeursalternatief

	Ondergrens	Bovengrens
Aantal windturbines	4	4
Ashoogte	140	180
Rotordiameter	150	180
Tiphoogte	215	270

**Tabel 34** Locaties van de windturbines in het VKA (RD-coördinaten)

Windturbine nr.	X	Y
1	128.818	453.500
2	130.666	452.840
3	131.492	452.832
4	132.735	452.817

**Citaat uit het 'Uitnodigingskader Rijnenburg en Reijerscop'**

In het uitnodigingskader wordt geen grens gesteld aan de omvang van de windmolens. Ook worden geen bovenwettelijke eisen gesteld aan de exploitatiewijze van de windmolens. Wel worden randvoorwaarden gesteld aan de toepassing van geluidarme windmolens, conform de beste beschikbare techniek. De beste beschikbare techniek wordt in het kader uitgedrukt in een maximaal bronvermogen. Dit maximale bronvermogen bepaalt de gemeente bij het opstellen van vergunningsvoorwaarden volgens het volgende protocol:

- De initiatiefnemer overhandigt een lijst aan de gemeente met voor de Nederlandse markt beschikbare windmolens groter dan 4 MW en met een ashoogte hoger dan 125 meter. Deze lijst moet ook informatie over het maximale bronvermogen van deze windmolens bevatten. Het maximale bronvermogen houdt in: zonder gebruik van werkmodus (ofwel het kantelen van de wieken waardoor minder geluid geproduceerd wordt) en de voor geluid meest ongunstige wind.
- Het bronvermogen van de stilste windmolen in deze lijst plus 2 dB geldt in eerste instantie als norm voor een geluidarme windmolen.
- Indien op basis van deze norm minder dan vier windmolenleveranciers in aanmerking komen, dan wordt er telkens 1 dB bij de norm opgeteld, net zolang totdat er minimaal vier leveranciers aan de norm kunnen voldoen.
- De aanbesteding start nadat de gemeente akkoord heeft gegeven op de eis voor het maximale bronvermogen. Dit bronvermogen wordt een eis in de aanbesteding, en geen gunningscriterium. Nota bene: de 4 MW en 125 meter ashoogte worden alleen gebruikt om een bruikbare waarde voor het maximale brongeluid te bepalen. Deze waarden zijn niet van toepassing op de minimale of maximale omvang van te realiseren windmolens.

Binnen de gestelde afmetingen is een select aantal windturbines op de markt beschikbaar. Van deze longlist wordt gekeken of ze door de selectie van de gemeente komen. De laagste maximale bronsterkte is 104,0 dB. Dat betekent dat windturbines met een maximale bronsterkte van 104,0 t/m 106,0 dB voldoen aan de eis van de gemeente. Deze toegestane types zijn aangegeven met een **blauwe** aanduiding.

**Tabel 35 Longlist van beschikbare windturbintypes binnen de bandbreedte**

Fabrikant	Type	vermogen	diam.	ash.	tiph.	kartels? <sup>9</sup>	Lw max	LE
		MW	m	m	m		dB	dB
Vestas	V150-6.0	6,0	150	180	255	ja	104,9	102,4
Vestas	V150-5.6	5,6	150	180	255	ja	104,9	102,3
Vestas	V150-4.2	4,2	150	180	255	ja	104,9	102,6
Siemens Gamesa	SG 6.6-155	6,6	155	180	257,5	onbekend	105,0	103,1
Siemens Gamesa	SG 6.0-155	6,0	155	180	257,5	onbekend	105,0	103,1
GE Wind	GE-158 4.8	4,8	158	180	259	onbekend	104,0	102,3
GE Wind	GE-158 5.3	5,3	158	180	259	onbekend	106,0	103,6
GE Wind	GE-158 5.5	5,5	158	180	259	onbekend	106,0	103,3
Enercon	E160 EP5 E2	5,5	160	180	260	onbekend	106,8	105,0
Enercon	E160 EP5 E3	5,56	160	180	260	onbekend	106,8	105,0
Vestas	V162-6.8	6,8	162	180	261	ja	104,5	101,3
Vestas	V162-6.2	6,2	162	180	261	ja	104,8	102,3
Vestas	V162-6.0	6,0	162	180	261	ja	104,3	101,9
Vestas	V162-5.6	5,6	162	180	261	ja	104,0	101,9

<sup>9</sup> Bij sommige windturbintypes zijn de wieken voorzien van gekartelde randen om minder geluid te maken. Niet alle fabrikanten bieden dergelijke technieken aan.

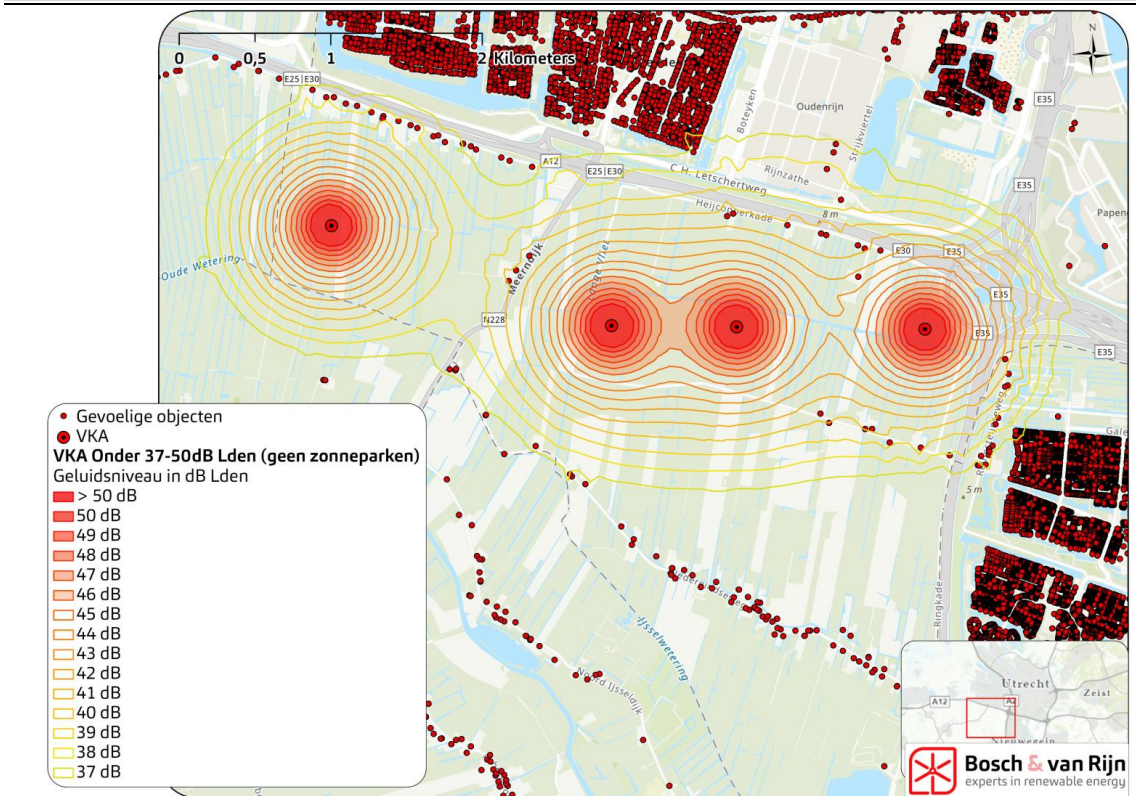
Fabrikant	Type	vermogen MW	diam. m	ash. m	tiph. m	kartels? <sup>9</sup>	Lw max dB	LE dB
Nordex	N163 6.X	6,8	163	180	261,5	ja	106,4	103,8
GE Wind	GE 6.0-164	6,0	164	180	262	onbekend	107,0	104,5
Siemens Gamesa	SG 6.6-170	6,6	170	180	265	onbekend	106,5	104,2
<b>Siemens Gamesa</b>	<b>SG 6.2-170</b>	<b>6,2</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>265</b>	<b>onbekend</b>	<b>106,0</b>	<b>103,8</b>
Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6,0	170	180	265	onbekend	105,5	103,4

In **groene** en **rode** tekst respectievelijk zijn de windturbintypes aangegeven die voldoen aan de eisen vanuit het uitnodigingskader en jaargemiddeld het stilste respectievelijk luidste zijn op deze locatie. Dit zijn niet per definitie de turbines die de laagste en hoogste maximale bronsterkte hebben, al is dit wel het geval voor de Siemens Gamesa SG 6.2-170.

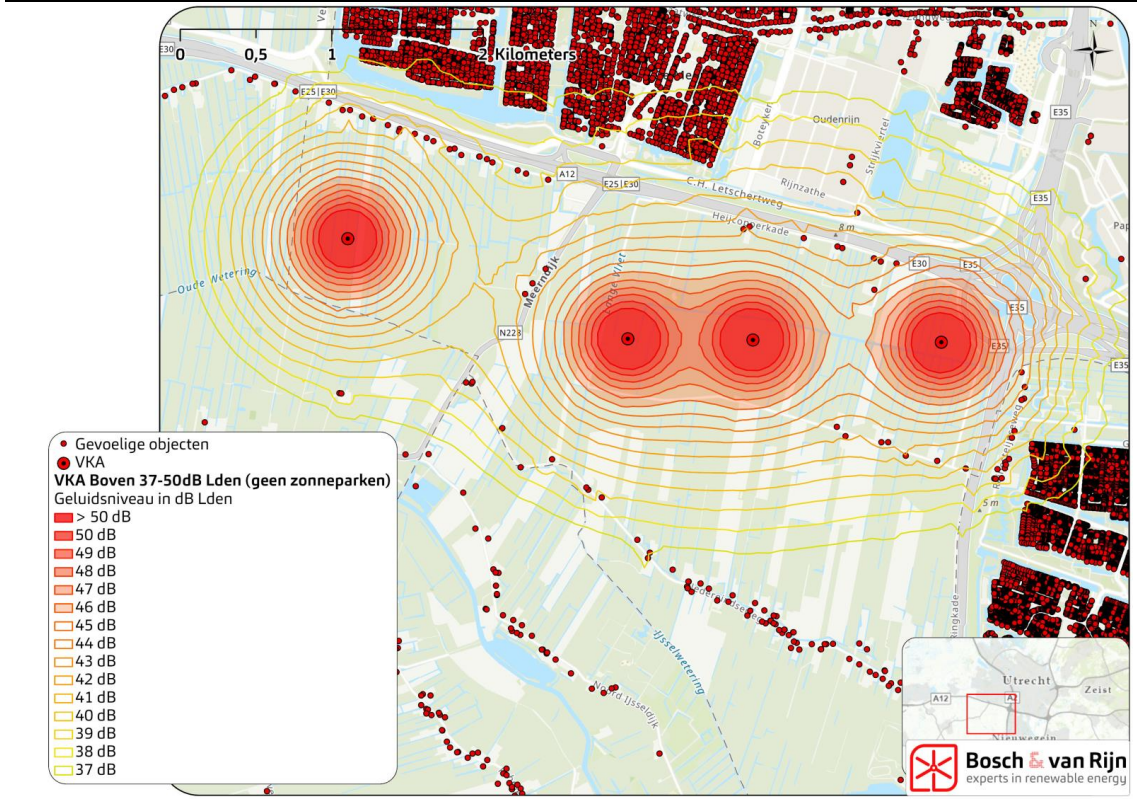
### 7.3 Contouren

In deze paragraaf worden ter illustratie de 37 tot 50 dB L<sub>den</sub>-contouren weergegeven van de onder- en bovengrens van het VKA. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom het windpark. Er is aangesloten bij de weergavewijze van de MER-alternatieven.

**Figuur 35 L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) VKA ondergrens**



**Figuur 36** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) VKA bovengrens



## 7.4 Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidsc contouren

De resultaten voor nabijgelegen woningen zijn samengevat in onderstaande tabel, waarbij naast het VKA ook de overige MER-alternatieven zijn getoond, ter vergelijking.

**Tabel 36** Aantallen gevoelige objecten per L<sub>den</sub> klasse.

L <sub>den</sub>	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		Alternatief 5		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	onder	boven
37	8	213	1058	1101	1425	1962	994	1466	975	1665	60	1140
38	16	9	879	1403	1122	1777	958	1170	1235	1009	10	456
39	13	22	94	662	976	1117	658	1039	96	1584	3	146
40	3	8	13	34	751	1154	241	702	8	148	17	12
41	0	3	11	10	626	628	13	199	21	10	2	4
42	0	0	7	17	369	637	8	15	19	21	1	16
43	0	0	6	4	10	249	13	8	2	16	0	4
44	0	0	2	4	6	7	3	9	0	1	0	1
45	0	0	2	1	8	8	1	3	1	0	0	0
46	0	0	1	2	5	4	0	0	3	3	0	0
47	0	0	1	1	4	5	0	0	0	1	0	0
48	0	0	0	0	5	7	1	1	1	0	0	0
49	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
woningen L <sub>den</sub> > 50 dB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
woningen L <sub>den</sub> > 44 dB	0	0	4	4	22	25	4	6	6	6	0	0



woningen Lden > 37 dB	32	42	1016	2138	3882	5594	1898	3148	1387	2795	33	639
--------------------------	----	----	------	------	------	------	------	------	------	------	----	-----

## 7.5 Geluidsbelasting op de gevel

Ten behoeve van de vergunningaanvraag is van 10 maatgevende woningen de geluidsbelasting op de gevels inzichtelijk gemaakt. Bij deze berekening zijn ook de omliggende gebouwen gemodelleerd voor mogelijke geluidsreflectie. Het zogenaamde invallende geluid is berekend op een hoogte van 5 meter en op een afstand van 15 centimeter van de gevel. Het invallende geluidsniveau is het geluidsniveau dat op een gevel invalt zonder dat hierbij de eigen gevelreflectie betrokken wordt.

Tabel 51 toont de geluidbelasting op de woningen zoals berekend in paragraaf 8.3, alsook de geluidbelasting met reflectie waarbij de waarde van de hoogst belaste gevel is weergegeven. Bijlage I toont de figuren van de geluidsbelasting op de gevels van de 10 maatgevende woningen. Bijlage H bevat de inputparameters van de gemodelleerde woningen binnen 50 meter van de maatgevende woningen.

De resultaten laten zien dat door reflectie op enkele gevels er een hogere geluidsbelasting kan optreden in vergelijking met de contourberekening in paragraaf 8.3. Wat niet in het model is meegenomen zijn bijvoorbeeld bomen en struiken tussen de woning en de windturbine wat er weer voor zorgt dat de geluidsbelasting lager uitvalt. Tevens is de geluidsbelasting op verschillende hoogtes tussen 1 en 8 meter berekend. Hieruit blijkt dat het geluidsniveau het hoogst is op een hoogte tussen de 4 en 6 meter. Daarmee wordt de berekende geluidsbelasting op een hoogte van 5 meter als worst case beschouwd. Gezien de resultaten op de gevel van de maatgevende woningen en de ligging van de woningen wordt in geen geval de norm van 45 dB Lden op de gevel overschreden.

**Tabel 37** Geluidsbelasting van de maatgevende gevoelige objecten in dB Lden

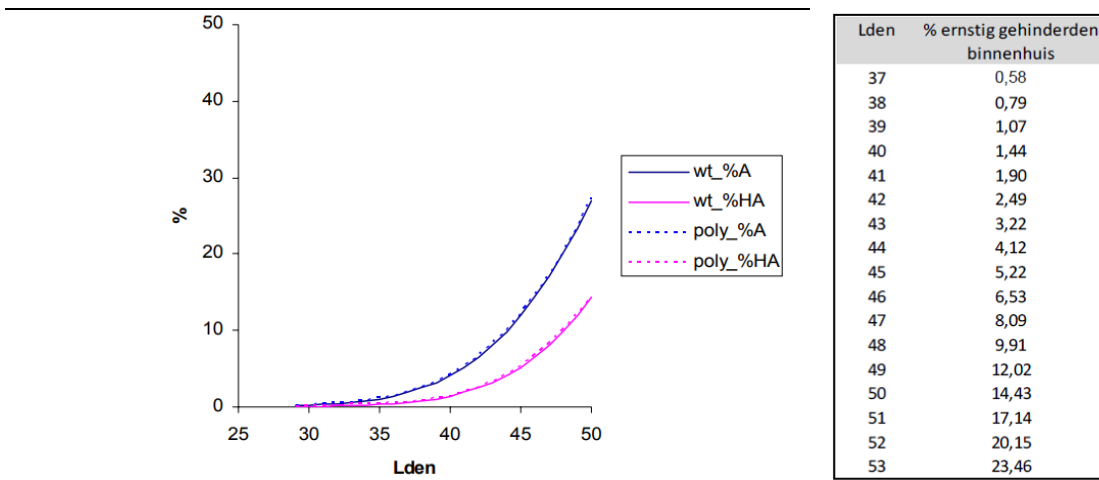
Adres	VKA onder	Hoogst belaste gevel VKA onder	VKA boven	Hoogste belaste gevel VKA boven
Aardaker 4 De Meern	35	36	37	39
Lanuariusweg 34 De Meern	34	34	37	37
Kloosterpark 101 De Meern	35	35	38	38
Meentweg 168 De Meern	37	37	39	39
Strijkviertel 74 Utrecht	38	38	41	41
Heijcopperkade 2B Utrecht	42	43	44	45
Ringkade 7 Utrecht	40	40	42	42
Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	41	42	44	44
Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	37	40	40	41
Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	37	39	39	41

## 7.6 Aantal ernstig gehinderden binnen de geluidscontouren

### 7.6.1 Methode

TNO heeft de dosis-effectrelatie (verhouding tussen geluidsimmissie en hinderpercentage) voor windturbinegeluid bepaald<sup>10</sup>. Dat wil zeggen: hoe hoeveel hinder treedt op bij verschillende geluidsniveaus. Figuur 37 toont deze relatie. De onderzoeksresultaten zijn ook gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift<sup>11</sup>. Hoewel windturbines in de afgelopen jaren groter zijn geworden is deze dosis-effectrelatie nog steeds geldig. Dit blijkt onder andere uit een recent WHO-rapport (Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018), dat zich baseert op diezelfde publicatie en komt tot dezelfde conclusies<sup>12</sup>.

**Figuur 37** Links: de relatie tussen  $L_{den}$  en het percentage gehinderden (wt\_%A) en ernstig gehinderden (wt\_%HA) binnenshuis door geluid van windturbines. De gestippelde lijnen geven de polynome benaderingen weer. Rechts: de discrete geluidswaarden en hun bijbehorende percentage ernstige hinder<sup>13</sup>.



Er zijn geen onderzoeken bekend waarin de kwantitatieve relatie tussen de hoeveelheid geluid en de hoeveelheid hinder uit het oorspronkelijke onderzoek<sup>14</sup> wordt betwist.

### 7.6.2 Berekening

Voor geluidsgevoelige objecten in de ruime omgeving van het windpark is de jaar-gemiddelde geluidbelasting op de gevel berekend. Voor alle woningen binnen de

<sup>10</sup> Janssen, Vos, & Eisses, Hinder door geluid van windturbines, 2008

<sup>11</sup> Janssen & Vos, Eisses, & Pedersen, A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources, 2011

<sup>12</sup> Daarbij moet worden opgemerkt dat het WHO-rapport een uitspraak doet over hinder buitenshuis, terwijl motivering voor de 47 dB  $L_{den}$  zich baseert op de hinderpercentages binnenshuis.

<sup>13</sup> Janssen, Vos, & Eisses, A., Hinder door geluid van windturbines, 2008

<sup>14</sup> Janssen, Vos, & Eisses, Hinder door geluid van windturbines, 2008

37 tot en met 50 dB  $L_{den}$  contouren van de verschillende varianten van alternatieven is berekend wat de jaargemiddelde geluidsbelasting als gevolg van de windturbines is.

Op basis van de dosis-effectrelatie uit Figuur 37 is te berekenen hoe groot het verwachte percentage ernstig gehinderden is binnen elk van deze objecten. Door vervolgens dit percentage te vermenigvuldigen met het (geschatte) aantal bewoners per pand krijgen wij het statistisch verwachte aantal ernstig gehinderden in elk pand. De optelling van alle panden geeft het statistisch verwachte aantal ernstig gehinderden als gevolg van Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop.

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 roze stippellijn in Figuur 37.

Wij gaan uit van het aantal inwoners en huishoudens van de gemeentes IJsselstein, Montfoort, Nieuwegein, Utrecht en Woerden om te komen tot een gemiddeld aantal bewoners per gevoelig object. In de berekening komen woningen uit de bovenstaande vijf gemeenten voor, vandaar dat de bevolkingscijfers van deze gemeenten tezamen worden gebruikt.

**Tabel 38** Demografische gegevens woningen in de vijf gemeenten, <https://allecijfers.nl/>, 2022

Gemeente	IJsselstein	Montfoort	Nieuwegein	Utrecht	Woerden	Totaal
Inwoners	33.819	13.896	63.866	359.370	52.694	523.645
Huishoudens	14.383	5.680	29.550	181.775	22.224	253.612
Inw. per h.h.	2,4	2,4	2,2	2,0	2,4	2,1

Rekenvoorbeeld:

Een woning ondervindt 45 dB  $L_{den}$  als gevolg van het windpark. Invullen de polynome functie<sup>15</sup> leidt tot een percentage ernstig gehinderden van 5,22%. Bij een verwacht aantal bewoners van 2,1 leidt dat tot 0,113 ernstig gehinderden

Onderstaande tabel toont het verwachte aantal ernstig gehinderden als gevolg van de onder- en bovengrens van het VKA (en, ter vergelijking, de MER-alternatieven).

**Tabel 39** Aantal ernstig gehinderden per MER- en voorkeursalternatief<sup>16</sup>

	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		Alternatief 5		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	On-der	Bo-ven
Ernstig gehinderden	1	4	31	54	127	190	52	91	37	79	2	26

<sup>15</sup> Hierin kiezen we om de waarden uit de polynome functie toe te passen en niet de waarden uit de tabel van Figuur 37. Uit het onderzoek komen continue waarden, waarvoor het toepassen van de polynome functie vereist is.

<sup>16</sup> Om de VKA-alternatieven te kunnen vergelijken met de MER-alternatieven is voor deze laatste groep ook berekend wat het aantal ernstig gehinderden is.

Bovenstaande tabel laat zien dat het aantal en de positionering van de windturbines een grote invloed heeft op het aantal ernstig gehinderden. Ook het onderzochte type heeft duidelijk invloed. De toepassing van een stil type kan de hinder aanzienlijk beperken.

Uit de resultaten blijkt dat de hinder in grote mate voortkomt uit de lagere dB-klassen (zie bijlagen), waar zich veel meer woningen bevinden, en nauwelijks uit de directe omgeving van de windturbines.

## 7.7 Mitigatie

Zoals Tabel 49 laat zien zijn in het geval van beide VKA-alternatieven geen woningen waar een geluidsimmissie hoger dan 45 dB  $L_{den}$  voorkomt. Hierdoor is het niet nodig om te mitigeren om aan mogelijke geluidsnormen van bijvoorbeeld 45 of 47 dB  $L_{den}$  te voldoen. Hierdoor is er dus ook geen mogelijke derving.

## 7.8 Maximale momentane geluidsbelasting

In Hoofdstuk 3 van dit akoestisch onderzoek is weergegeven wat het verschil is tussen het gemiddelde en maximale geluidsniveau nabij gevoelige objecten (paragraaf 3.3). Hier bleek geen verschil tussen de woningen en tussen de alternatieven te zitten. Voor de volledigheid is hieronder weergegeven wat het verschil is tussen het gemiddeld geluidsniveau in de nacht (zonder straffactoren) en het maximale niveau bij het VKA.

Uit berekeningen die zijn uitgevoerd blijkt dat er tussen de gevoelige objecten exact hetzelfde verschil tussen  $L_{max}$  en  $L_{night}$  voorkomt. Wel zijn er verschillen tussen de onderzochte typen. Voor de ondergrens (V162-6,8) is er een verschil van 3,0 dB (A) tussen  $L_{night}$  en  $L_{max}$ . Bij de bovengrens, waar de SG170-6.2 is onderzocht, is dit verschil 1,7 dB (A). De onderstaande tabel geeft tien toetspunten weer wat de  $L_{night}$  en  $L_{max}$  waarden zijn voor het VKA. Hier is duidelijk te zien dat het verschil bij elke woning gelijk is.

