

# Windpark Zeewolde | beeldkwaliteitsplan

Uitgangspunten en visie

Eindrapport



augustus 2016



# Windpark Zeewolde | beeldkwaliteitsplan

## Uitgangspunten en visie

<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Doel	4
1.2 Aanpak	5
1.3 Regioplan en alternatieven	7
<b>2 Ruimtelijke uitgangspunten</b>	<b>9</b>
<b>3 Ontwerpprincipes gebied</b>	<b>11</b>
<b>4 Ontwerpprincipes inrichting</b>	<b>24</b>
<b>5 Aanbeveling beeldkwaliteit</b>	<b>28</b>
<b>Bijlage</b>	<b>29</b>
<b>Literatuur en bronnen</b>	<b>35</b>
<b>Colofon</b>	





## 1.1 Doel

Het beeldkwaliteitsplan Windenergie van de gemeente Zeewolde vormt een bijdrage aan het proces van 'opschalen en saneren' van windturbines in de provincie Flevoland. In dit proces worden voorbereidingen getroffen om meer energie te gaan produceren met minder molens in het landschap. Dit dient zowel een economisch doel als een vergroting van de ruimtelijke kwaliteit (Flevoland 2012). In dit proces is onlangs een Regioplan vastgesteld door de gezamenlijke overheden. Het Regioplan biedt gemeenten de mogelijkheid om een Beeldkwaliteitsplan vast te stellen en de ruimtelijke uitgangspunten aan te scherpen. In de planmer is bovendien een inhoudelijke vraag gesteld voor een beeldkwaliteitsuitwerking gesteld: "(hoe) kan een gebrek aan helderheid van lijnen (..) van windturbines worden gemitigeerd?" (Flevoland, 2015).

Het beeldkwaliteitsplan leidt tot kwaliteitscriteria waarmee opstellingen kunnen worden getoetst en waarmee ontwerpvoorstellen kunnen worden ontwikkeld in het Rijksinpassingsplan. Het beeldkwaliteitsplan zelf leidt dus niet tot een ontwerp.

# Hoofdstuk I Inleiding

## I.2 Aanpak

In het beeldkwaliteitsplan (BKP) worden ruimtelijke criteria opgesteld die ingaan op ordening en verschijningsvorm van windturbines. Ze beschrijven hoe windturbines in het landschap van Zeewolde, met zijn grote openheid, geometrie en lange lijnen, kunnen bijdragen aan ruimtelijke kwaliteit.

De ontwerpprincipes zijn ontwikkeld om uitspraken te kunnen doen over opstellingen die voorkomen in de alternatieven van het project m.e.r.. Hierin gaat het met name om lange lijnen van turbines. Daarbij is gestreefd naar min of meer objectieerbare principes die ook elders voor soortgelijke situaties kunnen gelden. Het eerste deel van dit beeldkwaliteitsplan gaat in op de kenmerken van lijnopstellingen (verhoudingen tussen turbines in een grote verband). In het tweede deel wordt ingegaan op kenmerken van individuele turbines.

Over beeldkwaliteit met windturbines is al eerder nagedacht. Daarom is gestart met literatuurstudie, waarin gebruik is gemaakt van Beeldkwaliteitsplan Windenergie Wieringermeer. Er is in dit BKP geen uitgebreide landschapsanalyse van Zeewolde beschreven. We verwijzen hiervoor naar beschikbare literatuur. Uitgangspunten van gemeente Zeewolde en de provincie zijn ondermeer verwoord in “Nota uitgangspunten en

ambities Zeewolde”, in de “Leidraad Ruimtelijke kwaliteit (Flevoland, 2011)” en in het “Programma van eisen” (Flevoland, 2012) .

De alternatieven die in het m.e.r. worden onderzocht hebben als onderzoeksmateriaal gediend voor dit beeldkwaliteitsplan.

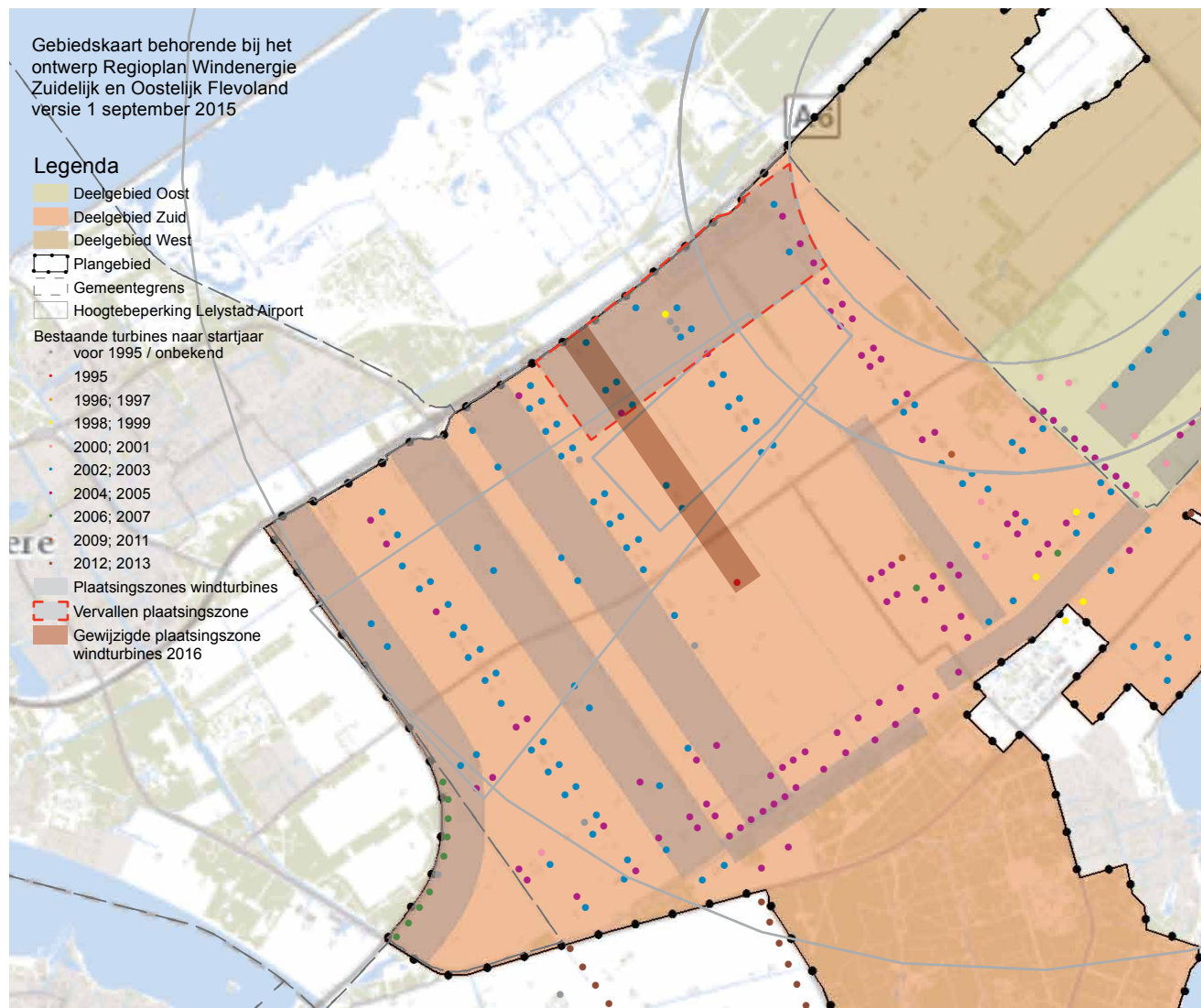
Voor visueel ruimtelijk onderzoek is het digitale visualisatie-model van de provincie Flevoland en Rom3D gebruikt. Hiermee zijn de bestaande m.e.r. alternatieven bestudeerd, en werden ruimtelijke knelpunten die hierin voorkomen inzichtelijk. Daarnaast is door Terra Incognita een 3D model opgebouwd in het programma Sketch-Up waarin veranderingen van opstellingen konden worden geanalyseerd.

