

**Bosch & van Rijn**

Groenmarktstraat 56  
3521 AV Utrecht  
030 – 677 6466

**Auteurs**

Marc Noël de Wild MSc.

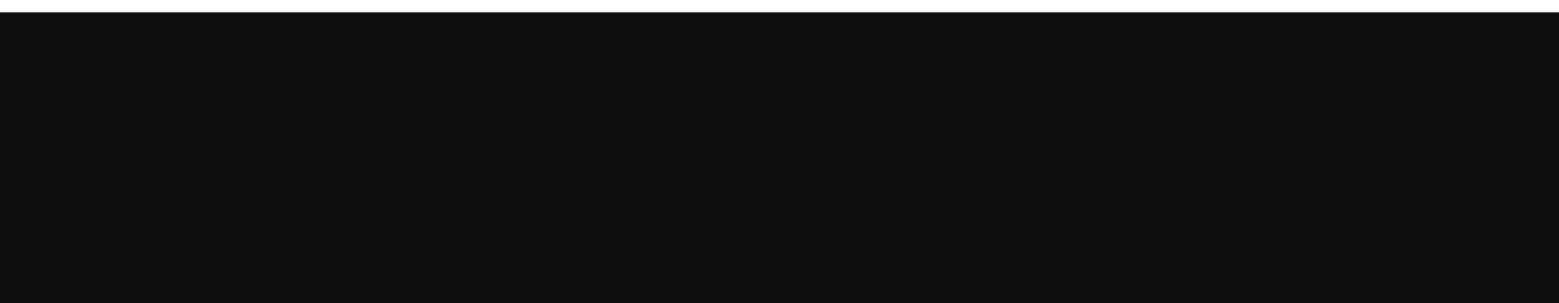
**Opdrachtgever**

Force Renewable Energy



# Windpark Caprice Lingewaard

Akoestisch onderzoek t.b.v. projectMER



# Windpark Caprice Lingewaard

## Akoestisch onderzoek t.b.v. projectMER

Datum  
13-02-2021

Versie

0.0	Werkversie
0.1	Eerste concept
0.2	Toevoeging cumulatie toekomstig A15 tracé
1.0	Toevoeging VKA
1.1	Definitieve windturbinelocaties
1.2	Toevoeging cumulatie scheepvaart en ontgroning
1.3	Correctie beschrijving coördinaat

Bosch & Van Rijn  
Groenmarktstraat 56  
3521 AV Utrecht

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

© Bosch & Van Rijn 2021

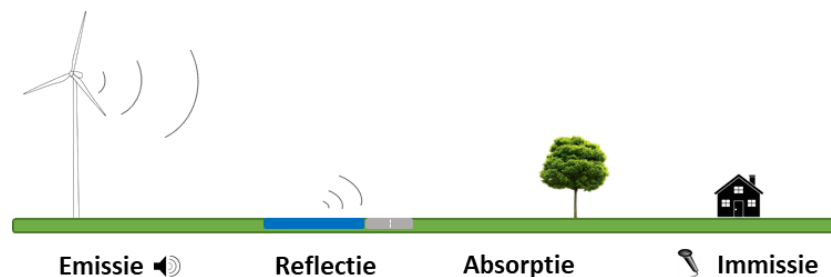
Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie

## 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>
$L$	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>4</b>
1.1	<i>Inleiding</i>	5
1.2	<i>MER</i>	5
1.3	<i>Wettelijke norm</i>	9
1.4	<i>Beoordelingscriteria MER</i>	9
1.5	<i>Cumulatie</i>	9
1.6	<i>Voorkeursalternatief (VKA)</i>	10
<b>HOOFDSTUK 2</b>	<b>REKENMETHODE</b>	<b>11</b>
2.1	<i>Bodemabsorptie en -reflectie</i>	12
2.2	<i>Invloed gebouwen en dijken</i>	13
2.3	<i>Spectrale verdeling</i>	13
2.4	<i>Windaanbod</i>	13
2.5	<i>Rekenmethode</i>	14
2.6	<i>Laagfrequent geluid</i>	14
<b>HOOFDSTUK 3</b>	<b>RESULTATEN</b>	<b>15</b>
3.1	<i>Contouren</i>	16
3.2	<i>Nabijgelegen woningen</i>	18
3.3	<i>Effect van Rijndijk op geluidimmissie</i>	19
3.4	<i>Effect op nabijgelegen stiltegebied</i>	20
3.5	<i>Reductie</i>	21
<b>HOOFDSTUK 4</b>	<b>VOORKEURSAALTERNATIEF</b>	<b>22</b>
4.1	<i>Beschrijving voorkeursalternatief</i>	23
4.2	<i>Windturbinetypes</i>	24
4.3	<i>Rekenmethode</i>	24
4.4	<i>Resultaten</i>	24
4.5	<i>Reductie</i>	26
<b>HOOFDSTUK 5</b>	<b>CUMULATIE</b>	<b>27</b>
<b>HOOFDSTUK 6</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>37</b>
6.1	<i>Conclusie MER</i>	38
6.2	<i>Conclusie VKA, incl. bandbreedte</i>	38
<b>HOOFDSTUK 7</b>	<b>BIJLAGEN</b>	<b>40</b>
<b>BIJLAGE A</b>	<b>OVERZICHT WINDTURBINEGEGEVENS</b>	<b>41</b>
A.1	<i>Algemene kenmerken</i>	41
A.2	<i>Bronsterkte <math>L_W</math></i>	41
A.3	<i>Emissie <math>L_E</math></i>	42
<b>BIJLAGE B</b>	<b>WINDAANBOD</b>	<b>43</b>
<b>BIJLAGE C</b>	<b>GELUIDSCONTOUREN</b>	<b>44</b>
C.1	<i>Contouren MER-alternatieven</i>	45
<b>BIJLAGE D</b>	<b>RESULTATEN PER WONING MER</b>	<b>51</b>
<b>BIJLAGE E</b>	<b>RESULTATEN PER WONING VKA</b>	<b>54</b>
<b>BIJLAGE F</b>	<b>IN- EN UITVOER GEOMILIEU</b>	<b>57</b>

# Hoofdstuk 1 Inleiding



## 1.1 Inleiding

Bosch & van Rijn heeft een akoestische studie uitgevoerd naar de geluidsimmissie bij woningen in en nabij voorgenomen Windpark Caprice in gemeente Lingewaard als gevolg van diverse windenergieopstellingen ten behoeve van een milieueffect-rapportage (MER).

Deze studie volgt de beoordelingscriteria zoals opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau van WP Caprice. Daarnaast wordt de geluidsimmissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen getoetst aan de norm zoals beschreven in het Activiteitenbesluit.

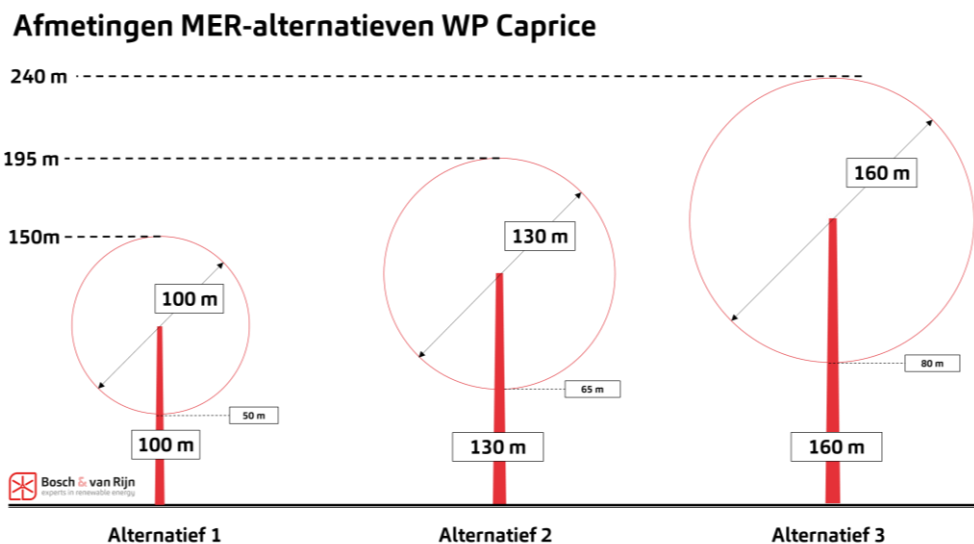
Dit document dient ter ondersteuning van zowel het MER als de vergunningaanvraag.

## 1.2 MER

### 1.2.1 MER-alternatieven

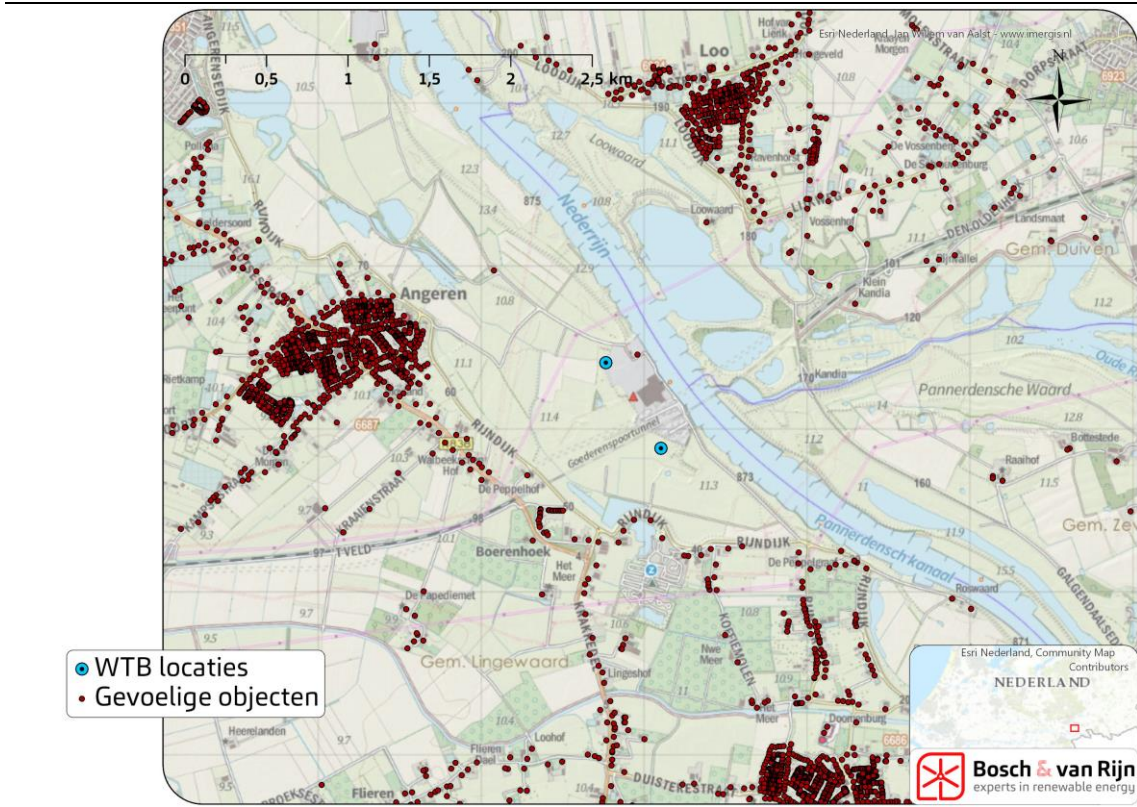
Het (project)MER beschouwt drie alternatieven, die verschillen in afmetingen van de windturbines. (Zie Figuur 1 en Figuur 2). Daarnaast wordt het nabijgelegen windpark weergegeven en het verkeerslawaai in kaart gebracht om een vergelijking met de situatie zonder windpark Caprice mogelijk te maken.

**Figuur 1** Schematische weergave van de afmetingen van de MERalternatieven



De afmetingen voor ashoogte en rotordiameter worden behandeld met een marge van 10%.

**Figuur 2** MER-alternatieven Windpark Caprice



**Tabel 1**

**MER-alternatieven.**

	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Aantal windturbines	2	2	2
<b>Afmetingen</b>			
Ashoogte (m)	100	130	160
Rotordiameter (m)	100	130	160
Tiphoogte (m)	150	195	240

**Tabel 2**

**Locaties van de windturbines MER-alternatieven van zuidwest naar noordoost (coördinaten rijkdriehoeksstelsel)**

WTB	X	Y
1	195.764	436.408
2	196.102	435.882

### 1.2.2 Windturbinetypes

Voor de alternatieven is uit een niet uitputtende lijst een representatief windturbine type geselecteerd: een windturbine die qua afmetingen overeenkomt en niet de luidste of stilste is in haar categorie. Er is gerekend vanaf een ashoogte van 100m. Om er zeker van te zijn een breed scala aan windturbines op te nemen, zijn diverse merken en typen doorgerekend. Zie Tabel 3, gesorteerd op rotordiameter.

**Tabel 3 Shortlist windturbineselectie MER-alternatief 1 (diameter en ashoogte in meters)**

	Fabrikant	Type	Diameter	Ashoogte	Lw max	LE, den
	Vestas	V90-3,0	90	100	106,9	109,1
-->	<b>Vestas</b>	<b>V100-2,0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>105,0</b>	<b>108,0</b>
	Lagerwey	L100-2,5	100	100	104,0	106,4
	<b>Nordex</b>	<b>N100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>103,0</b>	<b>105,1</b>
	Enercon	E101	101	100	105,5	106,7
	<b>Vestas</b>	<b>V110-2,2</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>107,7</b>	<b>111,1</b>

Uit de lijst (Tabel 3) blijkt jaargemiddeld de Vestas V110 de luidste en de Nordex N100 de stilste windturbine. Verder is te concluderen dat windturbines met een grotere rotordiameter niet per definitie meer geluid maken, de luidste twee turbines zijn respectievelijk de kleinste en grootste turbine uit de lijst. Ook is de  $L_{Wmax}$  niet per definitie indicatief voor de  $L_{Eden}$ . Zie paragraaf 1.2.3 voor verdere toelichting. Ten behoeve van het akoestisch onderzoek is voor **alternatief 1** (100m as, 100m rotordiameter, +-10%) de Vestas V100 geselecteerd als representatief type.

**Tabel 4 Shortlist windturbineselectie MER-alternatief 2 (diameter en ashoogte in meters)**

	Fabrikant	Type	Diameter	Ashoogte	Lw max	LE, den
	GE 2.75-120	2.75-120	120	130	106	110,7
	Senvion	3.4M122	122	130	104,5	109,1
	Vestas	V126-3,6 ser	126	130	104,9	108,3
	Siemens Gamesa	G126-3,465	126	130	106,1	110,3
-->	<b>Siemens Gamesa</b>	<b>SWT-3.3-130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>104,9</b>	<b>109,2</b>
	Nordex	N131/3900	131	130	106,2	109,6
	<b>Siemens Gamesa</b>	<b>G132-5.0</b>	<b>132</b>	<b>130</b>	<b>107,4</b>	<b>110,8</b>
	<b>Vestas</b>	<b>V136-4.2</b>	<b>136</b>	<b>130</b>	<b>103,9</b>	<b>107,9</b>
	Lagerwey	L136-4.5	136	130	106,9	110,2
	Senvion	3.6M140	140	130	104,0	108,8
	Enercon	E141	142	130	105,5	109,5

Voor **alternatief 2** (130m as, 130m rotordiameter +-10%) is de Siemens Gamesa SWT-3.3-130 geselecteerd. In bovenstaande tabel is tevens de luidste (rood) en stilste (groen) windturbine in deze klasse weergegeven.

**Tabel 5 Shortlist windturbineselectie MER-alternatief 3 (diameter en ashoogte in meters)**

	Fabrikant	Type	Diameter	Ashoogte	Lw max	LE, den
	<b>Siemens Gamesa</b>	<b>SWT-DD-145 4.5</b>	<b>145</b>	<b>160</b>	<b>107,8</b>	<b>112,1</b>
	Lagerwey	L147	147	160	106,6	111,0
-->	<b>Nordex</b>	<b>N149 4.5</b>	<b>149</b>	<b>160</b>	<b>106,1</b>	<b>109,7</b>
	Vestas	V150 4.2	150	160	104,9	109,2
	<b>GE</b>	<b>4.8 158</b>	<b>158</b>	<b>160</b>	<b>104,0</b>	<b>108,9</b>

Voor **alternatief 3** (160m as, 160m rotordiameter +-10%) is de Nordex N149-4.5 geselecteerd. In bovenstaande tabel is tevens de luidste (rood) en stilste (groen) windturbine in deze klasse weergegeven.



De hoeveelheid beschikbare windturbines in de markt is voor zowel variant 1 als variant 3 beperkter dan voor variant 2.

- In het geval van variant 1 is dit vanwege het feit dat dit vooral verouderde modellen betreft, moderne windturbines zijn van groter formaat.
- In het geval van variant 3, gaat het juist om recent ontwikkelde windturbintypes.

Momenteel is de GE 4.8 158 het enige windturbintype op de markt dat de rotordiameter van 160m benadert. De geselecteerde Nordex N149 valt wel binnen de 10% bandbreedte qua afmetingen en heeft een meer gemiddelde emissie dan de (stillere) GE 4.8 158 turbine.

Zie Tabel 6 voor de geselecteerde windturbine per alternatief. Voor elke geselecteerde windturbine per alternatief geldt, dat er zowel stillere als luidere turbines op de markt zijn.

**Tabel 6** Windturbine MERalternatieven 1, 2 en 3 (Lw en LE in dB(A))

Alternatief	Fabrikant	Type	Diameter	Ashoogte	Lw max	LE, den
1	Vestas	V100-2,0	100	100	105,0	108,0
2	Siemens Gamesa	SWT-3.3-130	130	130	104,9	109,2
3	Nordex	N149-4.5	149	160	106,1	109,7

### 1.2.3 Toelichting emissie termen

In de voorgaande paragraaf en tabellen worden diverse termen genoemd.

- De  $L_{W,max}$  betreft de maximale bronsterkte van een windturbine, zoals opgegeven door de fabrikant.
- De  $L_{E,den}$  is de jaargemiddelde bronsterkte, berekend volgens de  $L_{den}$ -methodiek. Ook de geluidsnorm voor (onder andere) windturbines 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 3** 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.

*N.B.* Het vreemd ogende feit dat de gemiddelde bronsterkte hoger ligt dan de maximale bronsterkte komt door de straffactoren die in de  $L_{den}$ -methodiek worden gehanteerd. Wanneer deze niet zouden worden meegenomen varieert de jaargemiddelde bronsterkte van de in Tabel 3 genoemde windturbines tussen 100,4 en 104,8 dB. Zie Bijlage A voor akoestische details van de beschreven windturbines.

### 1.3 Wettelijke norm

---

De windturbines vallen onder het Activiteitenbesluit. Volgens dit besluit is de maximaal toegestane waarde ter plaatse van geluidsgevoelige objecten<sup>1</sup> 47 dB  $L_{DEN}$  en 41 dB  $L_{Night}$ . Voor woningen behorende 'tot de sfeer van de inrichting' geldt geen maximale geluidsdruk. De norm staat beschreven in artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit.

### 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:

- Aantal geluidsgevoelige objecten binnen de 47 dB  $L_{den}$ -geluidscontour
- Aantal geluidsgevoelige objecten binnen de 42 dB  $L_{den}$ -geluidscontour
- (Beschrijving van) cumulatieve geluidseffecten.

Deze beoordelingscriteria worden ook in dit onderzoek behandeld. De opbrengstderiving als gevolg van eventueel benodigde mitigatiemaatregelen wordt in het onderzoek naar de energieproductie behandeld. Hetzelfde geldt voor het aantal woningen *per GWh*. Dit is een aanvullend beoordelingscriterium in het MER, waarmee de verschillen tussen de alternatieven in relatie worden gebracht met de energieproductie.

### 1.5 Cumulatie

---

Het bevoegd gezag kan in verband met cumulatie met andere windparken of bijzondere lokale omstandigheden maatwerk toepassen. Bij windpark Caprice is dit niet aan de orde. Wel is in het kader van ruimtelijke ordening inzichtelijk gemaakt welke gecumuleerde effecten te verwachten zijn met overige geluidsbronnen in de autonome situatie. Hiertoe is gekeken naar:

- Scheepvaartlawaaï
- Railverkeer (niet van toepassing gebleken i.v.m. tunnel en afscherming)
- Verkeerslawaaï (algemene wegen, bestaande situatie)

---

<sup>1</sup> Onder geluidsgevoelige objecten worden verstaan: woningen van derden, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagendstandplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder.