Tabel 40  $L_{night}$  en  $L_{max}$  bij de onder- en bovengrens van het VKA

MER-alternatief Adres	VKA Ondergrens			VKA Bovengrens		
	$L_{night}$	$L_{max}$	Vershil	$L_{night}$	$L_{max}$	Vershil
Heijcopperkade 2B Utrecht	36	39	3	38	40	2
Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	35	38	3	37	39	2
Heijcopperkade 1 Utrecht	35	38	3	37	39	2
Heijcopperkade 2 Utrecht	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 2 1 Utrecht	34	37	3	36	38	2
Reinesteijnseweg 12 Nieuwegein	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 8 De Meern	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 7 De Meern	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 3 De Meern	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 4 De Meern	34	37	3	36	38	2



## 7.9 Cumulatief geluid

Gelijk aan de tabellen in paragraaf 6.1.1 toont onderstaande tabel de geluidsbelasting bij de hoogst belaste woningen als het gevolg van het voorkeursalternatief, samen met bestaande geluidsbronnen. Zie paragraaf 6.1.1 voor toelichting op de kolommen.

**Tabel 41** Cumulatieve geluidsbelasting als gevolg van het voorkeursalternatief

Adres	L <sub>cum, oud</sub>	L <sub>WT</sub>		L* <sub>WT</sub>		L <sub>cum, nieuw</sub>		Toename L <sub>cum</sub>	
		VKAonder	VKAboven	VKAonder	VKAboven	VKAonder	VKAboven	VKAonder	VKAboven
Ringkade 7 Utrecht	53	40	42	46	49	54	55	1	2
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	35	38	38	42	47	48	1	2
Ringkade 4 Utrecht	53	40	42	45	49	54	54	1	1
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	35	38	38	42	47	47	1	1
Jan van der Heydenhage 2 Nieuwegein	49	36	38	39	42	49	50	0	1
Jan van der Heydenhage 4 Nieuwegein	49	36	38	39	42	49	50	0	1
Ringkade 3 A Utrecht	56	40	42	46	49	56	57	0	1
Jan van der Heydenhage 5 Nieuwegein	50	36	38	39	43	50	51	0	1
Jan van der Heydenhage 9 Nieuwegein	50	36	38	39	43	50	51	0	1
Jan van der Heydenhage 3 Nieuwegein	50	36	38	39	43	50	51	0	1

### 7.9.1 GES-scores en aantallen ernstig gehinderden in cumulatieve situatie

De tabel met de verdeling van de GES-scores wordt hieronder weergegeven met de resultaten van het VKA:

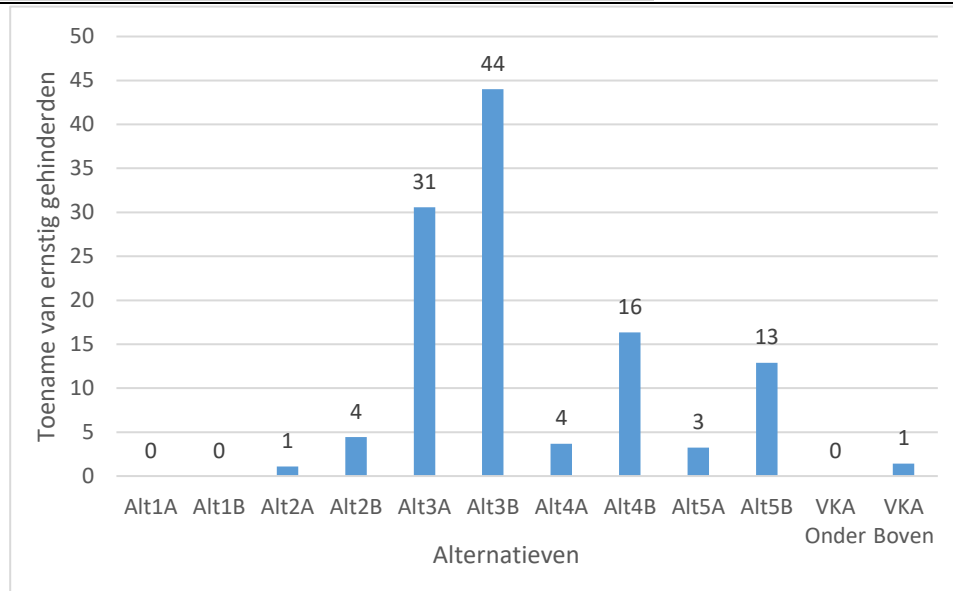
**Tabel 42** Aantallen ernstig gehinderden in cumulatieve situatie, VKA.

	Huidig	VKA Onder	VKA Boven
GES0	0	0	0
GES1	38	38	37
GES2	3400	3400	3377
GES4	2773	2773	2796
GES5	1020	1020	1021
GES6	409	409	409
GES7	27	27	27
GES8	0	0	0
Totaal	7667	7667	7667
Totale GES-score	21444	21444	21470
Toename t.o.v. huidig*	-	0	26

\* Het feit dat de toename van de GES-score kleiner is dan het verschil tussen de sommen van de GES-scores wordt veroorzaakt door het feit dat GES-score 3 niet bestaat. Voorbeeld: een woning die van score 1 naar score 4 gaat ondervindt een toename van 2 klassen.

De toename van GES-scores bij de VKA-alternatieven heeft invloed op de toename van ernstig gehinderden. Hieronder is voor elk alternatief weergegeven welke toename aan ernstig gehinderden verwacht wordt:

**Figuur 38** Beoordelingscriterium: Toename van aantal ernstig gehinderden



### 7.9.2 Bevindingen cumulatie

- Bij het voorkeursalternatief is de hoogste toename van de cumulatieve geluidsbelasting 1,5 dB. Deze toename treedt enkel op bij adres Achthoven-Oost 9 en enkel bij de bovengrens.
- Bij de ondergrens van het VKA zijn er geen woningen waar de GES-score verandert, bij de bovengrens is dit het geval bij 26 woningen. Hieronder zijn deze weergegeven:
- Bij de toevoeging van VKA Boven wordt afgerond een toename van één ernstig gehinderden verwacht.

**Tabel 43** Overzicht van alle gevoelige objecten waar de GES-score toeneemt met daarbij de toename van het cumulatieve geluidsniveau.

Adres	Huidig	GES-score		Toename dB	
		VKA onder	VKA boven	VKA onder	VKA boven
Achthoven-Oost 9 Montfoort	1	1	2	0,7	1,5
Felix Timmermanshove 20 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Felix Timmermanshove 22 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Felix Timmermanshove 24 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Felix Timmermanshove 25 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Felix Timmermanshove 26 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Felix Timmermanshove 28 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Felix Timmermanshove 30 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Felix Timmermanshove 32 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Felix Timmermanshove 33 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Felix Timmermanshove 35 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,6
Felix Timmermanshove 37 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Felix Timmermanshove 39 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Felix Timmermanshove 41 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 49 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Guido Gezellehove 57 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 55 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 53 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 59 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 61 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 63 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6

Adres	Huidig	GES-score		Toename dB	
		VKA onder	VKA boven	VKA onder	VKA boven
Guido Gezellehove 65 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Guido Gezellehove 67 Nieuwegein	2	2	4	0,3	0,6
Maurice Roelantshove 12 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,5
Maurice Roelantshove 13 Nieuwegein	2	2	4	0,2	0,6
Ringkade 2 Utrecht	4	4	5	0,3	0,6

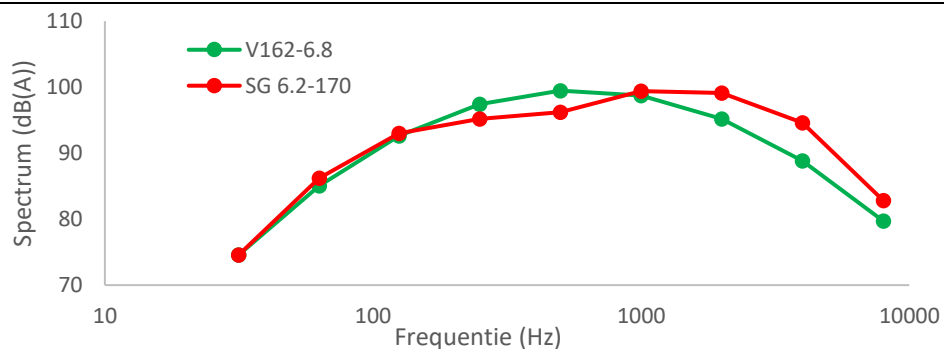
## 7.10 Laagfrequent geluid

Zoals is aangegeven in de NRD bestaat de wens bij de gemeente om extra aandacht te besteden aan het onderwerp laagfrequent geluid (LFG). Deze paragraaf geeft een beschouwing van LFG bij de VKA onder- en bovengrens. Hiervoor is bij de fabrikanten van de gekozen typen de emissie per frequentieband opgevraagd. Met deze informatie is gerekend om inzichtelijk te maken hoeveel laagfrequent geluid bij enkele maatgevende woningen optreedt. Deze waarden zijn vergeleken met de zogenaamde Vercammen-curve.

### 7.10.1 Emissie per frequentieband

Om laagfrequent geluid in kaart te brengen is het geluidsniveau per frequentie als input voor de berekeningen nodig. Deze informatie is opgevraagd bij Vestas en Siemens Gamesa voor respectievelijk de ondergrens en bovengrens van het VKA. Van de V162-6,8 MW (Vestas) is bekend welke emissie voorkomt per frequentieband. Dit is beschikbaar in de meest gedetailleerd vorm, namelijk in tertsbanden (6,3 tot en met 10000 Hz). Van de SG 6.2-170 (Siemens-Gamesa) zijn alleen de waarden van 63 Hz tot 8000 Hz in beeld. Dit is in de vorm van octaafbanden. Voor dit onderzoek naar laagfrequent geluid ontbreekt de 31,5 Hz band bij de SG 6.2-170. Om toch een realistische waarde te hebben voor de berekeningen is aangenomen dat de waarde voor deze octaafband aansluit bij de waarde bij deze band van de V162. Deze waarde ligt in het verlengde van de bestaande informatie. Hieronder is voor beide turbintypen weergegeven welke waarde bij welke octaafband voorkomt.

**Figuur 39 Geluidsemissie uitgesplitst per frequentieband (octaaf)**



Omdat van de V162 6,8MW de geluidsemissie ook in tertsvorm is geleverd is het mogelijk deze te gebruiken. Van de SG6.2-170 is deze dus niet present, maar deze

kan wel benaderd worden. Dit kan gedaan worden door de drie dezelfde tertswaarden te vinden die samen de waarde uit de bijhorende octaafband creëren. Omdat er een logaritmisch verband is bij het optellen van geluid is dit niet de waarde van de octaafband gedeeld door 3, maar het logaritmische equivalent hiervan. Hieronder is weergegeven hoe dit is gedaan voor de tertsbanden 25, 31,5 en 40 Hz, die samen de octaafband 31,5 Hz maken.

Tabel 44 Voorbeeld van het converteren van octaafwaarden naar tertswaarden

Hz	Octaafwaarde in dB	Tertswaarden in dB
25	-	69,8
31,5	74,6	→ 69,8
40	-	69,8

Het resultaat van deze omrekening is een spectrale verdeling in tertsvorm van beide typen, waar bij de SG 6.2-170 duidelijk is dat dit een benadering is. Hieronder is dit inzichtelijk gemaakt. De getrapte vorm van de lijn is een resultaat van het converteren van de octaaf- naar tertsvorm. Voor laagfrequent is deze methode worst-case, omdat de laagstfrequente tertsband steeds wordt overschat bij deze omrekening vanuit octaafbanden.

Figuur 40 Geluidsemisatie uitgesplitst per frequentieband (terts).

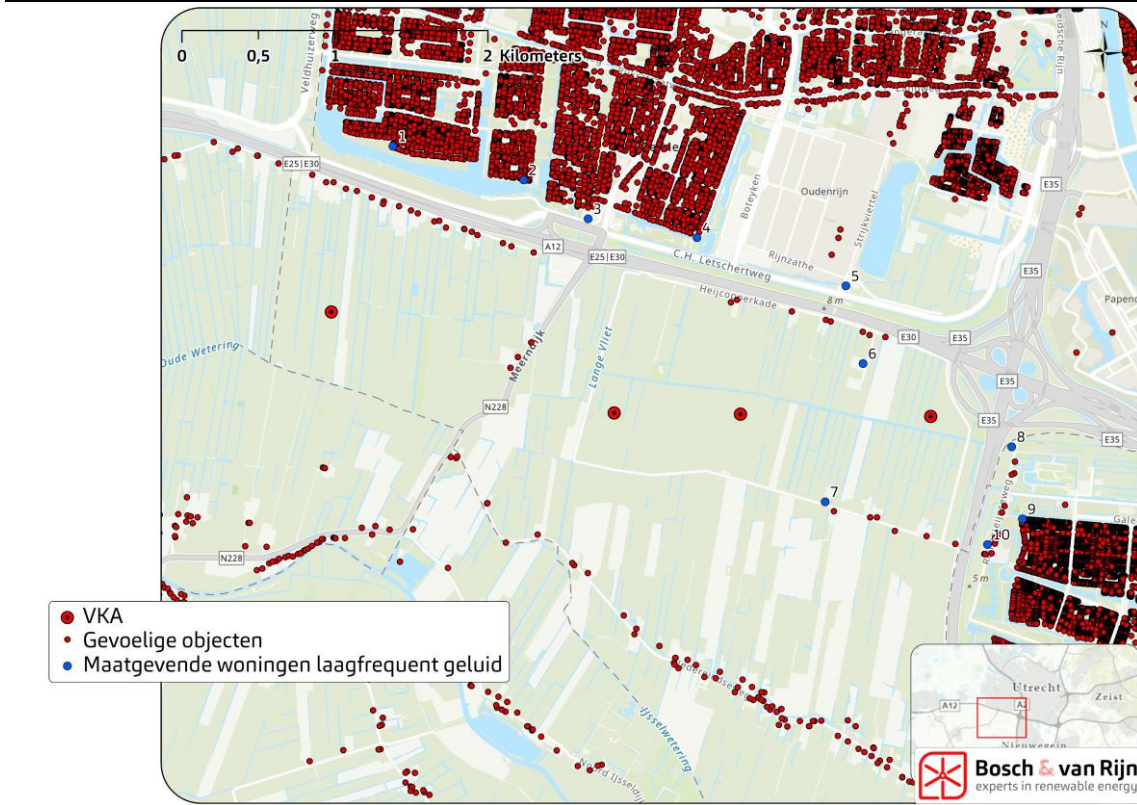


### 7.10.2 Maatgevende woningen

Om een beeld te krijgen van de hoogte van de laagfrequente geluidsbelasting in de omgeving van het windpark is een aantal maatgevende woningen geselecteerd. Alle maatgevende objecten zijn in de onderstaande figuur in het roze aangegeven.



**Figuur 41** Maatgevende woningen voor laagfrequent geluid



De maatgevende gevoelige objecten van de bovenstaande afbeelding komen overeen met de volgende adressen:

**Tabel 45** Adressen van de geselecteerde maatgevende gevoelige objecten

Nummer op kaart	Adres
1	Aardaker 4 De Meern
2	Lanariusweg 34 De Meern
3	Kloosterpark 101 De Meern
4	Meentweg 168 De Meern
5	Strijkviertel 74 Utrecht
6	Heijcopperkade 2B Utrecht
7	Ringkade 7 Utrecht
8	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein
9	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein
10	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein

### 7.10.3 Maximale laagfrequente immissie

Voor de maatgevende woningen is voor de onder- en bovengrens van het VKA in GeoMilieu berekend wat het aandeel laagfrequent geluid is. De output van het model is een tabel met een aantal dB dat per octaafband voorkomt bij de maatgevende woningen. De onderstaande tabellen laten zien hoe veel laagfrequent geluid (in 3 banden) op de gevel van de maatgevende woningen voorkomt.

**Tabel 46 Immissie per octaafband bij de maatgevende woningen, ondergrens VKA (in dB)**

Nr.	Adres	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	LFG max	Gehele immissie	Aandeel LFG
1	Aardaker 4 De Meern	9,4	19,8	20,9	<b>23,5</b>	31,5	<b>16%</b>
2	Lanuariusweg 34 De Meern	9,4	19,8	21,1	<b>23,6</b>	31,1	<b>18%</b>
3	Kloosterpark 101 De Meern	10,7	21,1	20,5	<b>24,0</b>	32,0	<b>16%</b>
4	Meentweg 168 De Meern	11,7	22,1	22,0	<b>25,3</b>	33,4	<b>16%</b>
5	Strijkviertel 74 Utrecht	12,9	23,3	24,0	<b>26,8</b>	35,1	<b>15%</b>
6	Heijcopperkade 2B Utrecht	16,3	26,7	25,5	<b>29,4</b>	38,5	<b>12%</b>
7	Ringkade 7 Utrecht	14,7	25,1	23,4	<b>27,6</b>	36,5	<b>13%</b>
8	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	14,8	25,3	26,3	<b>29,0</b>	38,0	<b>13%</b>
9	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	11,4	21,8	21,6	<b>24,9</b>	33,5	<b>14%</b>
10	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	11,4	21,8	21,7	<b>25,0</b>	33,4	<b>14%</b>

**Tabel 47 Immissie per octaafband bij de maatgevende woningen, bovengrens VKA (in dB)**

Nr.	Adres	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	LFG max	Gehele immissie	Aandeel LFG
1	Aardaker 4 De Meern	22,4	22,3	22,5	<b>27,2</b>	32,4	<b>30%</b>
2	Lanuariusweg 34 De Meern	22,6	22,5	23,0	<b>27,5</b>	32,2	<b>34%</b>
3	Kloosterpark 101 De Meern	23,8	23,7	22,3	<b>28,1</b>	33,0	<b>32%</b>
4	Meentweg 168 De Meern	24,7	24,6	23,8	<b>29,1</b>	34,4	<b>30%</b>
5	Strijkviertel 74 Utrecht	25,7	25,7	25,6	<b>30,4</b>	36,0	<b>27%</b>
6	Heijcopperkade 2B Utrecht	29,0	29,0	26,9	<b>33,2</b>	39,6	<b>23%</b>
7	Ringkade 7 Utrecht	27,5	27,4	24,9	<b>31,5</b>	37,5	<b>25%</b>
8	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	27,6	27,6	27,8	<b>32,4</b>	38,9	<b>22%</b>
9	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	24,3	24,2	23,2	<b>28,7</b>	34,5	<b>27%</b>
10	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	24,4	24,3	23,4	<b>28,8</b>	34,5	<b>27%</b>

#### 7.10.4 Vergelijking Vercammen-curve

Om iets te kunnen zeggen over de hinderlijkheid van het laagfrequente geluid van de windturbines worden de bovenstaande gegevens 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.<sup>17</sup> Onderstaande tabel laat de curves voor binnen en buiten zien.

**Tabel 48 Vercammen-curve binnen- en buitenshuis**

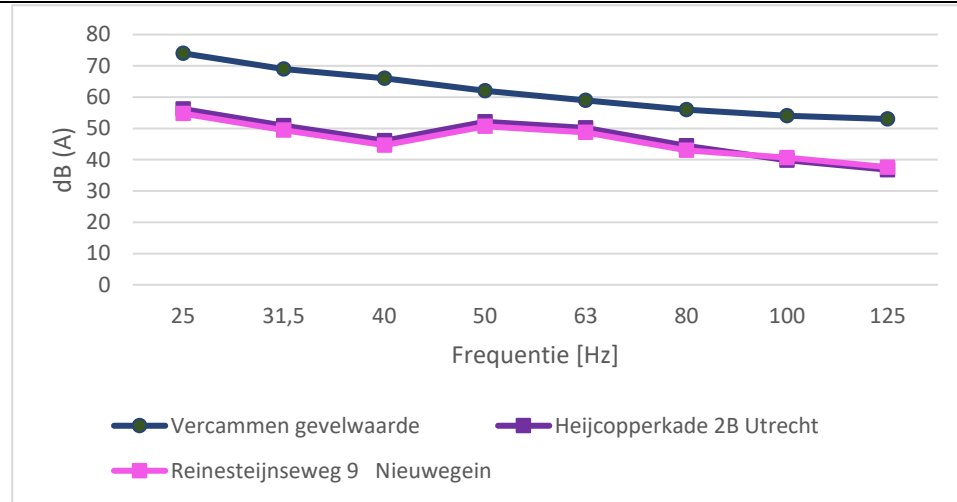
Frequentie [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	83	100	125
Vercammen binnengrenswaarde	86	82	76,7	70,5	64,7	59,4	54,6	50,2	46,2	42,5	39,1	36,1
Geluidwering standaard gevel	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17
Vercammen gevelwaarde	91	88	83,7	78,5	73,7	69,4	65,6	62,2	59,2	56,5	54,1	53,1

Omdat GeoMillieu de immissiewaarden alleen in octaafvorm presenteert, is gekozen om de bovenstaande (terts)waarden om te zetten in octaafvorm. Is voorbeeld wordt de geluidsimmissie van de 31,50 Hz band gelijkmatig verdeeld onder de 25,

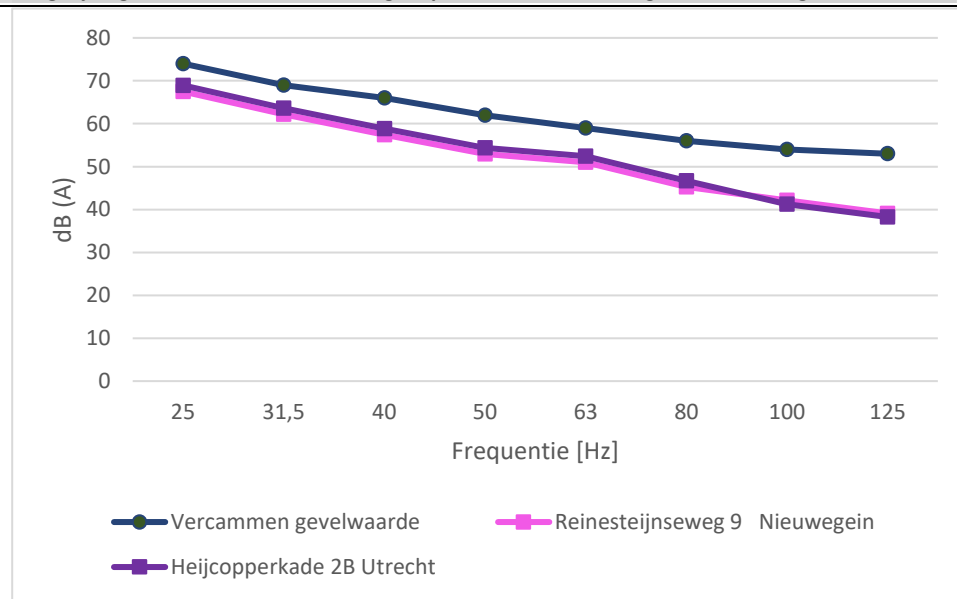
<sup>17</sup> Royal HaskoningDHV, 2017, Laagfrequent geluid in het kader van het MER HHTT

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 39) 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.

**Figuur 42** Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, VKA onder



**Figuur 43** Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, VKA boven



Bovenstaande grafieken laten zien dat de laagfrequente immissie (niet A-gewogen) bij maatgevende woningen onder de Vercammencurve ligt. Significante hinder als gevolg van laagfrequent geluid is daarmee met zekerheid uit te sluiten. Gegeven de

ligging van de maatgevende woningen en de mate waarin het geluiddrukniveau onder de Vercammen-curve blijft kunnen we ook stellen dat er geen woningen zijn waar deze alternatieven *wel* een overschrijding van de Vercammencurve veroorzaken.