In dit beeldkwaliteitsplan is gekozen voor een overzichtelijke en heldere set criteria. Deze criteria, oftewel ontwerpprincipes, moeten bovendien aansluiten op de uitgangspunten van het Regioplan. Sommige ontwerpprincipes zijn tot in detail vastgelegd. In andere komt het iets minder nauw en is een reikwijdte van acceptabele mogelijkheden benoemd. Hiermee ontstaat enige flexibiliteit en worden initiatiefnemers niet onnodig in een esthetisch keurslijf worden gedwongen.





# Hoofdstuk I Inleiding



Windenergie in Zeewolde: bestaande turbines en plaatsingszones, versie 17; 01-09-2015

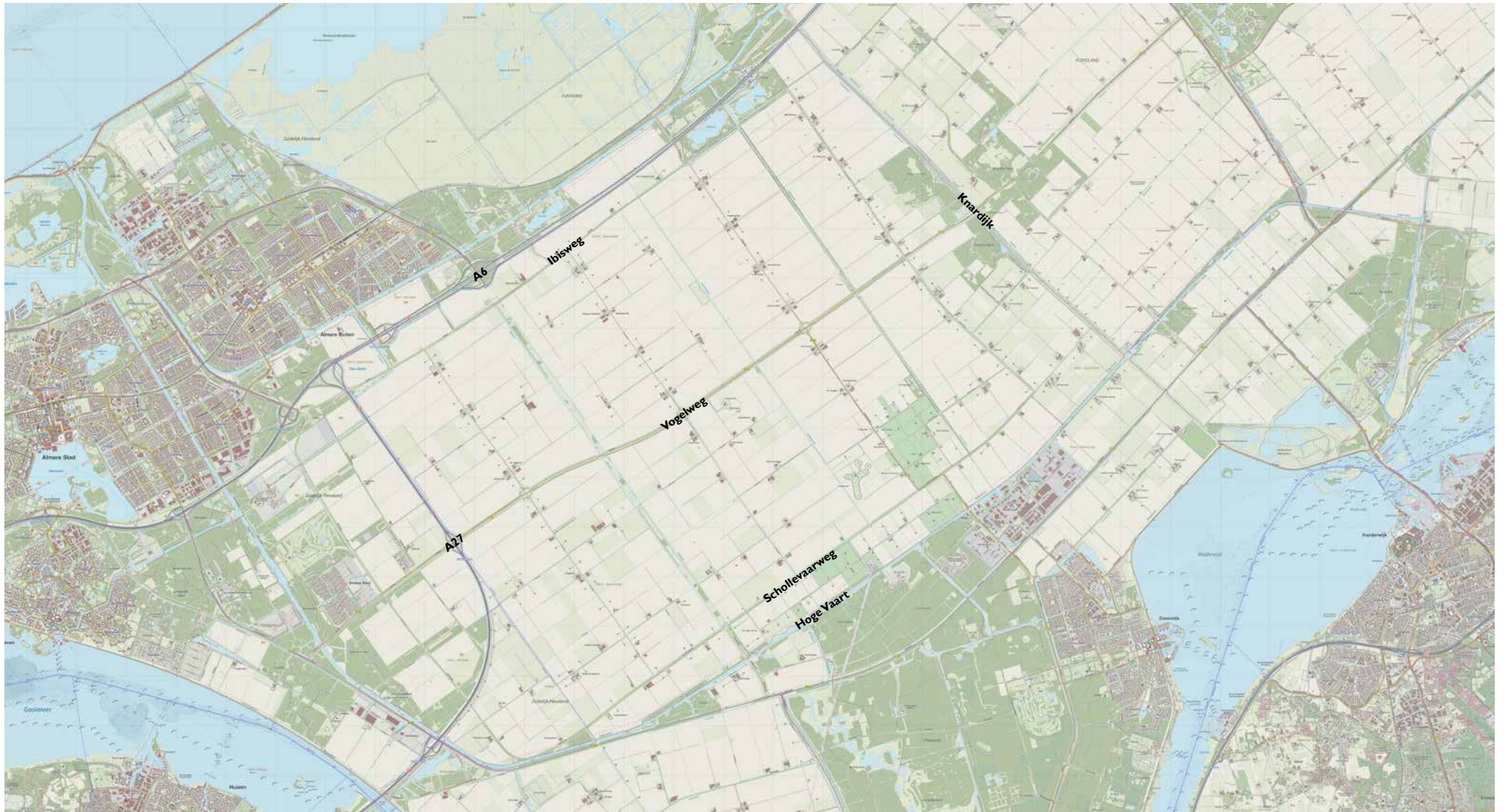
## 1.3 Regioplan en alternatieven

Het Regioplan is een uitwerking van de ambitie om het windturbinelandschap van Flevoland ingrijpend opnieuw in te richten. Nu staan er in de provincie Flevoland 600, relatief oude en kleine, windturbines die samen een vermogen hebben van 629 MW. In Zeewolde staan er 220 windturbines. Het doel van het Regioplan is om met de helft van de molens twee keer zoveel energie op te wekken. Dit alles dient zijn beslag te krijgen voor 2030, in verschillende fases.

In het Regioplan zijn plaatsingszones vastgesteld door de overheden, na onderzoek in het Plan-m.e.r. en na afstemming met de windverenigingen. Binnen de plaatsingszones dienen lijnopstellingen te komen (zie figuur).

In het project-MER (ihkv het Rijksinpassingsplan) is gebleken dat de lijnen langs de Ibisweg (parallel aan de A6) moeilijk realiseerbaar zijn. Daarom is er reeds voor gekozen om bij de vaststelling van het Regioplan (eind juni 2016) deze plaatsingszone te vervangen door een lijn ter hoogte van de Middengolfzendinstallatie (zie figuur). Hierna tonen we alleen alternatieven die hieraan voldoen.







# Hoofdstuk 2

# Ruimtelijke uitgangspunten

## Karakteristiek landschap

Het landschap van Zeewolde is een jong en geometrisch agrarisch landschap. Het is zeer open. Kenmerkend zijn lange parallelle wegen en sloten, met daartussen kavels in vaste afmetingen. De meeste boerderijen staan aan vier parallelle wegen. Deze wegen worden in het noorden begrensd door de Ibisweg en in het zuiden door de Schollevaarweg. Midden hiertussen loopt de zwaar beplante Vogelweg van oost naar west. Buiten dit stramien zijn er enkele boerderijen met een eigen insteekweg. In de oostkant van de gemeente is er een afwijkende richting van wegen en kavels. Dit wordt veroorzaakt door de Knardijk en door een bocht in de Hoge Vaart.

Karakteristiek voor Zeewolde is ook dat het vlakke land hoge verticale objecten bevat: de windturbines, die hier al lang het landschapsbeeld bepalen en daarnaast zendstations met hoge antennes. De huidige windturbines staan niet in een duidelijk samenhangend patroon. Er zijn enkele parallelle lijnen maar deze tonen geen strak ritme en de turbines staan niet exact in een rechte lijn. Daarnaast zijn er individuele turbines herkenbaar en is er interferentie van verschillende opstellingen door elkaar, waardoor soms niet goed zichtbaar is of turbines onderdeel zijn van een lijn.

Het open gebied wordt aan de west- en de noordzijde begrensd door de snelwegen A27 en de A6. Over deze wegen bewegen vele reizigers die tevens toeschouwer zijn van het windturbine landschap.