- Verkeerslawaai (autonome situatie, na realisatie van de rijksweg A15)
- Industrielawaai (Steenfabriek Caprice)
- Direct en indirect lawaai door ontronding buitenpolder (Ontgronding en toename verkeersbewegingen over wegen en water)

De resultaten zijn weergegeven in equivalent geluidsniveau, gecumuleerd en uitgedrukt in effecten op akoestisch leefklimaat aan de hand van de methode Miedema.

## 1.6 Voorkeursalternatief (VKA)

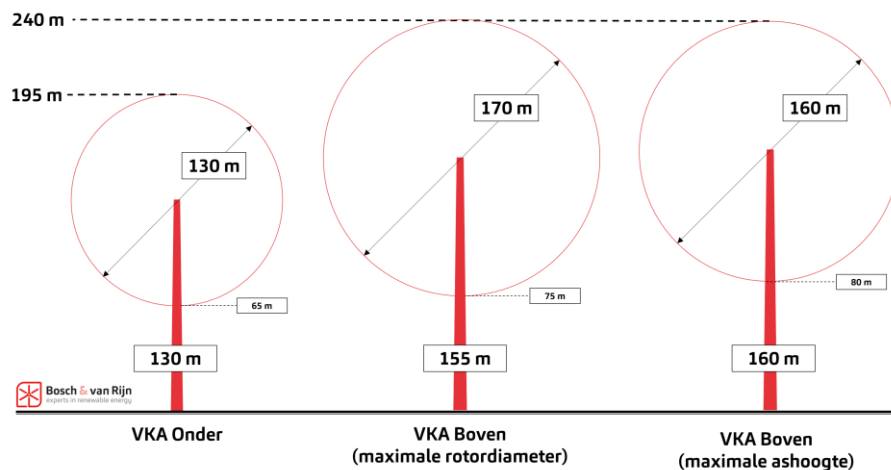
Het voorkeursalternatief bevat de volgende Specificaties. De onderkant van de bandbreedte komt overeen met MER-alternatief 2, terwijl de bovenkant van de bandbreedte een variant op MER-alternatief 3 betreft, met maximale rotordiameter van 170m, maximale ashoogte van 160m en maximale tiphoogte van 240m.

Tabel 7 Ondergrens en bovengrens voorkeursalternatief

	Ondergrens	Bovengrens (max. rotordiameter)	Bovengrens (max. ashoogte)
Aantal windturbines	2	2	2
<b>Afmetingen</b>			
Ashoogte (m)	130	155	160
Rotordiameter (m)	130	170	160
Tiphoogte (m)	195	240	240

Figuur 4 Schematische weergave van de afmetingen van het VKA

### Afmetingen VKA bandbreedte WP Caprice



In het akoestisch onderzoek wordt uitgegaan van de maximale ashoogte. Dit levert in verband met de hogere windsnelheid op 160m t.o.v. 155m ashoogte een hogere geluidsbelasting op. Door in het akoestisch onderzoek een ashoogte van 160m aan te houden, wordt een worst-case benadering toegepast.

## Hoofdstuk 2 Rekenmethode

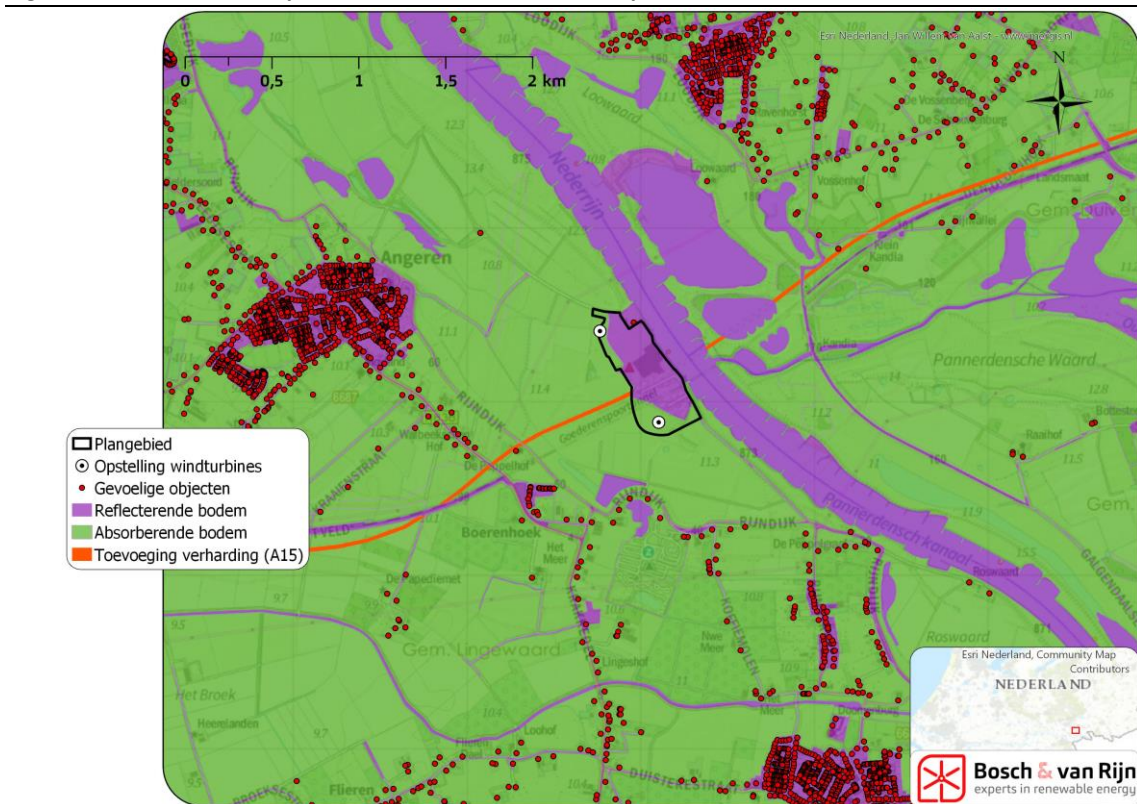


Het geluidsniveau bij omliggende woningen is berekend met een rekenmodel waarin de windturbines als puntbronnen zijn opgenomen. Bij de woningen is een ontvangerhoogte van 5 meter aangehouden. Het gebruikte rekenmodel is GeoMilieu V4.30. Zie de Bijlagen voor de invoergegevens. De berekening is uitgevoerd conform het 'Reken- en meetvoorschrift windturbines' (Activiteitenregeling milieubeheer, bijlage 4).

## 2.1 Bodemabsorptie en -reflectie

De bodem van de onderzochte locatie is te kenmerken als overwegend open agrarisch gebied. Dergelijke bodems 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 of verharding, heeft een bodemfactor van 0. Ook voor het terrein van de steenfabriek is een bodemfactor van 0 gehanteerd. Onderstaande afbeelding toont de bodemfactor rondom het beoogde windpark.

**Figuur 5** Bodemabsorptie en -reflectie rondom het windpark.



Het toekomstige snelwegtracé A15 betreft een autonome ontwikkeling, waarmee rekening wordt gehouden in het model. Dit tracé heeft derhalve een bodemfactor van 0.

## 2.2 Invloed gebouwen en dijken

Door de grote bronhoogte en openheid tussen de meest nabijgelegen woningen en de windturbines is er weinig sprake van afscherming door tussenliggende gebouwen. Dergelijke afscherming is niet meegenomen in de berekening.

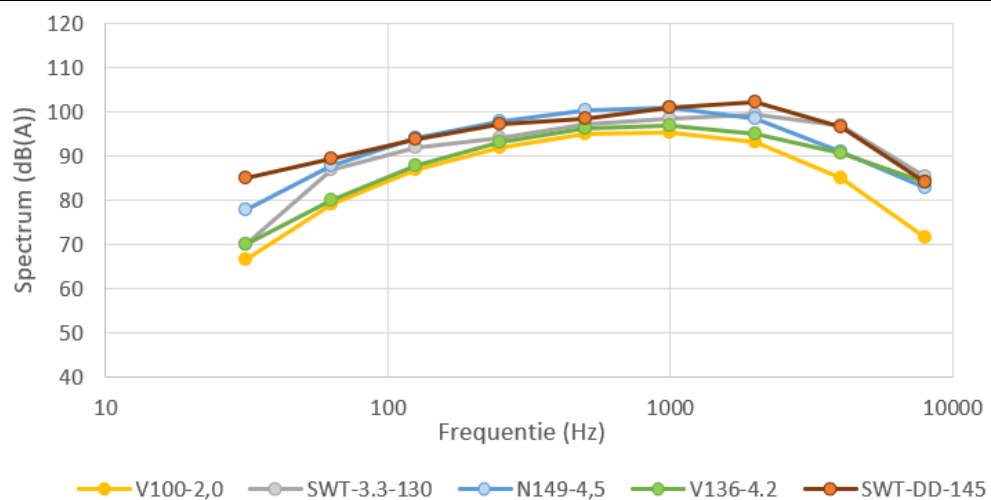
Wel zijn in aanvullende berekeningen op verzoek van de gemeente de effecten van de Rijndijk op de immissiewaarden van nabijgelegen woningen inzichtelijk gemaakt.

## 2.3 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 onderzochte types hebben de windturbinefabrikanten de spectra bekendgemaakt. De spectra zijn hieronder weergegeven, als ook in Bijlage A.

**Figuur 6** Spectraalverdeling van de windturbines uit het MER en VKA.



## 2.4 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, conform bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer.

## 2.5 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 zijn per alternatief ter illustratie twee contouren getekend, van  $L_{den}$  42 en 47 dB. Dit zijn immers de MER-beoordelingscriteria.

## 2.6 Laagfrequent geluid

---

Een gedeelte van het geluid dat windturbines produceren heeft een frequentie van 20-160 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 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 enige tijd geleden een brief aan de Tweede Kamer gestuurd<sup>2</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 concludeert de Staatssecretaris dat de huidige norm voor geluidhinder van windturbines (47 dB- $L_{den}$  en 41 dB- $L_{night}$ ) en het bijbehorende reken- en meetvoorschrift voldoen en geen wijzigingen behoeven.

Laagfrequent geluid draagt inderdaad voor een klein deel bij in de hinderervaring van windturbinegeluid. Echter, deze hinder is op een verantwoorde manier voldoende beperkt door de huidige norm. De Staatssecretaris erkent dat gemiddeld 9 procent van de bewoners van woningen die op de normgrens belast zijn met windturbinegeluid ernstig zal zijn gehinderd. Dat is ook in lijn met de toelichting in 2009 van de toenmalige minister van VROM op de ontwerp-norm voor windturbinegeluid. Zoals al eerder is betoogd, is dat een beleidskeuze geweest waarbij de verschillende belangen zijn afgewogen.

---

<sup>2</sup> kenmerk brief: IENM/BSK-2014/44564



# Hoofdstuk 3 Resultaten

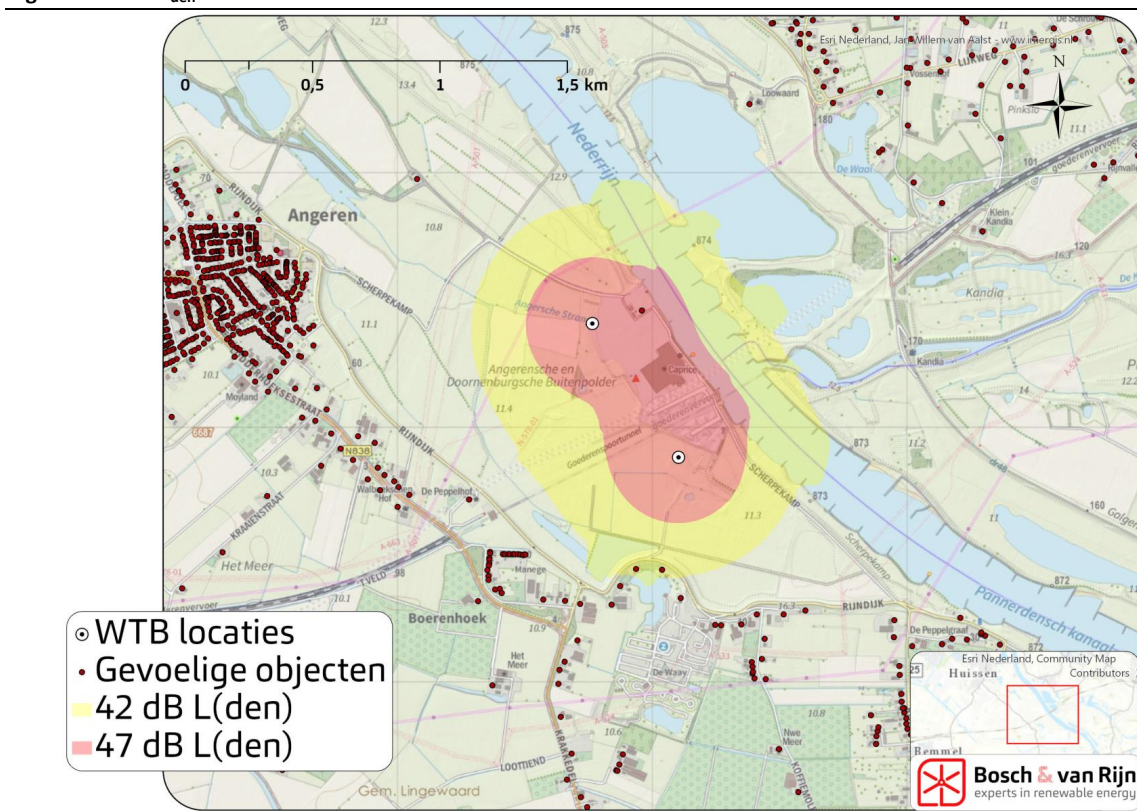




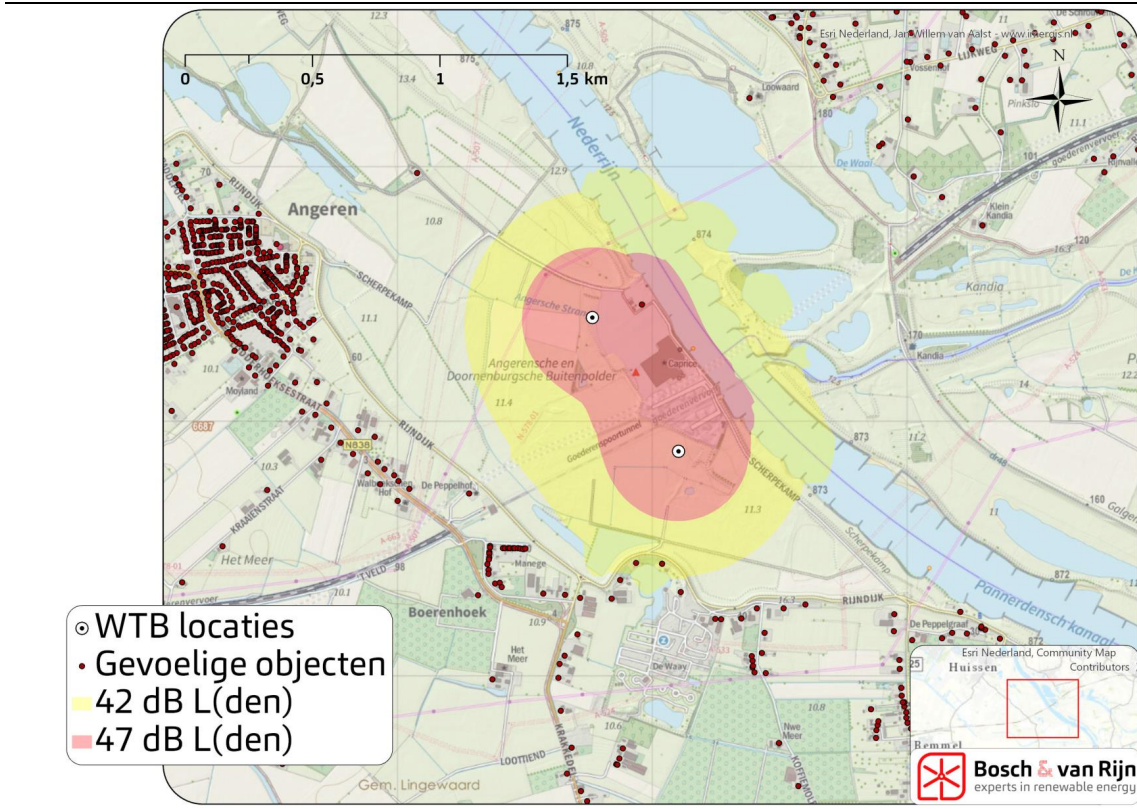
### 3.1 Contouren

In deze paragraaf worden ter illustratie de 47 en 42 dB  $L_{DEN}$ -contouren weergegeven van de alternatieven. Dergelijke contouren geven grafisch weer hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting is op elke plek rondom het windpark. Een 47 dB  $L_{den}$ -contour wil zeggen dat de jaargemiddelde  $L_{den}$ -geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB en erbuiten 47 dB of lager. Naast de  $L_{den}$  47 dB-norm geldt ook dat de jaargemiddelde geluidsbelasting in de nacht  $L_{night}$  niet hoger mag zijn dan 41 dB. In de praktijk geldt vrijwel altijd dat, als aan de  $L_{den}$  47 dB-norm is voldaan, ook aan de  $L_{night}$  41 dB norm wordt voldaan. Daarom is deze contour niet apart getekend. Wel is voor de omliggende woningen de  $L_{night}$ -waarde berekend (zie Bijlage D). In Bijlage C zijn de contouren op groot formaat weergegeven.

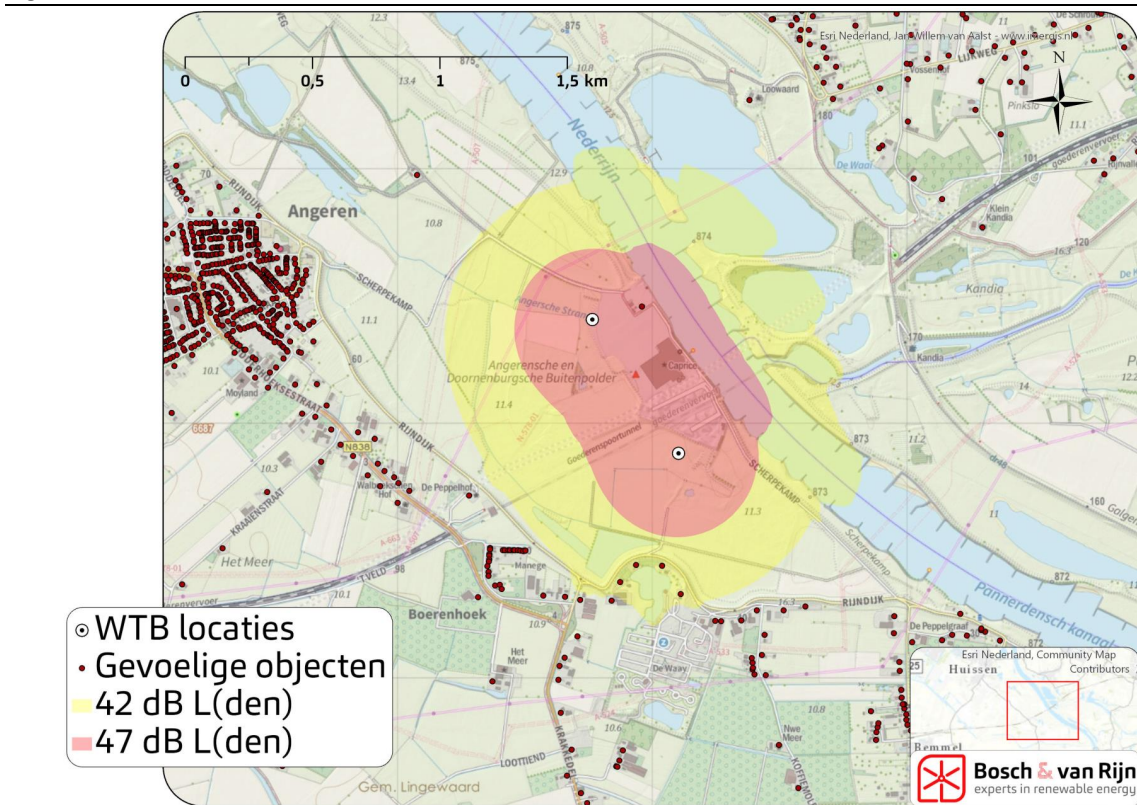
**Figuur 7**  $L_{den}$  47- en 42 dB-contour van Alternatief 1.