# Hoofdstuk 8 Voorkeursalternatief (wind en zon)

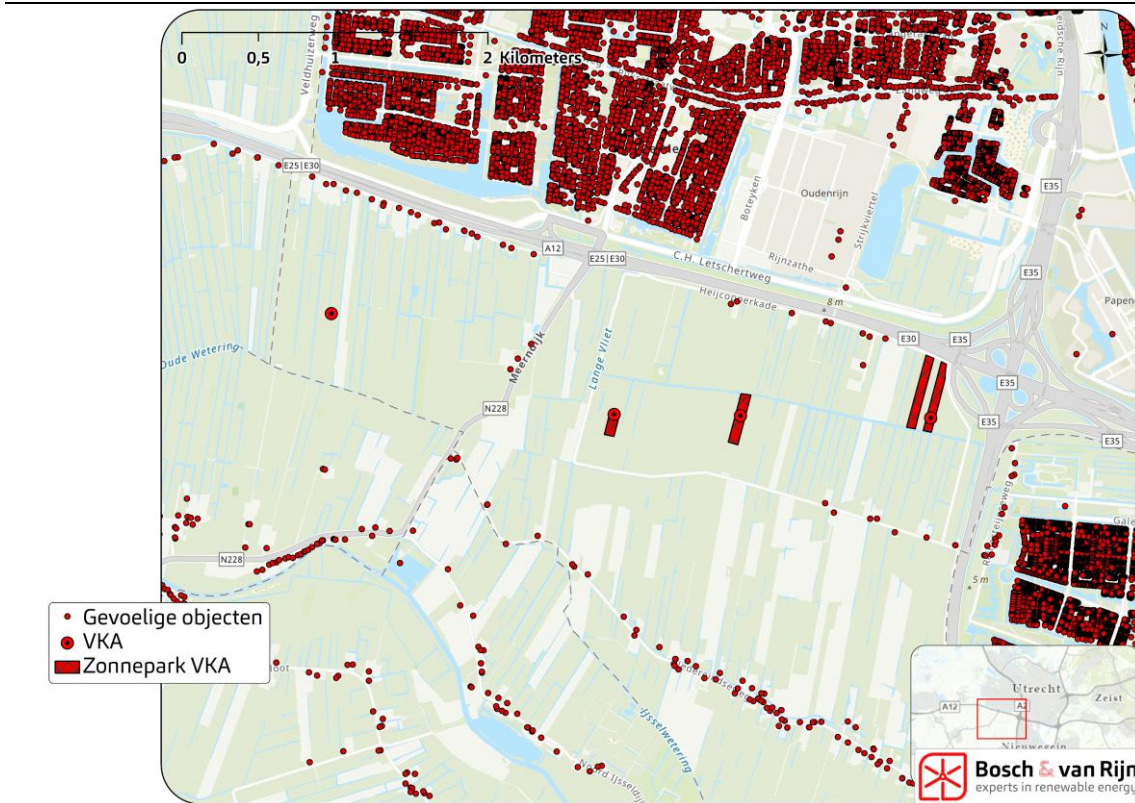


## 8.1 Inleiding VKA

Om een eerlijke vergelijking en inzicht in de milieueffecten van het VKA mogelijk te maken is het VKA met zonnevelden op dezelfde manier beoordeeld als de MER-alternatieven en het VKA zonder zonneparken.

Het VKA bestaat uit vier windturbines en 8 hectare zonneveld.

**Figuur 44** Windturbineposities en zonnevelden van het voorkeursalternatief.



In het milieueffectrapport waar dit akoestisch onderzoek een bijlage van is wordt het VKA met zonnepark beoordeeld aan de hand van de dezelfde criteria:

1. Aantal geluidgevoelige objecten (zoals woningen van derden) binnen de geluidscontouren per 1 dB-klasse, aflopend van 50 dB  $L_{den}$  tot 37 dB  $L_{den}$  (incl. eventuele toevoeging verhard oppervlak door zonnepanelen)
2. Aantal (ernstig) gehinderden binnen deze geluidscontouren
3. De benodigde mitigatie om te kunnen voldoen aan twee of drie verschillende geluidsniveaus (47 dB  $L_{den}$ , 45 dB  $L_{den}$  en een eventuele 3e niveau op verzoek van het bevoegd gezag of de initiatiefnemer)
4. Maximale geluidniveau op geluidgevoelig object met toepassing van eventuele mitigatie
5. Cumulatieve geluidbelasting met andere windturbines
6. Cumulatieve geluidbelasting met overige geluidbronnen.
7. Beschouwing laagfrequente geluidbelasting

Van de bovenstaande criteria is punt 5 overbodig. In de buurt van Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop zijn geen windturbines die bijdragen aan het cumulatieve geluid in de omgeving.

## 8.2 Beschrijving VKA

Behalve de toevoeging de zonneparken als harde bodem verandert er geen enkele parameter, zo wordt nog steeds gerekend met de Vestas V162-6.8 en de Siemens Gamesa SG 6.2-170.

## 8.3 Contouren

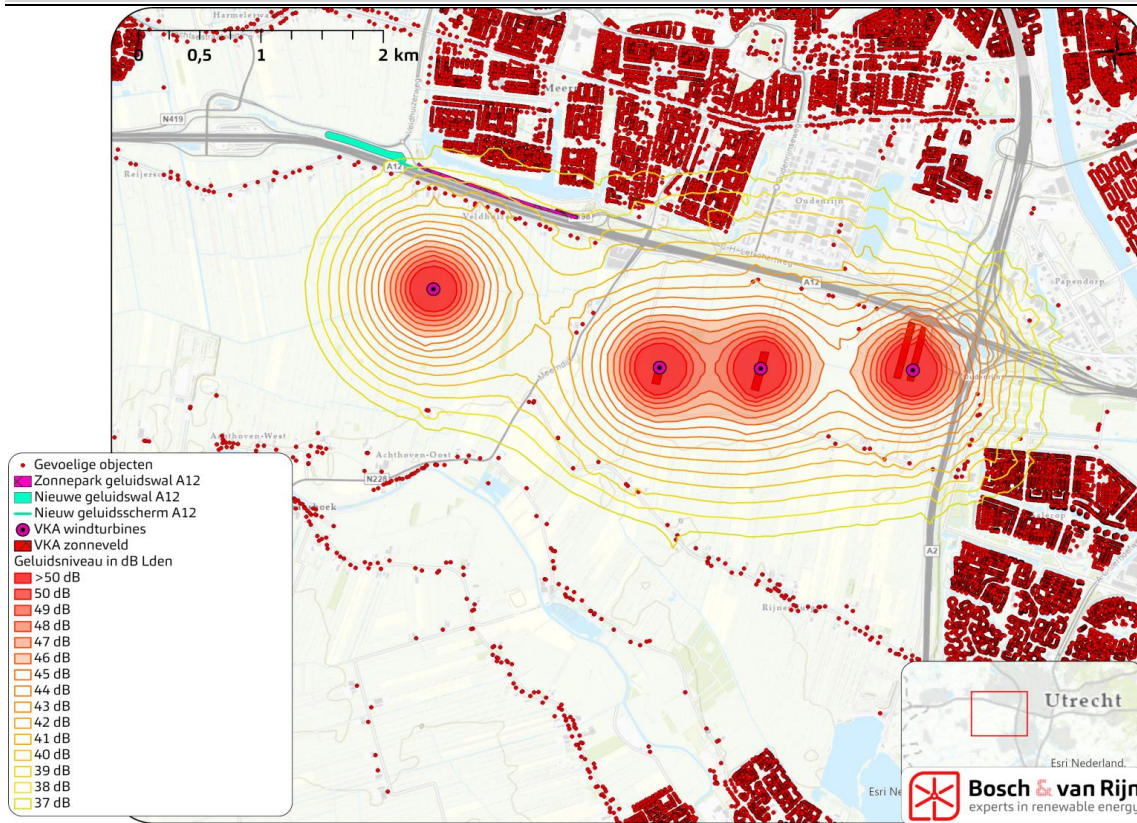
In deze paragraaf worden ter illustratie de 37 tot 50 dB  $L_{den}$ -contouren weergegeven van de onder- en bovengrens van het VKA met zonneparken. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom het windpark. Er is aangesloten bij de weergavewijze van de MER-alternatieven.

**Figuur 45**  $L_{den}$  contouren (37 t/m 50 dB  $L_{den}$ ) VKA Ondergrens met zonnepark





**Figuur 46** L<sub>den</sub> contouren (37 t/m 50 dB L<sub>den</sub>) VKA Bovengrens met zonnepark



### 8.4 Aantal geluidgevoelige objecten binnen de geluidsc contouren

De resultaten voor nabijgelegen woningen zijn samengevat in onderstaande tabel, waarbij naast het VKA ook de overige MER-alternatieven (behalve MER-alternatief 5, dat geen zonnepark kent) zijn getoond, ter vergelijking.

**Tabel 49** Aantallen gevoelige objecten per L<sub>den</sub> klasse.

L <sub>den</sub>	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	onder	boven
37	11	232	1035	1164	1411	1954	1021	1501	73	1153
38	14	10	894	1431	1167	1828	980	1192	10	457
39	15	17	101	650	943	1136	676	1054	2	153
40	1	12	13	38	761	1142	239	708	18	13
41	3	3	10	11	627	641	12	219	2	3
42	0	0	8	17	436	644	11	16	1	16
43	0	0	6	3	18	289	11	8	0	5
44	0	0	2	5	4	8	5	9	0	1
45	0	0	1	1	10	7	1	3	0	0
46	0	0	1	1	5	4	0	1	0	0
47	0	0	2	2	4	6	0	0	0	0
48	0	0	0	0	3	5	1	1	0	0
49	0	0	0	0	2	3	2	2	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
woningen L <sub>den</sub> > 50 dB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
woningen L <sub>den</sub> > 44 dB	0	0	4	4	24	25	4	7	0	0



woningen Lden > 37 dB	33	42	1038	2159	3980	5713	1938	3213	33	648
-----------------------	----	----	------	------	------	------	------	------	----	-----

Beide afbeeldingen laten zien dat de zonneparken beperkt invloed hebben op de contouren van de alternatieven. De onderstaande tabel laat het verschil zien van de bodemverandering door de zonneparken. De tabel laat het verschil zien van het aantal woningen binnen de 37, 44 en 50 dB Lden contouren tussen de alternatieven zonder en met zonneparken.

**Tabel 50** Verschil tussen aantal gevoelige objecten per Lden klasse<sup>18</sup>, met en zonder zonneparken.

Lden band in dB Lden	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	Onder	Boven
Aantal woningen met Lden > 50 dB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aantal woningen met Lden > 44 dB	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
Aantal woningen met Lden > 37 dB	1	0	22	21	98	119	40	65	0	9

## 8.5 Geluidsbelasting op de gevel

Ten behoeve van de vergunningaanvraag is van 10 maatgevende woningen de geluidsbelasting op de gevels inzichtelijk gemaakt. Bij deze berekening zijn ook de omliggende gebouwen gemodelleerd voor mogelijke geluidsreflectie. Het zogenaamde invallende geluid is berekend op een hoogte van 5 meter en op een afstand van 15 centimeter van de gevel. Het invallende geluidsniveau is het geluidsniveau dat op een gevel invalt zonder dat hierbij de eigen gevelreflectie betrokken wordt.

Tabel 51 toont de geluidbelasting op de woningen zoals berekend in paragraaf 8.3, alsook de geluidbelasting met reflectie waarbij de waarde van de hoogst belaste gevel is weergegeven. Bijlage I toont de figuren van de geluidsbelasting op de gevels van de 10 maatgevende woningen. Bijlage H bevat de inputparameters van de gemodelleerde woningen binnen 50 meter van de maatgevende woningen.

De resultaten laten zien dat door reflectie op enkele gevels er een hogere geluidsbelasting kan optreden in vergelijking met de contourberekening in paragraaf 8.3. Wat niet in het model is meegenomen zijn bijvoorbeeld bomen en struiken tussen de woning en de windturbine wat er weer voor zorgt dat de geluidsbelasting lager uitvalt. Tevens is de geluidsbelasting op verschillende hoogtes tussen 1 en 8 meter berekend. Hieruit blijkt dat het geluidsniveau het hoogst is op een hoogte tussen de 4 en 6 meter. Daarmee wordt de berekende geluidsbelasting op een hoogte van 5 meter als worst case beschouwd. Gezien de resultaten op de gevel van de maatgevende woningen en de ligging van de woningen wordt in geen geval de norm van 45 dB Lden op de gevel overschreden.

<sup>18</sup> Alternatief 5 kent geen zonnepark, dus hier is geen effect van de zonneparken meetbaar.

**Tabel 51 Geluidsbelasting van de maatgevende gevoelige objecten in dB Lden**

Adres	VKA onder	Hoogst belaste gevel VKA onder	VKA boven	Hoogste belaste gevel VKA boven
Aardaker 4 De Meern	35	36	37	39
Lanuarusweg 34 De Meern	34	34	37	37
Kloosterpark 101 De Meern	35	35	38	38
Meentweg 168 De Meern	37	37	39	39
Strijkviertel 74 Utrecht	38	38	41	41
Heijcopperkade 2B Utrecht	42	43	44	45
Ringkade 7 Utrecht	40	40	42	42
Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	41	42	44	44
Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	37	40	40	41
Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	37	39	39	41

## 8.6 Aantal ernstig gehinderden binnen de geluidscontouren

Voor de VKA-alternatieven met zonneparken is ook in kaart gebracht in hoeverre omwonenden mogelijk ernstig gehinderd worden. Hierbij wordt aangesloten bij de methode omschreven in 7.6.1.

Onderstaande tabel toont het verwachte aantal ernstig gehinderden als gevolg van de onder- en bovengrens van het VKA met zonnepark (en, ter vergelijking, de MER-alternatieven).

**Tabel 52 Toename aantal ernstig gehinderden (EH) per MER- en voorkeursalternatief<sup>19</sup> als gevolg van de toevoeging van de zonneparken**

	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	Onder	Boven
Toename EH	0	0	0	1	4	5	1	2	0	0

Bovenstaande tabel laat zien dat de toename van het aantal ernstig gehinderden vooral gekoppeld is aan het aantal bij de alternatieven zonder zonneparken en de logischerwijs aan de grootte en ligging van de zonneparken.

## 8.7 Mitigatie

Net als bij VKA-alternatieven zonder zonneparken zijn er geen woningen waar een geluidsimmissie hoger dan 45 dB L<sub>den</sub> voorkomt. Hierdoor is het niet nodig om te mitigeren om aan mogelijke geluidsnormen van bijvoorbeeld 45 of 47 dB L<sub>den</sub> te voldoen. Hierdoor is er dus ook geen mogelijke derving.

<sup>19</sup> Om de VKA-alternatieven te kunnen vergelijken met de MER-alternatieven is voor deze laatste groep ook berekend wat het aantal ernstig gehinderden is.

## 8.8 Maximale momentane geluidsbelasting

In Hoofdstuk 3 van dit akoestisch onderzoek is weergegeven wat het verschil is tussen het gemiddelde en maximale geluidsniveau nabij gevoelige objecten (paragraaf 3.3). Hier bleek geen verschil tussen de woningen en tussen de alternatieven te zitten. Voor de volledigheid is hieronder nogmaals weergegeven wat het verschil is tussen het gemiddeld geluidsniveau in de nacht (zonder straffactoren) en het maximale niveau bij het VKA, nu met zonneparken.

Uit berekeningen die zijn uitgevoerd blijkt dat er tussen de gevoelige objecten exact hetzelfde verschil tussen  $L_{max}$  en  $L_{night}$  voorkomt. Wel zijn er verschillen tussen de onderzochte typen. Voor de ondergrens (V162-6,8) is er een verschil van 3,0 dB (A) tussen  $L_{night}$  en  $L_{max}$ . Bij de bovengrens, waar de SG170-6.2 is onderzocht, is dit verschil 1,7 dB (A). De onderstaande tabel geeft tien toetspunten weer wat de  $L_{night}$  en  $L_{max}$  waarden zijn voor het VKA. Hier is duidelijk te zien dat het verschil bij elke woning gelijk is. De verschillen tussen  $L_{night}$  en  $L_{max}$  bij de voorkeursalternatieven zonder en met zonneparken zijn minimaal en hebben geen impact op het verschil tussen de twee geluidsmaten.

**Tabel 53 Maximale momentane geluidsbelasting ( $L_{max}$ ) vs. gemiddelde geluidsbelasting in de nacht ( $L_{night}$ )**

MER-alternatief Adres	VKA Ondergrens			VKA Bovengrens		
	$L_{night}$	$L_{max}$	Vershil	$L_{night}$	$L_{max}$	Vershil
Heijcopperkade 2B Utrecht	36	39	3	38	40	2
Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	35	38	3	37	39	2
Heijcopperkade 1 Utrecht	35	38	3	37	39	2
Heijcopperkade 2 Utrecht	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 2 1 Utrecht	34	37	3	36	38	2
Reinesteijnseweg 12 Nieuwegein	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 8 De Meern	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 7 De Meern	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 3 De Meern	34	37	3	36	38	2
Heijcopperkade 4 De Meern	34	37	3	36	38	2

## 8.9 Cumulatief geluid

Gelijk aan de tabellen in paragraaf 6.1.1 en paragraaf 7.9 toont onderstaande tabel de geluidsbelasting bij de hoogst belaste woningen a.g.v. het voorkeursalternatief, samen met bestaande geluidsbronnen. Zie paragraaf 6.1.1 voor toelichting op de kolommen.

**Tabel 54 Cumulatieve geluidsbelasting als gevolg van het voorkeursalternatief**

Adres	$L_{cum,oud}$	$L_{WT}$		$L^*_{WT}$		$L_{cum,nieuw}$		Toename $L_{cum}$	
		VKAonder	VKAboven	VKAonder	VKAboven	VKAonder	VKAboven	VKAonder	VKAboven
Ringkade 7 Utrecht	53	40	42	46	50	54	55	1	2
Achthoven-Oost 9 Montfoort	46	35	38	38	42	47	48	1	2
Achthoven-Oost 11 Montfoort	46	35	38	38	42	47	47	1	1

Ringkade 4 Utrecht	53	40	42	45	49	54	54	1	1
Jan van der Heydenhage 2 Nieuwegein	49	36	38	39	42	49	50	0	1
Ringkade 3A Utrecht	56	40	42	46	49	56	57	0	1
Jan van der Heydenhage 4 Nieuwegein	49	36	38	39	42	49	50	0	1
Jan van der Heydenhage 5 Nieuwegein	50	36	38	39	43	50	51	0	1
Ringkade 5 Utrecht	56	40	42	45	49	56	57	0	1
Ringkade 5A Utrecht	56	40	42	45	49	56	57	0	1

Hieronder is toegelicht in hoeverre de toevoeging van de zonneparken impact heeft op het cumulatieve geluidsniveau na toevoeging van windturbines en de zonneparken.

### 8.9.1 GES-scores en aantallen ernstig gehinderden in cumulatieve situatie

De tabel met de verdeling van de GES-scores wordt hieronder weergegeven met de resultaten van het VKA:

**Tabel 55 Aantal woningen per GES-score, VKA**

	Huidig	VKA Onder	VKA Boven
GES0	0	0	0
GES1	38	38	37
GES2	3400	3400	3377
GES4	2773	2773	2796
GES5	1020	1020	1020
GES6	409	409	410
GES7	27	27	27
GES8	0	0	0
Totaal	7667	7667	7667
Totale GES-score	21444	21444	21471
Toename t.o.v. huidig*	-	0	27

\* Het feit dat de toename van de GES-score kleiner is dan het verschil tussen de sommen van de GES-scores wordt veroorzaakt door het feit dat GES-score 3 niet bestaat. Voorbeeld: een woning die van score 1 naar score 4 gaat ondervindt een toename van 2 klassen.

Het verschil in toename tussen de VKA alternatieven met en zonder zonneparken:

	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	Onder	Boven
Toename GES wind	0	0	24	91	529	771	75	316	0	26
Toename GES wind en zon	0	0	24	93	544	788	80	331	0	27
Verskil	0	0	0	2	15	17	5	15	0	1

De toename van GES-scores bij de VKA-alternatieven kan ook een toename van ernstig gehinderden betekenen, deels door de zonneparken. Hieronder is voor elk alternatief weergegeven welke toename aan ernstig gehinderden toegewezen kan worden door de toevoeging van zonneparken:



**Tabel 56 Beoordelingscriterium: Toename van aantal ernstig gehinderden (EH) door zonneparken**

	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		VKA	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	Onder	Boven
Toename EH wind	0	0	1	4	31	44	4	16	0	1
Toename EH wind en zon	0	0	1	5	32	45	4	17	0	2
Vershil	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0

### 8.9.2 Bevindingen cumulatie

Uit de analyse blijkt dat het zonnepark nauwelijks effect heeft op de geluidsniveaus van het VKA bij individuele woningen. Er is één woning extra die naar een volgende GES-score stijgt. Het grootste verschil in cumulatief geluid bij een woning door de zonneparken is 0,06 dB.

## 8.10 Laagfrequent geluid

Ook voor het subthema laagfrequent geluid is de impact van de zonneparken in kaart gebracht. Om tot de laagfrequente immissies te komen is dezelfde methodiek toegepast als uitgelegd in 8.10.

### 8.10.1 Maximale laagfrequente immissie

Voor de maatgevende woningen is voor de onder- en bovengrens van het VKA in GeoMilieu berekend wat het aandeel laagfrequent geluid is. De output van het model is een tabel met een aantal dB dat per octaafband voorkomt bij de maatgevende woningen. De onderstaande tabellen laten zien hoe veel laagfrequent geluid (in 3 banden) op de gevel van de maatgevende woningen voorkomt.

**Tabel 57 Immissie per octaafband bij de maatgevende woningen, ondergrens VKA (in dB)**

Nr.	Adres	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	LFG max	Gehele immissie	Aandeel LFG
1	Aardaker 4 De Meern	9,4	19,8	20,9	<b>23,5</b>	31,5	<b>16%</b>
2	Lanuariusweg 34 De Meern	9,4	19,8	21,1	<b>23,6</b>	31,1	<b>18%</b>
3	Kloosterpark 101 De Meern	10,7	21,1	20,5	<b>24,0</b>	32,0	<b>16%</b>
4	Meentweg 168 De Meern	11,7	22,1	22,1	<b>25,3</b>	33,4	<b>15%</b>
5	Strijkviertel 74 Utrecht	12,9	23,3	24,1	<b>26,9</b>	35,2	<b>15%</b>
6	Heijcopperkade 2B Utrecht	16,3	26,7	25,6	<b>29,4</b>	38,6	<b>12%</b>
7	Ringkade 7 Utrecht	14,7	25,1	23,5	<b>27,6</b>	36,5	<b>13%</b>
8	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	14,8	25,3	26,3	<b>29,0</b>	38,0	<b>13%</b>
9	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	11,4	21,8	21,6	<b>24,9</b>	33,5	<b>14%</b>
10	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	11,4	21,8	21,7	<b>25,0</b>	33,5	<b>14%</b>

**Tabel 58 Immissie per octaafband bij de maatgevende woningen, bovengrens VKA (in dB)**

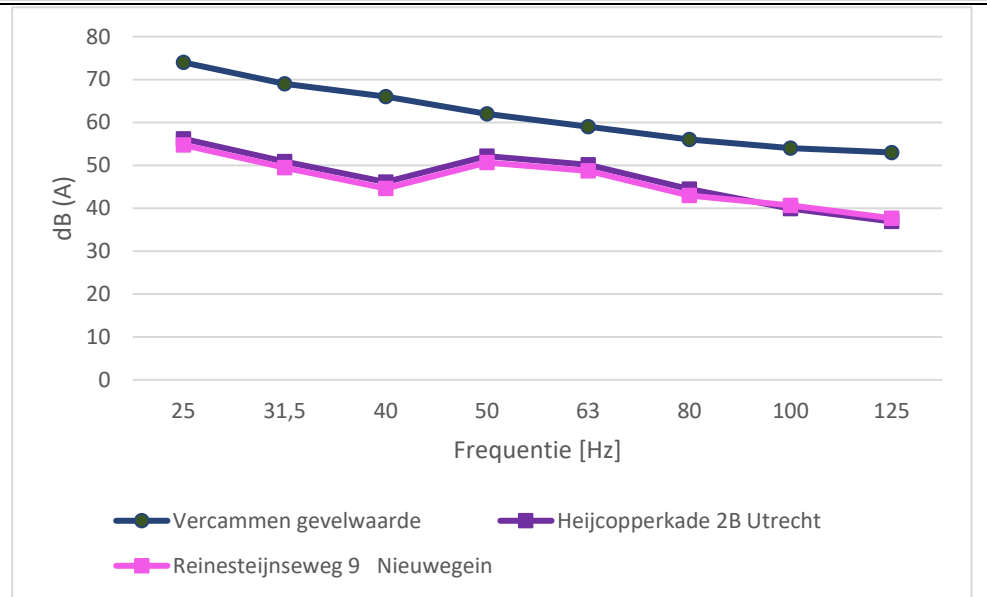
Nr.	Adres	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	LFG max	Gehele immissie	Aandeel LFG
1	Aardaker 4 De Meern	22,4	22,3	22,5	<b>27,2</b>	32,4	<b>30%</b>
2	Lanuariusweg 34 De Meern	22,6	22,5	23,0	<b>27,5</b>	32,2	<b>34%</b>
3	Kloosterpark 101 De Meern	23,8	23,7	22,3	<b>28,1</b>	33,0	<b>32%</b>

4	Meentweg 168 De Meern	24,7	24,6	23,8	<b>29,1</b>	34,4	<b>30%</b>
5	Strijkviertel 74 Utrecht	25,7	25,7	25,6	<b>30,4</b>	36,0	<b>28%</b>
6	Heijcopperkade 2B Utrecht	29,0	29,0	27,0	<b>33,2</b>	39,6	<b>23%</b>
7	Ringkade 7 Utrecht	27,5	27,4	25,0	<b>31,5</b>	37,5	<b>26%</b>
8	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	27,6	27,6	27,8	<b>32,4</b>	38,9	<b>22%</b>
9	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	24,3	24,2	23,2	<b>28,7</b>	34,5	<b>27%</b>
10	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	24,4	24,3	23,4	<b>28,8</b>	34,5	<b>27%</b>

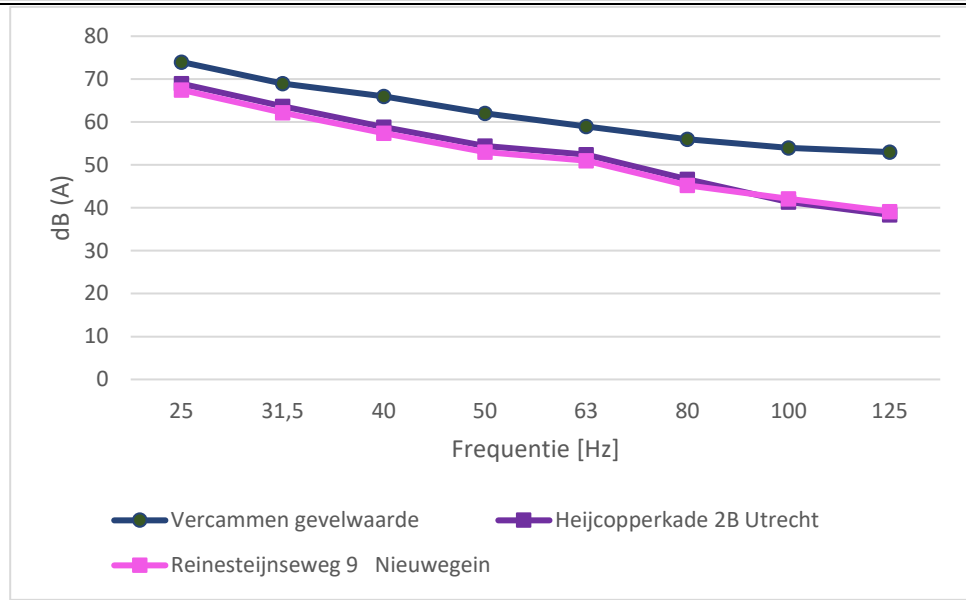
### 8.10.2 Vergelijking Vercammen-curve

Ook het laagfrequente geluid van de voorkeursalternatieven met zonneparken kan vergeleken worden met de Vercammen-curve. Vanwege de minimale verschillen lijkt de grafiek nagenoeg hetzelfde te lopen als bij de alternatieven zonder zonneparken.