## Zicht

De beleving van mogelijke toekomstige opstellingen is zeer verschillend, al naar gelang de positie van waarnemers in en om het gebied. Vanaf de A6 zal er een overzichtelijk beeld ontstaan van opstellingen die de lange wegen volgen in noord zuid richting. Zicht vanaf de A27 is anders. Hier ontstaat volgens het regioplan allereerst een lijn langs de snelweg die dominant zal zijn voor de snelweggebruiker. Daarachter, op enkele kilometers afstand, kijkt de waarnemer op de zijkant van parallelle lijnopstellingen. Hierin zal men niet goed structuur kunnen ontwaren. Specifiek vanuit Zeewolde is er nu en in de toekomst niet goed zicht op turbines. Vanaf de noordrand gezien staan turbines met de voet verscholen achter bos en bedrijven. Dit vermindert de ervaring van structuur.

## Visie op ordening

In het zeer open landschap van Zeewolde staan nu en ook na uitvoering van het Regioplan heel veel turbines in beeld. Om hiermee een landschap met kwaliteit te realiseren is structuur noodzakelijk. Structuur of orde zorgt voor de beleving van samenhang en rust.

Structuur kan in het overzichtelijke landschap van Zeewolde worden bereikt door lijnen te ontwikkelen met gelijke richtingen, gelijke types en met gelijke ritmes (afstanden) binnen lijnen en tussen lijnen. Dit sluit dan aan bij de zeer regelmatige opbouw van het landschap in het projectgebied, met 4 parallelle wegen.

Afwijkingen en botsingen tussen richtingen, types en ritmes verstoren de beleving van rust in het landschap. Dit kan worden verzacht door afstand aan te houden tussen lijnen met verschillende eigenschappen.

Turbineopstellingen in het landschap van Zeewolde bestaan in de toekomst uit lange lijnen, naast elkaar en op verschillende afstanden van elkaar.



# Hoofdstuk 3

# Ontwerpprincipes gebied

Voor de windturbinesopstellingen in het middengebied van Zeewolde zijn 12 ontwerpprincipes opgesteld. Deze zijn te beschouwen als criteria waarmee opstellingen kunnen worden getoetst.

De ontwerpprincipes zijn gebaseerd op de visie die beoogt rustige opstellingen te vormen die passen bij hoofdstructuren in het landschap. Daarnaast gaan de principes in op hiervoor geconstateerde knelpunten.

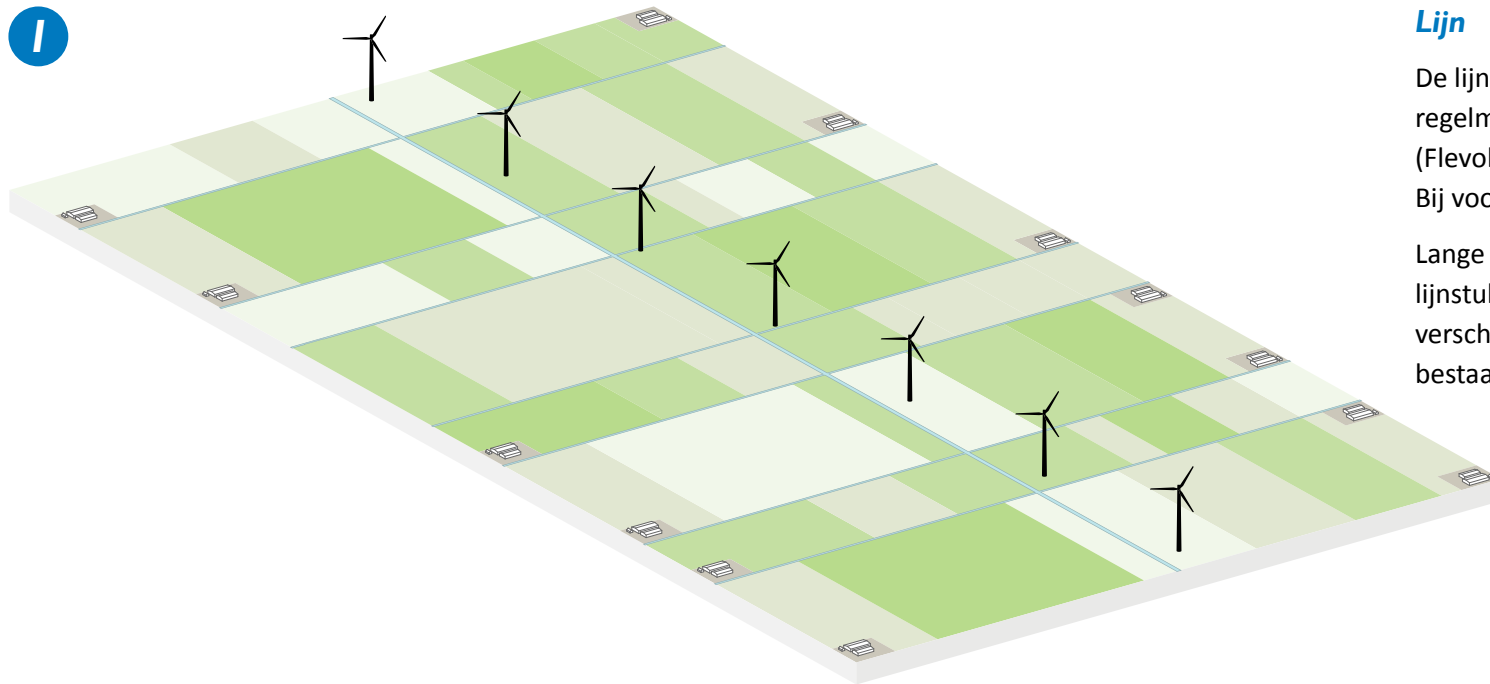
Er wordt ook ingegaan op de boogopstelling langs de A27, waarover in de literatuur tegenstrijdige uitgangspunten worden genoemd.

Ontwerpprincipes zijn verdeeld in vier categorieën:

- 1 kenmerken van een lijn
- 2 variatie in ritme binnen de lijn
- 3 afwijkingen ten opzichte van de hartlijn
- 4 samenhang tussen lijnen



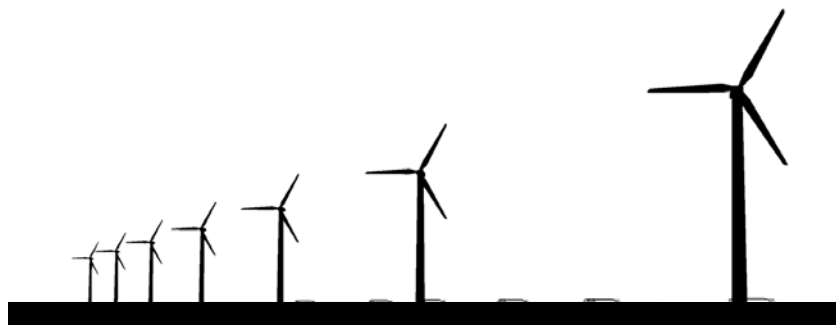
1



### Lijn

De lijnopstellingen in Zeewolde bestaan uit regelmatige rechte lijnen van minstens 7 turbines (Flevoland, 2011; Leidraad Ruimtelijke Kwaliteit). Bij voorkeur zijn de lijnen nog langer.

Lange lijnen van turbines kunnen bestaan uit lijnstukken. Dit zijn delen van een lange lijn met verschillende turbine-eigenschappen. Lijnstukken bestaan minimaal uit 4 windturbines.