**Figuur 8** L<sub>den</sub> 47- en 42 dB-contour van Alternatief 2.



**Figuur 9** L<sub>den</sub> 47- en 42 dB-contour van Alternatief 3.



De geluidscontouren vertonen een uitstulping waar zij over water reiken. Dit heeft te maken met het feit dat water geluid beter reflecteert, waardoor het verder draagt.

### 3.2 Nabijgelegen woningen

Voor nabijgelegen woningen is berekend hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting als gevolg van het windpark is voor de MER-alternatieven. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel en in detail weergegeven in Bijlage D. Een woning maakt deel uit van de sfeer van inrichting, op deze woning wordt niet getoetst aan de geluidsnorm en wordt derhalve niet geteld in Tabel 8.

**Tabel 8 Aantallen woningen: samenvatting geluidsimmissie MERalternatieven**

Alternatief	Aantal woningen met $L_{den} > 42$	Aantal woningen met $L_{den} > 47$
1	2	0
2	2	0
3	4	0

Alternatief 1 en 2 leiden beiden bij twee woningen tot een immissie groter dan 42dB  $L_{den}$ . In het geval van alternatief 3, vallen 4 woningen binnen 42dB  $L_{den}$  contour. De verschillen tussen de resultaten per alternatief wat betreft geluidsdruk op omliggende woningen zijn zeer beperkt.

**Tabel 9 Overzicht van de 10 woningen met hoogste geluidimmissie in de omgeving van de windturbines**

Alternatief	1		2		3	
	V100-2,0		SWT-3.3-130		N149-4,5	
Windturbintype						
Omschrijving	Nacht	Lden	Nacht	Lden	Nacht	Lden
<i>Scherpekamp 17 Angeren<sup>3</sup></i>	45	52	46	52	46	52
Rijndijk 73 Doornenburg	37	43	37	44	39	45
Rijndijk 75 Doornenburg	37	43	37	43	39	45
Rijndijk 77 Doornenburg	35	42	36	42	37	44
Rijndijk 71 Doornenburg	35	41	35	42	37	43
Rijndijk 79 Doornenburg	34	40	34	41	36	42
Krakkedel 60 Doornenburg	34	40	34	40	36	42
Boerenhoek 10 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 12 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 14 Angeren	33	40	34	40	36	42

De hoogste belasting op een woning buiten de inrichting bedraagt bij de geselecteerde windturbines 45 dB  $L_{den}$ . Enkele woningen langs de Rijndijk hebben een immissie hoger dan 42 dB  $L_{den}$ . Voor woningen die niet in Tabel 9 zijn opgenomen liggen de immissiewaarden lager dan of gelijk aan de laagste de waarden die zijn weergegeven in de tabel. In Bijlage D is een lijst opgenomen van de 100 woningen met de hoogste immissiewaarden.

<sup>3</sup> Deze woning maakt deel uit van de sfeer van inrichting

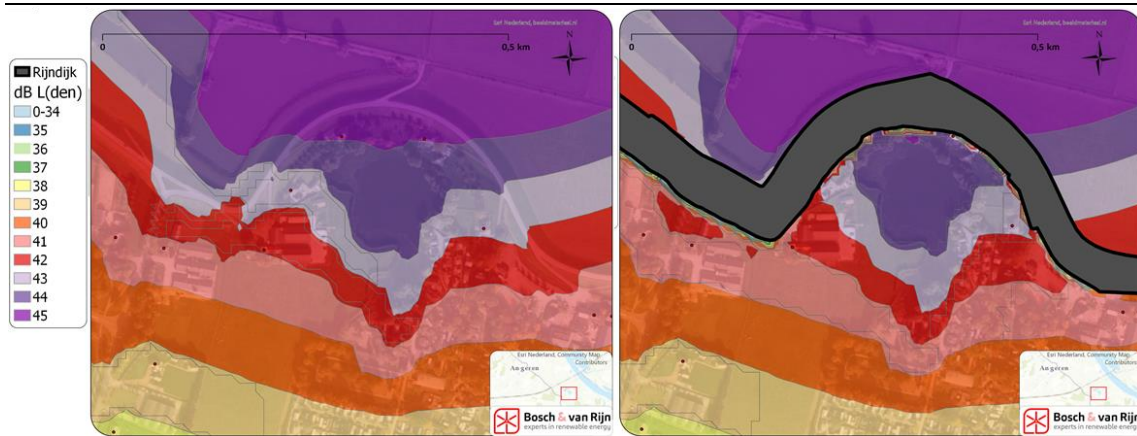
### 3.3 Effect van Rijndijk op geluidimmissie

In verband met de grote bronhoogte en openheid tussen de meest nabijgelegen woningen en de windturbines is er weinig sprake van afscherming of absorptie door tussenliggende waterkeringen. Hoewel het effect van waterkeringen op geluidimmissie niet wordt meegenomen in de resultaten van het akoestisch onderzoek, kan wel inzichtelijk gemaakt worden in hoeverre de geluidimmissie anders is wanneer de Rijndijk wordt gemodelleerd. Als indicatie is MER-alternatief 3 toegepast.

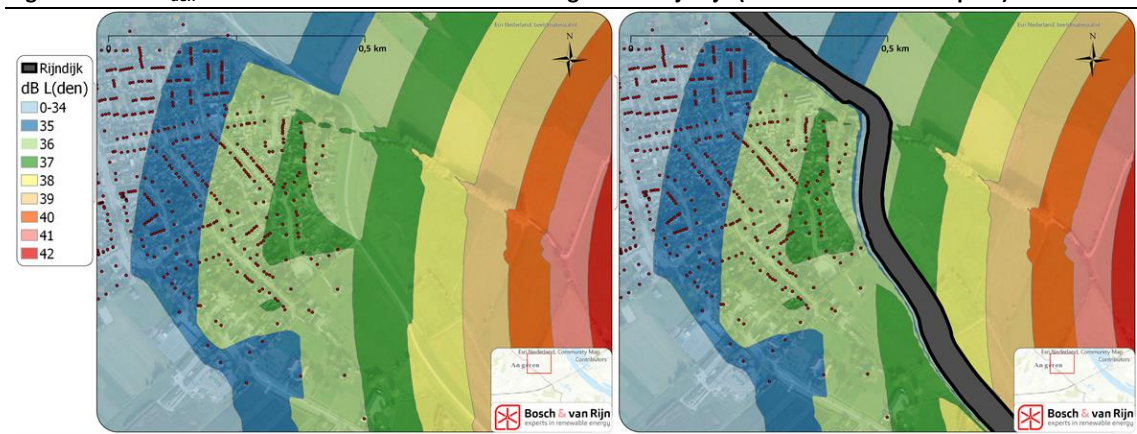
De waterkering is met gebruik van data van het Waterschap Rivierenland als absorberend object toegevoegd aan het geluidmodel met een hoogte van 5m ten opzichte van het achterliggende maaiveld.

Onderstaande figuren tonen de verandering in immissie wanneer de dijk wel of niet gemodelleerd wordt. De resultaten tonen dat de veranderingen tussen de modellen zichtbaar zijn op enkele meters achter de dijk. De mate van verandering in immissiewaarden blijft zeer beperkt, vanaf circa 50m achter de kering bestaat er geen verschil meer. Voor enkele woningen gelegen direct achter de Rijndijk, zoals aan de Zahnstraat 15 te Angeren of de Rijndijk 75 te Doornenburg, zou de dB L<sub>den</sub> geluidimmissiewaarde lager uitvallen wanneer de dijk gemodelleerd zou worden.

**Figuur 10** L<sub>den</sub> contouren zonder en met modellering van de Rijndijk (ca. 500m van het windpark)



**Figuur 11** L<sub>den</sub> contouren zonder en met modellering van de Rijndijk (ca. 1km van het windpark)



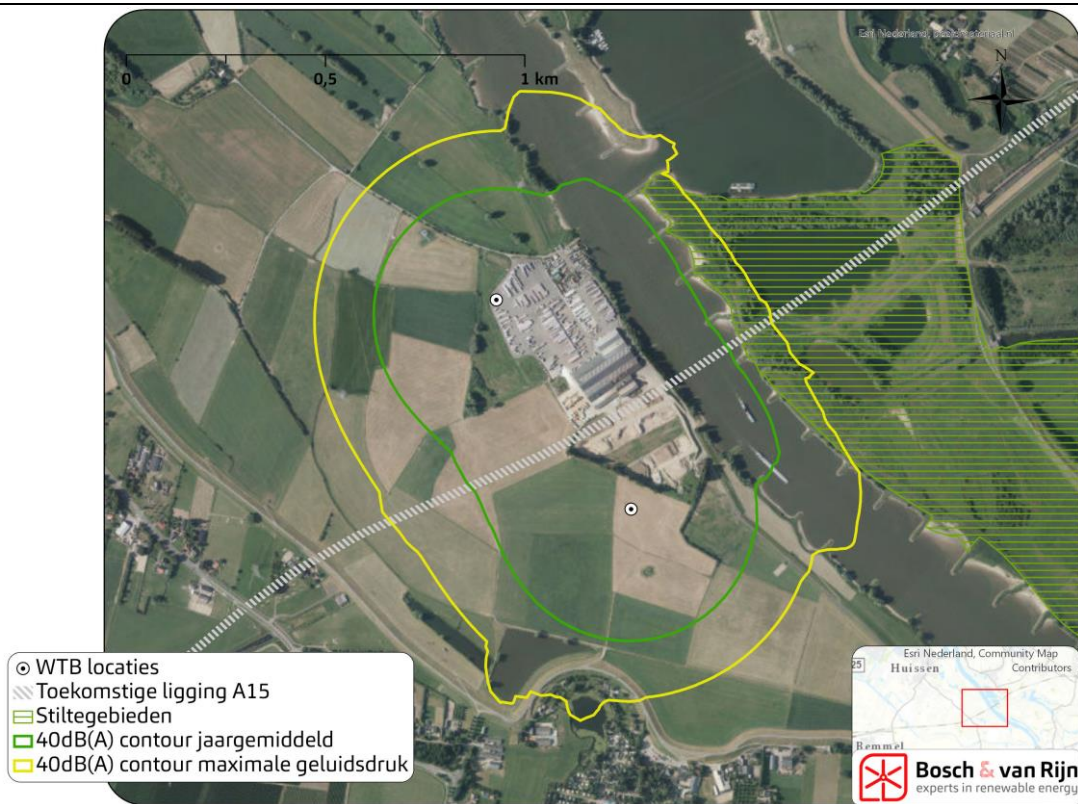
### 3.4 Effect op nabijgelegen stiltegebied

Aan de overzijde van de Nederrijn is een stiltegebied gelegen. De provincie Gelderland heeft voor stiltegebieden de ambitie geluidsbelasting te beperken tot 40dB(A). Een stiltegebied is geen gevoelig object zoals aangeduid in het Activiteitenbesluit, daarom is gerekend met de werkelijke dB(A) waarden zonder de voor gevoelige objecten voorgeschreven  $L_{den}$ -factoren. Afgezien van het niet toepassen van de  $L_{den}$  is de rekenmethode gelijk aan de methode voor de MER-alternatieven.

Voor de berekeningen is als worst-case benadering MER-alternatief 3 toegepast, dit betreft het alternatief met de hoogste geluidsbelasting. De figuur toont in het groen de jaargemiddelde 40dB(A) contour. De gele contour geeft de maximale geluidsdruk weer. Dit maximale geluidsniveau wordt bij het toegepast type windturbine bereikt vanaf een windsnelheid van 11m/s (Krachtige wind).

De jaargemiddelde geluidsdruk op het stiltegebied is lager dan 40dB(A). De maximale geluidsdruk aan de rand van het stiltegebied is hoger dan 40 dB(A) en kan oplopen tot 42 dB(A).

**Figuur 12** 40 dB(A) contouren Nordex N149 op 160m ashoogten in relatie tot het stiltegebied

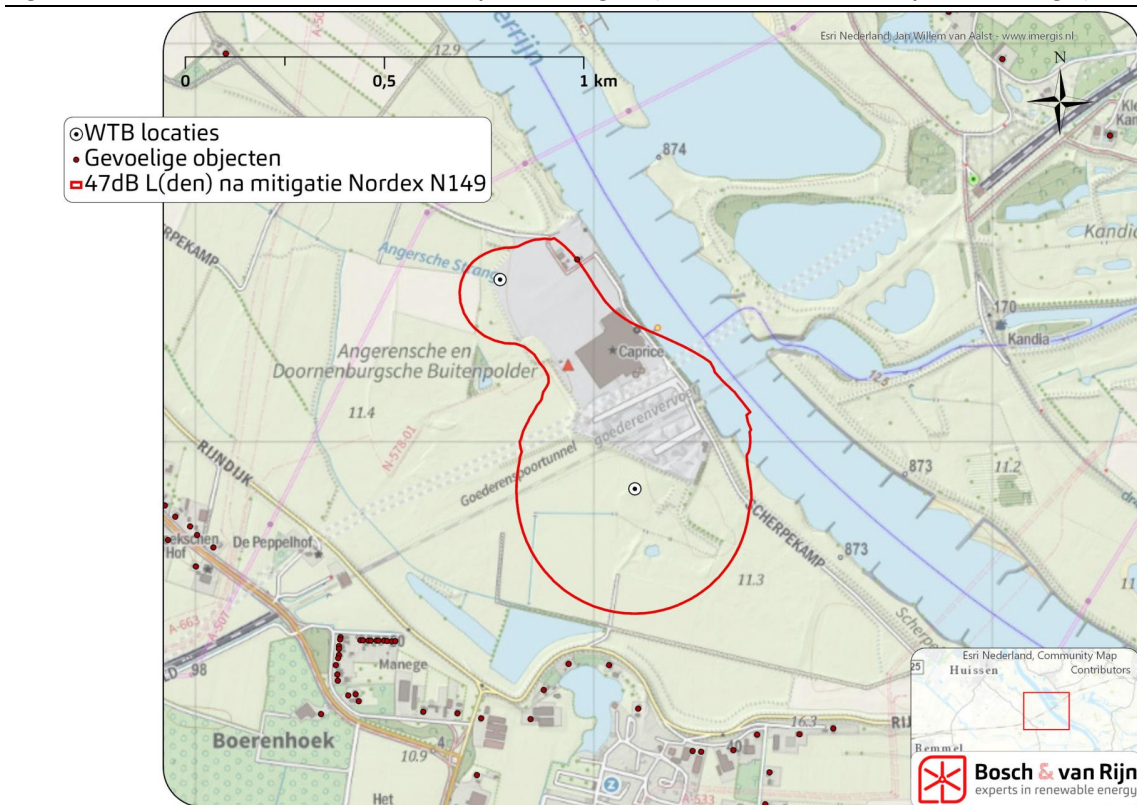


### 3.5 Reductie

Binnen de 47dB  $L_{den}$  geluidscontouren van het de MER-alternatieven bevinden zich geen woningen van derden. Er bevinden zich tevens geen overige geluidsgevoelige objecten.

De woning aan de Scherpekamp 17 maakt deel uit van de inrichting, het activiteitenbesluit is daarom niet van toepassing. In het geval dat deze woning niet bij de inrichting betrokken zou zijn, zou het immissieniveau op de gevel van de betreffende woning middels mitigatie worden teruggebracht tot 47dB  $L_{den}$ . De geselecteerde noordelijke windturbine (WTB1) kan hiervoor een deel van de tijd in een geluidsreducerende modus draaien. Dit gaat deels ten koste van de energieopbrengst. Ter indicatie is de luidste van de alternatieven doorgerekend. Dit betreft Alternatief 3 met de Nordex N149-4.5 op een ashoogte van 160m. Indien de noordelijke windturbine in de avond en nachtperiode in de stilste modus draait (Mode S17), maar op de dagperiode niet wordt gemitigeerd (Mode S1), volgt de onderstaande contour. De geluidsbelasting op de betreffende woning (Scherpekamp 17, Angeren) is in deze gemitigeerde situatie teruggebracht tot 47dB  $L_{den}$ . De gemitigeerde windturbine met een nominaal vermogen van 4,5MW levert na activering van de geluidsmitigerende modus nog hooguit 2,87MW.

**Figuur 13**  $L_{den}$  47 dB-contour van het windpark na mitigatie (Alt. 3, Nordex N149-4,5 op 160m ashoogte)



# Hoofdstuk 4 Voorkeursalternatief

## 4.1 Beschrijving voorkeursalternatief

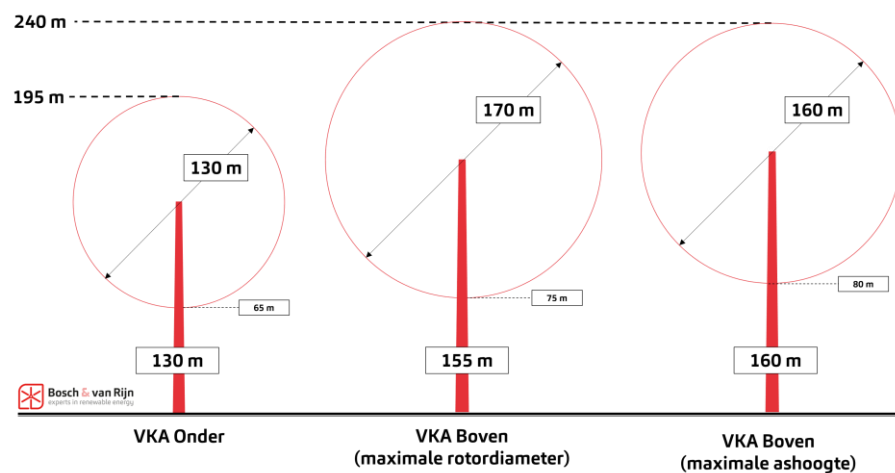
Het voorkeursalternatief bevat de volgende Specificaties. De onderkant van de bandbreedte komt overeen met MER-alternatief 2, terwijl de bovenkant van de bandbreedte een variant op MER-alternatief 3 betreft, met maximale rotordiameter van 170m, maximale ashoogte van 160m en maximale tiphoogte van 240m.

Tabel 10 Ondergrens en bovengrens voorkeursalternatief

	Ondergrens	Bovengrens (max. rotordiameter)	Bovengrens (max. ashoogte)
Aantal windturbines	2	2	2
<b>Afmetingen</b>			
Ashoogte (m)	130	155	160
Rotordiameter (m)	130	170	160
Tiphoogte (m)	195	240	240

Figuur 14 Schematische weergave ondergrens en bovengrens van het voorkeursalternatief

### Afmetingen VKA bandbreedte WP Caprice



De locaties van de windturbines zijn licht verschoven t.o.v. de locaties van de MER-alternatieven.

Tabel 11 Coördinaten van de windturbines (rijksdriehoeksstelsel)

WTB	X	Y
1	195.789	436.385
2	196.105	435.895



## 4.2 Windturbinetypes

---

Het VKA betreft een bandbreedte overeenkomend met MER-variant 2 (onderkant bandbreedte) en een variatie op MER-variant 3 (bovenkant bandbreedte). Om een maximale bandbreedte op te spannen voor het aspect geluid, is gekeken naar de stilste en luidste windturbine binnen de twee genoemde MER-varianten. Deze waarden zijn terug te vinden in Tabel 4 en Tabel 5 van Hoofdstuk 1.2, hieruit blijkt tevens dat de geluidsbelasting van een windturbine niet één op één te schalen is met het formaat van de rotor of de generator.

In onderstaande tabel is de luidste (rood) windturbine van MER-variant 3 en de stilste (groen) windturbine van MER-variant 2 weergegeven.

Tabel 12 Onder- en bovenvariant bandbreedte geluid (diameter en ashoogte in meters)

Variant	Fabrikant	Type	Diameter	Ashoogte	Lw max	LE, den
Onder	Vestas	V136-4.2	136	130	103,9	107,9
Boven	Siemens Gamesa	SG SWT-DD-145 4.5	145	160	107,8	112,1

## 4.3 Rekenmethode

---

Waar niets is aangegeven is dezelfde rekenmethode aangehouden voor het VKA als voor de MER-alternatieven.