**Figuur 47** Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, VKA onder met zonnepark



**Figuur 48**      **Vergelijking Vercammen-curve en laagfrequente immissie maatgevende woningen, VKA boven met zonnepark**



Bovenstaande grafieken laten zien dat de laagfrequente immissie (niet A-gewogen) bij maatgevende woningen ook met zonneparken onder de Vercammencurve ligt. Significante hinder als gevolg van laagfrequent geluid is daarmee met zekerheid uit te sluiten. Het effect van de zonneparken is minimaal.

## Hoofdstuk 9 Conclusie





## 9.1 Conclusie MER

In dit onderzoek zijn t.b.v. een ProjectMER vijf alternatieven met elk twee varianten onderzocht. Tevens is onderzocht in hoeverre de toevoeging van zonneparken aan de alternatieven impact heeft op de geluidssituatie. De geluidsimmissie vanwege de windturbines (met en zonder zonneparken) ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen is getoetst aan meerdere beoordelingscriteria. De voorname van de criteria is het aantal woningen per  $L_{den}$  contour. Ook het aantal ernstig gehinderden per contour is inzichtelijk gemaakt:

**Tabel 59** Samenvatting milieueffecten geluid (alleen wind) MER-alternatieven bij omliggende woningen.

$L_{den}$ Klasse	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		Alternatief 5	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
37	8	213	1058	1101	1425	1962	994	1466	975	1665
38	16	9	879	1403	1122	1777	958	1170	1235	1009
39	13	22	94	662	976	1117	658	1039	96	1584
40	3	8	13	34	751	1154	241	702	8	148
41	0	3	11	10	626	628	13	199	21	10
42	0	0	7	17	369	637	8	15	19	21
43	0	0	6	4	10	249	13	8	2	16
44	0	0	2	4	6	7	3	9	0	1
45	0	0	2	1	8	8	1	3	1	0
46	0	0	1	2	5	4	0	0	3	3
47	0	0	1	1	4	5	0	0	0	1
48	0	0	0	0	5	7	1	1	1	0
49	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal aantal woningen</b>	<b>40</b>	<b>255</b>	<b>2074</b>	<b>3239</b>	<b>5307</b>	<b>7556</b>	<b>2892</b>	<b>4614</b>	<b>2362</b>	<b>4460</b>
<b>Aantal woningen met <math>L_{den} &gt; 50</math> dB</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Aantal woningen met <math>L_{den} &gt; 44</math> dB</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Aantal woningen met <math>L_{den} &gt; 37</math> dB</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>1016</b>	<b>2138</b>	<b>3882</b>	<b>5594</b>	<b>1898</b>	<b>3148</b>	<b>1387</b>	<b>2795</b>
<b>Aantal ernstig gehinderden (statistische verwachting)</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>31</b>	<b>54</b>	<b>127</b>	<b>190</b>	<b>52</b>	<b>91</b>	<b>37</b>	<b>79</b>

Qua cumulatief geluid blijkt het effect van Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop beperkt te zijn. Er zijn een drietal woningen waar meer dan 5dB  $L_{den}$  wordt toegevoegd, ook zijn er twee woningen waar de GES-score stijgt van een 5 naar 6 (onvoldoende). Volgens de berekeningen ontvangt het merendeel van de 7667 woningen bij alle alternatieven minder dan 1 dB extra geluid. Afhankelijk van het alternatief worden er geen tot 44 ernstig gehinderden aan de huidige situatie toegevoegd.

De toevoeging van zonneparken heeft beperkt invloed. Geluidscontouren kunnen verder reiken door de toegevoegde harde bodems. Onderstaande tabel geeft aan

welke toenames verwacht worden door de verschillende zonneparken die deel zijn van de alternatieven.

**Tabel 60 MER-alternatieven: Verschil tussen enkele criteria door de toevoeging van zonneparken als harde bodem\***

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Aantal woningen met Lden > 50 dB	0	0	0	0	0	0	0	0
Aantal woningen met Lden > 44 dB	0	0	0	2	0	0	1	0
Aantal woningen met Lden > 37 dB	0	22	21	98	119	40	65	1
Stijging aantal GES-klassen door zonneparken	0	0	2	15	17	5	15	0
% stijging GES-klassen door zonneparken	0%	0%	0,01%	0,07%	0,08%	0,02%	0,07%	0%
Toename aantal ernstig gehinderden	0	0	0	0	1	1	0	1

\*MER-alternatief 5 kent geen zonneparken en is daarmee niet beschouwd.

## 9.2 Conclusie voorkeursalternatief

Naar aanleiding van de MER-onderzoeken is een voorkeursalternatief (VKA) van 4 windturbines geselecteerd met een bandbreedte voor de rotordiameter (150-180m) en de ashoogte (140-180m). Hierbij is een bandbreedte in de jaargemiddelde bronsterkte beschouwd van 101,3 tot 103,8 dB (LE). Hiertoe zijn berekeningen uitgevoerd met Vestas V162-6.8 en Siemens Gamesa SG6.2-170.

De geluidsimmissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen is getoetst aan een zestal beoordelingscriteria (zie 7.1). De onderstaande tabel laat de resultaten zien voor het aantal woningen en het aantal ernstig gehinderden per L<sub>den</sub> contour:

**Tabel 61 Samenvatting beoordelingscriteria 1 en 2, VKA-alternatieven.**

L <sub>den</sub> Klasse	VKA Onder	VKA Boven
37	60	1140
38	10	456
39	3	146
40	17	12
41	2	4
42	1	16
43	0	4
44	0	1
45	0	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
>50	0	0
<b>Totaal aantal woningen</b>	<b>93</b>	<b>1779</b>
<b>Aantal woningen met Lden &gt;50 dB</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Aantal woningen met Lden &gt;44 dB</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Aantal woningen met Lden &gt;37 dB</b>	<b>33</b>	<b>639</b>

<b>Aantal ernstig gehinderden (statistische verwachting)</b>	<b>2</b>	<b>26</b>
--	----------	-----------

Omdat uit de contouren van beide alternatieven blijkt dat er geen gevoelige objecten zijn die 45 dB  $L_{den}$  of meer ontvangen<sup>20</sup>, is er geen mitigatie benodigd.

Ook is er gekeken naar het verschil tussen gemiddelde en maximale immissie. Hieruit blijkt dat dit verschil bij alle woningen per alternatief gelijk is. Hierdoor is deze informatie niet onderscheidend.

Qua cumulatief geluid blijkt het effect van het VKA van Energielandschap Rijnenburg & Reijerscop minimaal te zijn. Er zijn geen woningen waar meer dan 5dB  $L_{den}$  wordt toegevoegd, wel is er één woning waar de GES-score stijgt van een 5 naar 6 (onvoldoende). Verwacht is dat er een maximale toename is van twee ernstig gehinderden. Volgens de berekeningen ontvangt het merendeel van de 7667 woningen bij alle alternatieven minder dan 1 dB extra geluid.

Uit de berekeningen die zijn gedaan om het laagfrequente geluid van de alternatieven inzichtelijk te maken blijkt dat significante hinder als gevolg van laagfrequent geluid met zekerheid uit te sluiten is. De laagfrequente immissie bij maatgevende woningen ligt ver onder de Vercammencurve en is daardoor niet hinderlijk.

Bovenstaande berekeningen zijn ook uitgevoerd voor de VKA-alternatieven met zonneparken. De extra verharde bodem heeft een beperkt effect. Hieronder is weergegeven welke toenames verwacht worden als gevolg van deze extra harde bodem.

**Tabel 62** VKA-alternatieven: Verschil tussen enkele criteria door de toevoeging van zonneparken als harde bodem\*

	VKA Onder	VKA Boven
Aantal woningen met $L_{den} > 50$ dB	0	0
Aantal woningen met $L_{den} > 44$ dB	0	0
Aantal woningen met $L_{den} > 37$ dB	0	9
Stijging aantal GES-klassen door zonneparken	0	1
% stijging GES-klassen door zonneparken	0%	0%
Toename aantal ernstig gehinderden	0	0

<sup>20</sup> Ook bij beschouwing van de geluidbelasting op gevels met reflectie.

# Hoofdstuk 10 Bijlagen





# Bijlage A Overzicht windturbinegegevens

## A.1 Algemene kenmerken

Tabel 63 Gegevens windturbines MER en VKA t.b.v. akoestisch onderzoek

Variant	Type	Ashoogte	Rotordiameter	LW,max	L <sub>E</sub>
A	Nordex N149 4.5	125,5	149	106,1	102,5
B	Siemens Gamesa SG 6.0-170	180	170	105,5	103,4
Onder	Vestas V162 6.8	140	162	104	101,9
Boven	Siemens Gamesa SG 6.2-170	180	170	106	103.8

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.

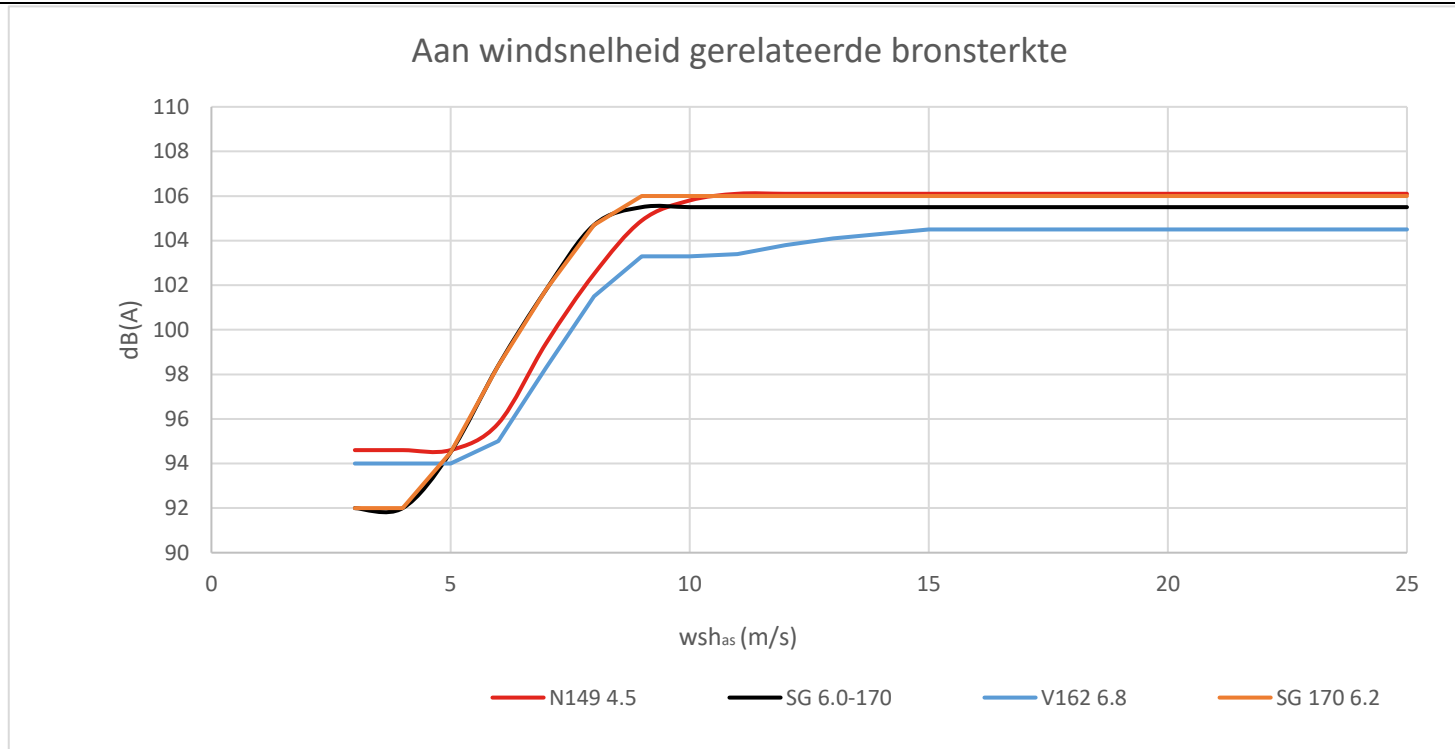
Tabel 64 Bronnen geluidsspecificaties t.b.v. akoestisch onderzoek

Type	Bron
Nordex N149 4.5	Document: f008_270_A13_EN Bron: Nordex
SG 6.0-170	Document: SGRE ON TE PD5X LAC ROP-40-0000-001ABAB-02 Bron: Siemens Gamesa
V162 6.8	Document: 0114-3788_V02 - Performance Specification V162-6.8 MW Bron: Vestas
SG 6.2-170	Document: D2311680-001 Preliminary Standard Acoustic Emission, SG 6.0-170, Rev. 0, M1-M7, IEC Ed3 (0000-001ABAB-02) Bron: Siemens Gamesa

## A.2 Bronsterkte L<sub>w</sub>

Onderstaande figuur geeft aan hoeveel geluid de in dit rapport beschouwde windturbines produceren bij elke windsnelheid.

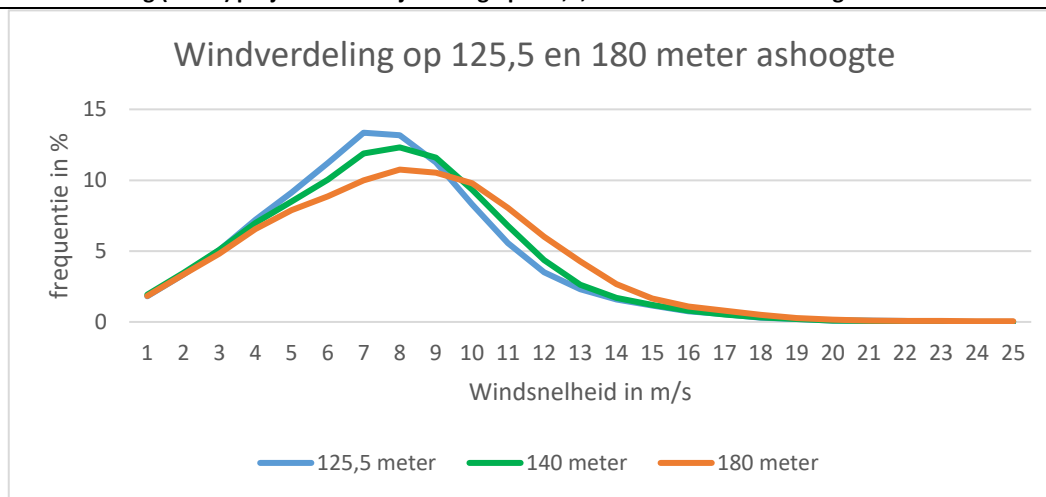
**Figuur 49** Geluidscurves van de alternatieven



## Bijlage B Windaanbod

Op basis van KNMI-gegevens voor ashoogten 125,5, 140 en 180 meter is het windaanbod op de locatie gegeven.

Tabel 65 Windverdeling (KNMI) projectlocatie Rijnenburg op 125,5, 140 en 180 meter ashoogte.



Tabel 66 Windsnelheidsgegevens zijn afgeleid van de meest zuidwestelijke windturbinelocatie. Dit is de locatie met de hoogste windsnelheid en dus de grootste geluidsproductie.

Alternatief	X-coördinaat	Y-coördinaat
1	128.818	453.500
2	128.818	453.500
3	128.818	453.500
4	128.818	453.500
5	128.818	453.500