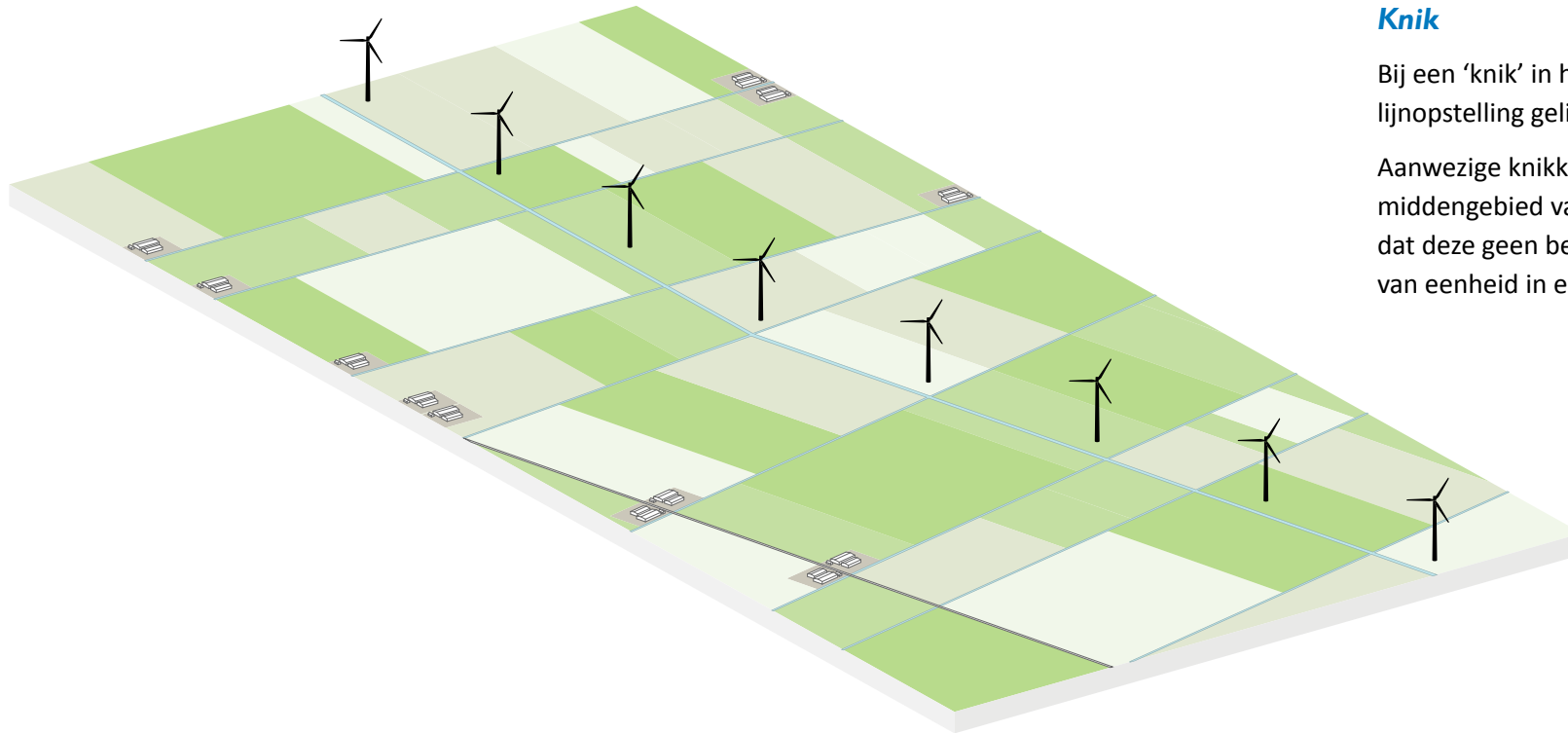


Een lijnopstelling bestaat uit minimaal 7 turbines



Uitzondering: Bij een afwijkend lijnstuk van 4 gelijke windturbines bestaat een lijnopstelling uit minimaal 8 turbines.

# Hoofdstuk 3    Ontwerpprincipes gebied

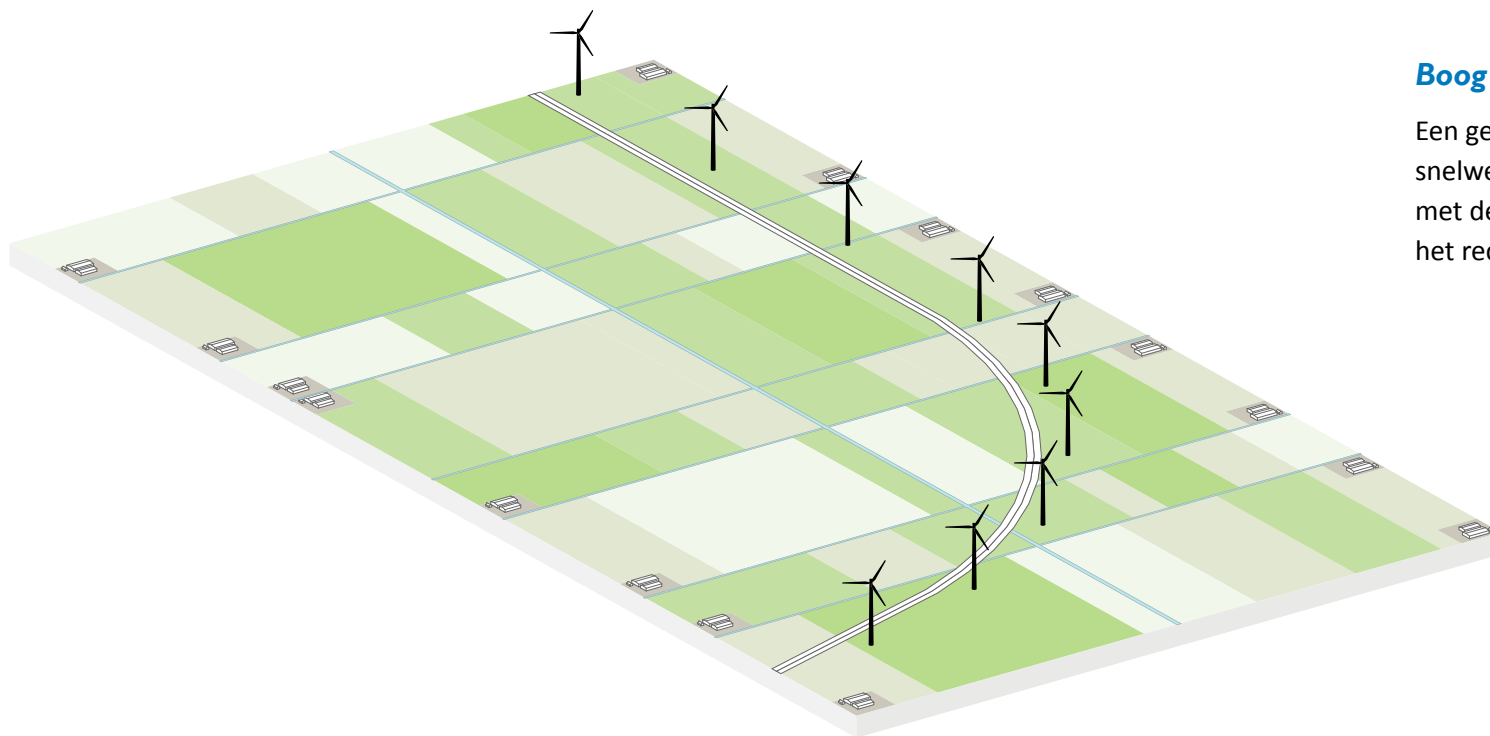


## **Knik**

Bij een 'knik' in het landschap loopt de lijnopstelling gelijkmatig door.