## 4.4 Resultaten

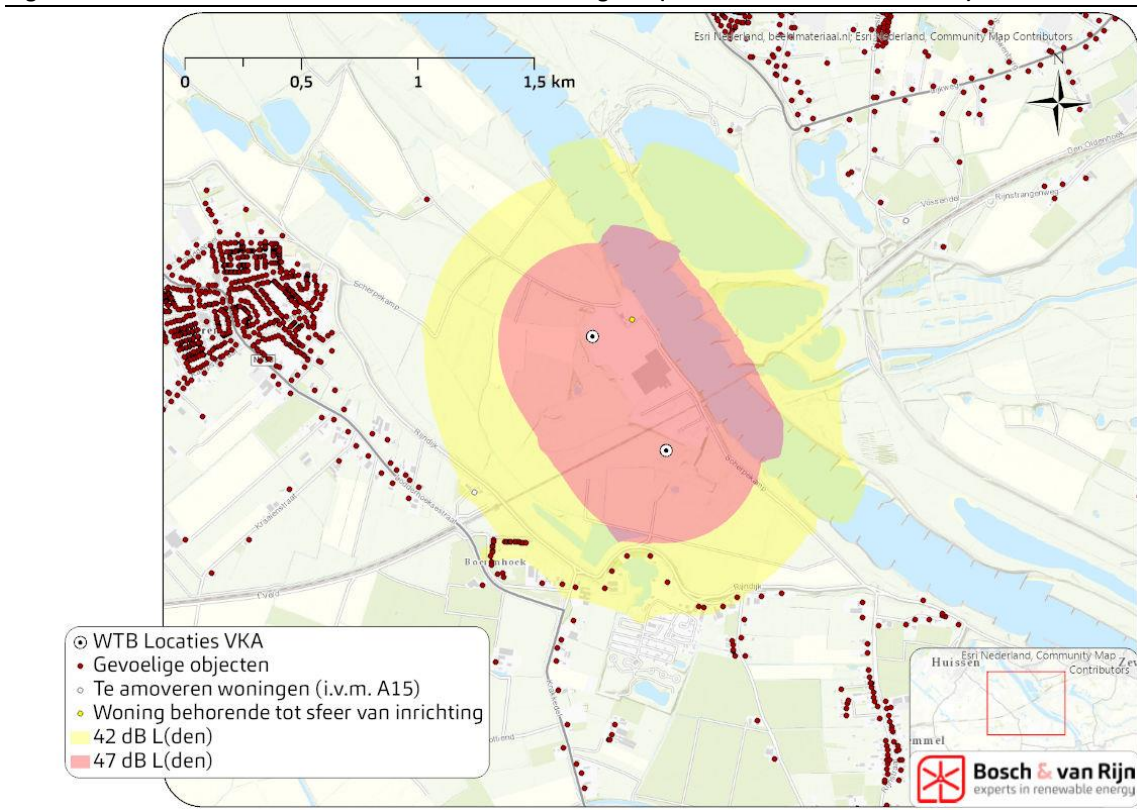
---

Hieronder worden de resultaten weergegeven voor de ondergrens (Vestas V136-4.2 op 130m ashoogte) en de bovengrens (SG SWT-DD-4.5 145 op 160m ashoogte)

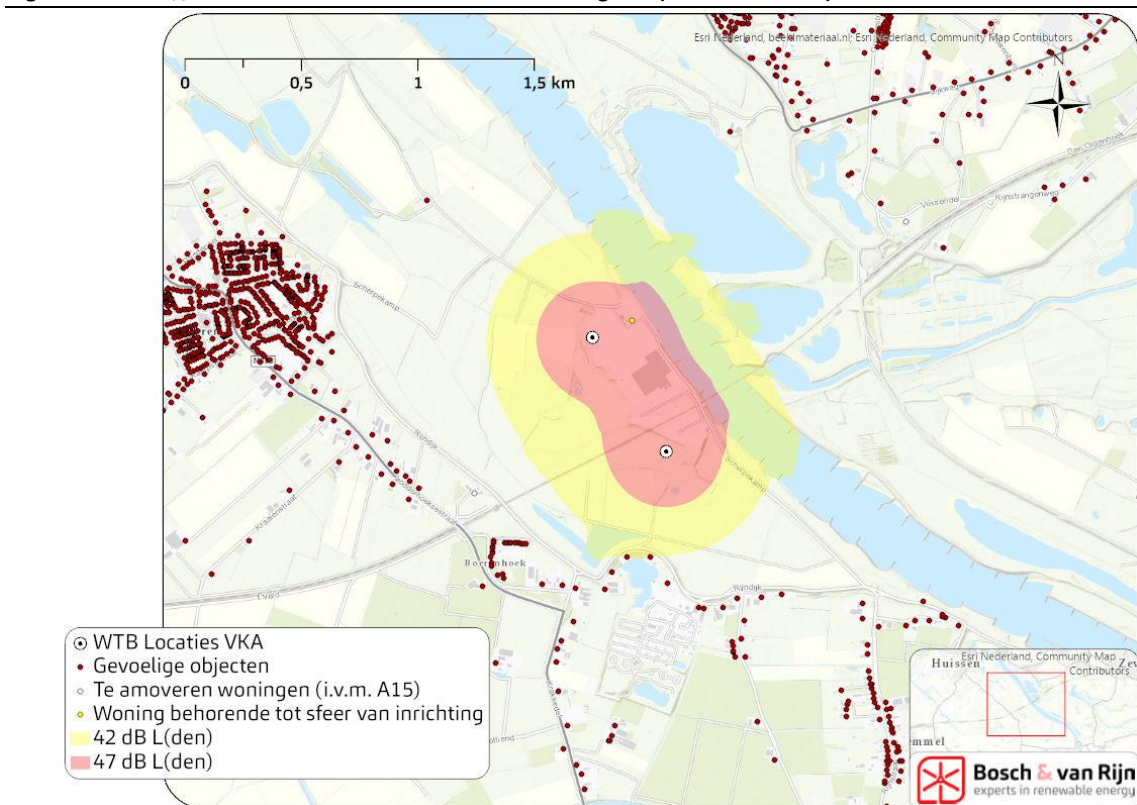
### 4.4.1 Contouren

Op de volgende pagina worden de contouren van de onder- en bovengrens weergegeven.

**Figuur 15**  $L_{den}$  47- en 42 dB-contour van de VKA Bovengrens (Siemens Gamesa SWT-DD-145)



**Figuur 16**  $L_{den}$  47- en 42 dB-contour van de VKA Ondergrens (Vestas V136-4.2)



#### 4.4.2 Nabijgelegen woningen

Voor alle nabijgelegen woningen is berekend hoe hoog de jaargemiddelde geluidsbelasting als gevolg van het windpark is, voor de boven- en ondergrens van de bandbreedte. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel en in detail weergegeven in Bijlage E. De woning binnen de sfeer van inrichting is gearceerd in de tabel opgenomen, op deze woning wordt niet getoetst aan de geluidsnorm.

**Tabel 13 Aantallen woningen: samenvatting geluidsimmissie VKA ondergrens en bovengrens**

	Aantal woningen met $L_{den} > 42$	Aantal woningen met $L_{den} > 47$
Ondergrens	0	0
Bovengrens	26	0

**Tabel 14 Overzicht van de woningen met hoogste geluidimmissie in de omgeving van de windturbines**

Windturbinetype	VKA ondergrens V136-4.2		VKA bovengrens SWT-DD-142 4.5	
	Nacht	Lden	Nacht	Lden
<i>Scherpekamp 17 Angeren</i>	45	52	49	55
Rijndijk 73 Doornenburg	36	42	40	46
Rijndijk 75 Doornenburg	36	42	40	46
Rijndijk 77 Doornenburg	35	41	39	45
Rijndijk 71 Doornenburg	34	41	38	45
Rijndijk 79 Doornenburg	33	40	37	44
Krakkedel 60 Doornenburg	33	39	37	43
Boerenhoek 18 Angeren	33	39	37	43
Boerenhoek 16 Angeren	33	39	37	43
Boerenhoek 14 Angeren	33	39	37	43
Boerenhoek 20 Angeren	33	39	37	43
Boerenhoek 12 Angeren	33	39	37	43
Boerenhoek 10 Angeren	33	39	37	43
Boerenhoek 8 Angeren	33	39	37	43

De hoogste belasting op een woning buiten de inrichting bedraagt bij de VKA ondergrens 42 dB  $L_{den}$ . Voor de VKA bovengrens betreft dit 46 dB  $L_{den}$ . Voor woningen die niet in de tabel zijn opgenomen liggen de immissiewaarden lager dan de waarden die zijn weergegeven in de tabel. In Bijlage E is een lijst opgenomen van de 100 woningen met de hoogste immissiewaarden m.b.t. het voorkeursalternatief.

#### 4.5 Reductie

Zowel de onder- als bovengrens voldoen aan de normen voor windturbinegeluid op nabijgelegen woningen. Er bestaat geen aanleiding voor geluid mitigerende maatregelen.

# Hoofdstuk 5 Cumulatie



In de notitie reikwijdte en detailniveau van het MER waar dit onderzoek deel van uitmaakt is aangegeven dat cumulatie met andere geluidsbronnen kwalitatief wordt beschreven. Daartoe is een inventarisatie gemaakt van geluidsbronnen in de omgeving van het windpark.

Het cumulatieve effect wordt beschouwd door voor relevante woningen de *toename* van het totale geluidsniveau door de komst van de windturbines te berekenen, en een kwalitatieve beschrijving te geven van de akoestische kwaliteit met en zonder de windturbines.

### 5.1.1 *Maatgevende woningen*

Op basis van de ligging van woningen ten opzichte van het windpark en ten opzichte van overige geluidsbronnen is een selectie gemaakt als ‘maatgevende woningen’. Dit is gedaan om de berekening overzichtelijk te houden. Zie onderstaande figuur.

**Figuur 17** Maatgevende woningen cumulatieberekening.



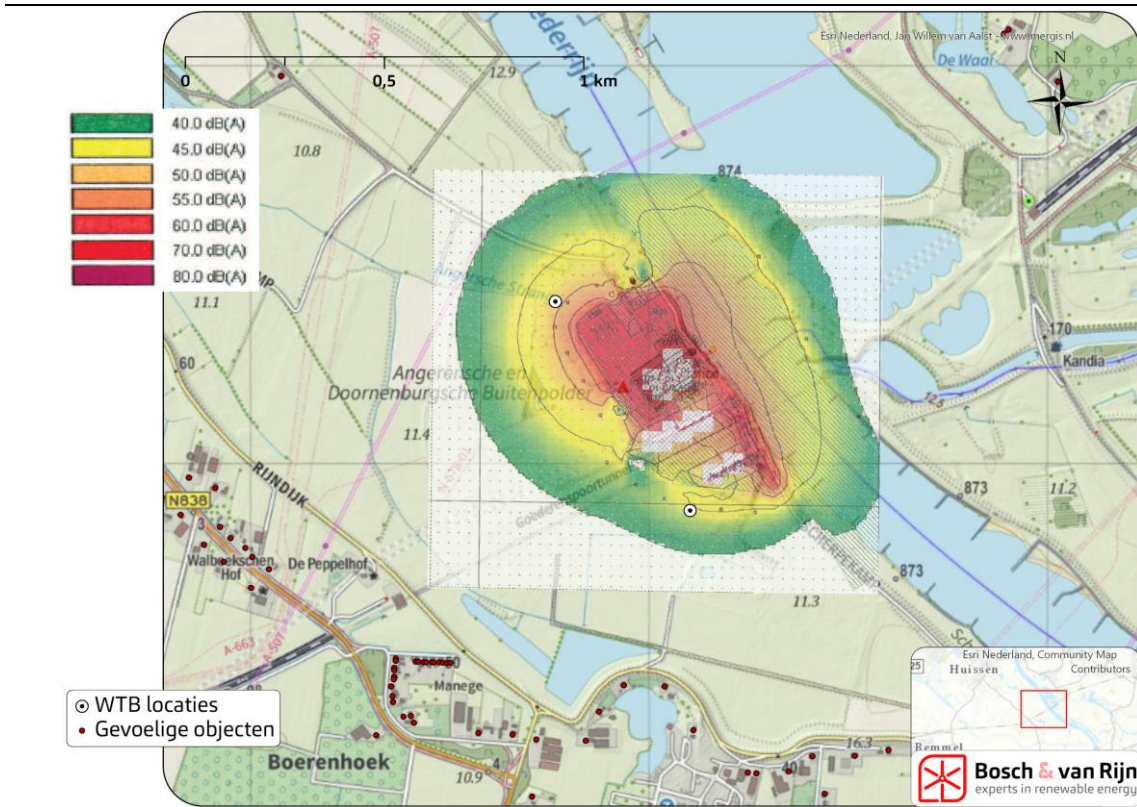
### 5.1.2 *Geluidsbronnen*

In verband met de aanleg van de A15 door het plangebied zal de voornaamste geluidsdruk in de omgeving ontstaan door wegverkeerslawaai. Er worden geen andere geluidsbronnen meegenomen in het onderzoek.

**5.1.2.1 Industrielawaai;**

De windturbines worden in nabijheid van een steenfabriek geplaatst. De geluidsbelasting van de fabriek is in 2007 onderzocht door de TCKI. Er is sprake van een hogere belasting overdag dan in de nacht. In onderstaande figuur is een uitsnede uit het TCKI akoestisch onderzoek van de dagsituatie geprojecteerd op een topografische achtergrond met de geplande windturbines en omliggende gevoelige objecten (woningen). Hieruit is af te leiden dat immissie op woningen door de fabriek in elk geval lager is dan 40dB(A), met uitzondering van de woning op het terrein zelf, welke onderdeel uitmaakt van de sfeer van inrichting (Scherpekamp 17). Voor de nachtsituatie geldt, dat de waarden op woningen in elk geval lager zijn dan 20 dB(A). Geconcludeerd wordt dat het geluid van de steenfabriek geen invloed heeft op de totale geluidsbelasting van de woningen buiten de inrichting.

**Figuur 18 Uitsnede verbeelding akoestische emissie van de steenfabriek in de dagsituatie (TCKI 2007)**

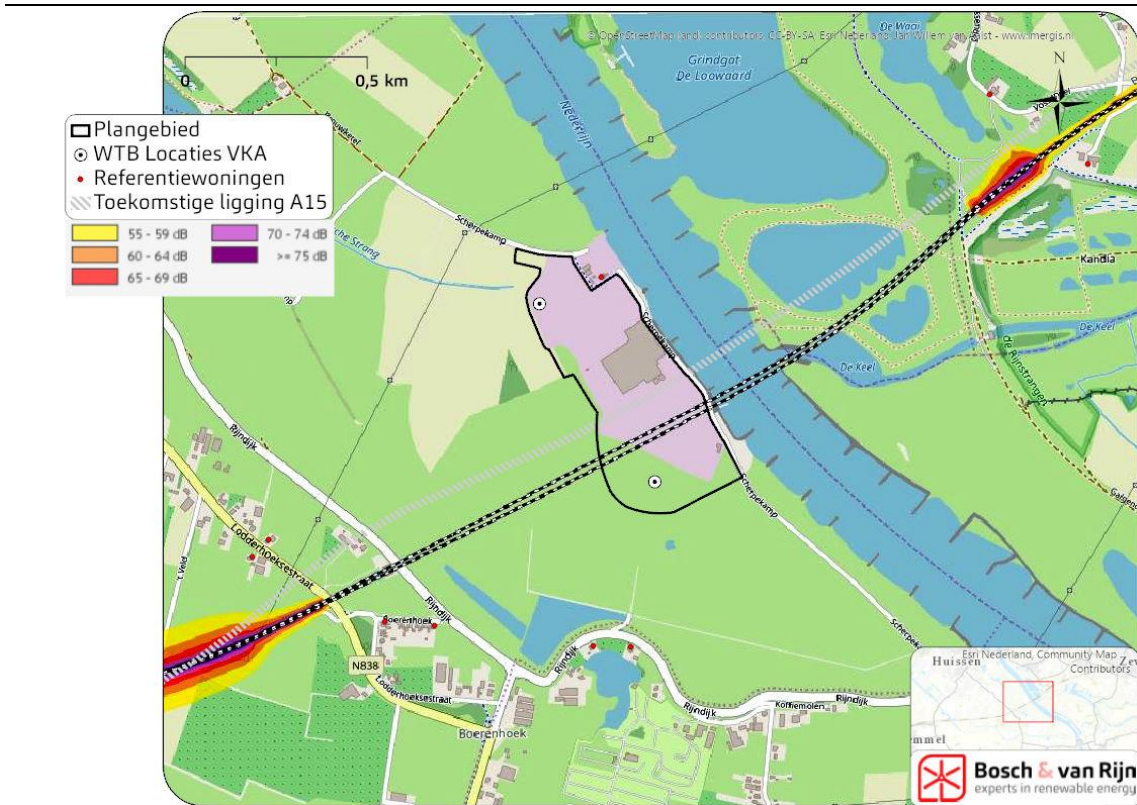


### 5.1.2.2 Spoorweglawaai;

De windturbinelocaties liggen in nabijheid van een spoorlijn, derhalve zijn de akoestische effecten van deze spoorlijn in kaart gebracht. Voor een groot deel is het spoor gelegen in een tunnel waardoor bovengronds geen sprake is van spoorweglawaai. In het noordoosten van het kanaal is spoorweglawaai beperkt i.v.m. een geluidswal langs het spoor. In het zuidwesten is geen sprake van een geluidswal waardoor het spoorweglawaai verder draagt.

De onderstaande afbeelding toont de geluidbelasting van de spoorweg in het gebied rond de windturbines. In verband de karakteristieken van het spoorwegtracé en de afstand van woningen tot het spoortraject, is geen sprake van noemenswaardige cumulatieve effecten.

**Figuur 19 Spoorweggeluid (Geluidregister EU Geluidscontouren spoor 2016) en referentiewoningen**



### 5.1.2.3 Wegverkeerslawaai;

Het wegverkeerslawaai bestaat uit twee onderdelen.

- Bestaand verkeerslawaai (binnenwegen) en;
- Autonom verkeerlawaai (verwachte toename verkeersintensiteit binnenwegen plus het verwachte geluid van de nieuwe rijksweg A15).

Het toekomstig wegverkeerslawaai op de locatie komt met name door de binnenkort te realiseren rijksweg A15. Royal HaskoningDHV heeft t.b.v. het MER voor het doortrekken van de rijksweg A15 akoestisch onderzoek verricht en de huidige situ-

atie (gemeentelijke wegen, zonder doortrekking rijksweg A15) en autonome situatie (toename intensiteit gemeentelijke wegen plus doortrekking rijksweg A15) per woning inzichtelijk gemaakt in het iReport 'Cumulatie geluid in Duiven, Zevenaar en Lingewaard'. De door Royal HaskoningDHV gepubliceerde waarden vormen het uitgangspunt voor de cumulatie met Windpark Caprice.

#### **5.1.2.4** *Ontgronding Angerensche en Doornenburgsche Buitenpolder;*

---

De komende jaren zal een herinrichting van de Angerense en Doornenburgsche Buitenpolder plaatsvinden, waarbij ontgrondingswerkzaamheden worden uitgevoerd. In 2017 is een MER opgesteld t.b.v. de ontgronding van de Angerensche en Doornenburgsche Buitenpolder. De ontgrondingsactiviteiten worden gedurende 7 jaar uitgevoerd. Bureau LievenseCSO heeft in 2017 een akoestisch rapport<sup>4</sup> opgesteld, waarbij de geluidbelasting is bepaald ter plaatse van omliggende woningen. Er is sprake van directe en indirecte geluidshinder. Direct geluidshinder betreft de ontgrondings- en winningswerkzaamheden. Indirecte geluidshinder heeft betrekking op het vracht- en scheepverkeer van en naar de werklocaties. Beide aspecten zijn meegenomen in de cumulatiestudie.

#### **5.1.2.5** *Scheepvaartlawaai;*

---

De windturbines zijn gelegen nabij het Pannerdensch Kanaal, een belangrijke binnenvaartroute die de Nederrijn en het Bijlandsch Kanaal verbindt. Het bureau LBP-Sight heeft de geluidbelasting op omliggende woningen berekend, het hiertoe toegepaste rekenmodel is aangemaakt met het programma GeoMilieu 4.5. Brongegevens voor scheepvaart passagedata is afkomstig uit de IVS-90 2017 database, welke in 2018 verkregen is van Rijkswaterstaat. De notitie van LBP-sight is toegevoegd als bijlage aan het akoestisch onderzoek. De resultaten zijn verwerkt in de cumulatiestudie.

### **5.1.3** *Immissiewaarden windturbines en overige geluidsbronnen*

Om de toename in geluidsdruk (veroorzaakt door windturbines) weer te geven, is gerekend volgens de rekenregels voor cumulatie van verschillende bronnen, zoals onder andere uiteengezet in hoofdstuk 4 van bijlage 4 bij de Activiteitenregeling milieubeheer. De verschillende geluidsbronnen worden daarbij omgerekend naar 'equivalente geluidsniveaus' alvorens te worden opgeteld.