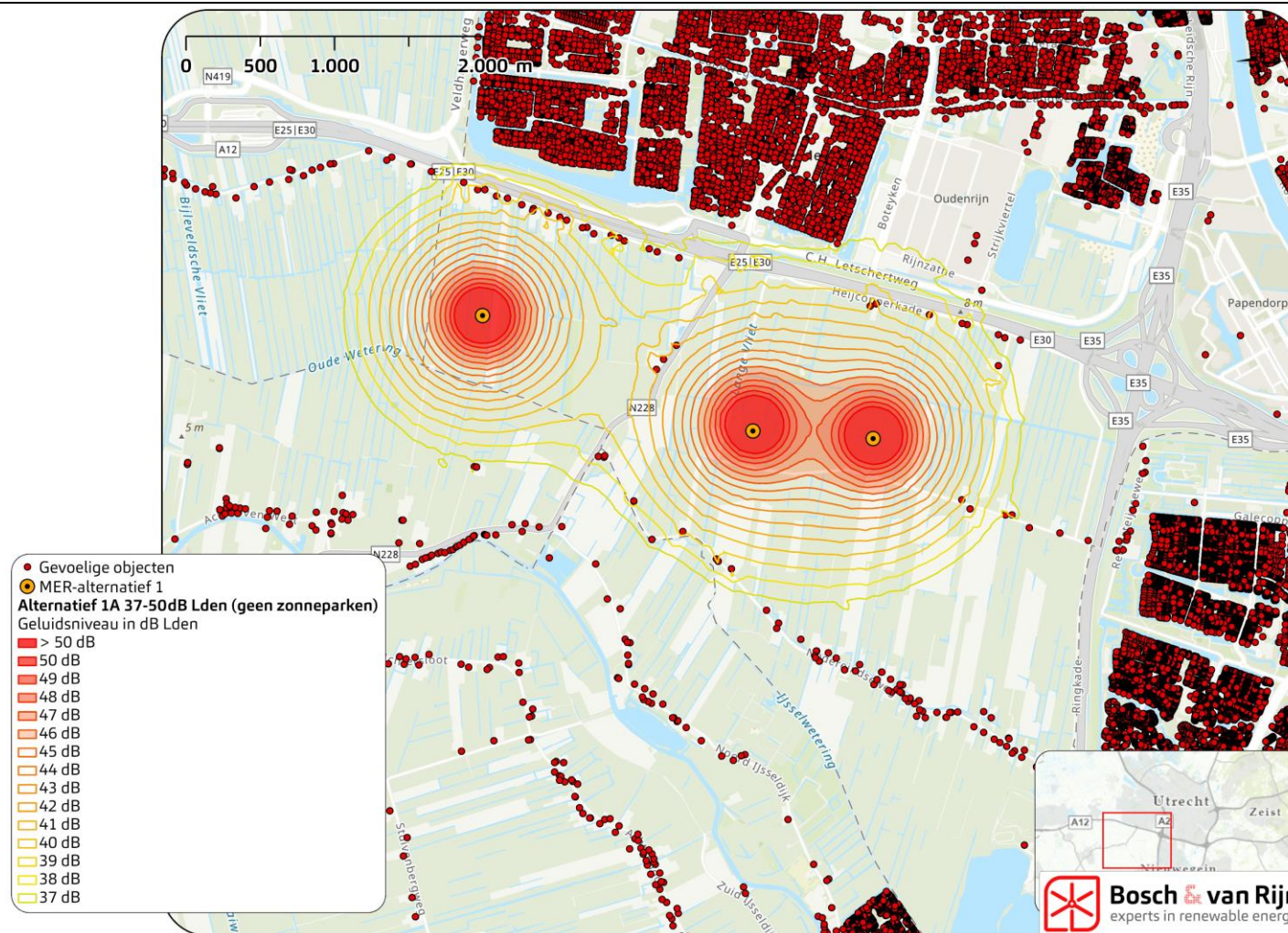
## Bijlage C Geluidscontouren

---

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



**C.1 Contouren MER-alternatieven zonder zonneparken**  
**Alternatief 1A**





Alternatief 1B



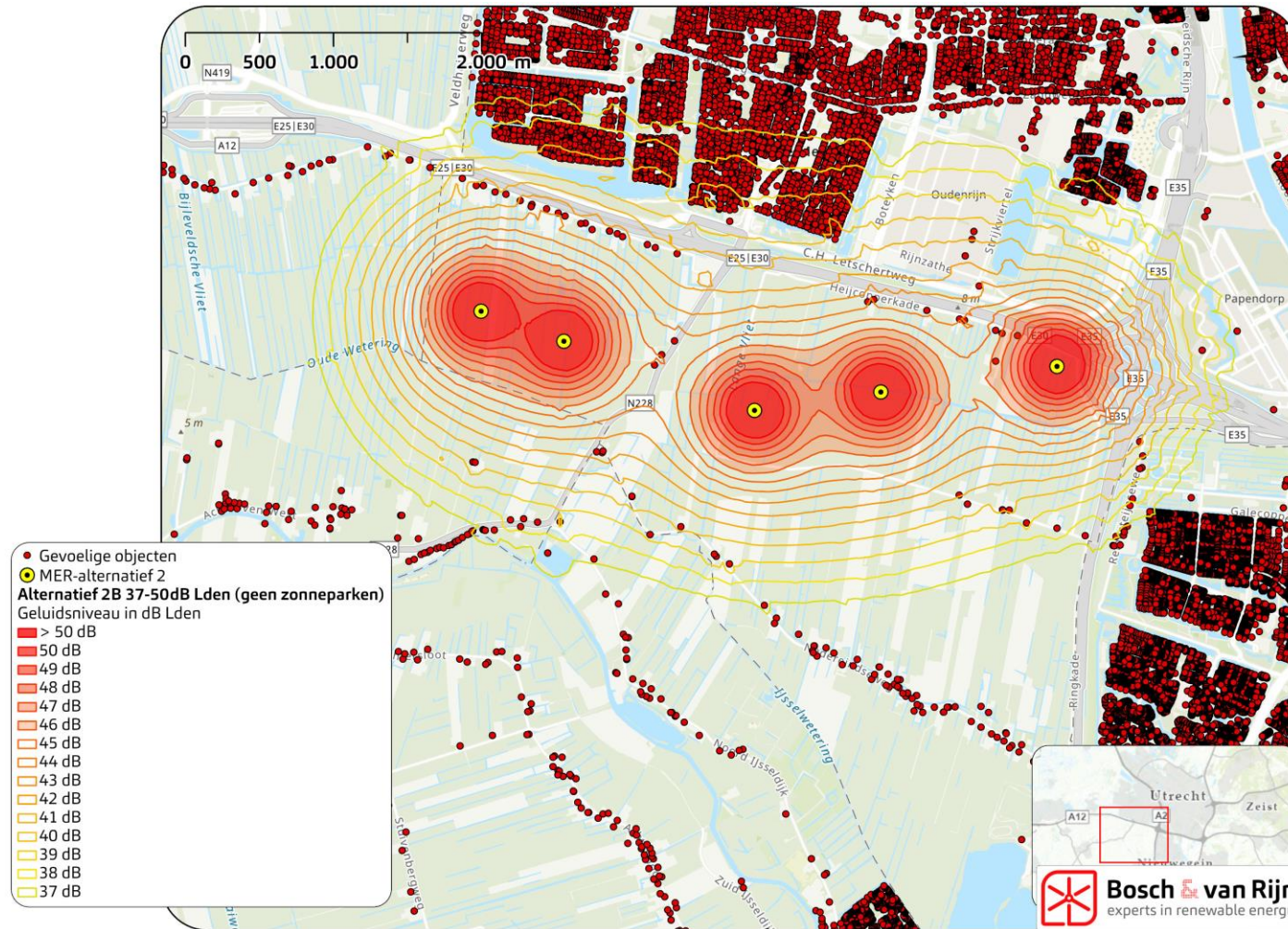


Alternatief 2A



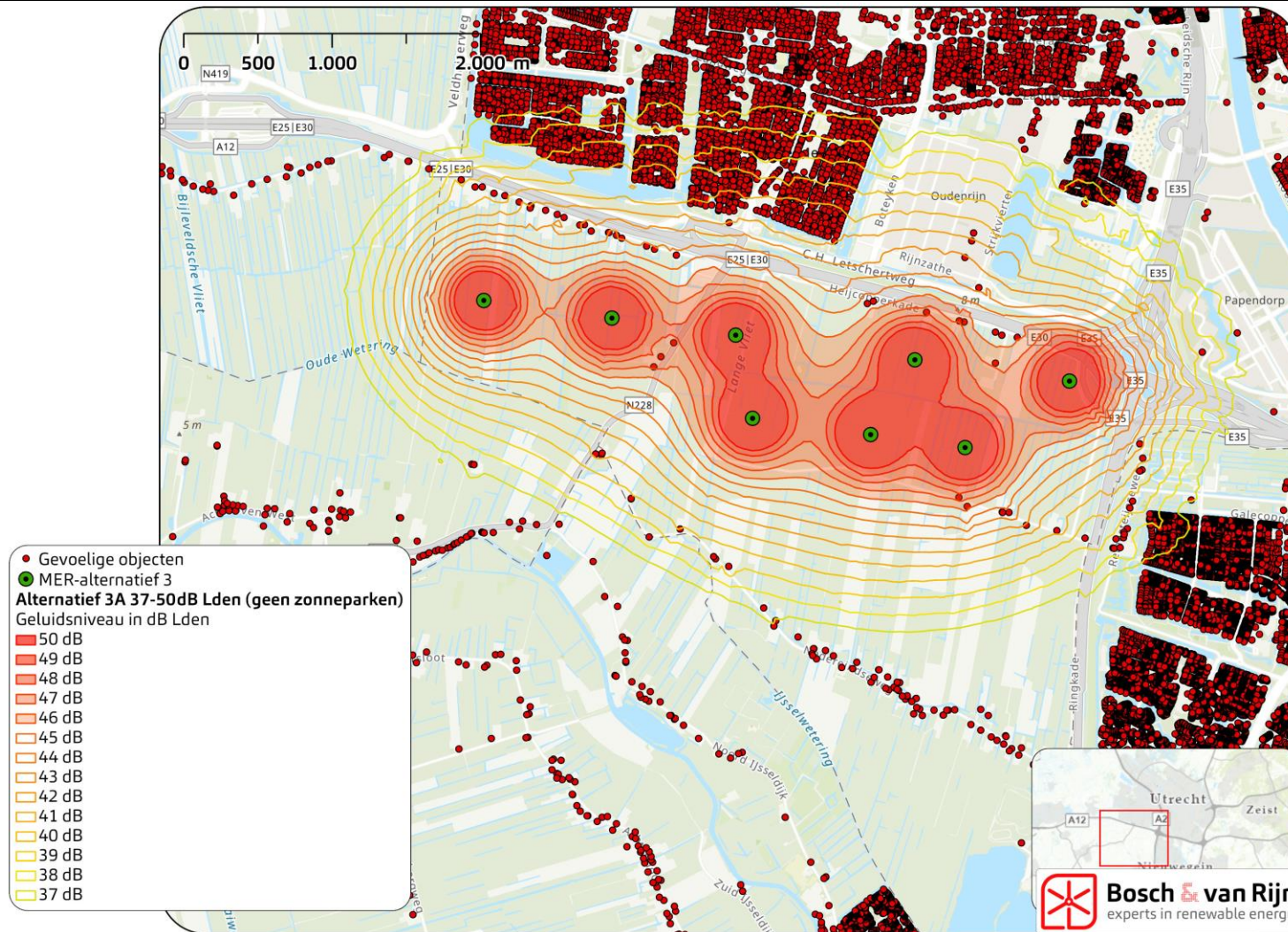


Alternatief 2B



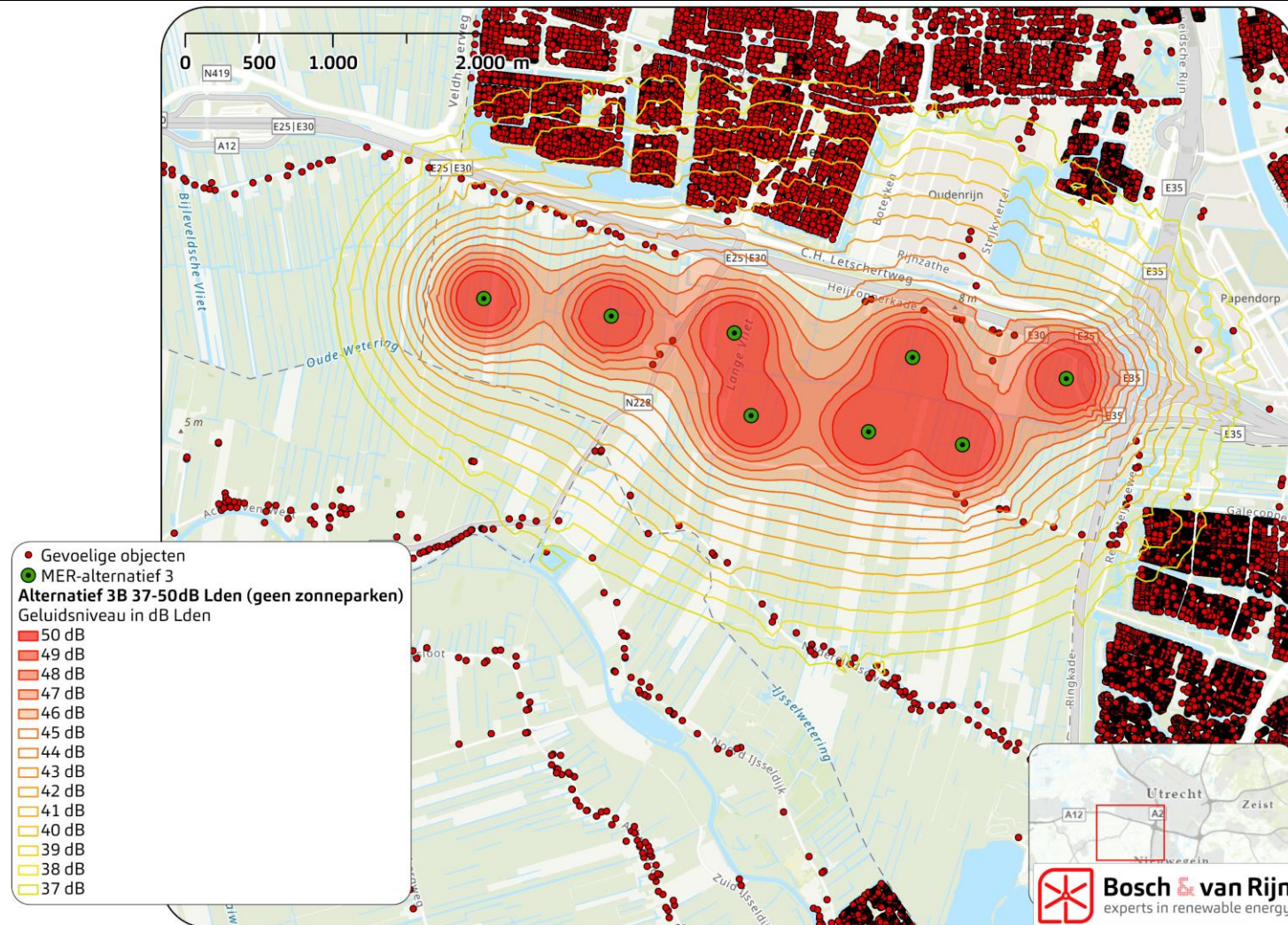


## Alternatief 3A





## Alternatief 3B

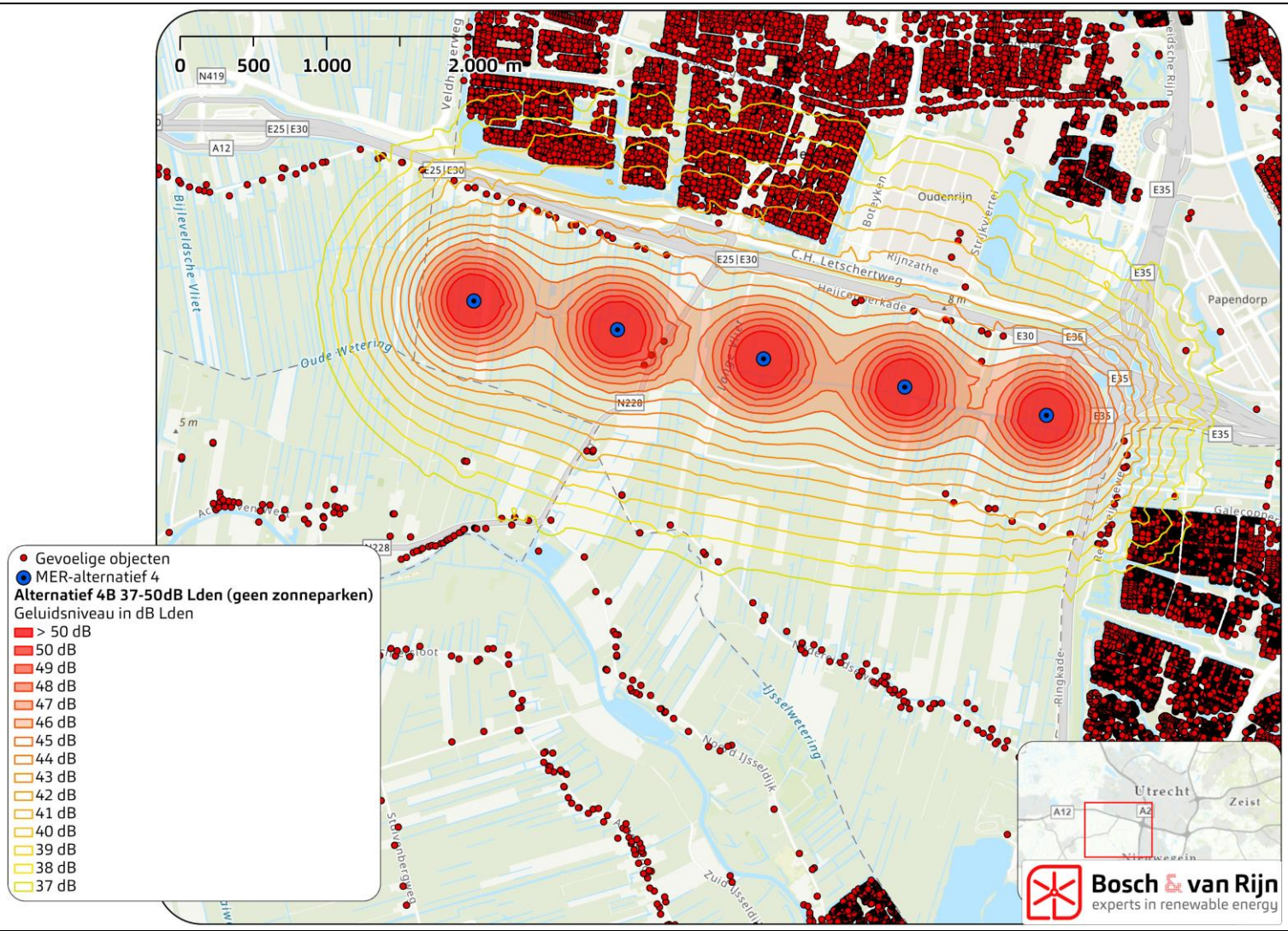






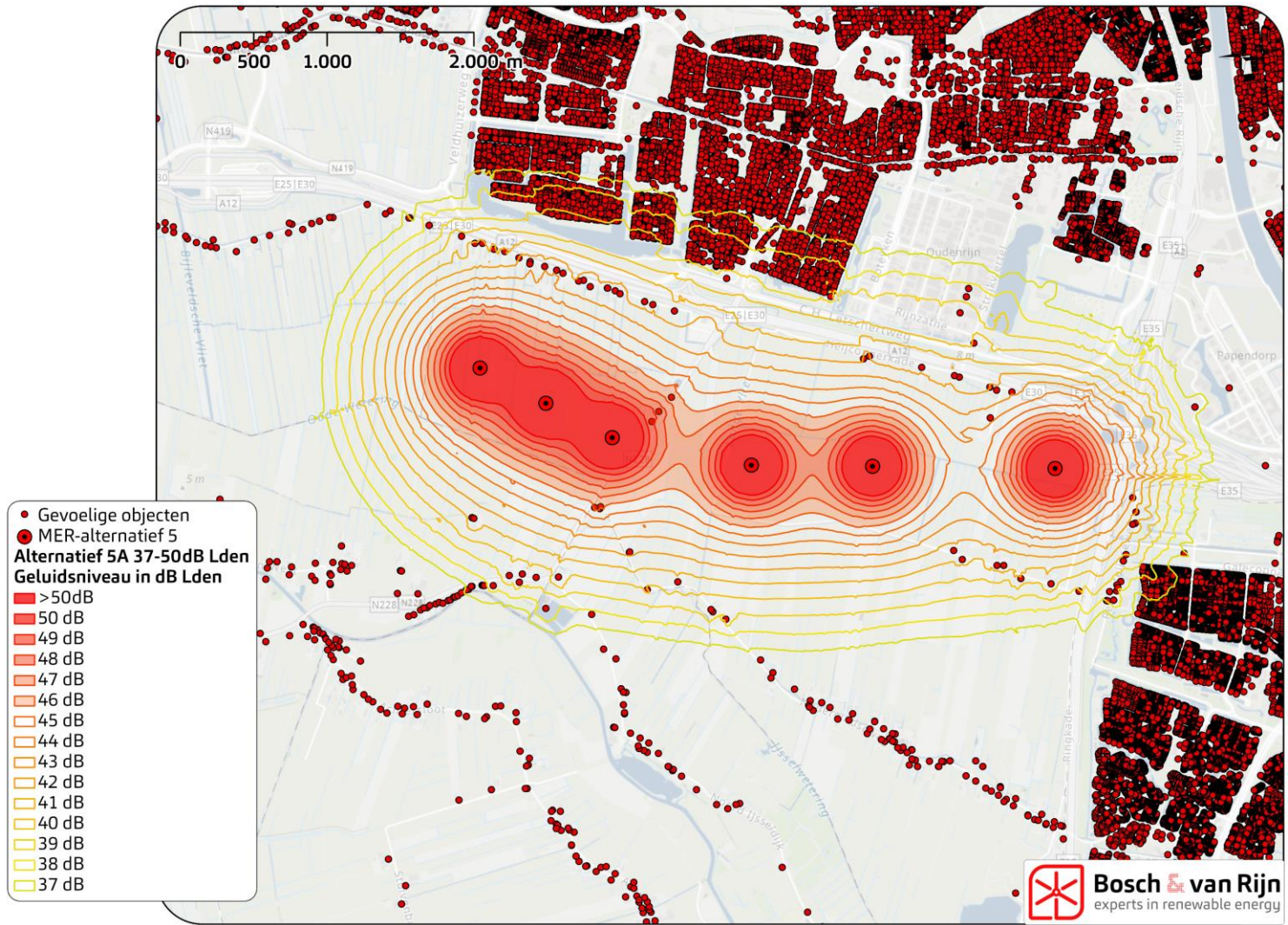
Alternatief 4B





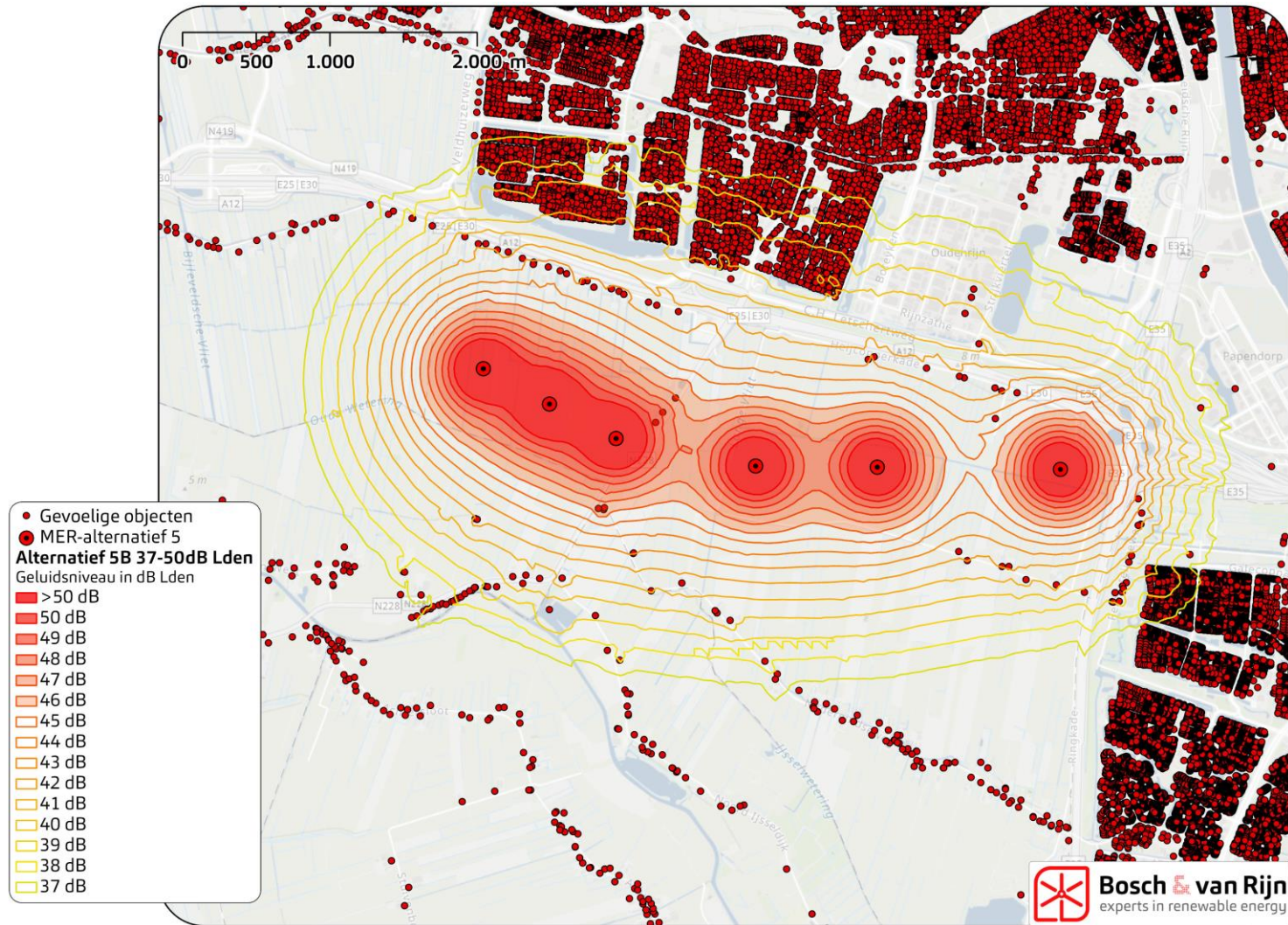


Alternatief 5A





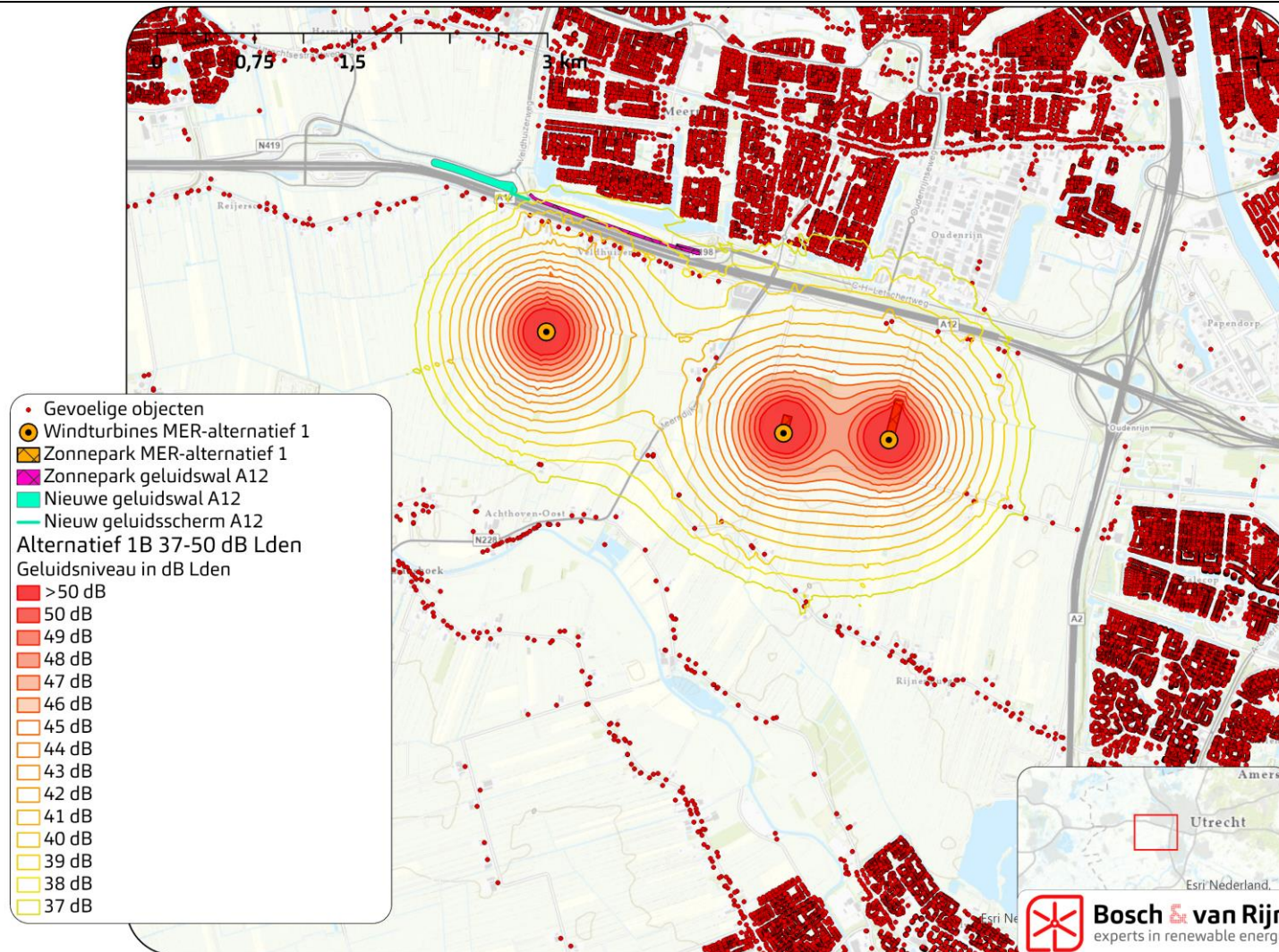
Alternatief 5B





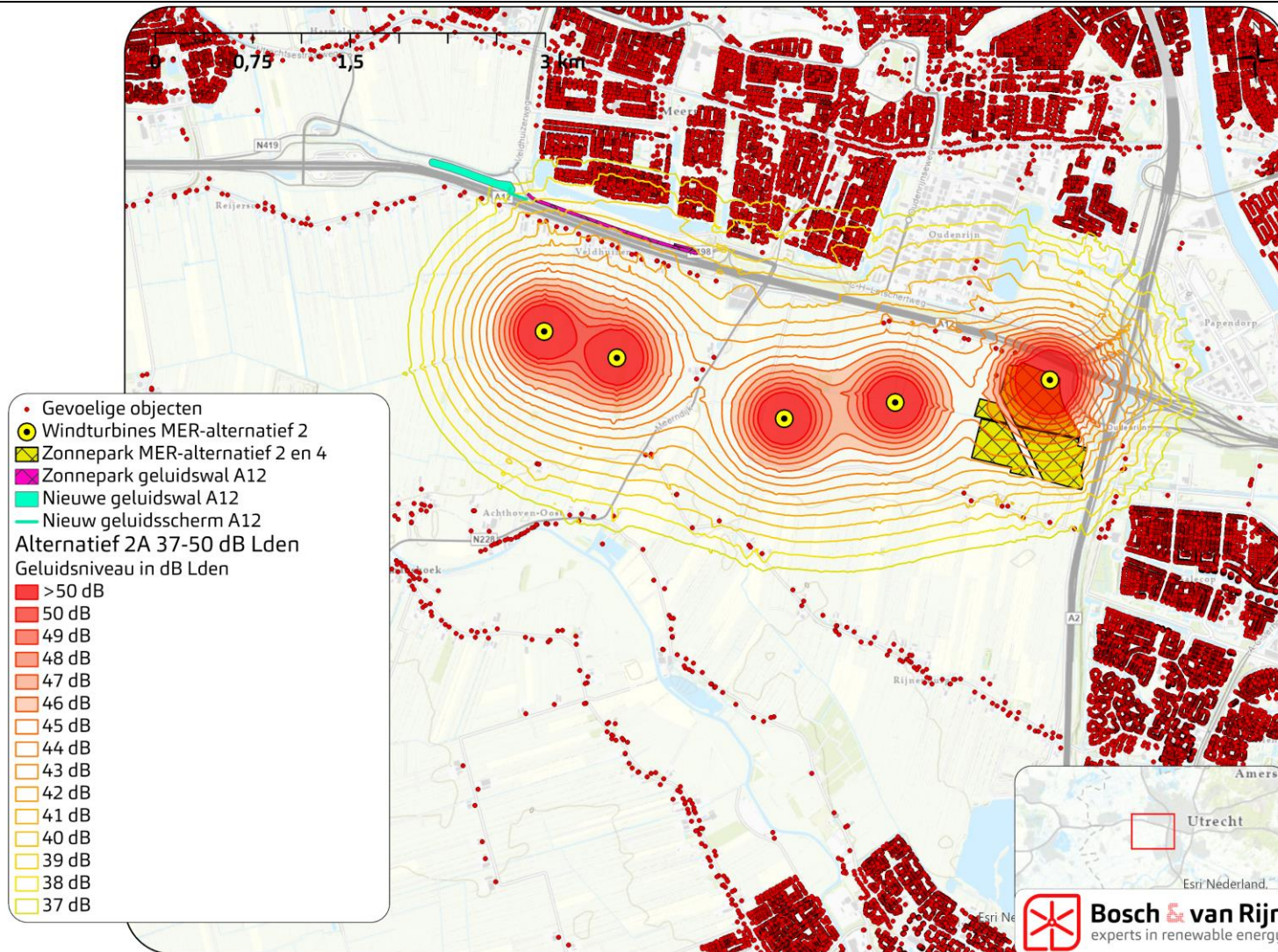


Alternatief 1B



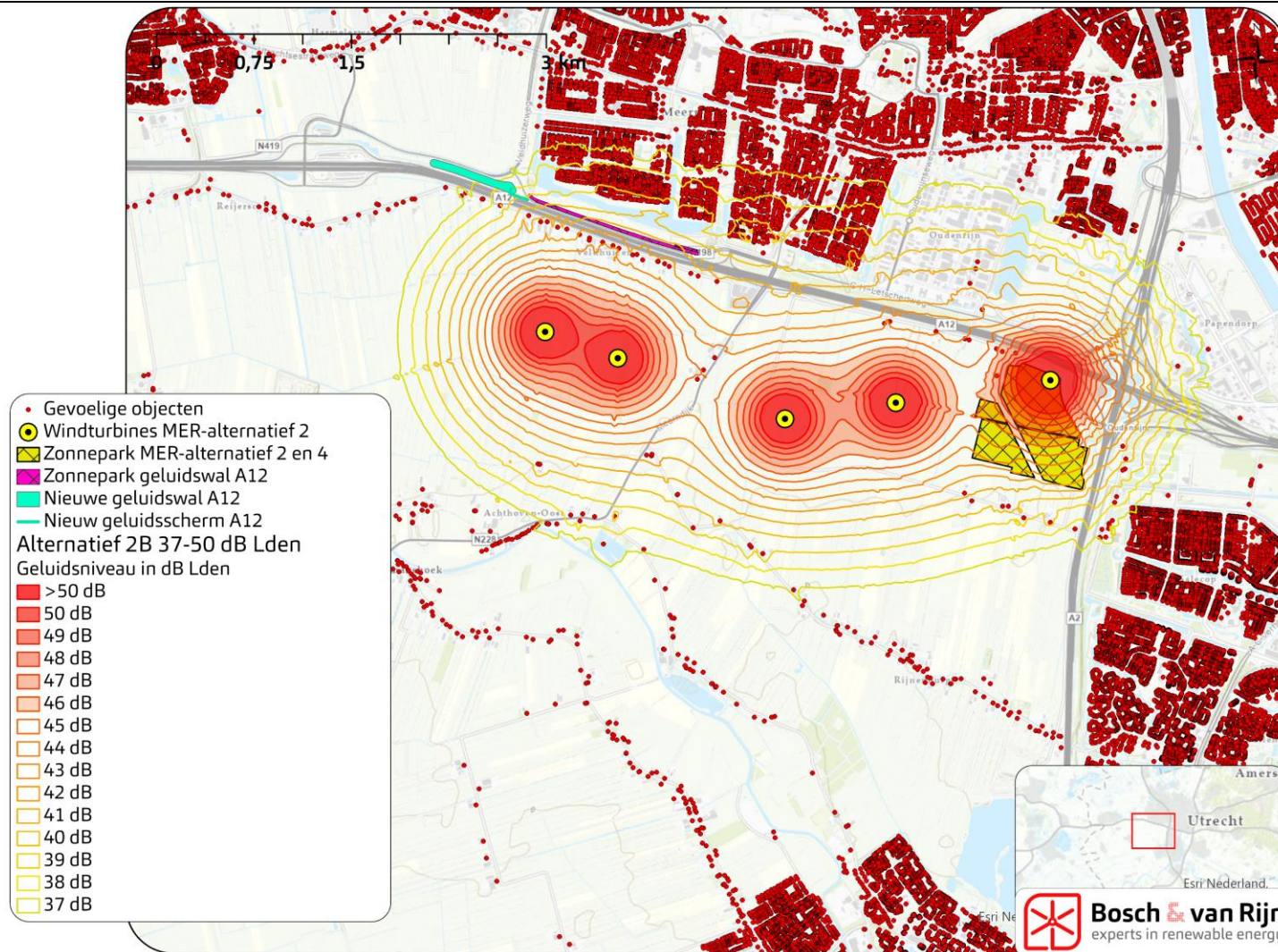


Alternatief 2A



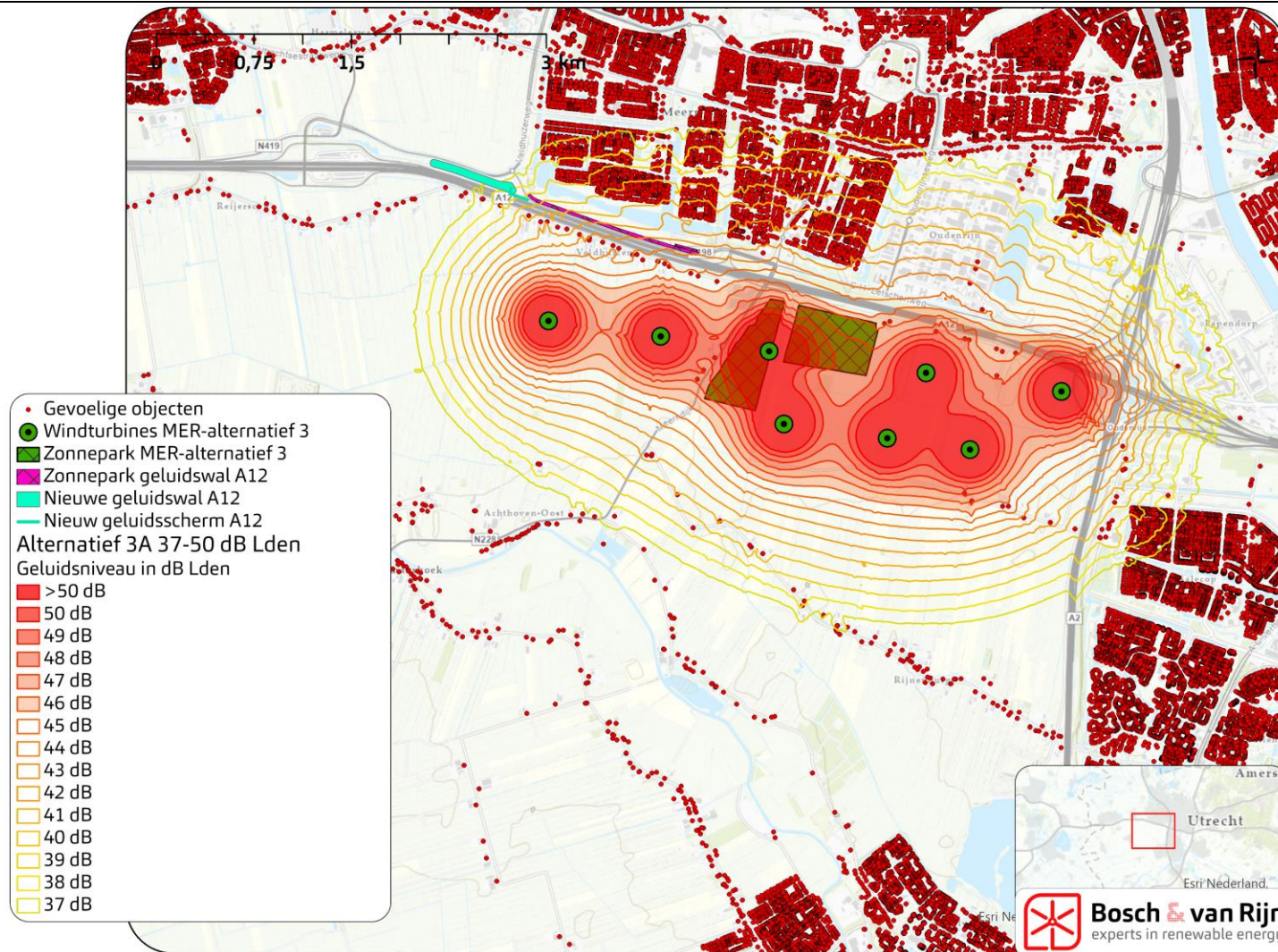


Alternatief 2B



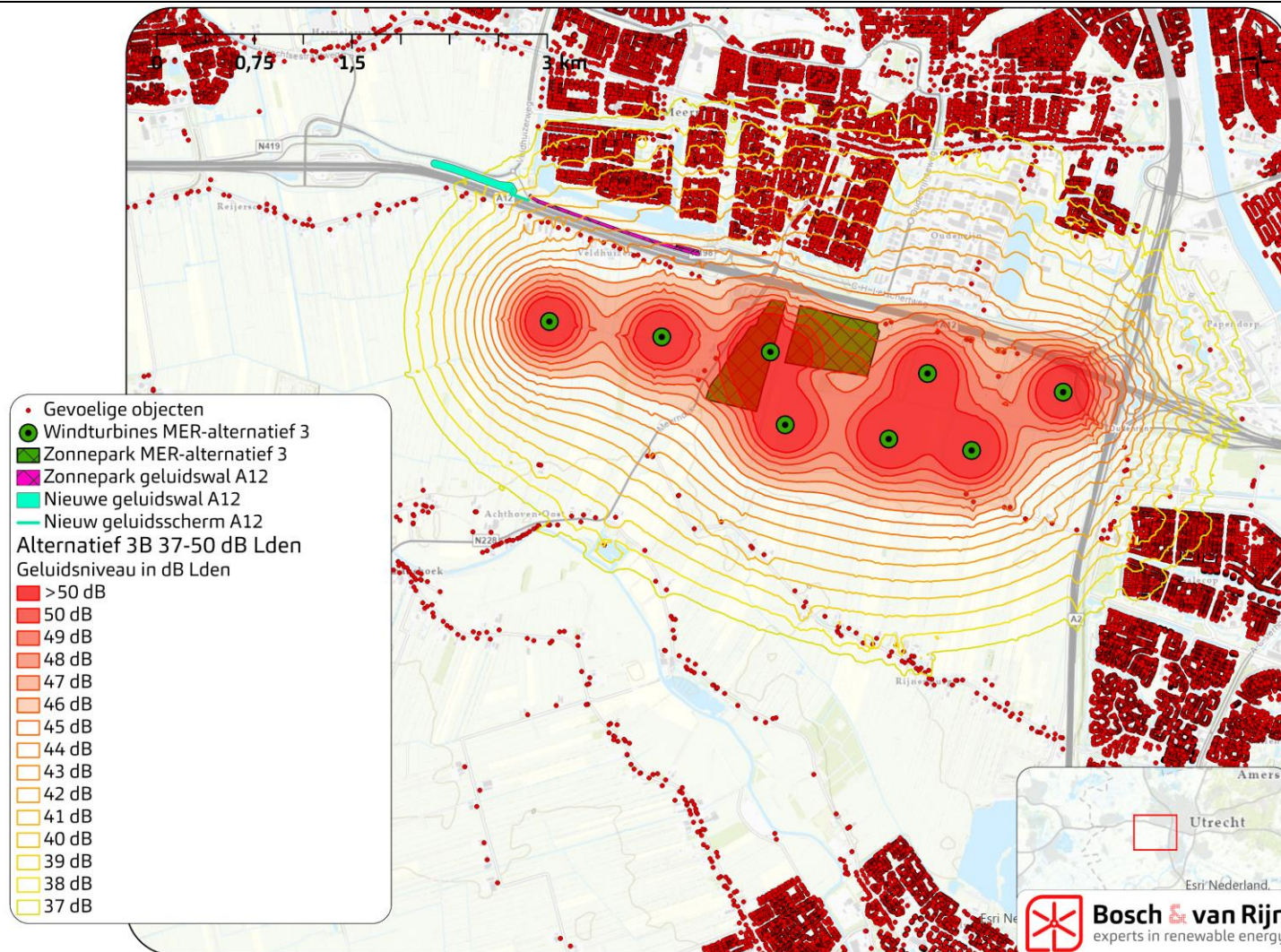


Alternatief 3A



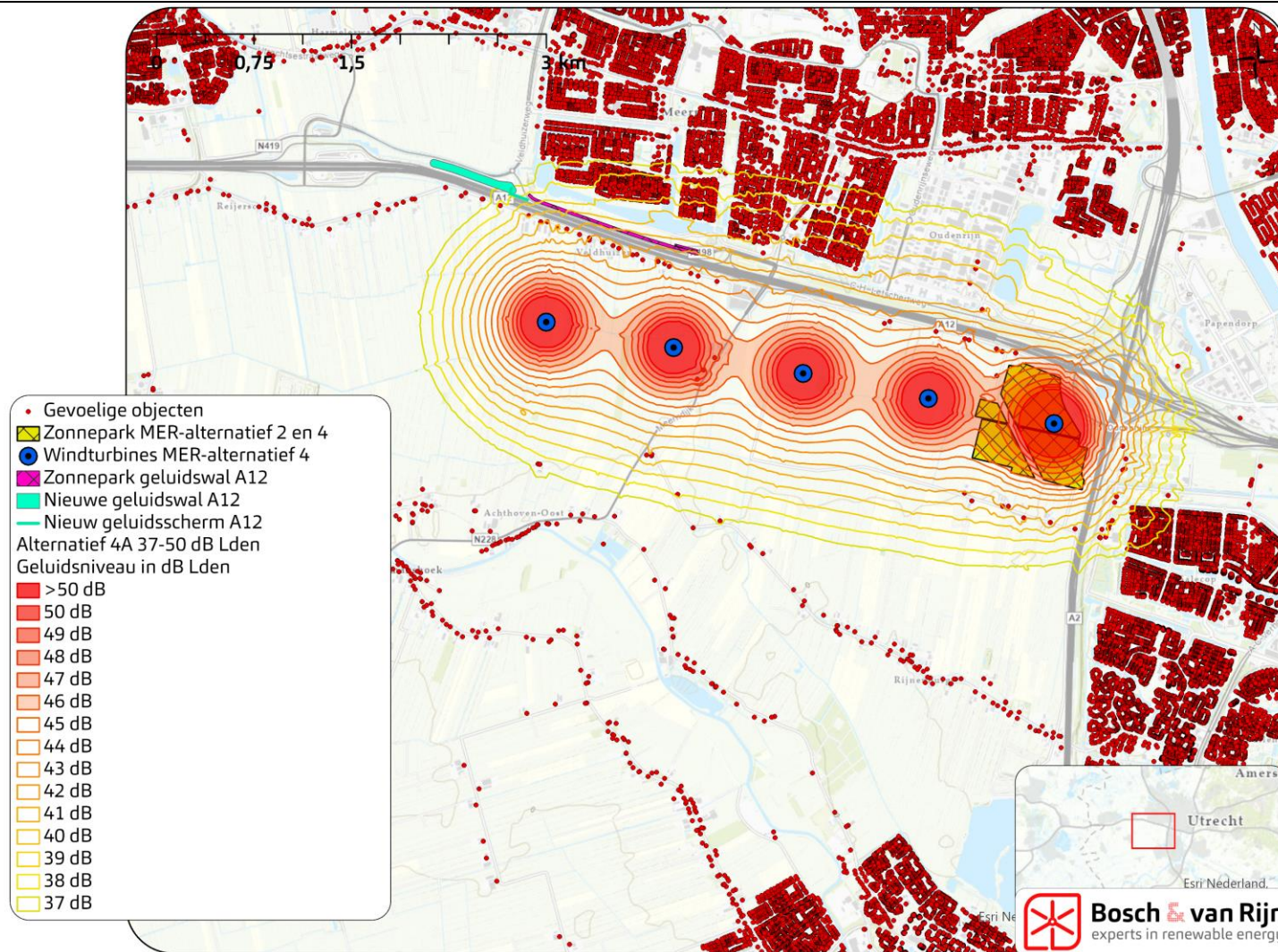


Alternatief 3B



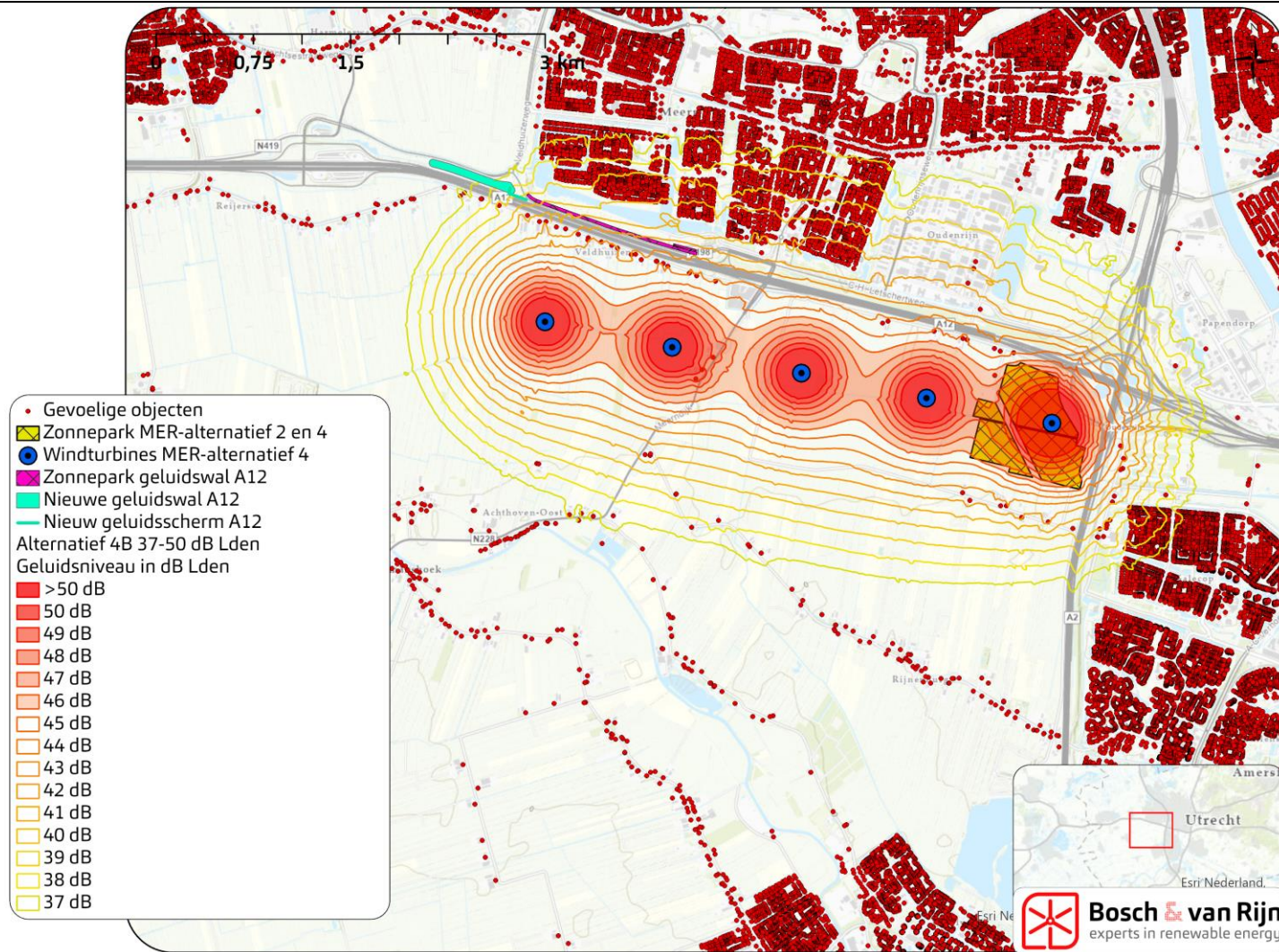