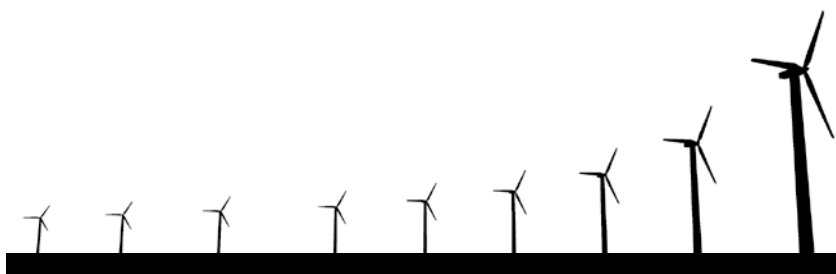
Aanwezige knikken in het landschap in het middengebied van Zeewolde zijn namelijk zo klein dat deze geen bedreiging vormen voor het beleven van eenheid in een lijnopstelling.





### Boog

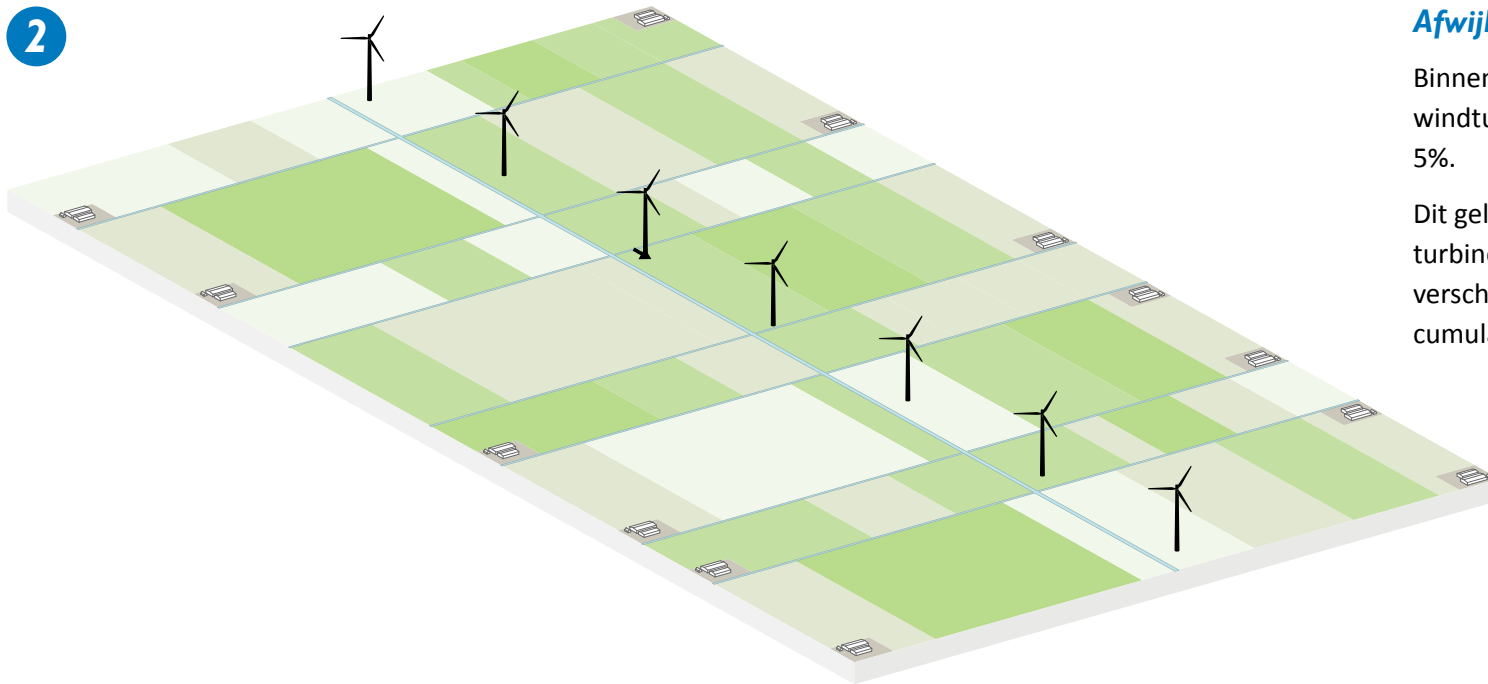
Een gebogen opstelling zoals langs de bocht van de snelweg A27 is voorgesteld, loopt gelijkmatig door, met dezelfde afstanden tussen windturbines als in het rechte gedeelte van de lijn.





# Hoofdstuk 3    Ontwerpprincipes gebied

2

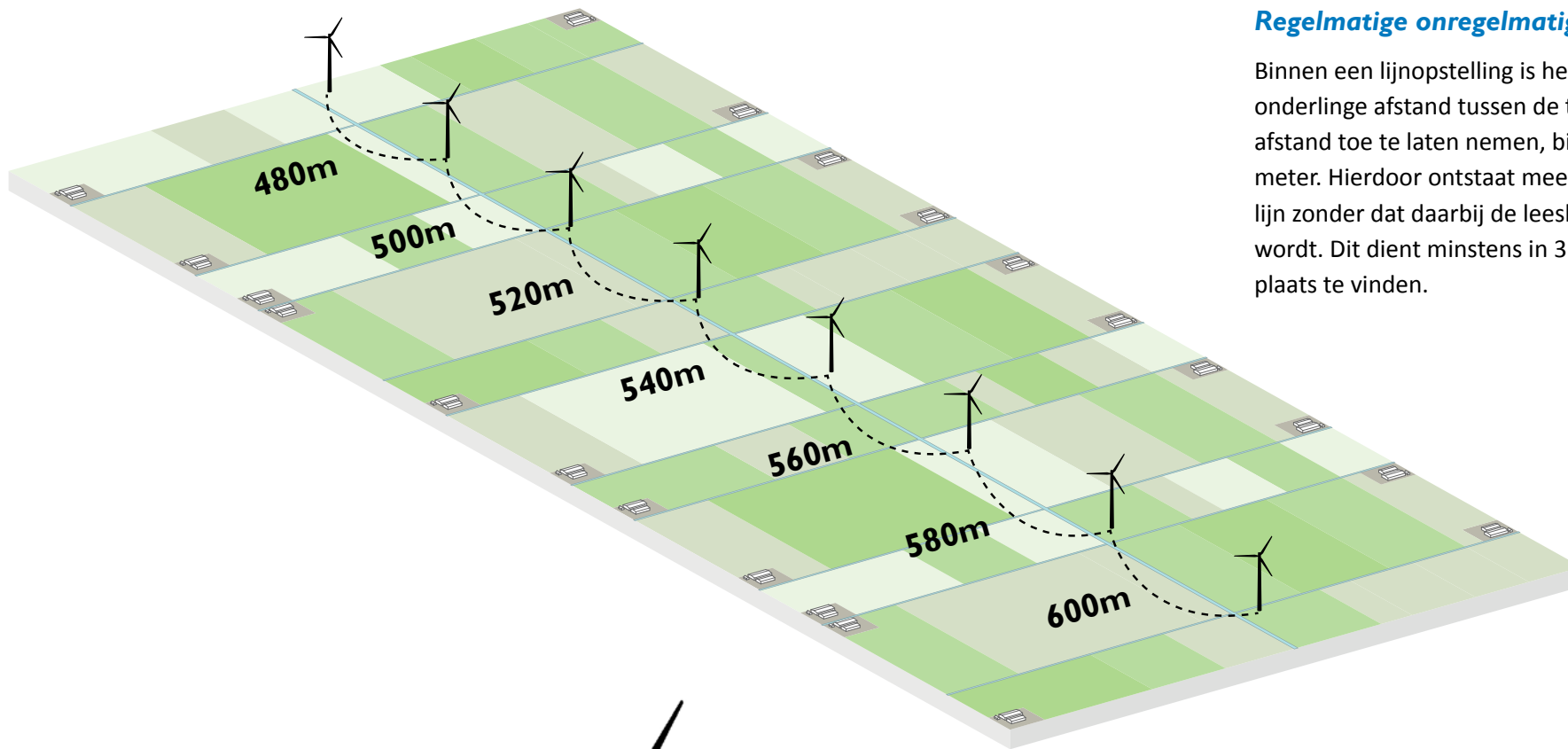


## **Afwijking binnen de lijn**

Binnen een lijn is een kleine maatafwijking tussen windturbines mogelijk. Dit is in een rij maximaal 5%.