De bestaande situatie kan zodoende worden vergeleken met de situatie inclusief autonome ontwikkelingen en de situatie inclusief autonome ontwikkelingen én het beoogd windpark Caprice Lingewaard. Aan de hand van de 'methode Miedema' wordt vervolgens inzicht gegeven in de verwachte veranderingen van de kwaliteit van de akoestische omgeving.

---

<sup>4</sup> Angerensche en Doornenburgsche Buitenpolder akoestisch onderzoek, versie 3.0, 20 januari 2018 (LievenseCSO)





Op basis van de ligging van woningen ten opzichte van het windpark en de overige geluidsbronnen is een selectie gemaakt van nabijgelegen woningen buiten de inrichting als 'maatgevende woningen'. Dit is gedaan om de resultaten overzichtelijk te houden. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 15 tot en met Tabel 21.

### Bestaande situatie

Tabel 15 toont de bestaande situatie van scheepvaart- en wegverkeerslawaai op de gevels van de maatgevende woningen. In deze situatie is er geen sprake van de nieuwe rijksweg A15, het wegverkeerslawaai is afkomstig van bestaande gemeentelijke wegen. De waarden zijn afkomstig uit het akoestisch onderzoek voor het MER A15 van Royal HaskoningDHV. Een 5-tal woningen (Rijnstraat 115 en Rijndijk 4, 53, 55, 57) valt buiten de studie van Royal HaskoningDHV omdat deze net buiten de 50dB(A) contouren en invloedssfeer van de nieuwe A15 zijn gelegen. Om cumulatie met windturbines op deze woningen toch inzichtelijk te maken is voor deze woningen is een aannname gedaan van een jaargemiddeld equivalent geluidsniveau van 49dB(A). De gegevens voor scheepvaart zijn berekend door LBP-sight, de rapportage voor scheepvaartgeluid is toegevoegd aan de bijlage van het akoestisch rapport. In de derde kolom van Tabel 15 worden de cumulatieve waarden weergegeven van geluid indien de bestaande situatie behouden zou worden.

Tabel 15 Bestaande situatie: equivalente geluidsniveaus

Pann. Kanaal	Scheepvaart	Binnenwegen	Totaal Bestaand
	dB(A) L*eq	dB(A) L*eq	dB(A) LCUM
<b>Adressen</b>			
Boerenhoek 20	28	54	<b>54</b>
Lodderhoeksestraat 18	26	57	<b>57</b>
Lodderhoeksestraat 31	26	62	<b>62</b>
Lodderhoeksestraat 37	28	52	<b>52</b>
Rijndijk 75	30	55	<b>55</b>
Rijndijk 73	30	54	<b>54</b>
Rijnstrangenweg 15	28	53	<b>53</b>
Vossendel 3	30	47	<b>47</b>
Rijnstraat 115	35	49	<b>49</b>
Rijndijk 4	40	49	<b>49</b>
Rijndijk 57	39	49	<b>49</b>
Rijndijk 55	39	49	<b>49</b>
Rijndijk 53	30	49	<b>49</b>

### Autonome situatie

Tabel 16 toont de autonome situatie, dit betreft de situatie waarin geen windturbines worden gebouwd, maar alle autonome ontwikkelingen wel doorgang vinden. De ontgronding bevat zowel direct (ontgrondingsactiviteiten) en indirect (verkeer van en naar werklocatie) geluid. De waarden zijn overgenomen uit het akoestisch rapport van LievensCSO. Voor een 2-tal woningen (Rijnstrangenweg 15 en Lodderhoeksestraat 18) zijn geen ontgrondingswaarden beschikbaar, voor deze woningen zijn de waarden van de meest nabijgelegen toetspunten gehanteerd zodat cumulatie met windturbines alsnog inzichtelijk gemaakt kan worden. De vierde kolom bevat de cumulatieve autonome langjarige waarde op de gevels van de maatgevende woningen.

Tabel 16 Autonome situatie: equivalente geluidsniveaus per aspect en totaal cumulatief

	Scheepvaart	Binnenwegen	Ontgronding	Totaal
	Pann. Kanaal	+ Rijksweg A15	Ang. en Doorn. Buitenpolder	Autonoom
	dB(A) L*eq	dB(A) L*eq	dB(A) L*eq	dB(A) LCUM
<b>Adressen</b>				
Boerenhoek 20	28	56	42	56
Lodderhoeksestraat 18	26	58	46	58
Lodderhoeksestraat 31	26	62	46	62
Lodderhoeksestraat 37	28	54	46	55
Rijndijk 75	30	56	41	56
Rijndijk 73	30	55	46	56
Rijnstrangenweg 15	28	58	28	58
Vossendel 3	30	59	28	59
Rijnstraat 115	35	49	39	50
Rijndijk 4	40	49	35	50
Rijndijk 57	39	49	33	50
Rijndijk 55	39	49	32	50
Rijndijk 53	30	49	30	49

### Autonome situatie plus windpark Caprice

Tabel 17 toont de autonome geluidswaarden en de waarden afkomstig van het windpark. De cumulatieve waarden worden weergegeven in Tabel 18. Voor het windpark zijn 5 varianten opgenomen: De drie MER-alternatieven plus de ondergrens (VKA-O) en de bovengrens (VKA-B) van het voorkeursalternatief.

Tabel 17 Autonome situatie plus windpark: equivalente geluidsniveaus per aspect

	Scheepvaart	Binnenwegen	Ontgronding	Windpark variant				
	Pann. Kanaal	+Rijksweg A15		MER-1	MER-2	MER-3	VKA-O	VKA-B
	dB(A) L*eq	dB(A) L*eq	dB(A) L*eq	L*eq	L*eq	L*eq	L*eq	L*eq
<b>Adressen</b>								
Boerenhoek 20	28	56	42	45	46	49	45	52
Lodderhoeksestraat 18	26	58	46	40	41	44	40	46
Lodderhoeksestraat 31	26	62	46	41	41	44	40	47
Lodderhoeksestraat 37	28	54	46	44	44	47	43	50
Rijndijk 75	30	56	41	51	52	55	50	58
Rijndijk 73	30	55	46	51	52	54	50	58
Rijnstrangenweg 15	28	58	28	33	34	38	33	40
Vossendel 3	30	59	28	36	37	40	37	43
Rijnstraat 115	35	49	39	37	38	41	37	44
Rijndijk 4	40	49	35	33	34	38	33	40
Rijndijk 57	39	49	33	32	34	37	33	40
Rijndijk 55	39	49	32	32	34	37	33	40
Rijndijk 53	30	49	30	30	32	36	31	38

**Tabel 18** Cumulatieve waarden bestaand, autonoom en autonoom plus windpark Caprice

	Totaal Bestaand dB(A) LCUM	Totaal Autonoom dB(A) LCUM	Totaal incl. windpark variant				
			MER-1 LCUM	MER-2 LCUM	MER-3 LCUM	VKA-O LCUM	VKA-B LCUM
<b>Adressen</b>							
Boerenhoek 20	54	56	57	57	57	56	58
Lodderhoeksestraat 18	57	58	58	58	58	58	59
Lodderhoeksestraat 31	62	62	62	62	62	62	62
Lodderhoeksestraat 37	53	55	55	55	55	55	56
Rijndijk 75	55	56	57	57	58	57	60
Rijndijk 73	55	56	57	57	58	57	60
Rijnstrangenweg 15	53	58	58	58	58	58	58
Vossendel 3	47	59	59	59	59	59	59
Rijnstraat 115	50	50	50	50	50	50	51
Rijndijk 4	50	50	50	50	50	50	50
Rijndijk 57	50	50	50	50	50	50	50
Rijndijk 55	49	50	50	50	50	50	50
Rijndijk 53	49	49	49	49	49	49	49

**Kwaliteit van de akoestische omgeving**

Aan de hand van Methode Miedema kan inzicht worden verkregen in de kwaliteit van de akoestische omgeving. De methode deelt deze kwaliteit op in 6 categorieën zoals weergegeven in Tabel 19.

**Tabel 19** Definitie kwaliteit van de akoestische omgeving aan de hand van methode Miedema.

Definitie Miedema	Waarde	L <sub>den</sub> cumulatief
<b>Goed</b>	< of =	50
<b>Redelijk</b>	< of =	55
<b>Matig</b>	< of =	60
<b>Tamelijk slecht</b>	< of =	65
<b>Slecht</b>	< of =	70
<b>Zeer Slecht</b>	>	70

**Tabel 20** Resultaten akoestisch klimaat MER-varianten, methode Miedema

Adressen	Zonder windenergie		incl. MER-alternatieven wind		
	Huidig	Autonoom	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Boerenhoek 20	Redelijk	Matig	Matig	Matig	Matig
Lodderhoeksestraat 18	Matig	Matig	Matig	Matig	Matig
Lodderhoeksestraat 31	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht
Lodderhoeksestraat 37	Redelijk	Redelijk	Redelijk	Redelijk	Redelijk
Rijndijk 75	Redelijk	Matig	Matig	Matig	Matig
Rijndijk 73	Redelijk	Matig	Matig	Matig	Matig
Rijnstrangenweg 15	Redelijk	Matig	Matig	Matig	Matig
Vossendel 3	Goed	Matig	Matig	Matig	Matig
Rijnstraat 115	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 4	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 57	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 55	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 53	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed

**Tabel 21 Resultaten akoestisch klimaat VKA, methode Miedema**

Adressen	Zonder windenergie		Incl. VKA onder- en bovengrens wind	
	Huidig	Autonoom	Onder	Boven
Boerenhoek 20	Redelijk	Matig	Matig	Matig
Lodderhoeksestraat 18	Matig	Matig	Matig	Matig
Lodderhoeksestraat 31	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht	Tmlk Slecht
Lodderhoeksestraat 37	Redelijk	Redelijk	Redelijk	Matig
Rijndijk 75	Redelijk	Matig	Matig	Matig
Rijndijk 73	Redelijk	Matig	Matig	Matig
Rijnstrangenweg 15	Redelijk	Matig	Matig	Matig
Vossendel 3	Goed	Matig	Matig	Matig
Rijnstraat 115	Goed	Goed	Goed	Redelijk
Rijndijk 4	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 57	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 55	Goed	Goed	Goed	Goed
Rijndijk 53	Goed	Goed	Goed	Goed

#### 5.1.4 Woningen binnen de sfeer van inrichting

Aan de Scherpekamp 17 bevindt zich een bedrijfswoning welke onderdeel uitmaakt van de sfeer van inrichting van het windpark. Hoewel dit geen gevoelig object betreft en er niet aan de geluidsnormen hoeft te worden getoetst, wordt in het kader van ruimtelijke ordening ook voor deze woning de cumulatieve geluidsimmissie in kaart gebracht.

**Tabel 22 Resultaten cumulatie van geluidimmissie aan de Scherpekamp 17**

Situatie	Waarde	Eenheid	Mie- dema
Huidig verkeerslawaai	47	dB(A) Lden	
Huidig industriellawaai steenfabriek	52	dB(A) etmaal	
Huidig cumulatief lawaai (verkeer en industrie)	54	dB(A) Lden	Redelijk
Autonoom verkeerslawaai (incl. uitbreiding A15)	54	dB(A) Lden	
Autonoom equivalent direct+indirect lawaai ontgroning	41	dB(A) Lden	
Autonoom cumulatief lawaai (verkeer, industrie, ontgroning)	56	dB(A) Lden	Matig
Autonoom cumulatief lawaai + MER-Alternatief 1	66	dB(A) Lden	Slecht
Autonoom cumulatief lawaai + MER-Alternatief 2	66	dB(A) Lden	Slecht
Autonoom cumulatief lawaai + MER-Alternatief 3	66	dB(A) Lden	Slecht
Autonoom cumulatief lawaai + VKA onder	64	dB(A) Lden	Tamelijk Slecht
Autonoom cumulatief lawaai + VKA boven	70	dB(A) Lden	Slecht

### 5.1.5 *Bevindingen*

Het geluidsniveau ter plaatse van omliggende woningen wordt door toevoeging van de windturbines slechts in beperkte mate beïnvloed. De kwaliteit van de akoestische omgeving, weergegeven volgens de 'methode Miedema' kan licht afnemen, maar blijft in de meeste gevallen gelijk aan de autonome situatie. Voor de woningen geldt dat het autonome geluidsniveau dusdanig is dat de windturbines niet voor een significante verslechtering zorgen.

Uitzondering hierop is de woning aan het adres Scherpekamp 17 te Lingewaard. Deze woning is echter onderdeel van het windpark, de geluidsnormen uit het Activiteitenbesluit zijn op deze woning niet van toepassing.



# Hoofdstuk 6 Conclusie

## 6.1 Conclusie MER

In dit onderzoek zijn t.b.v. een ProjectMER drie alternatieven onderzocht. De geluidsimmissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen is getoetst aan de norm zoals beschreven in het Activiteitenbesluit. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten.

**Tabel 23** Samenvatting milieueffecten geluid MERalternatieven bij omliggende woningen.

	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
<b>Fabrikant</b>	Vestas	Siemens Gamesa	Nordex
<b>Type</b>	V100	SWT-3.3-130	N149
<b>Vermogen</b>	2MW	3.3MW	4.5MW
<b>Rotor diameter</b>	100	130	149
<b>Ashoogte</b>	100	130	160
<b>Lw,max (dB(A))</b>	105,0	104,9	106,1
<b>LE,den (dBA)</b>	108,0	109,2	109,7
<b>Aantal woningen (buiten de inrichting) met geluidbelasting hoger dan 42 of 47 dB L<sub>den</sub></b>			
<b>L<sub>den</sub> &gt; 47 dB</b>	0	0	0
<b>L<sub>den</sub> &gt; 42 dB</b>	3	3	5

Uit het onderzoek blijkt het onderscheid tussen de resultaten van de drie MER-alternatieven beperkt. In deze situatie kan worden geconcludeerd dat de keuze voor een grotere windturbine kan leiden tot een hogere geluidsdruk op omwonenden, afhankelijk van de uiteindelijke turbinekeuze in de betreffende categorie.

Een woning op het terrein aan de Scherpekamp 17 is betrokken in de sfeer van inrichting, deze woning is derhalve niet meegenomen als gevoelig object in de berekeningen. Indien deze woning niet bij de sfeer van inrichting betrokken zou worden, geldt dat mitigatie kan te worden toegepast om te voldoen aan de norm uit het Activiteitenbesluit voor de woning aan het adres Scherpekamp 17 te Angeren. Om dit te realiseren kan de meest nabijgelegen windturbine (WTB1) gedurende bepaalde perioden per etmaal in een geluidsreducerende modus te draaien.

Uit het onderzoek naar cumulatie met andere geluidsbronnen blijkt dat er geen sprake is van bijzondere lokale omstandigheden. Bovendien blijkt dat de MER-alternatieven v.w.b. cumulatie niet significant onderscheidend zijn.

## 6.2 Conclusie VKA, incl. bandbreedte

Naar aanleiding van de onderzochte MER-varianten is een voorkeursalternatief bepaald op bandbreedte. Voor het VKA is een ondergrens en een bovengrens geselecteerd, als indicatoren voor de stilste en luidste windturbines welke beschikbaar zijn binnen de bandbreedte. De geluidsimmissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen is getoetst aan de norm zoals beschreven in het Activiteitenbesluit. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten.

**Tabel 24 Samenvatting milieueffecten geluid ondergrens en bovengrens VKA bij omliggende woningen.**

	VKA ondergrens	VKA bovengrens
<b>Fabrikant</b>	Vestas	Siemens Gamesa
<b>Type</b>	V136	SWT-DD-145
<b>Vermogen</b>	4.2 MW	4,5 MW
<b>Rotor diameter</b>	136	145
<b>Ashoogte</b>	130	160
<b>Lw,max (dB(A))</b>	103,9	107,8
<b>LE,den (dBA)</b>	107,9	112,1
<b>Aantal woningen (buiten de inrichting) met geluidbelasting hoger dan 42 of 47 dB L<sub>den</sub></b>		
<b>L<sub>den</sub> &gt; 47 dB</b>	0	0
<b>L<sub>den</sub> &gt; 42 dB</b>	0	26

Uit het onderzoek blijkt dat de afmetingen van windturbines niet representatief zijn voor de jaargemiddelde geluidsproductie, zo zijn de vier grootste windturbines binnen de bandbreedte van het VKA stiller dan de bovengrens (Tabel 4, Tabel 5). De jaargemiddeld luidste onderzochte windturbine binnen de bandbreedte betreft een Siemens Gamesa SWT-DD-145, de stilste een Vestas V136-4.2.

Uit het onderzoek naar cumulatie met andere geluidsbronnen blijkt dat er geen sprake is van bijzondere lokale omstandigheden.



# Hoofdstuk 7 Bijlagen

# Bijlage A Overzicht windturbinegegevens

## A.1 Algemene kenmerken

Tabel 25 Gegevens windturbines MER en VKA t.b.v. akoestisch onderzoek

Alternatieven	Aantal	Type	Vermogen (kw)
<b>MER:</b>			
Alternatief 1	2	Vestas V100 2.0	2000
Alternatief 2	2	Siemens Gamesa SWT-3.3-130	3300
Alternatief 3	2	Nordex N149 4.5	4500
<b>VKA:</b>			
Ondergrens	2	Vestas V136 4.2	4200
Bovengrens	2	Siemens Gamesa SWT-DD-145	4500

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.

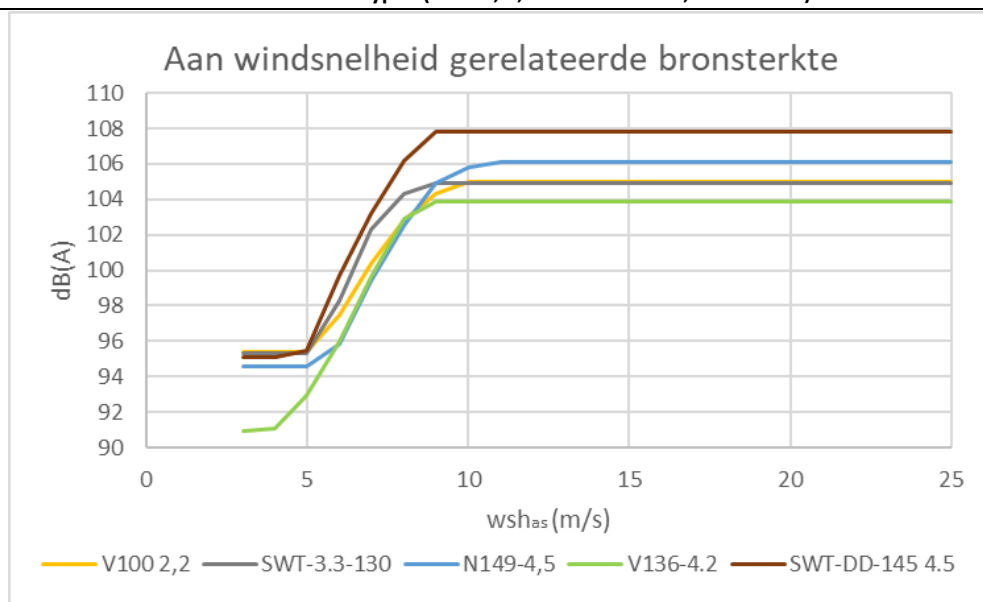
Tabel 26 Bronnen geluidsspecificaties t.b.v. akoestisch onderzoek

Type	Bron
Vestas V100 2.0	Vestas: 0035-8703_V03 - V100-2_0 MW 50 Hz VCS GenSpec Mk 10 / WindPRO database
Siemens Gamesa SWT 3.3 130	SWT-3.3-130, Standard Acoustic Emission, 135 m HH, IEC 61400-11 ed. 2.1, Rev. 0 (0000-D106-01)
Nordex N149 4.5	Nordex: F008_270_A13_EN_R03_Nordex_N149_4.0_4.5_Standard+17modes / F008_270_A14_EN_R00_Nordex_N149_4.0_4.5_octave
Vestas V136 4.2	Vestas: 0067-7065_V06 - Performance Specification V136-4.0_4.2MW
Siemens Gamesa SWT-DD-145	Siemens Gamesa: GD372368 power curve and noise

## A.2 Bronsterkte $L_w$

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

**Figuur 20** Geluidscurves van de verschillende types (MER 1, 2, 3 en VKA onder, VKA boven)



### A.3 Emissie L<sub>E</sub>

De combinatie van bronsterkte van een bepaald windturbinetype en de windsnelheidsverdeling op ashoogte ter plaatse resulteert in een berekening voor de jaargemiddelde geluidsemissie L<sub>E</sub>. Zie voor meer toelichting op het windaanbod Bijlage B. Voor alle onderzochte windturbines is deze emissie term te vinden in Bijlage F.