Alternatief 4A



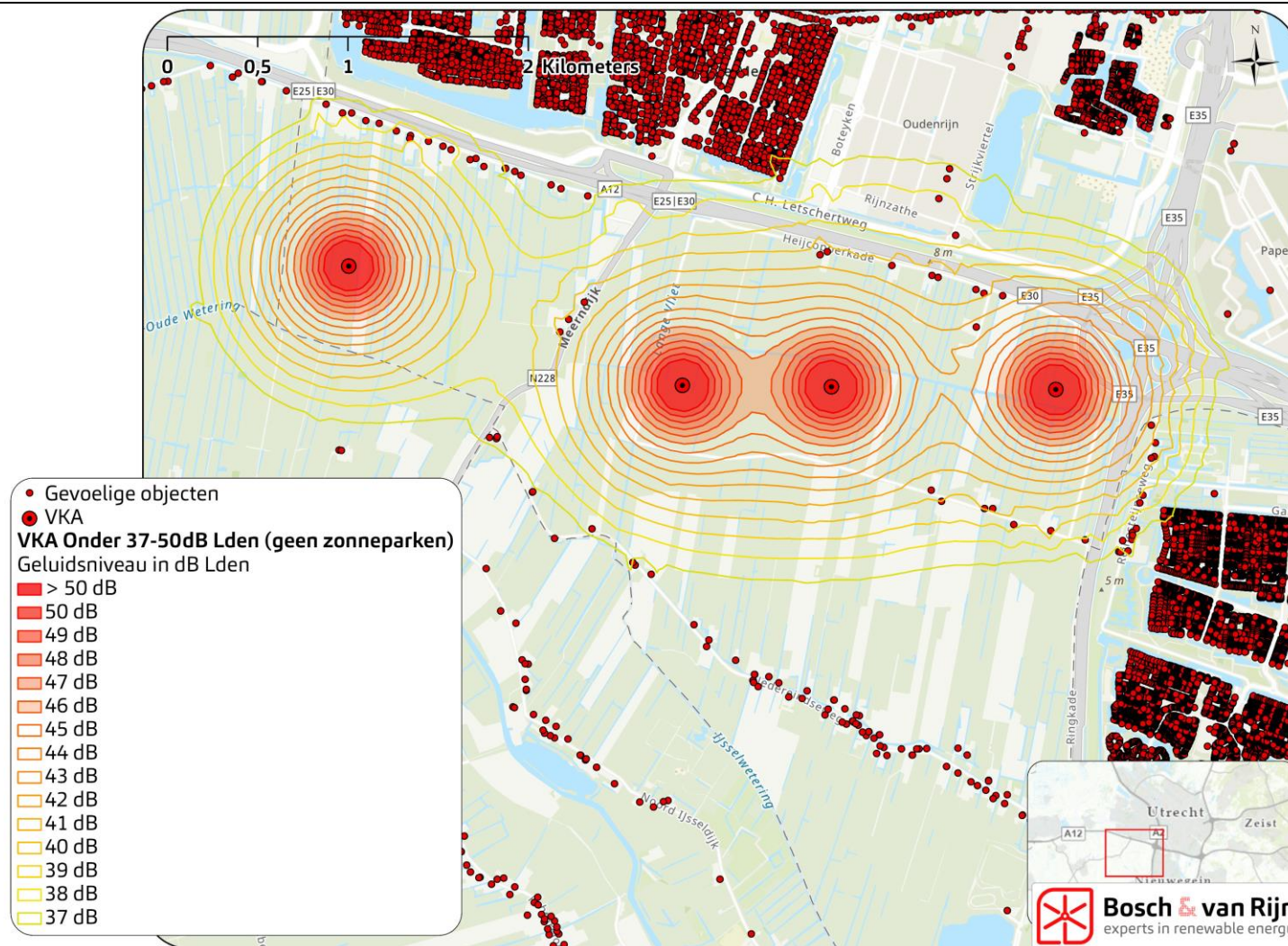


Alternatief 4B



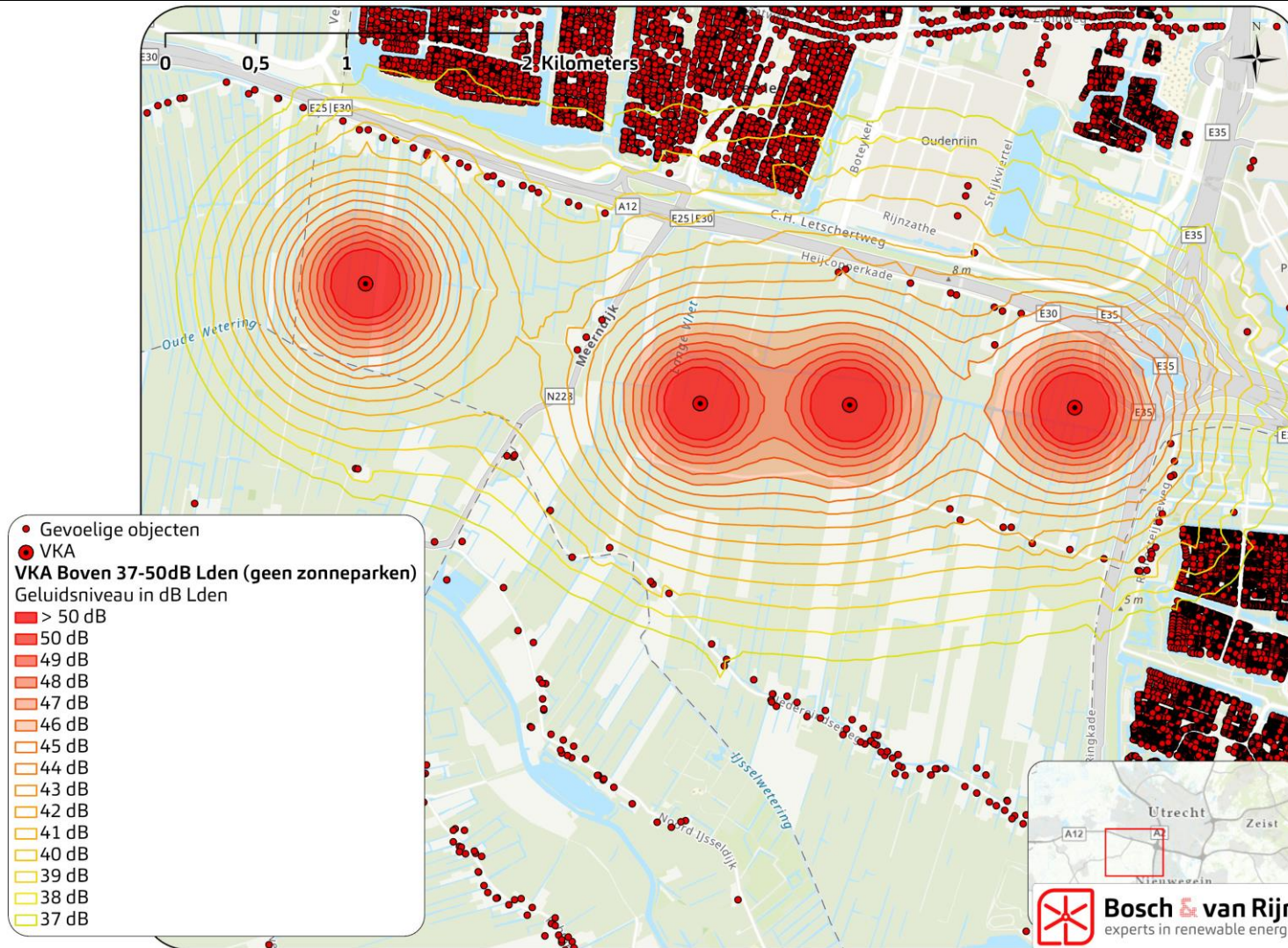
### C.3 Contouren VKA (onder- en bovengrens)

VKA Onder zonder zonnepark



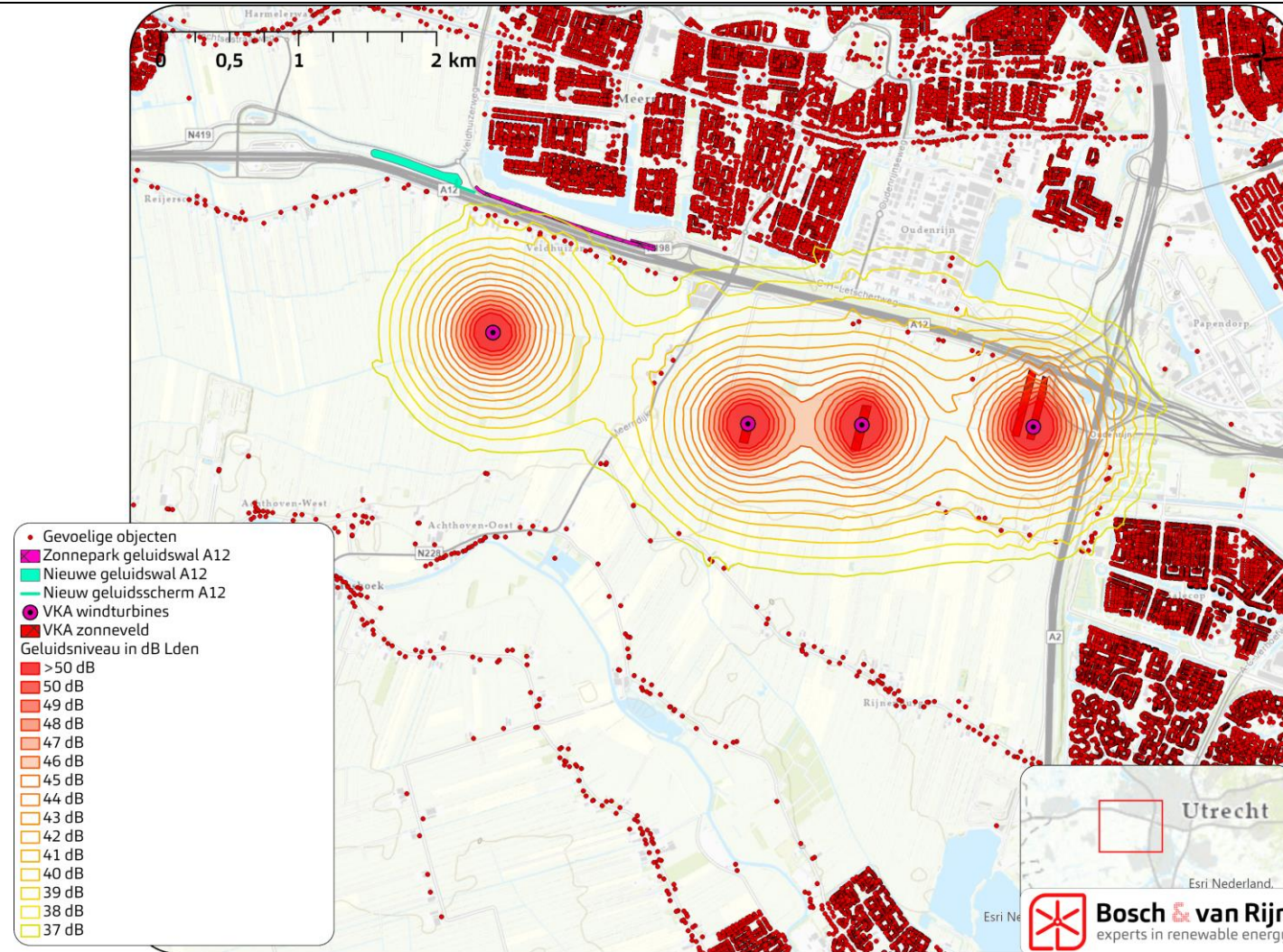


VKA Boven zonder zonnepark



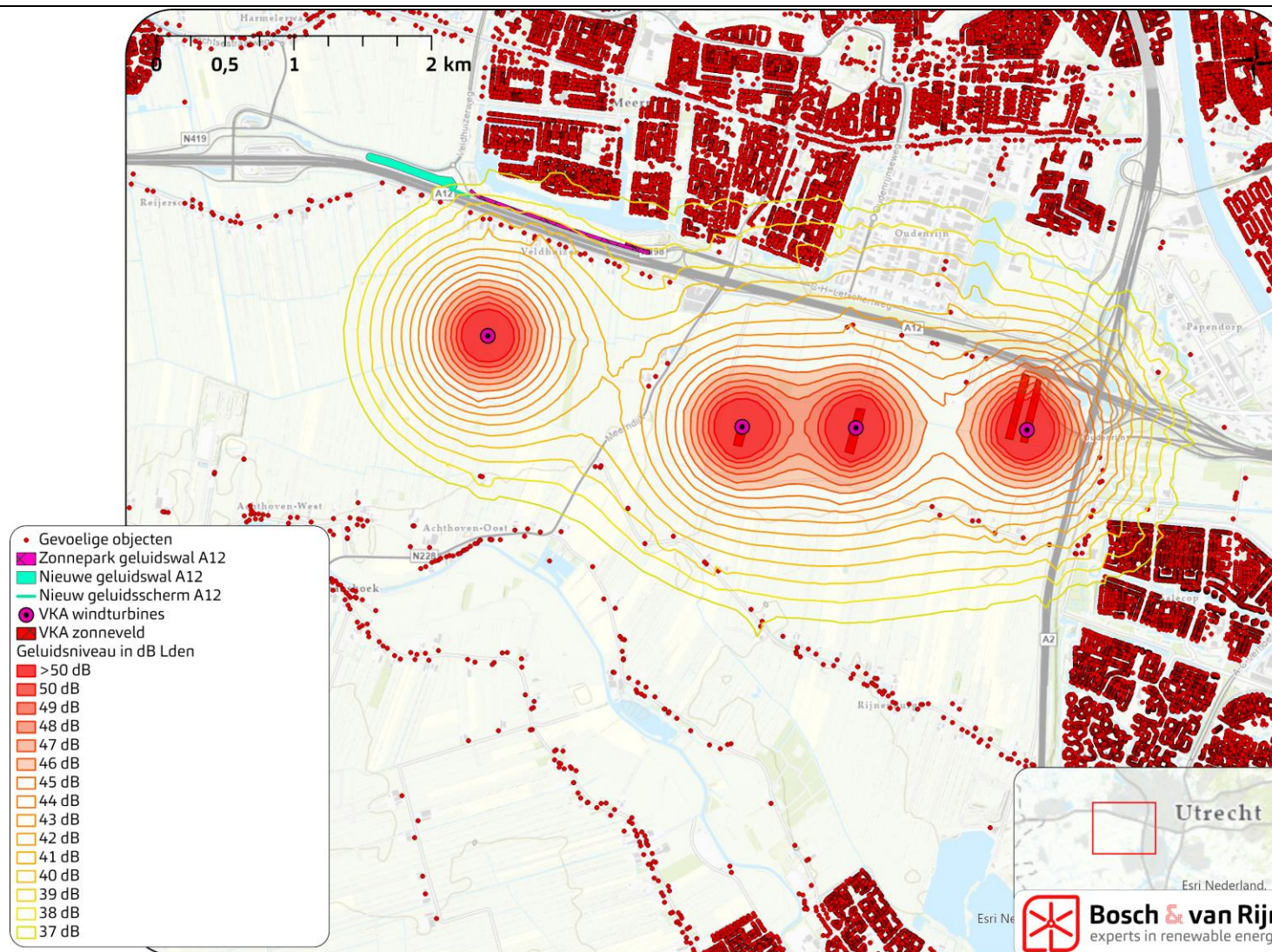


VKA Onder met zonnepark



VKA Boven met zonnepark





# Bijlage D Geluidswaarden bij woningen

---

Externe bijlage: Tabel selectie van woningen met minimaal bij 1 opstellingsalternatief een geluidsbelasting van 42dB  $L_{den}$ . Gesorteerd op alfabetische volgorde naar straatnaam.

# Bijlage E Cumulatieve geluidsbelasting

---

Tabel selectie van woningen met minimaal bij 1 opstellingsalternatief een geluidsbelasting van 42dB Lden. Gesorteerd op alfabetische volgorde naar straatnaam. Per woning is de cumulatieve situatie met en zonder de MERalternatieven weergegeven, waarbij cumulatieberekening zijn uitgevoerd met behulp van de rekenregels uit het Reken- en Meetvoorschrift Windturbines (bijlage 4 bij de Activiteitenregeling milieubeheer).