Dit geldt voor een incidentele afwijking. Twee turbines naast elkaar dienen niet 5% naar verschillende richtingen te schuiven. Met dergelijke cumulatie wordt de afwijking te groot.



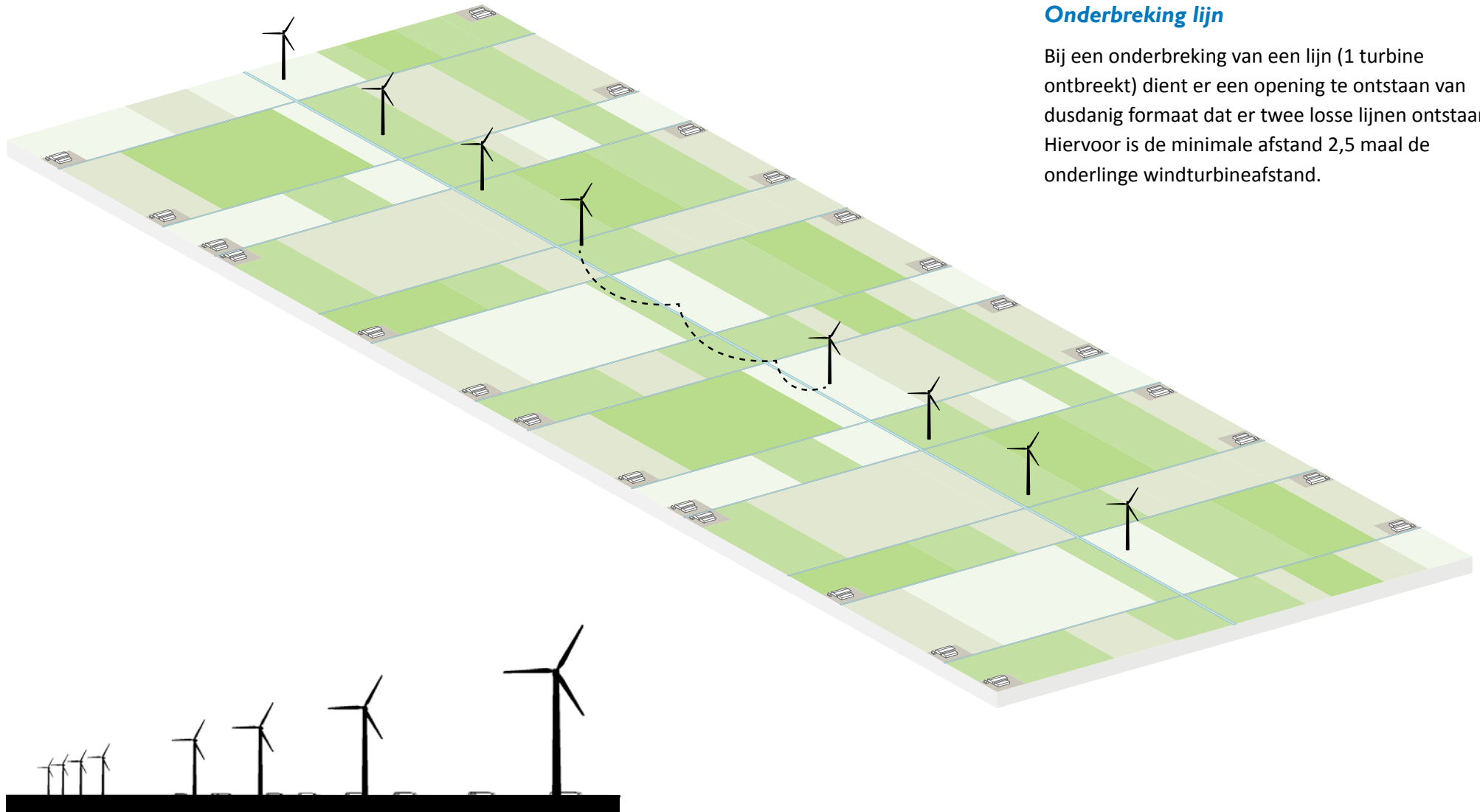


### **Regelmatige onregelmatigheid**

Binnen een lijnopstelling is het mogelijk om de onderlinge afstand tussen de turbines met dezelfde afstand toe te laten nemen, bijvoorbeeld met 20 meter. Hierdoor ontstaat meer variatie binnen een lijn zonder dat daarbij de leesbaarheid verstoord wordt. Dit dient minstens in 3 stappen (4 turbines) plaats te vinden.



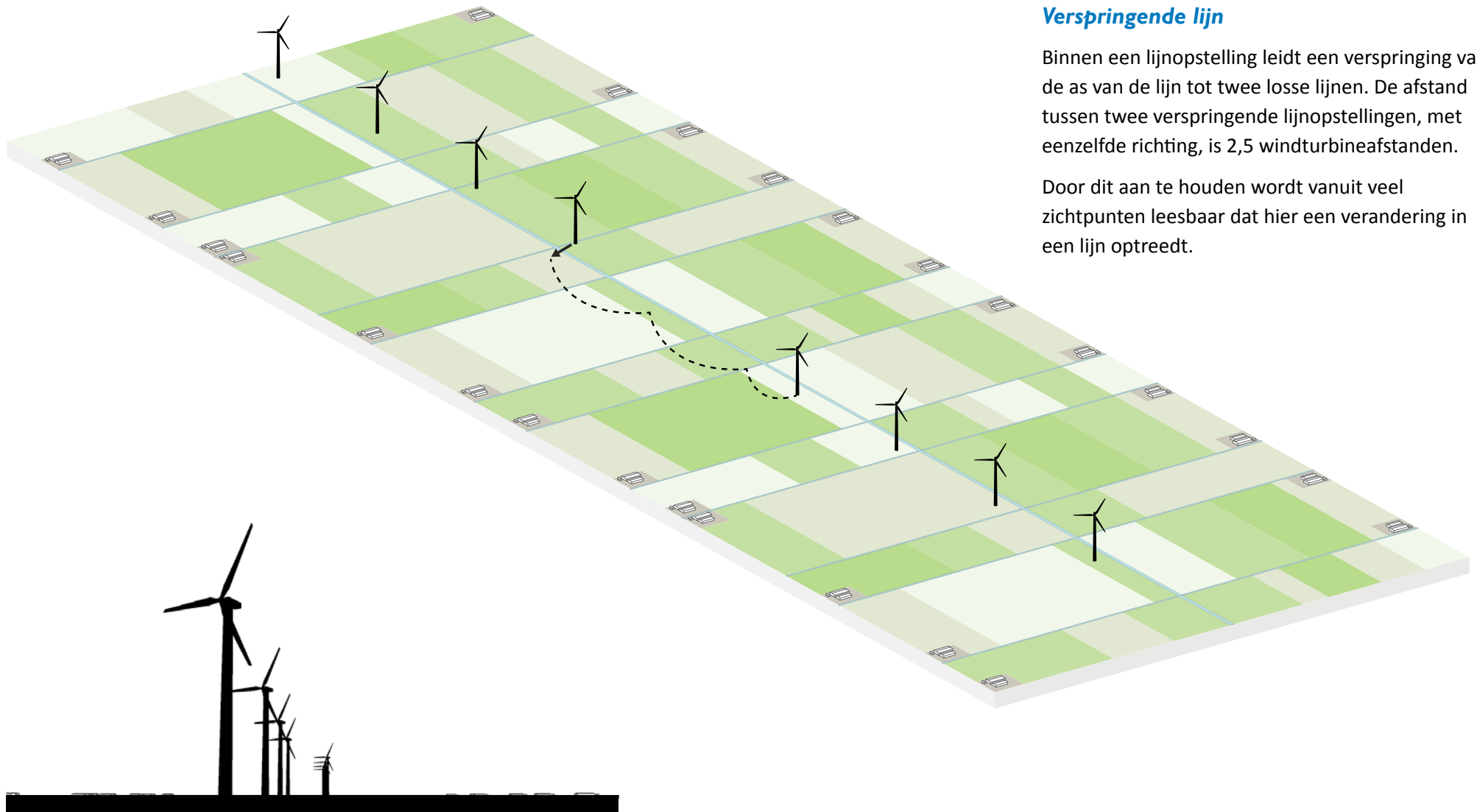
# Hoofdstuk 3    Ontwerpprincipes gebied