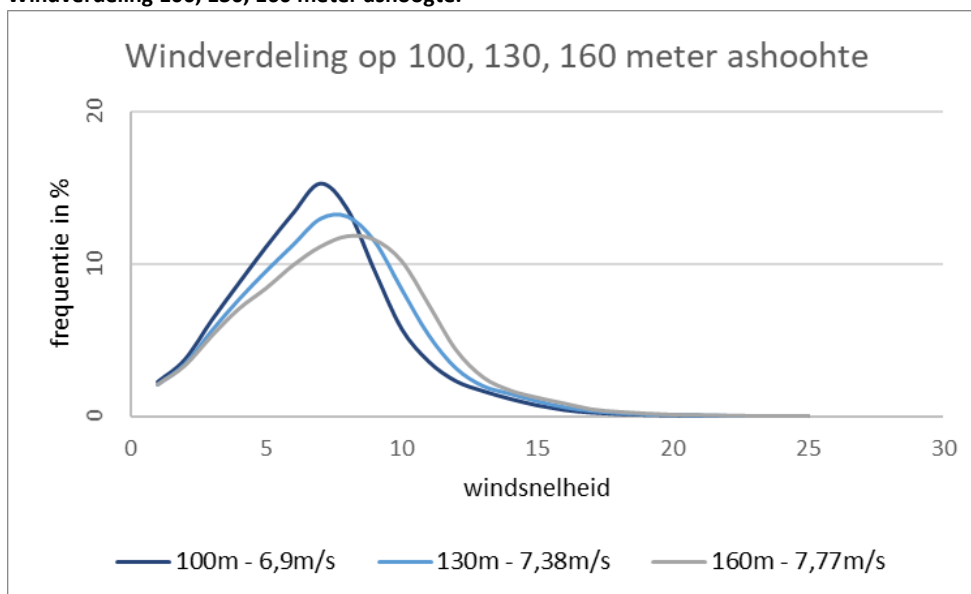
**Tabel 27** Maximale bronsterktes en gemiddelde L<sub>E(den)</sub> geluidsemissie op masthoogte per type turbine.

Alternatief	Windturbine gebruikt in geluidsberekeningen	L <sub>w,max</sub>	L <sub>E,DEN</sub>
1	Vestas V100 2.0	105,0	108,0
2	Siemens Gamesa SWT 3.3 130	104,9	109,2
3	Nordex N149 4.5	106,1	109,6
VKA onder	Vestas V136 4.2	103,9	107,9
VKA boven	Siemens Gamesa SWT-DD-145	107,8	112,1

# Bijlage B Windaanbod

Op basis KNMI-gegevens voor ashoogten 100 t/m 160 meter is het windaanbod op de locatie gegeven.

Tabel 28 Windverdeling 100, 130, 160 meter ashoogte.



Tabel 29 Windsnelheidsgegevens op relevante ashoogtes. Voor het bereik tussen 80-120m zijn de gegevens van het KNMI gebruikt.

Ashoogte (m)	Gemiddelde windsnelheid (m/s)
100	6,90
130	7,38
160	7,77

# Bijlage C Geluidscontouren

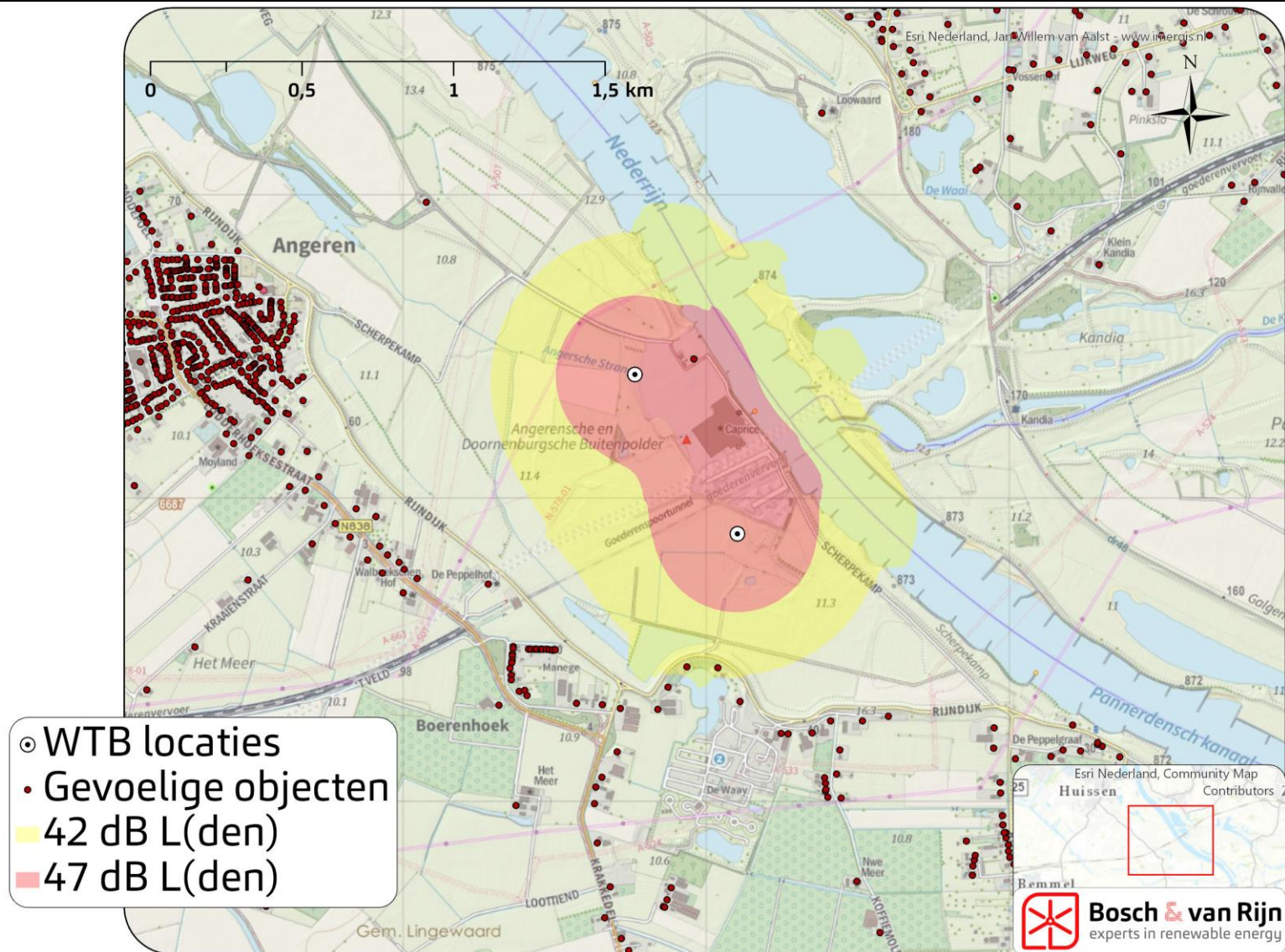
---

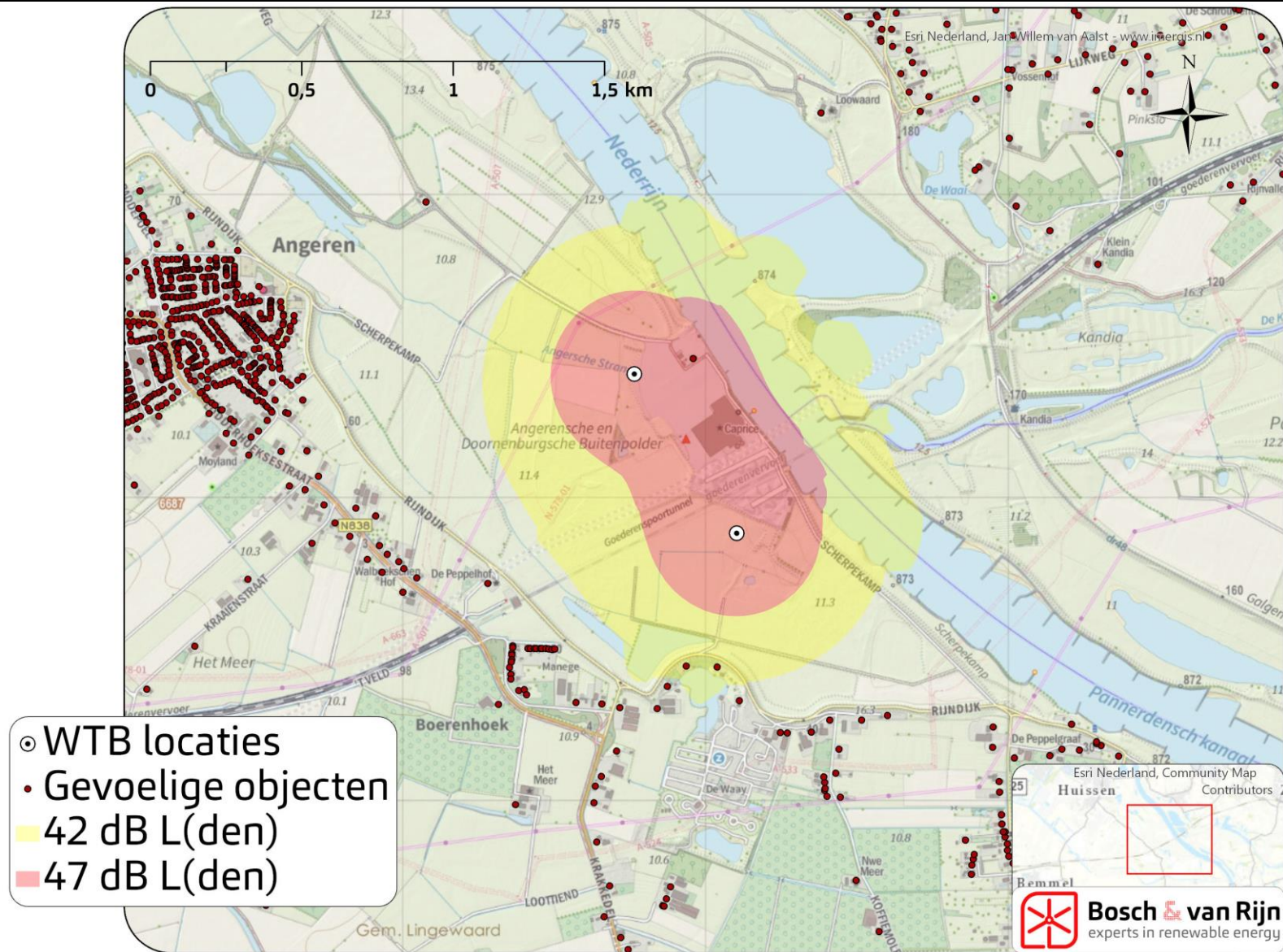
Onderstaande pagina's geven de berekende geluidscontouren in groot formaat.

Daarnaast zijn voor de MER-alternatieven en het VKA figuren opgenomen.

## C.1 Contouren MER-alternatieven

### Mer-alternatief 1

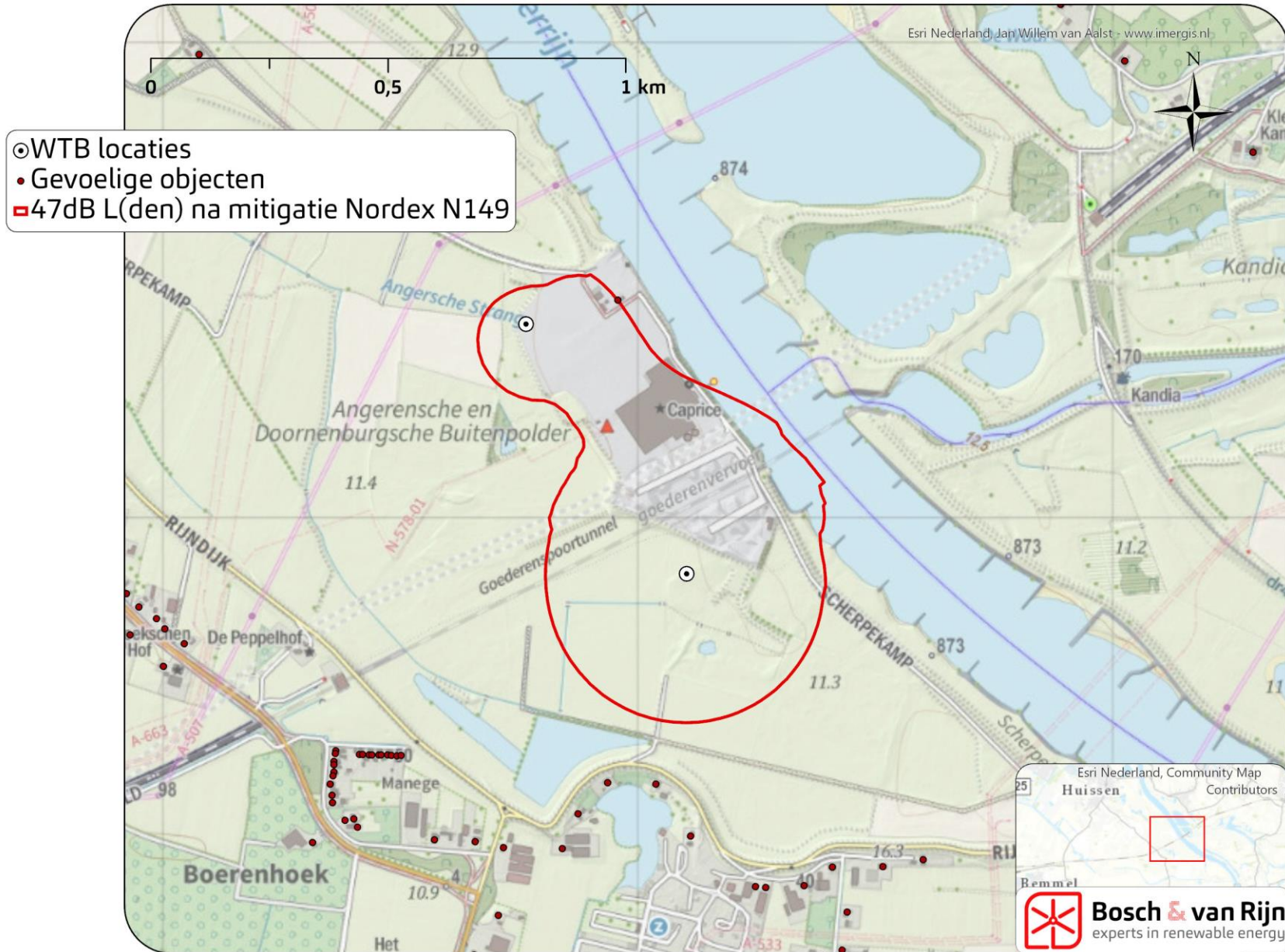


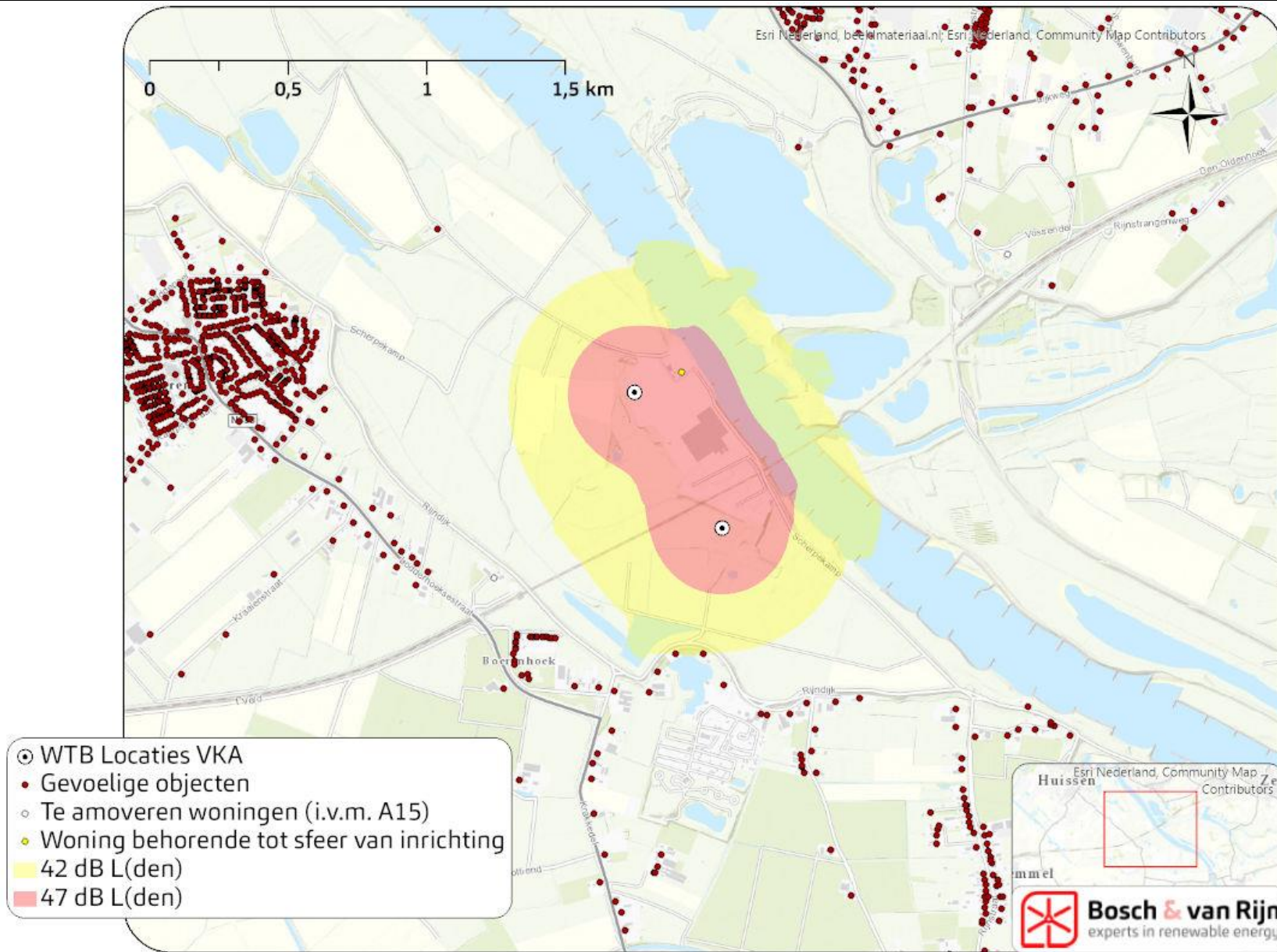


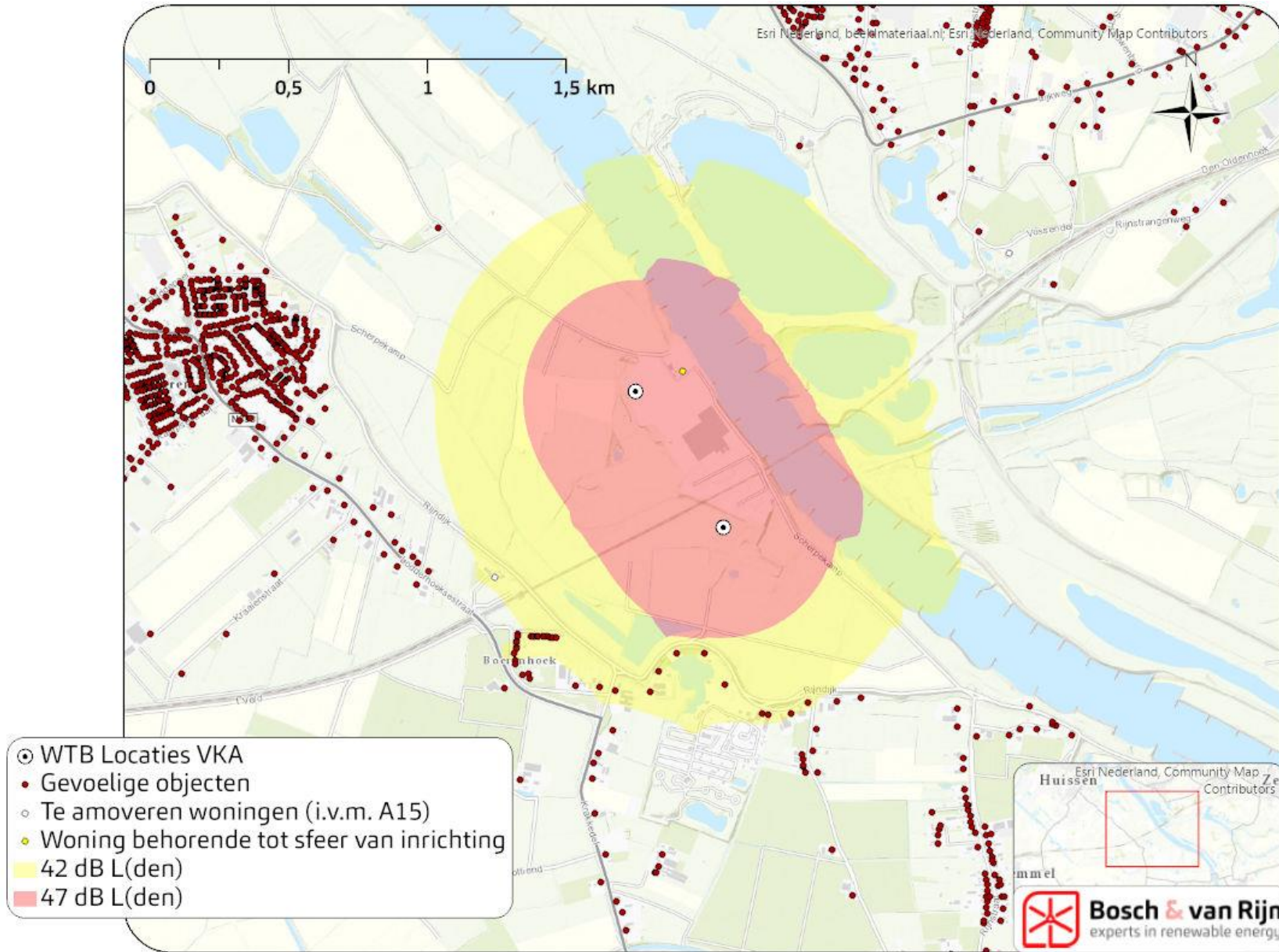




MER-alternatief 3: 47dB Lden contour na geluidsmitigerende maatregelen voor de meest noordelijke windturbine







# Bijlage D Resultaten per woning MER

Tabel: Resultaten van de MER-varianten (Woningen op Alfabetische volgorde).