# Bijlage F Laagfrequent geluid VKA

---

Externe bijlage

# Bijlage G Lmax vs Lnight

---

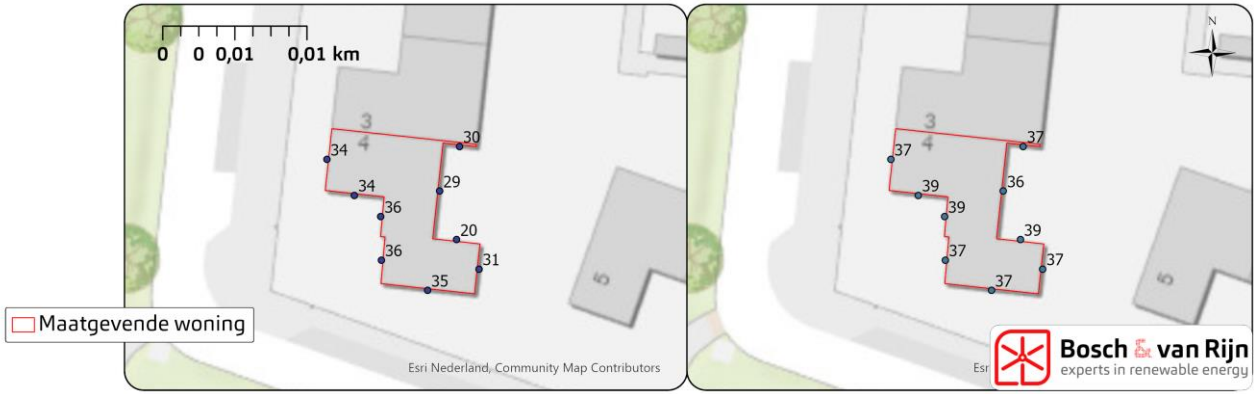
# Bijlage H In- en uitvoer GeoMilieu

---

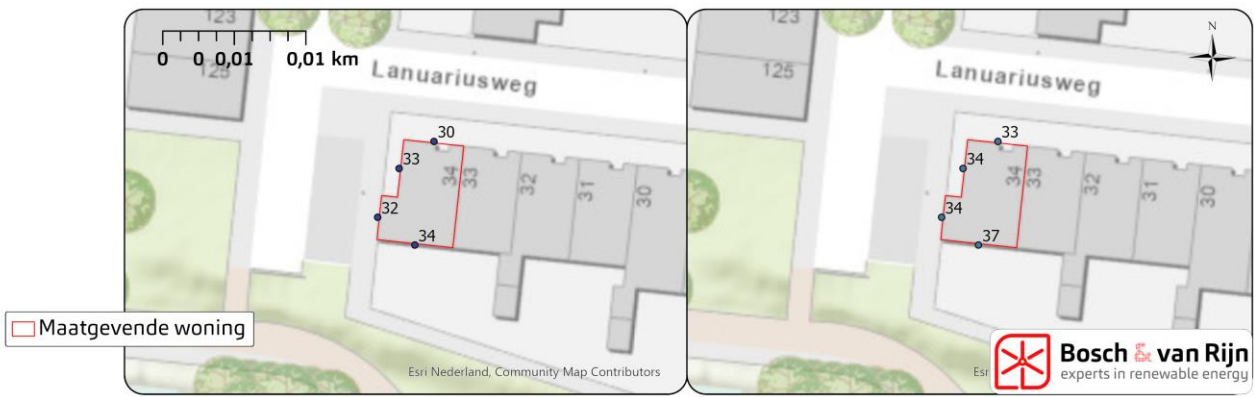


# Bijlage I Geluidsbelasting op de gevel

**Figuur 50** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Aardaker 4 De Meern



**Figuur 51** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Lanariusweg 34 De Meern



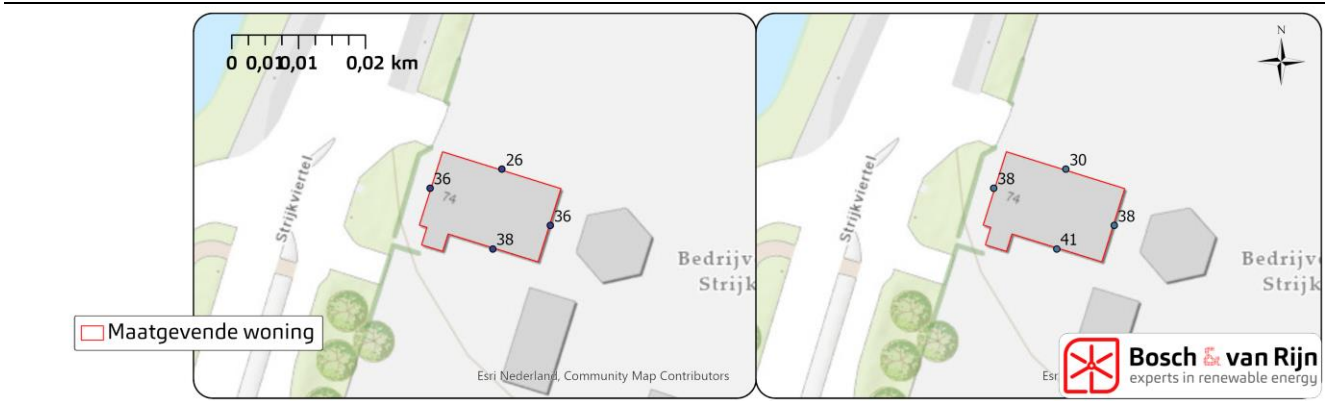
**Figuur 52** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Kloosterpark 101 De Meern



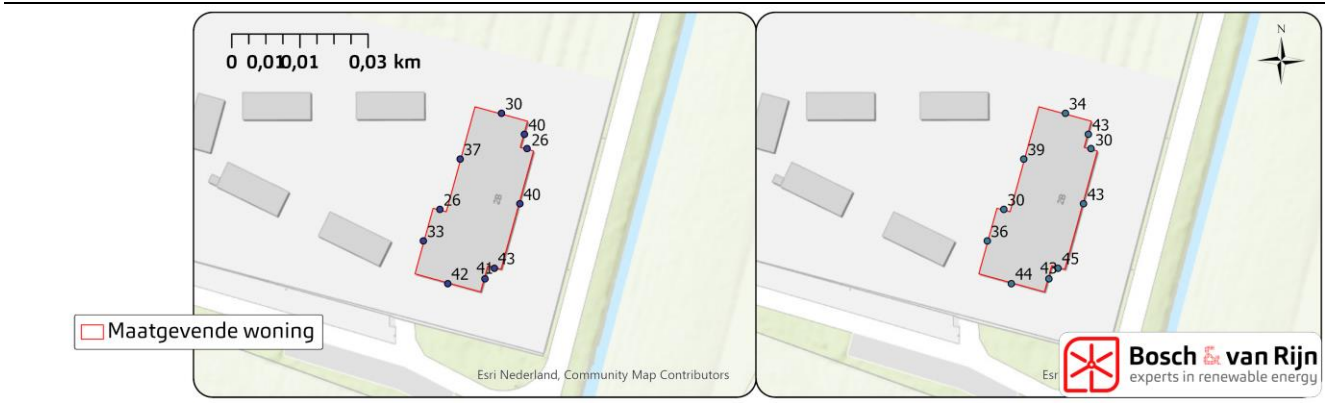
**Figuur 53** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Meentweg 168 De Meern



**Figuur 54** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Strijkviertel 74 Utrecht



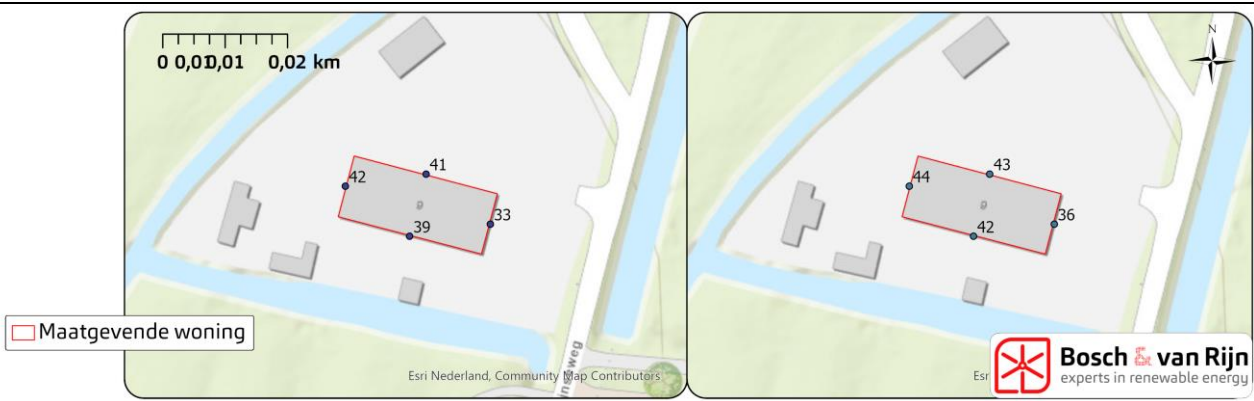
**Figuur 55** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Heijcopperkade 2B Utrecht