## Onderbreking lijn

Bij een onderbreking van een lijn (1 turbine ontbreekt) dient er een opening te ontstaan van dusdanig formaat dat er twee losse lijnen ontstaan. Hiervoor is de minimale afstand 2,5 maal de onderlinge windturbineafstand.





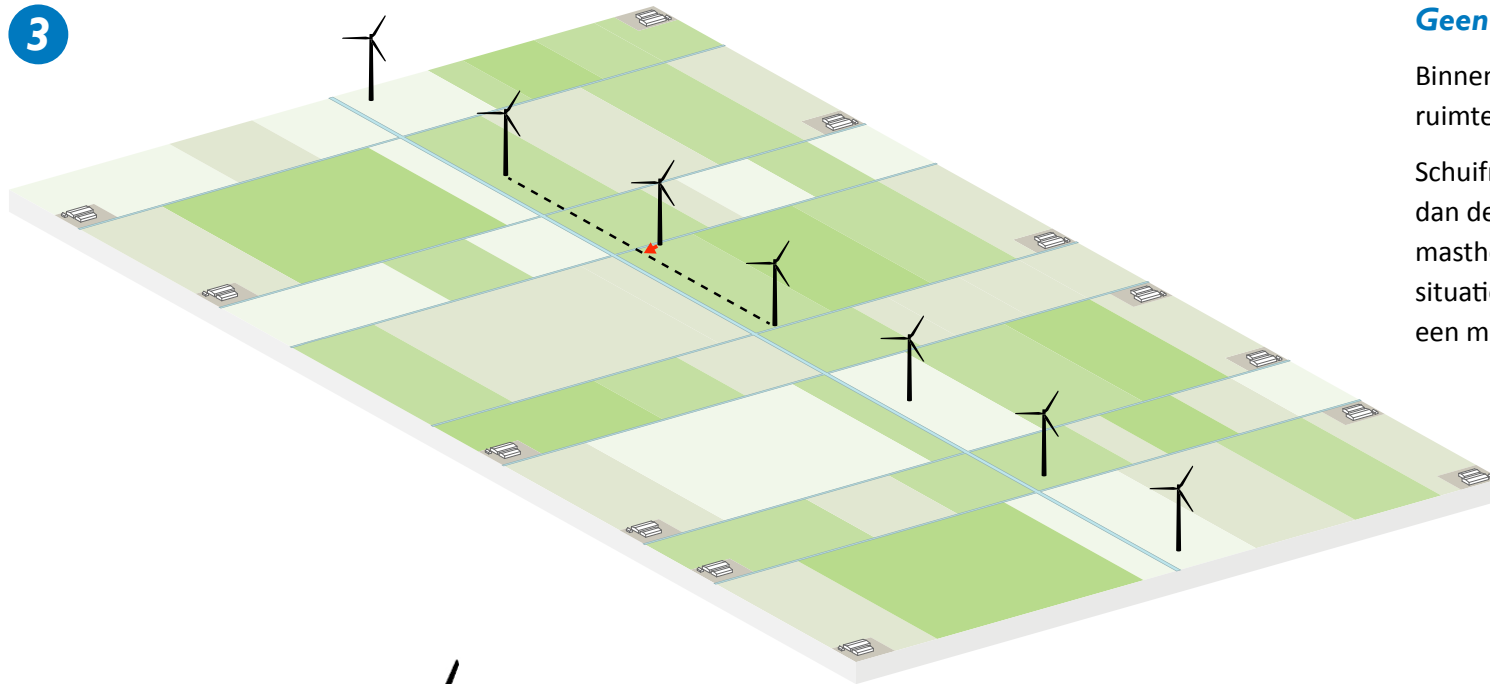
### **Verspringende lijn**

Binnen een lijnopstelling leidt een verspringing van de as van de lijn tot twee losse lijnen. De afstand tussen twee verspringende lijnopstellingen, met eenzelfde richting, is 2,5 windturbineafstanden.

Door dit aan te houden wordt vanuit veel zichtpunten leesbaar dat hier een verandering in een lijn optreedt.