MER-alternatief Windturbinetype	1 V100-2,0		2 SWT-3.3-130		3 N149-4,5	
	Nacht	Lden	Nacht	Lden	Nacht	Lden
Bavoplein 11 Angeren	27	34	29	35	31	37
Bavoplein 13 Angeren	28	34	29	35	31	37
Bavoplein 15 Angeren	28	34	29	35	31	37
Bavoplein 15a Angeren	28	34	29	35	31	37
Bavoplein 17 Angeren	27	34	29	35	31	37
Bavoplein 7 Angeren	27	34	29	35	31	37
Boerenhoek 10 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 12 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 14 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 16 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 18 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 2 Angeren	33	39	33	40	35	41
Boerenhoek 20 Angeren	33	40	34	40	36	42
Boerenhoek 4 Angeren	33	39	33	40	35	41
Boerenhoek 6 Angeren	33	40	34	40	35	42
Boerenhoek 8 Angeren	33	40	34	40	35	42
Brouwketel 1 Huissen	30	36	31	37	32	38
Koffiemolen 10 Doornenburg	32	38	32	38	34	40
Koffiemolen 11 Doornenburg	30	37	31	37	33	39
Koffiemolen 5 Doornenburg	30	36	30	36	32	38
Koffiemolen 6a Doornenburg	30	36	30	36	32	38
Koffiemolen 7 Doornenburg	30	36	30	37	33	39
Koffiemolen 7a Doornenburg	30	36	31	37	33	39
Koffiemolen 8 Doornenburg	30	37	31	37	33	39
Koffiemolen 9 Doornenburg	30	37	31	37	33	39
Krakkedel 46 Doornenburg	29	35	30	36	32	38
Krakkedel 48 Doornenburg	30	36	31	37	32	39
Krakkedel 50 Doornenburg	30	36	31	37	33	39
Krakkedel 56 Doornenburg	31	38	32	38	34	40
Krakkedel 60 Doornenburg	34	40	34	40	36	42
Lodderhoeksestraat 12 Angeren	28	35	29	36	31	37
Lodderhoeksestraat 12a Angeren	28	35	30	36	31	38
Lodderhoeksestraat 14 Angeren	29	35	30	36	32	38
Lodderhoeksestraat 14a Angeren	29	36	30	36	32	38
Lodderhoeksestraat 16 Angeren	30	36	30	37	32	38
Lodderhoeksestraat 18 Angeren	30	36	31	37	32	39
Lodderhoeksestraat 19a Angeren	28	34	29	35	31	37

Lodderhoeksestraat 19b Angeren	29	<b>36</b>	30	<b>36</b>	32	<b>38</b>
Lodderhoeksestraat 19c Angeren	30	<b>36</b>	31	<b>37</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 21 Angeren	30	<b>36</b>	30	<b>37</b>	32	<b>38</b>
Lodderhoeksestraat 24 Angeren	31	<b>37</b>	31	<b>38</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 25 Angeren	30	<b>36</b>	31	<b>37</b>	32	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 27 Angeren	30	<b>37</b>	31	<b>37</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 29 Angeren	30	<b>37</b>	31	<b>37</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 31 Angeren	31	<b>37</b>	31	<b>37</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 37 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 39 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 41 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 43 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 45 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 47 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 51 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 53 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 55 Angeren	32	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 57 Angeren	32	<b>38</b>	32	<b>38</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 57 Angeren	31	<b>38</b>	32	<b>38</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 57b Angeren	31	<b>38</b>	32	<b>38</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 59 Angeren	32	<b>39</b>	33	<b>39</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 61 Angeren	33	<b>39</b>	34	<b>40</b>	35	<b>42</b>
Loowaard 1 Loo Gld	30	<b>37</b>	31	<b>37</b>	32	<b>39</b>
Molenstraat 11a Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Molenstraat 13 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Molenstraat 13a Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Molenstraat 13b Angeren	27	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Molenstraat 16 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Pietershof 1 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Pietershof 3 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Pietershof 5 Angeren	27	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Pietershof 7 Angeren	27	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Pietershof 9 Angeren	27	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Rijndijk 1 Angeren	33	<b>39</b>	33	<b>40</b>	35	<b>41</b>
Rijndijk 61 Doornenburg	31	<b>38</b>	32	<b>38</b>	34	<b>40</b>
Rijndijk 63 Doornenburg	32	<b>38</b>	33	<b>39</b>	34	<b>41</b>
Rijndijk 63a Doornenburg	33	<b>39</b>	33	<b>40</b>	35	<b>41</b>
Rijndijk 65a Doornenburg	33	<b>39</b>	33	<b>40</b>	35	<b>41</b>
Rijndijk 67a Doornenburg	33	<b>39</b>	34	<b>40</b>	35	<b>42</b>
Rijndijk 67b Doornenburg	33	<b>39</b>	34	<b>40</b>	35	<b>42</b>
Rijndijk 71 Doornenburg	35	<b>41</b>	35	<b>42</b>	37	<b>43</b>
Rijndijk 73 Doornenburg	37	<b>43</b>	37	<b>44</b>	39	<b>45</b>
Rijndijk 75 Doornenburg	37	<b>43</b>	37	<b>43</b>	39	<b>45</b>
Rijndijk 77 Doornenburg	35	<b>42</b>	36	<b>42</b>	37	<b>44</b>
Rijndijk 79 Doornenburg	34	<b>40</b>	34	<b>41</b>	36	<b>42</b>

Rijnstraat 115 Doornenburg	28	<b>35</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Rosmolenstraat 23 Angeren	27	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Rosmolenstraat 25 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Rosmolenstraat 27 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Rosmolenstraat 29 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
<sup>5</sup> <i>Scherpekamp 17 Angeren</i>	45	<b>52</b>	46	<b>52</b>	46	<b>52</b>
Zahnstraat 1 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 13a Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 15 Angeren	28	<b>35</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 1a Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 1b Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 3 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 4 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 5 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 6 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>
Zahnstraat 9 Angeren	28	<b>34</b>	29	<b>35</b>	31	<b>37</b>

---

<sup>5</sup> Deze woning maakt deel uit van de sfeer van inrichting



# Bijlage E Resultaten per woning VKA

Tabel: Resultaten van het VKA (Woningen op Alfabetische volgorde).

Naam	Windturbijnetype Omschrijving	VKA ondergrens V136-4.2		VKA bovengrens SWT-DD-145 4.5	
		Nacht	Lden	Nacht	Lden
Boerenhoek 10	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 12	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 14	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 16	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 18	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 2	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 20	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 4	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 6	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Boerenhoek 8	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Brouwketel 1	Huissen	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Koffiemolen 10	Doornenburg	31	<b>38</b>	35	<b>42</b>
Koffiemolen 11	Doornenburg	30	<b>36</b>	34	<b>41</b>
Koffiemolen 5	Doornenburg	29	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Koffiemolen 6a	Doornenburg	29	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Koffiemolen 7	Doornenburg	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Koffiemolen 7a	Doornenburg	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Koffiemolen 8	Doornenburg	30	<b>37</b>	34	<b>41</b>
Koffiemolen 9	Doornenburg	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Krakkedel 46	Doornenburg	29	<b>35</b>	33	<b>39</b>
Krakkedel 48	Doornenburg	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Krakkedel 50	Doornenburg	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Krakkedel 56	Doornenburg	31	<b>37</b>	35	<b>41</b>
Krakkedel 60	Doornenburg	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Lodderhoeksestraat 10a	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Lodderhoeksestraat 12	Angeren	29	<b>35</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 12a	Angeren	29	<b>35</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 14	Angeren	29	<b>35</b>	33	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 14a	Angeren	29	<b>36</b>	33	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 16	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 18	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 19	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Lodderhoeksestraat 19a	Angeren	28	<b>35</b>	32	<b>39</b>
Lodderhoeksestraat 19b	Angeren	29	<b>36</b>	33	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 19c	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 21	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 24	Angeren	31	<b>37</b>	35	<b>41</b>

Lodderhoeksestraat 25	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 27	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 29	Angeren	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Lodderhoeksestraat 31	Angeren	30	<b>37</b>	34	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 37	Angeren	32	<b>38</b>	36	<b>42</b>
Lodderhoeksestraat 39	Angeren	32	<b>38</b>	36	<b>42</b>
Lodderhoeksestraat 41	Angeren	32	<b>39</b>	36	<b>42</b>
Lodderhoeksestraat 43	Angeren	32	<b>39</b>	36	<b>43</b>
Lodderhoeksestraat 45	Angeren	32	<b>39</b>	36	<b>43</b>
Lodderhoeksestraat 47	Angeren	32	<b>39</b>	36	<b>43</b>
Lodderhoeksestraat 51	Angeren	32	<b>39</b>	36	<b>43</b>
Lodderhoeksestraat 53	Angeren	32	<b>39</b>	36	<b>42</b>
Lodderhoeksestraat 55	Angeren	32	<b>38</b>	36	<b>42</b>
Lodderhoeksestraat 57	Angeren	31	<b>37</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 57	Angeren	31	<b>37</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 57b	Angeren	31	<b>37</b>	35	<b>41</b>
Lodderhoeksestraat 59	Angeren	32	<b>38</b>	36	<b>42</b>
Lodderhoeksestraat 61	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Loowaard 1	Loo Gld	30	<b>36</b>	34	<b>40</b>
Molenstraat 11	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Molenstraat 11a	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Molenstraat 13	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Molenstraat 13a	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Molenstraat 13b	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Molenstraat 14	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Molenstraat 16	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Pietershof 1	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Pietershof 3	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Pietershof 5	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Pietershof 7	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Rijndijk 1	Angeren	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Rijndijk 61	Doornenburg	31	<b>37</b>	35	<b>42</b>
Rijndijk 63	Doornenburg	32	<b>38</b>	36	<b>42</b>
Rijndijk 63a	Doornenburg	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Rijndijk 65a	Doornenburg	32	<b>39</b>	36	<b>43</b>
Rijndijk 67a	Doornenburg	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Rijndijk 67b	Doornenburg	33	<b>39</b>	37	<b>43</b>
Rijndijk 71	Doornenburg	34	<b>41</b>	38	<b>45</b>
Rijndijk 73	Doornenburg	36	<b>42</b>	40	<b>46</b>
Rijndijk 75	Doornenburg	36	<b>42</b>	40	<b>46</b>
Rijndijk 77	Doornenburg	35	<b>41</b>	39	<b>45</b>
Rijndijk 79	Doornenburg	33	<b>40</b>	37	<b>44</b>
Rijnstraat 115	Doornenburg	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Rosmolenstraat 25	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Rosmolenstraat 27	Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>



Rosmolenstraat 29 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Scherpekamp 17 Angeren	45	<b>52</b>	49	<b>55</b>
Vossendel 2 Groessen	29	<b>35</b>	32	<b>39</b>
Vossendel 2a Groessen	28	<b>35</b>	32	<b>38</b>
Zahnstraat 1 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 11 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Zahnstraat 13a Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Zahnstraat 15 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 15a Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>
Zahnstraat 1a Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 1b Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 3 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 4 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 5 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 6 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>39</b>
Zahnstraat 9 Angeren	28	<b>34</b>	32	<b>38</b>



De onderstaande bijlagen zijn in een apart bestand gebundeld:

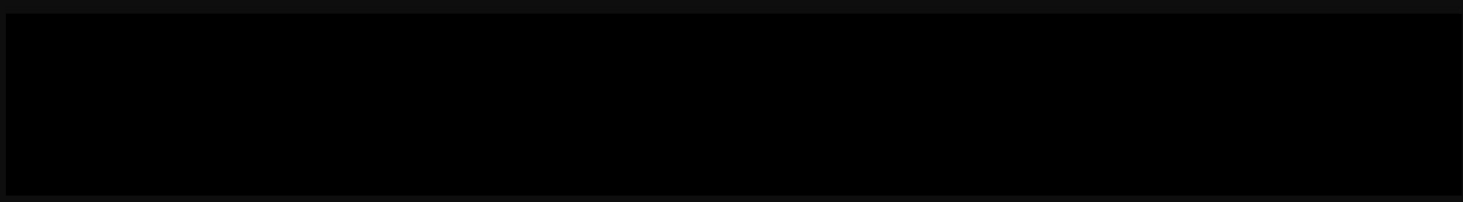
## **Bijlage F In- en uitvoer GeoMilieu**

---



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

Groenmarktstraat 56  
3521 AV Utrecht  
[www.boschenvanrijn.nl](http://www.boschenvanrijn.nl)



## Bijlage F - invoergegevens Geomilieu

### Windturbinegegevens - Windsnelheidsverdeling op ashoogte

Gegevens bronsterkte op ashoogte			
$L_w$	1	2	3
Windsnelheid m/s	V100 2,2	SWT-3.3-130	N149-4,5
1	0	0	0
2	0	0	0
3	95,4	95,3	94,6
4	95,4	95,3	94,6
5	95,4	95,3	94,6
6	97,5	98,3	95,8
7	100,4	102,3	99,4
8	102,8	104,3	102,5
9	104,3	104,9	104,9
10	105	104,9	105,8
11	105	104,9	106,1
12	105	104,9	106,1
13	105	104,9	106,1
14	105	104,9	106,1
15	105	104,9	106,1
16	105	104,9	106,1
17	105	104,9	106,1
18	105	104,9	106,1
19	105	104,9	106,1
20	105	104,9	106,1
21	105	104,9	106,1
22	105	104,9	106,1
23	105	104,9	106,1
24	105	104,9	106,1
25	105	104,9	106,1

Referentiespectrum	1	2	3
RefSp 31	66,5	70	77,7
RefSp 63	79,1	86,9	87,8
RefSp 125	86,8	91,9	94
RefSp 250	91,8	94	97,7
RefSp 500	94,9	97,1	100,3
RefSp 1k	95,2	98,4	101
RefSp 2k	93,1	99,5	98,5
RefSp 4k	85,1	97	90,9
RefSp 8k	71,5	85,4	82,9

$L_E$ per periode	1	2	3
LE (D) Totaal	101,08	101,94	102,29
LE (A) Totaal	101,37	102,54	102,97
LE (N) Totaal	101,66	102,97	103,54
LE (DEN)	107,96	109,21	109,74

$L_E$ per octaaf	1	2	3
LE (D) 31	67,22	67,04	73,88
LE (D) 63	79,82	83,94	83,98
LE (D) 125	87,52	88,94	90,18
LE (D) 250	92,52	91,04	93,88
LE (D) 500	95,62	94,14	96,48
LE (D) 1k	95,92	95,44	97,18
LE (D) 2k	93,82	96,54	94,68
LE (D) 4k	85,82	94,04	87,08
LE (D) 8k	72,22	82,44	79,08
LE (A) 31	67,51	67,64	74,56
LE (A) 63	80,11	84,54	84,66
LE (A) 125	87,81	89,54	90,86
LE (A) 250	92,81	91,64	94,56
LE (A) 500	95,91	94,74	97,16
LE (A) 1k	96,21	96,04	97,86
LE (A) 2k	94,11	97,14	95,36
LE (A) 4k	86,11	94,64	87,76
LE (A) 8k	72,51	83,04	79,76
	101,37	102,54	102,97
LE (N) 31	67,8	68,07	75,13
LE (N) 63	80,4	84,97	85,23
LE (N) 125	88,1	89,97	91,43
LE (N) 250	93,1	92,07	95,13
LE (N) 500	96,2	95,17	97,73
LE (N) 1k	96,5	96,47	98,43
LE (N) 2k	94,4	97,57	95,93
LE (N) 4k	86,4	95,07	88,33
LE (N) 8k	72,8	83,47	80,33

Windprofiel	1	2	3
Ashoogte	100	130	160
PROFIEL (D)_1	2,9	2,7	2,6
PROFIEL (D)_2	4,8	4,4	4,2
PROFIEL (D)_3	8,1	7,3	6,8
PROFIEL (D)_4	10,2	9,4	8,8
PROFIEL (D)_5	11,8	10,7	9,8
PROFIEL (D)_6	13,1	11,8	10,8
PROFIEL (D)_7	13,2	12,5	11,5
PROFIEL (D)_8	10,9	11,4	11,3
PROFIEL (D)_9	8,4	9,3	9,8
PROFIEL (D)_10	5,8	7	8
PROFIEL (D)_11	3,7	4,7	5,7
PROFIEL (D)_12	2,4	2,9	3,6
PROFIEL (D)_13	1,7	2	2,3
PROFIEL (D)_14	1,2	1,5	1,7
PROFIEL (D)_15	0,7	1	1,2
PROFIEL (D)_16	0,4	0,6	0,8
PROFIEL (D)_17	0,3	0,4	0,5
PROFIEL (D)_18	0,2	0,2	0,3
PROFIEL (D)_19	0,1	0,2	0,2
PROFIEL (D)_20	0,1	0,1	0,1
PROFIEL (D)_21	0	0,1	0,1
PROFIEL (D)_22	0	0	0
PROFIEL (D)_23	0	0	0
PROFIEL (D)_24	0	0	0
PROFIEL (D)_25	0	0	0
PROFIEL (A)_1	1,8	1,7	1,8
PROFIEL (A)_2	3,2	2,9	2,8
PROFIEL (A)_3	5	4,6	4,3
PROFIEL (A)_4	7,8	6,7	6
PROFIEL (A)_5	11,4	9,2	7,8
PROFIEL (A)_6	14,8	12,2	10,7
PROFIEL (A)_7	16,1	13,9	11,8
PROFIEL (A)_8	14,7	13,7	12,4
PROFIEL (A)_9	9,6	12,1	12,1
PROFIEL (A)_10	5,8	8,3	10,2
PROFIEL (A)_11	3,4	5,7	7,8
PROFIEL (A)_12	2,2	3,1	4,6
PROFIEL (A)_13	1,4	1,9	2,7
PROFIEL (A)_14	1,1	1,4	1,6
PROFIEL (A)_15	0,7	1	1,2
PROFIEL (A)_16	0,4	0,6	0,9
PROFIEL (A)_17	0,2	0,3	0,4
PROFIEL (A)_18	0,1	0,2	0,3
PROFIEL (A)_19	0,1	0,1	0,2
PROFIEL (A)_20	0	0,1	0,1
PROFIEL (A)_21	0	0	0
PROFIEL (A)_22	0	0	0
PROFIEL (A)_23	0	0	0
PROFIEL (A)_24	0	0	0
PROFIEL (A)_25	0	0	0
PROFIEL (N)_1	1,5	1,3	1,4
PROFIEL (N)_2	2,4	2,2	2,3
PROFIEL (N)_3	4,3	3,8	3,5
PROFIEL (N)_4	7	5,6	4,9
PROFIEL (N)_5	9,9	7,9	6,6
PROFIEL (N)_6	12,9	10	8,2
PROFIEL (N)_7	18	13,2	10,1
PROFIEL (N)_8	17	15,4	12,3
PROFIEL (N)_9	11,2	14,5	14
PROFIEL (N)_10	5,7	10,5	13,5
PROFIEL (N)_11	3,5	6	9,5
PROFIEL (N)_12	2,2	3,6	5,4
PROFIEL (N)_13	1,7	2	2,9
PROFIEL (N)_14	1,1	1,5	1,8
PROFIEL (N)_15	0,7	1	1,3
PROFIEL (N)_16	0,4	0,6	0,9
PROFIEL (N)_17	0,2	0,3	0,5
PROFIEL (N)_18	0,1	0,2	0,3
PROFIEL (N)_19	0,1	0,1	0,2
PROFIEL (N)_20	0	0,1	0,1
PROFIEL (N)_21	0	0	0,1
PROFIEL (N)_22	0	0	0
PROFIEL (N)_23	0	0	0
PROFIEL (N)_24	0	0	0
PROFIEL (N)_25	0	0	0