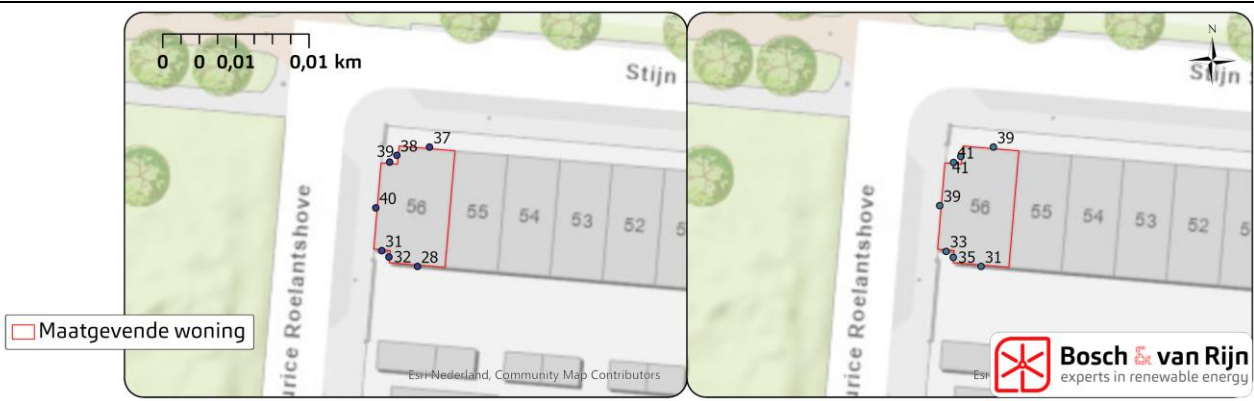
**Figuur 56** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Ringkade 7 Utrecht



**Figuur 57** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein

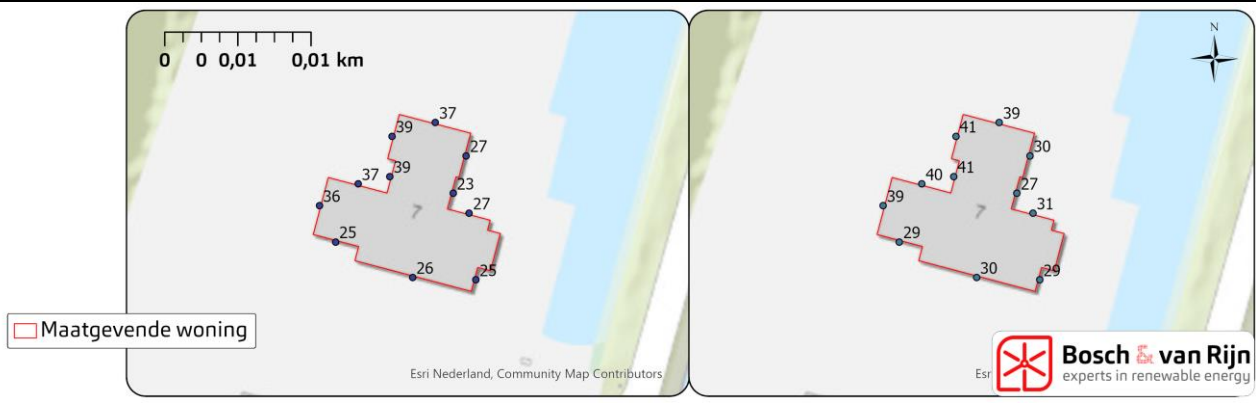


**Figuur 58** Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein



Figuur 59

Geluidsbelasting op de gevels in dB Lden van VKA onder (links) en VKA boven (rechts) - Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein

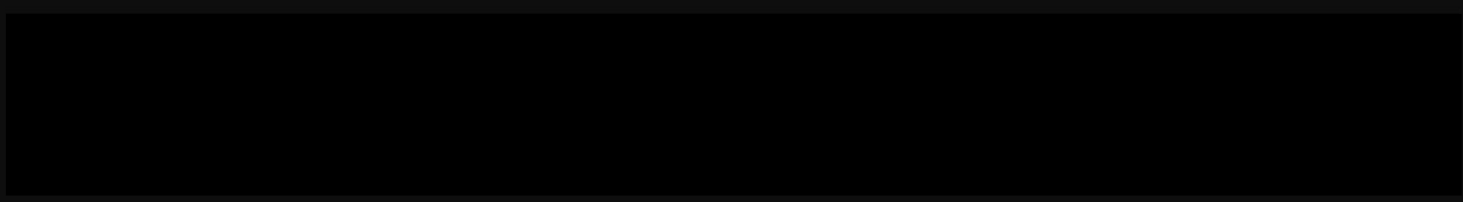






**Bosch & van Rijn**  
experts in renewable energy

Franz-Lisztplantsoen 200  
3533 JG Utrecht  
[www.boschenvanrijn.nl](http://www.boschenvanrijn.nl)





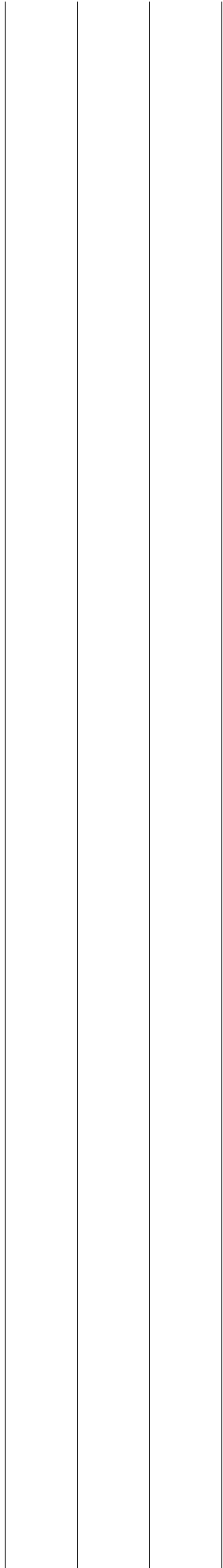


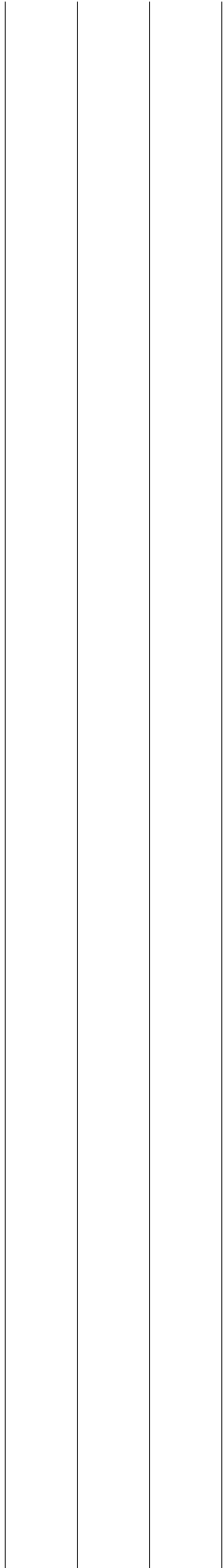




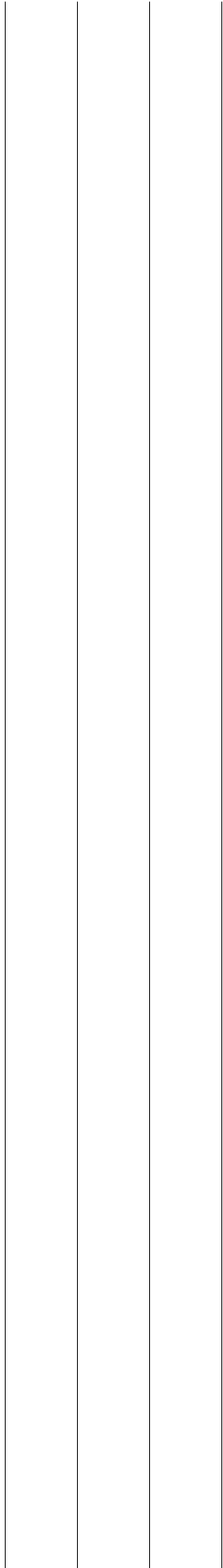


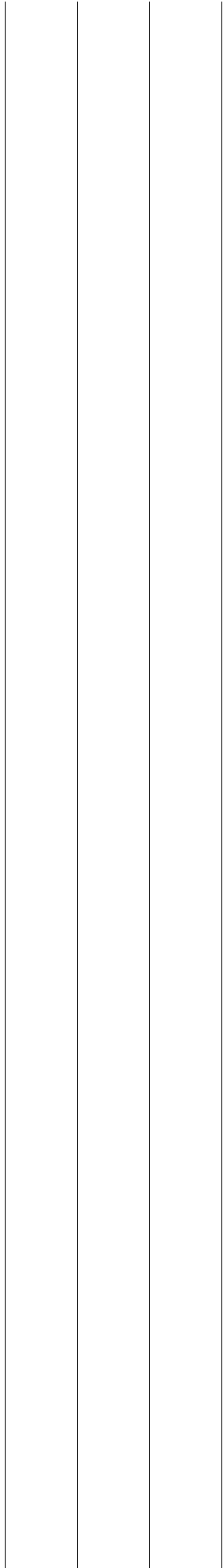


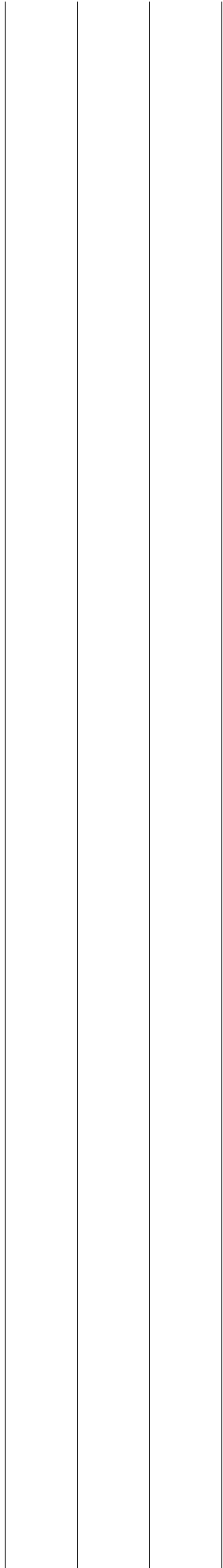


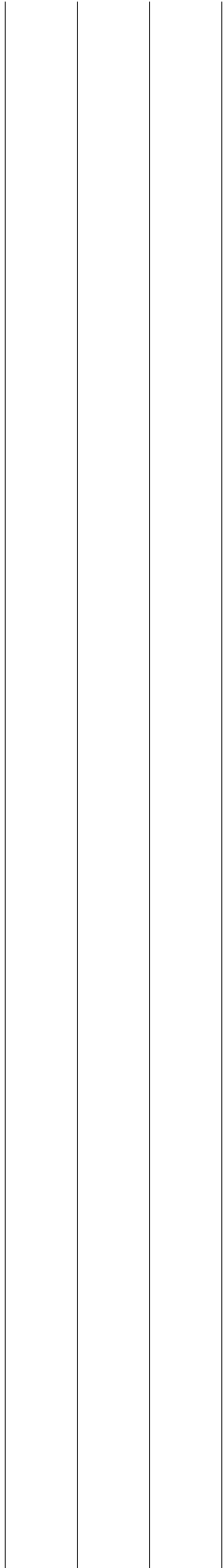




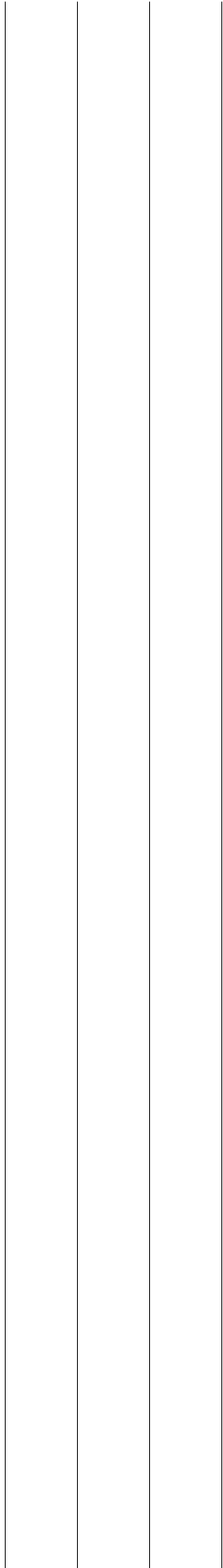


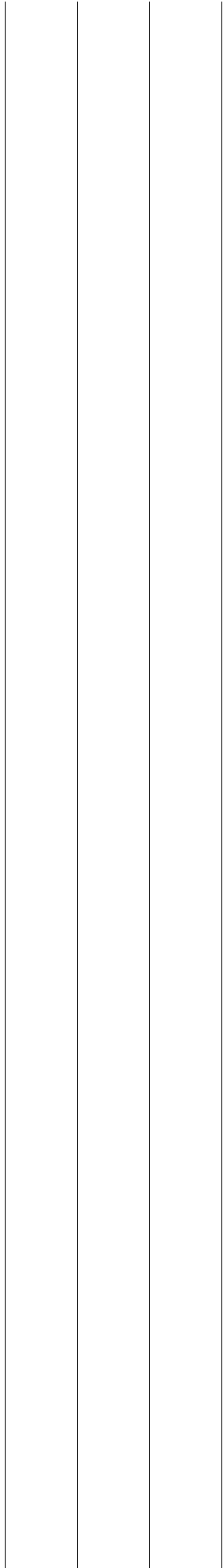


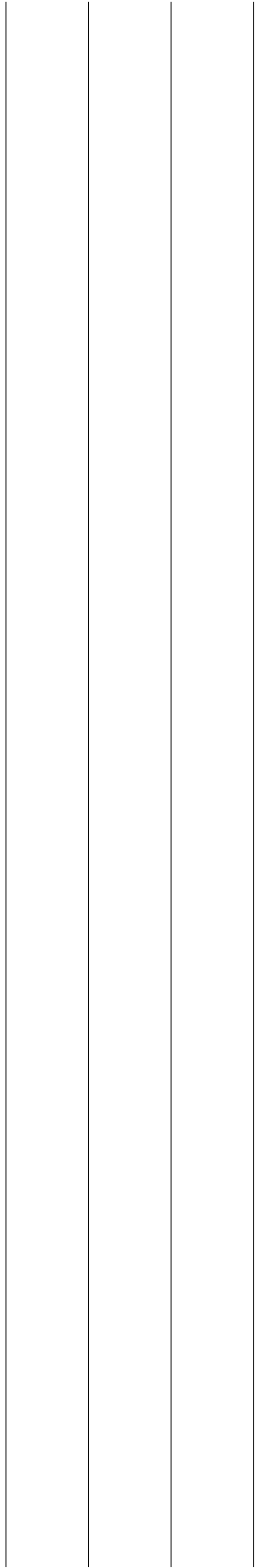












































































































21444	21444	21444	21468	21537	21988	22232	21524	21775	21511	21693	21444	21471
-	0	0	24	93	544	788	80	331	67	249	0	27
	0,00%	0,00%	0,31%	1,21%	7,10%	10,28%	1,04%	4,32%	0,87%	3,25%	0,00%	0,35%

Huidig	AI1A	AI1B	AI2A	AI2B	AI3A	AI3B	AI4A	AI4B	AI5A	AI5B	VKA Onder	VKA Boven
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
281	281	281	283	279	248	228	279	260	282	267	281	279
375	375	375	375	383	426	456	382	414	379	403	375	378
242	242	242	241	241	257	260	242	242	242	242	242	242
151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1065	1065	1065	1066	1069	1096	1110	1069	1062	1068	1077	1065	1066
-	0,0	0,0	1,1	4,5	31,6	45,0	4,0	17,1	3,2	12,9	0,0	1,5
	0,0%	0,0%	0,1%	0,4%	3,0%	4,2%	0,4%	1,6%	0,3%	1,2%	0,0%	0,1%

Opbrenst	60	95	139	197	192	285	139	197	107	176	76	126
EH/GWH	0,00	0,00	0,01	0,02	0,16	0,16	0,03	0,09	0,03	0,07	0,00	0,01
Opbrenst	53	88	89	147	142	235	89	147	107	176	76	126
EH/GWH	0,00	0,00	0,01	0,03	0,22	0,19	0,04	0,12	0,03	0,07	0,00	0,01

Rapport: Resultatentabel  
 Model: VKA Onder LFG instantaan  
 LAeq per oktaaf totaalresultaten voor toetspunten  
 Groep: (hoofdgroep)  
 Groepsreductie: Nee

Naam Toetspunt	Omschrijving	X	Y	Hoogte	LFG						
					Totaal	31	63	125	250	500	1000
_A	Aardaker 4 De Meern	129219,91	454582,34	4,00	31,48	9,38	19,79	20,87	25,48	26,94	24,54
Heijcopper	Heijcopperkade 2B Utrecht	132293,88	453161,86	4,00	38,63	16,27	26,71	25,58	31,24	34,35	32,71
_A	Kloosterpark 101 De Meern	130496,94	454108,47	4,00	31,96	10,68	21,08	20,50	25,68	27,67	25,05
_A	Lanuariusweg 34 De Meern	130074,05	454363,06	4,00	31,11	9,37	19,76	21,05	25,43	26,52	23,68
_A	Meentweg 168 De Meern	131207,30	453985,36	4,00	33,40	11,70	22,11	22,07	27,12	29,04	26,61
_A	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	133105,21	451979,33	4,00	33,48	11,42	21,83	21,72	26,92	29,12	27,02
_A	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	133264,73	452618,26	4,00	38,03	14,82	25,26	26,34	31,27	33,48	31,90
Ringkade 7	Ringkade 7 Utrecht	132045,11	452259,37	4,00	36,50	14,68	25,11	23,45	29,30	32,30	30,41
_A	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	133334,32	452146,47	4,00	33,50	11,39	21,80	21,59	26,86	29,15	27,10
_A	Strijkviertel 74 Utrecht	132181,49	453670,16	4,00	35,22	12,86	23,29	24,07	28,95	30,77	28,59

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen

Rapport: Resultatentabel  
 Model: VKA Onder LFG instantaan  
 LAeq per oktaaf totaalresultaten voor toetspunten  
 Groep: (hoofdgroep)  
 Groepsreductie: Nee

Naam Toetspunt	LFG			Lden									
	2000	4000	8000	Totaal	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
_A	16,80	-4,56	-69,99	31,48	9,38	19,79	20,87	25,48	26,94	24,54	16,80	-4,56	-69,99
Heijcopper	26,89	12,52	-24,98	38,63	16,27	26,71	25,58	31,24	34,35	32,71	26,89	12,52	-24,98
_A	16,54	-7,55	-79,72	31,96	10,68	21,08	20,50	25,68	27,67	25,05	16,54	-7,55	-79,72
_A	14,59	-12,15	-96,57	31,11	9,37	19,76	21,05	25,43	26,52	23,68	14,59	-12,15	-96,57
_A	18,66	-3,65	-71,76	33,40	11,70	22,11	22,07	27,12	29,04	26,61	18,66	-3,65	-71,76
_A	20,07	1,66	-52,31	33,48	11,42	21,83	21,72	26,92	29,12	27,02	20,07	1,66	-52,31
_A	26,27	12,43	-24,87	38,03	14,82	25,26	26,34	31,27	33,48	31,90	26,27	12,43	-24,87
Ringkade 7	23,85	6,54	-42,83	36,50	14,68	25,11	23,45	29,30	32,30	30,41	23,85	6,54	-42,83
_A	20,25	2,13	-51,03	33,50	11,39	21,80	21,59	26,86	29,15	27,10	20,25	2,13	-51,03
_A	21,32	1,30	-58,52	35,22	12,86	23,29	24,07	28,95	30,77	28,59	21,32	1,30	-58,52

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen



Rapport: Resultatentabel  
 Model: VKA Boven LFG instantaan  
 LAeq per oktaaf totaalresultaten voor toetspunten  
 Groep: (hoofdgroep)  
 Groepsreductie: Nee

Naam Toetspunt	Omschrijving	X	Y	Hoogte	LFG						
					Totaal	31	63	125	250	500	1000
_A	Aardaker 4 De Meern	129219,91	454582,34	4,00	32,35	22,38	22,30	22,54	24,57	24,94	26,46
Heijcopper	Heijcopperkade 2B Utrecht	132293,88	453161,86	4,00	39,61	29,01	28,97	27,04	30,12	32,14	34,45
_A	Kloosterpark 101 De Meern	130496,94	454108,47	4,00	33,04	23,80	23,72	22,34	24,94	25,83	27,15
_A	Lanuariusweg 34 De Meern	130074,05	454363,06	4,00	32,18	22,61	22,52	22,98	24,79	24,80	25,91
_A	Meentweg 168 De Meern	131207,30	453985,36	4,00	34,35	24,68	24,61	23,83	26,27	27,08	28,58
_A	Reinesteijnseweg 7 Nieuwegein	133105,21	451979,33	4,00	34,47	24,40	24,33	23,41	26,01	27,12	28,94
_A	Reinesteijnseweg 9 Nieuwegein	133264,73	452618,26	4,00	38,93	27,58	27,55	27,82	30,16	31,27	33,63
Ringkade 7	Ringkade 7 Utrecht	132045,11	452259,37	4,00	37,46	27,47	27,42	24,96	28,23	30,15	32,21
_A	Stijn Streuvelshove 56 Nieuwegein	133334,32	452146,47	4,00	34,45	24,31	24,24	23,24	25,91	27,10	28,98
_A	Strijkviertel 74 Utrecht	132181,49	453670,16	4,00	36,04	25,73	25,66	25,64	27,95	28,68	30,46

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen

Rapport: Resultatentabel  
 Model: VKA Boven LFG instantaan  
 LAeq per oktaaf totaalresultaten voor toetspunten  
 Groep: (hoofdgroep)  
 Groepsreductie: Nee

Naam Toetspunt	LFG			Lden									
	2000	4000	8000	Totaal	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
_A	21,87	2,25	-66,10	32,35	22,38	22,30	22,54	24,57	24,94	26,46	21,87	2,25	-66,10
Heijcopper	31,82	19,13	-21,57	39,61	29,01	28,97	27,04	30,12	32,14	34,45	31,82	19,13	-21,57
_A	21,81	-0,63	-75,77	33,04	23,80	23,72	22,34	24,94	25,83	27,15	21,81	-0,63	-75,77
_A	20,00	-5,03	-92,40	32,18	22,61	22,52	22,98	24,79	24,80	25,91	20,00	-5,03	-92,40
_A	23,78	3,18	-67,85	34,35	24,68	24,61	23,83	26,27	27,08	28,58	23,78	3,18	-67,85
_A	25,13	8,42	-48,53	34,47	24,40	24,33	23,41	26,01	27,12	28,94	25,13	8,42	-48,53
_A	31,17	19,02	-21,45	38,93	27,58	27,55	27,82	30,16	31,27	33,63	31,17	19,02	-21,45
Ringkade 7	28,85	13,27	-39,13	37,46	27,47	27,42	24,96	28,23	30,15	32,21	28,85	13,27	-39,13
_A	25,29	8,89	-47,26	34,45	24,31	24,24	23,24	25,91	27,10	28,98	25,29	8,89	-47,26
_A	26,37	8,09	-54,68	36,04	25,73	25,66	25,64	27,95	28,68	30,46	26,37	8,09	-54,68

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen

Alle woningen

GEM 3,12  
Standaard deviatie 0,000

1,57  
0,000

MER-alternatief

1A

1B

Woonplaats	Adres	Lnight	Max geluid	Verschiil 1A	Lnight	Max geluid	Verschiil 1B
Utrecht	Heijcopperkade 2 B Utrecht	31,14	34,26	3,12	31,7	33,3	1,57
Utrecht	Ringkade 7 Utrecht	33,56	36,68	3,12	34,1	35,66	1,57
De Meern	Meerndijk 65 De Meern	34,41	37,53	3,12	35,0	36,52	1,57
IJsselstein	Nedereindseweg 563 IJsselstein	32,04	35,16	3,12	32,7	34,26	1,57



3,03  
0,00

1,67  
0,00

VKA Onder			VKA Boven			V162-5.6			SG 6.6-155			GE-158 5.3		
Lnight	Max geluid	Verschil VKA O	Lnight	Max geluid	Verschil VKA B	Lnight	Max geluid	Verschil VKA O	Lnight	Max geluid	Verschil VKA B	Lnight	Max geluid	Verschil VKA O
35,75	38,78	3,03	38,03	39,70	1,67	36,94	38,51	1,57	37,77	39,16	1,39	38,36	40,16	1,8
33,7	36,7	3,03	35,9	37,59	1,67	34,63	36,2	1,57	35,4	36,79	1,39	35,99	37,79	1,8
33,3	36,32	3,03	35,6	37,22	1,67	32,19	33,76	1,57	32,91	34,3	1,39	33,5	35,3	1,8
30,7	33,68	3,03	33,0	34,62	1,67	34,97	36,54	1,57	35,75	37,14	1,39	36,34	38,14	1,8