## Bijlage F - invoergegevens Geomilieu

### Windturbinegegevens - Windsnelheidsverdeling op ashoogte

Gegevens bronsterkte op ashoogte		
$L_w$	VKA onder	VKA boven
Windsnelheid m/s	V136-4.2	SWT-DD-145
1		
2		
3	90,9	95,1
4	91,1	95,1
5	92,9	95,5
6	96,0	99,7
7	99,6	103,2
8	102,9	106,2
9	103,9	107,8
10	103,9	107,8
11	103,9	107,8
12	103,9	107,8
13	103,9	107,8
14	103,9	107,8
15	103,9	107,8
16	103,9	107,8
17	103,9	107,8
18	103,9	107,8
19	103,9	107,8
20	103,9	107,8
21	103,9	107,8
22	103,9	107,8
23	103,9	107,8
24	103,9	107,8
25	103,9	107,8

Referentiespectrum		
	VKA onder	VKA boven
RefSp 31	69,9	85,0
RefSp 63	80,1	89,4
RefSp 125	87,8	93,6
RefSp 250	93,2	97,2
RefSp 500	96,2	98,6
RefSp 1k	96,8	101,0
RefSp 2k	94,9	102,3
RefSp 4k	90,7	96,7
RefSp 8k	84,1	84,1

$L_E$ per periode		
	VKA onder	VKA boven
LE (D) Totaal	100,7	104,7
LE (A) Totaal	101,2	105,4
LE (N) Totaal	101,7	105,9
LE (DEN)	107,93	112,11

$L_E$ per octaaf		
	VKA onder	VKA boven
LE (D) 31	68,4	82,7
LE (D) 63	78,6	87,1
LE (D) 125	86,3	91,3
LE (D) 250	91,7	94,9
LE (D) 500	94,7	96,3
LE (D) 1k	95,3	98,7
LE (D) 2k	93,4	100,0
LE (D) 4k	89,2	94,4
LE (D) 8k	82,6	81,8
LE (A) 31	69,0	83,4
LE (A) 63	79,2	87,8
LE (A) 125	86,9	92,0
LE (A) 250	92,3	95,6
LE (A) 500	95,3	97,0
LE (A) 1k	95,9	99,4
LE (A) 2k	94,0	100,7
LE (A) 4k	89,8	95,1
LE (A) 8k	83,2	82,5
LE (N) 31	69,5	83,9
LE (N) 63	79,7	88,3
LE (N) 125	87,4	92,5
LE (N) 250	92,8	96,1
LE (N) 500	95,8	97,5
LE (N) 1k	96,4	99,9
LE (N) 2k	94,5	101,2
LE (N) 4k	90,3	95,6
LE (N) 8k	83,7	83,0

Windprofiel		
Ashoogte	VKA onder	VKA boven
	130	160
PROFIEL (D)_1	2,7	2,6
PROFIEL (D)_2	4,4	4,2
PROFIEL (D)_3	7,3	6,8
PROFIEL (D)_4	9,4	8,8
PROFIEL (D)_5	10,7	9,8
PROFIEL (D)_6	11,8	10,8
PROFIEL (D)_7	12,5	11,5
PROFIEL (D)_8	11,4	11,3
PROFIEL (D)_9	9,3	9,8
PROFIEL (D)_10	7,0	8,0
PROFIEL (D)_11	4,7	5,7
PROFIEL (D)_12	2,9	3,6
PROFIEL (D)_13	2,0	2,3
PROFIEL (D)_14	1,5	1,7
PROFIEL (D)_15	1,0	1,2
PROFIEL (D)_16	0,6	0,8
PROFIEL (D)_17	0,4	0,5
PROFIEL (D)_18	0,2	0,3
PROFIEL (D)_19	0,2	0,2
PROFIEL (D)_20	0,1	0,1
PROFIEL (D)_21	0,1	0,1
PROFIEL (D)_22	0,0	0,0
PROFIEL (D)_23	0,0	0,0
PROFIEL (D)_24	0,0	0,0
PROFIEL (D)_25	0,0	0,0
PROFIEL (A)_1	1,7	1,8
PROFIEL (A)_2	2,9	2,8
PROFIEL (A)_3	4,6	4,3
PROFIEL (A)_4	6,7	6,0
PROFIEL (A)_5	9,2	7,8
PROFIEL (A)_6	12,2	10,7
PROFIEL (A)_7	13,9	11,8
PROFIEL (A)_8	13,7	12,4
PROFIEL (A)_9	12,1	12,1
PROFIEL (A)_10	8,3	10,2
PROFIEL (A)_11	5,7	7,8
PROFIEL (A)_12	3,1	4,6
PROFIEL (A)_13	1,9	2,7
PROFIEL (A)_14	1,4	1,6
PROFIEL (A)_15	1,0	1,2
PROFIEL (A)_16	0,6	0,9
PROFIEL (A)_17	0,3	0,4
PROFIEL (A)_18	0,2	0,3
PROFIEL (A)_19	0,1	0,2
PROFIEL (A)_20	0,1	0,1
PROFIEL (A)_21	0,0	0,0
PROFIEL (A)_22	0,0	0,0
PROFIEL (A)_23	0,0	0,0
PROFIEL (A)_24	0,0	0,0
PROFIEL (A)_25	0,0	0,0
PROFIEL (N)_1	1,3	1,4
PROFIEL (N)_2	2,2	2,3
PROFIEL (N)_3	3,8	3,5
PROFIEL (N)_4	5,6	4,9
PROFIEL (N)_5	7,9	6,6
PROFIEL (N)_6	10,0	8,2
PROFIEL (N)_7	13,2	10,1
PROFIEL (N)_8	15,4	12,3
PROFIEL (N)_9	14,5	14,0
PROFIEL (N)_10	10,5	13,5
PROFIEL (N)_11	6,0	9,5
PROFIEL (N)_12	3,6	5,4
PROFIEL (N)_13	2,0	2,9
PROFIEL (N)_14	1,5	1,8
PROFIEL (N)_15	1,0	1,3
PROFIEL (N)_16	0,6	0,9
PROFIEL (N)_17	0,3	0,5
PROFIEL (N)_18	0,2	0,3
PROFIEL (N)_19	0,1	0,2
PROFIEL (N)_20	0,1	0,1
PROFIEL (N)_21	0,0	0,1
PROFIEL (N)_22	0,0	0,0
PROFIEL (N)_23	0,0	0,0
PROFIEL (N)_24	0,0	0,0
PROFIEL (N)_25	0,0	0,0

## Notitie

Datum:	5 september 2019	Project:	Berekeningen en notitie scheepvaartverkeer windpark Caprice Lingerwaard
Uw kenmerk:	-	Locatie:	Utrecht
Ons kenmerk:	V068512aa.19CMOBC.dv	Betreft:	Berekening scheepvaart
Versie:	01_001		

In opdracht van Bosch & van Rijn zijn door LBP|SIGHT berekeningen uitgevoerd naar de geluidbelasting van het scheepvaartverkeer over het Pannerdensch Kanaal. De geluidbelasting is door ons berekend op 14 ontvangerspunten in de directe omgeving van het nieuw te plaatsen windpark Caprice Lingerwaard. Deze rekenresultaten zijn nodig voor cumulatieberekeningen voor het windpark.

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het model dat ten grondslag ligt aan het akoestisch onderzoek voor project MER bij het windpark Caprice Lingerwaard door Bosch en van Rijn d.d. 28 augustus 2019. Voor informatie over het windpark verwijzen wij naar dit rapport.

### Rekenmodel scheepvaart

Voor het scheepvaartgeluid is een rekenmodel gemaakt met het rekenprogramma Geomilieu (IL module) V4.5. Het model is gebaseerd op het ontvangen rekenmodel. De reeds aanwezige invoeritems zijn niet aangepast. In deze notitie gaan wij alleen in op de invoer van de scheepvaartpassages. Voor de overige invoergegevens verwijzen we naar het akoestisch onderzoek.

In het scheepvaartmodel is het Pannerdensch Kanaal opgenomen als vaarroute. Op deze vaarroute zijn de schepen ingevoerd als mobiele bron met een hoogte van 1,5 meter en een bronsterkte van 109 dB(A)<sup>1</sup>. Voor de passages is een gemiddelde vaarsnelheid van 16 km/u aangehouden. De jaargemiddelde geluidbelasting is berekend (periodedefinitie  $L_{den}$ ).

Voor de scheepvaartpassages is gebruik gemaakt van gegevens over 2017. Deze gegevens zijn afkomstig uit de database IVS-90 en zijn in mei 2018 ontvangen van Rijkswaterstaat. Voor cumulatie van verschillende geluidbronnen wordt voor wegverkeerslawaai 10 jaar voorruit gekeken. Om hierbij aan te sluiten zijn de passagedata voor 2017 omgerekend naar 2029. Hierbij is gebruik gemaakt van een toename van 0,5%<sup>2</sup> per jaar. Dat komt neer op een totale groei van 6% ten opzichte van 2017. De ontvangen en omgerekende scheepvaartpassages zijn weergegeven in tabel 1 en 2.

- 1 Bron gegevens en uitgangspunten: MER overnachtingshaven Lobith, akoestisch onderzoek. Witteveen en Bosch AH633-1/13-000.959 van 11 december 2013. Ook het geluidsspectrum zoals opgenomen in dit onderzoek is gehanteerd.
- 2 Deelrapportage Vaarwegen voor de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA) d.d. 19 april 2017

**Tabel 1**

Passagedata scheepvaart over het jaar 2017

Telpunt	Passages Binnenvaart	Passages Recreatievaart	Passages Zeevaart
Pannerdensch Kanaal, blok (103)	14.390	13	4

**Tabel 2**

Passagedata scheepvaart over het jaar 2029 op basis van 2017 en een groei van 0,5% per jaar.

Telpunt	Passages binnenvaart	Passages recreatievaart	Passages zeevaart
Pannerdensch Kanaal, blok (103)	15278	14	4

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat de binnenvaart bepalend is voor het aantal passages. Recreatievaart en Zeevaart zijn, gezien de aantallen, verder buiten beschouwing gelaten. Om tot de jaargemiddelde dagpassages te komen zijn de aantallen scheepvaartpassages over 2029 verdeeld over 365 dagen om tot een jaargemiddelde weekdag te komen. Dit resulteert in de jaargemiddelde dagpassages zoals opgenomen in tabel 3.

**Tabel 3**

Dagpassages scheepvaart gemiddelde weekdag voor het jaar 2029

Telpunt	Jaargemiddelde dagpassages Binnenvaart 2029
Pannerdensch Kanaal, blok (103)	42

Voor de verdeling van de passages over de dag-, avond- en nachtperiode is gebruik gemaakt van een verdeling over de dag (per uurvak, per route), zoals ontvangen van Rijkswaterstaat. Dit resulteert in onderstaande verdeling tussen dag-, avond- en nachtperiode. Deze verdeling is toegepast op de jaargemiddelde dagpassages en ingevoerd in het rekenmodel.

**Tabel 4**

Verdeling dagpassages scheepvaart Pannerdensch Kanaal

Telpunt	Dag [07.00-19.00 uur]	Avond [19.00-23.00 uur]	Nacht [23.00-07.00 uur]
Pannerdensch Kanaal, blok (103)	72,7% 30 stuks	14,4% 6 stuks	13,0% 5 stuks

Een verbeelding van het rekenmodel is opgenomen in bijlage I. De invoergegevens voor scheepvaart zijn opgenomen in bijlage II.

### Omrekenen jaargemiddelde geluidbelasting

Met de rekenresultaten uit dit onderzoek wordt de cumulatieve geluidbelasting  $L_{cum}$  berekend voor het windpark. Dit gebeurt conform de rekenmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines, zoals opgenomen in bijlage 4 bij de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer. Met deze methode wordt van de verschillende geluidbronnen de gecumuleerde hinderequivalente geluidbelasting berekend.

Daarbij wordt rekening gehouden met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Hiervoor zijn specifieke formules beschikbaar gesteld, waarbij de berekende geluidwaarden ( $L_{den}$ -waarden, met uitzondering van industrielaawaai) van de desbetreffende bronnen worden gebruikt om de hinder-equivalente geluidwaarden te berekenen. Vervolgens worden deze hinderequivalente geluidwaarden energetisch bij elkaar opgeteld. Deze cumulatie valt buiten de scope van dit onderzoek. Wel is de hinderequivalente geluidbelasting voor scheepvaart bepaald.

Voor scheepvaartgeluid zijn geen formules beschikbaar om de hinder-equivalente geluidbelasting te berekenen. Vanwege de overeenkomst in dosis-effectrelatie tussen railverkeerslawaai en scheepvaartlawaai wordt over het algemeen voor scheepvaartgeluid de formule voor railverkeer gehanteerd:

Scheepvaart (railverkeer):  $L^*_{rl} = 0,95L_{rl} - 1,40$ .

## Resultaten

In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten gegeven voor de 14 ontvangerspunten. Naast de jaargemiddelde geluidbelasting in  $L_{den}$  is ook de hinderequivalente geluidbelasting gegeven ( $L^*_{rl}$ ) op basis van de omrekenformule voor railverkeer.

**Tabel 5**

Berekende jaargemiddelde geluidbelasting scheepvaartgeluid [in dB  $L_{den}$ ] en de hinderequivalente geluidbelasting [ $L^*_{rl}$ ]

Toetspunt	Geluidbelasting Scheepvaart 2029	
	$L_{den}$	$L^*_{rl}$
Boerenhoek 20 Angeren	30,6	27,6
Lodderhoeksestraat 18 Angeren	29,1	26,2
Lodderhoeksestraat 31 Angeren	29,2	26,3
Lodderhoeksestraat 37 Angeren	30,7	27,7
Rijndijk 4 Doornenburg	43,1	39,5
Rijndijk 53 Doornenburg	42,2	38,7
Rijndijk 55 Doornenburg	42,5	39,0
Rijndijk 57 Doornenburg	42,8	39,2
Rijndijk 73 Doornenburg	33,1	30,1
Rijndijk 75 Doornenburg	32,8	29,8
Rijnstraat 115 Doornenburg	38,7	35,4
Rijnstrangenweg 15 Groessen	31,4	28,4
Scherpekamp 17 Angeren	44,3	40,7
Vossendel 3 Groessen	32,7	29,7

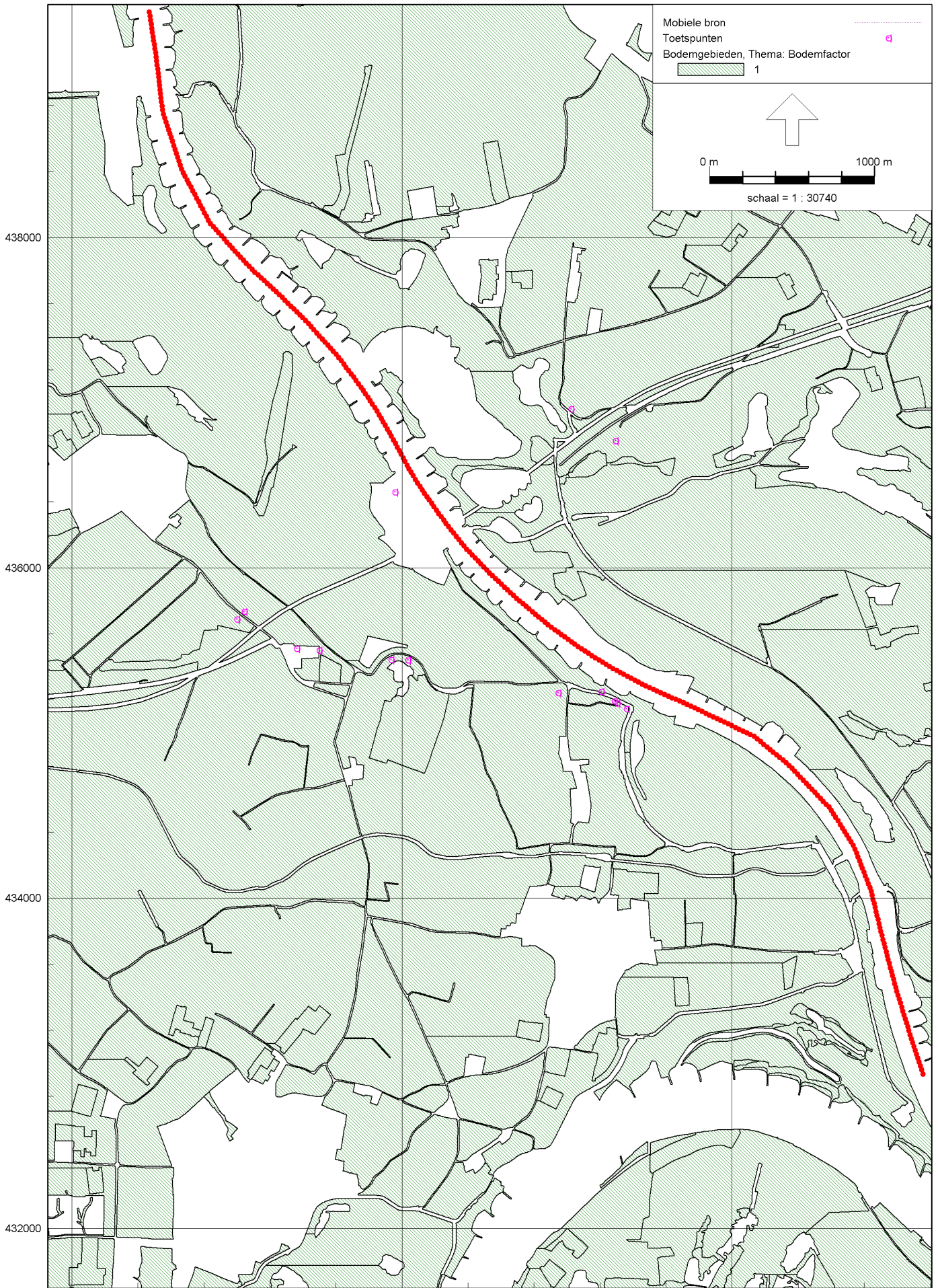
LBP|SIGHT BV



ing. D. (David) Vrolijk



**Bijlage I    Figuren**



**Bijlage II    Invoer scheepvaart rekenmodel**

Invoer rekenmodel scheepvaart

---

Model: Scheepvaart  
V068512aa.19CMOBC.dv - Lingewaard  
Groep: (hoofdgroep)  
Lijst van Mobiele bron, voor rekenmethode Industrielawaai - IL

Naam	Omschr.	ISO_H	ISO M.	Lengte	Aant.puntbr	Gem.snelheid	Aantal(D)	Aantal(A)	Aantal(N)	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
01	Scheepvaart 2029 over Pannerdenschkanaal	1,50	0,00	8341,17	334	16	30	6	5	24,09	26,31	30,11

Invoer rekenmodel scheepvaart

---

Model: Scheepvaart  
V068512aa.19CMOBC.dv - Lingewaard  
Groep: (hoofdgroep)  
Lijst van Mobiele bron, voor rekenmethode Industrielawaai - IL

Naam	Lwr 3l	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
01	69,80	94,50	104,00	103,70	101,10	100,20	99,10	92,80	85,00	109,30