# Hoofdstuk 3 Ontwerpprincipes gebied

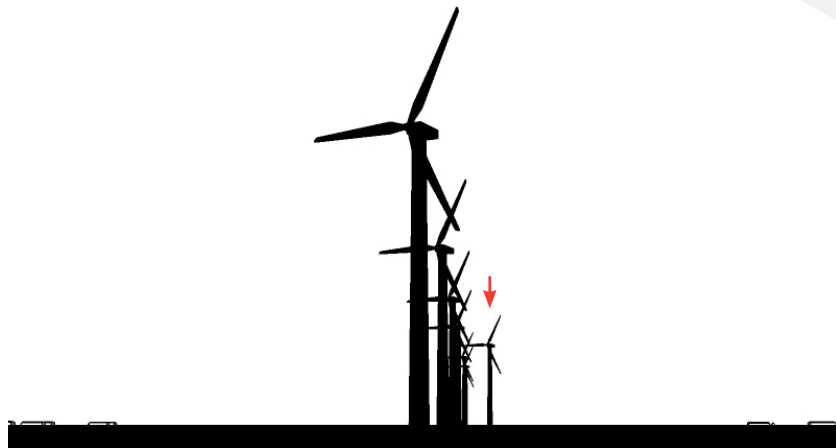
3



## Geen afwijking buiten de lijn

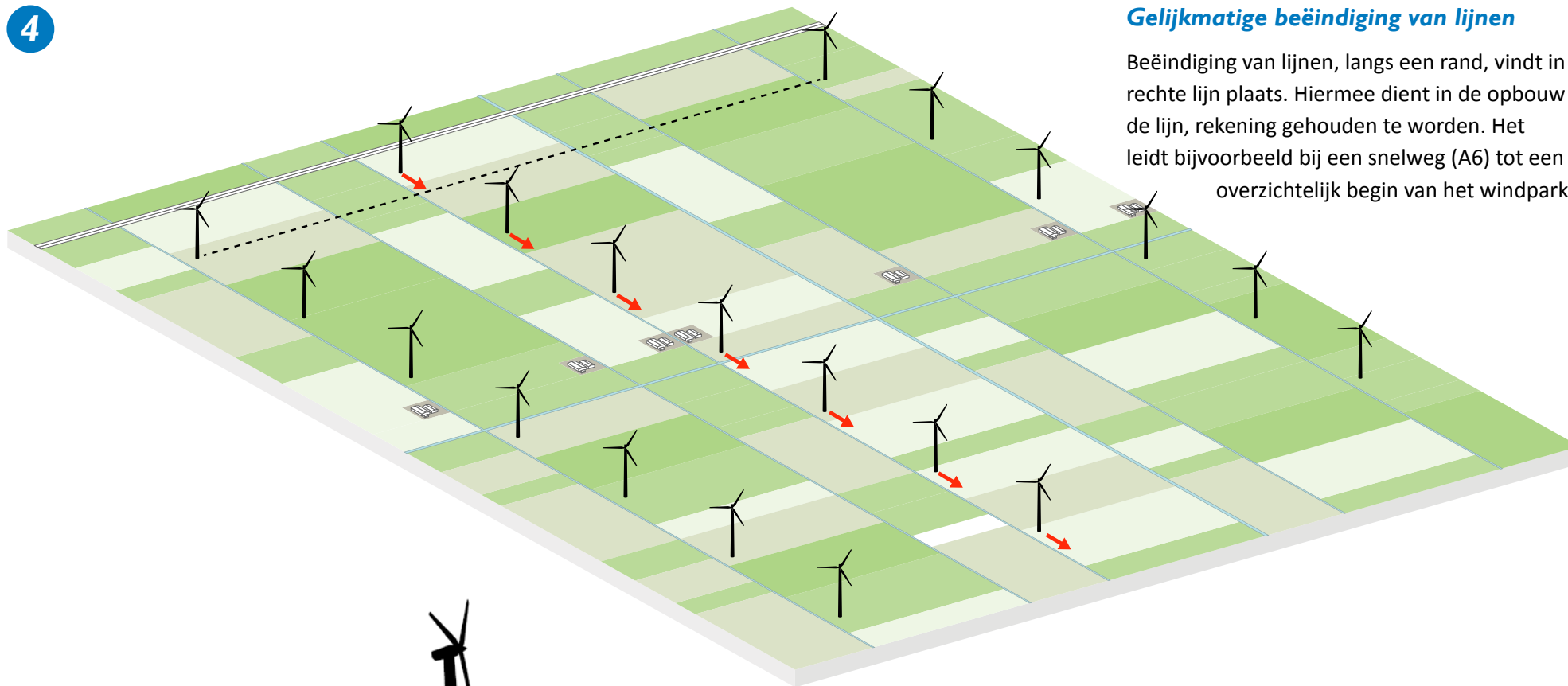
Binnen een aaneengesloten lijn is nauwelijks ruimte voor individuele afwijkingen, buiten de lijn.

Schuifruimte is beperkt tot een maat kleiner dan de mastdikte, gezien op halverwege de mastroogte. Door deze beperkingen zul je niet de situatie krijgen zoals hieronder verbeeld, waarbij je een mast uit de rij ziet springen.



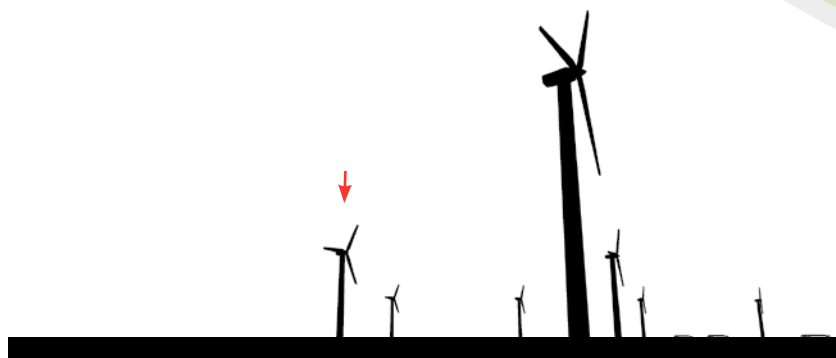
 *niet gewenst*

4



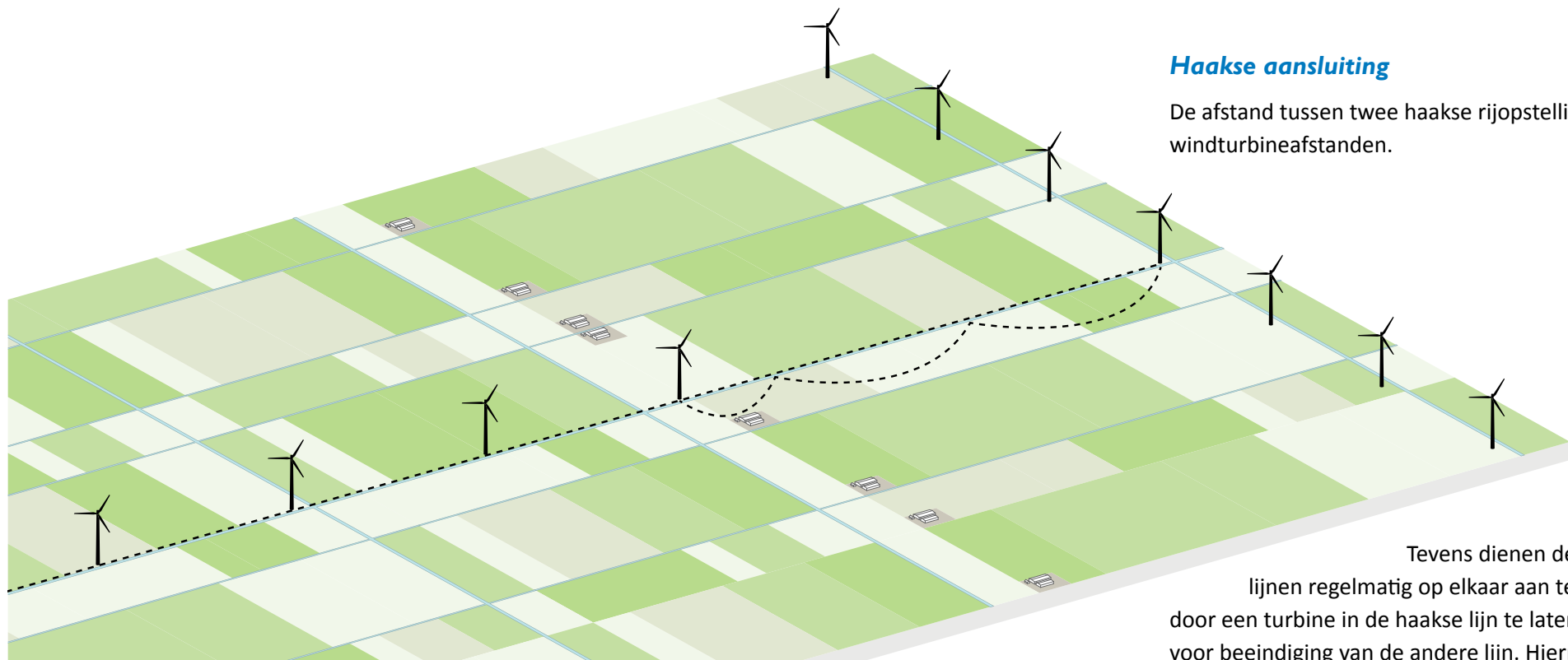
### Gelijkmatige beëindiging van lijnen

Beëindiging van lijnen, langs een rand, vindt in een rechte lijn plaats. Hiermee dient in de opbouw van de lijn, rekening gehouden te worden. Het leidt bijvoorbeeld bij een snelweg (A6) tot een overzichtelijk begin van het windpark.



niet gewenst

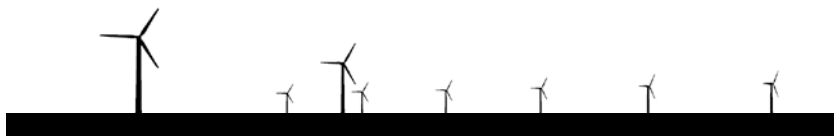
# Hoofdstuk 3    Ontwerpprincipes gebied

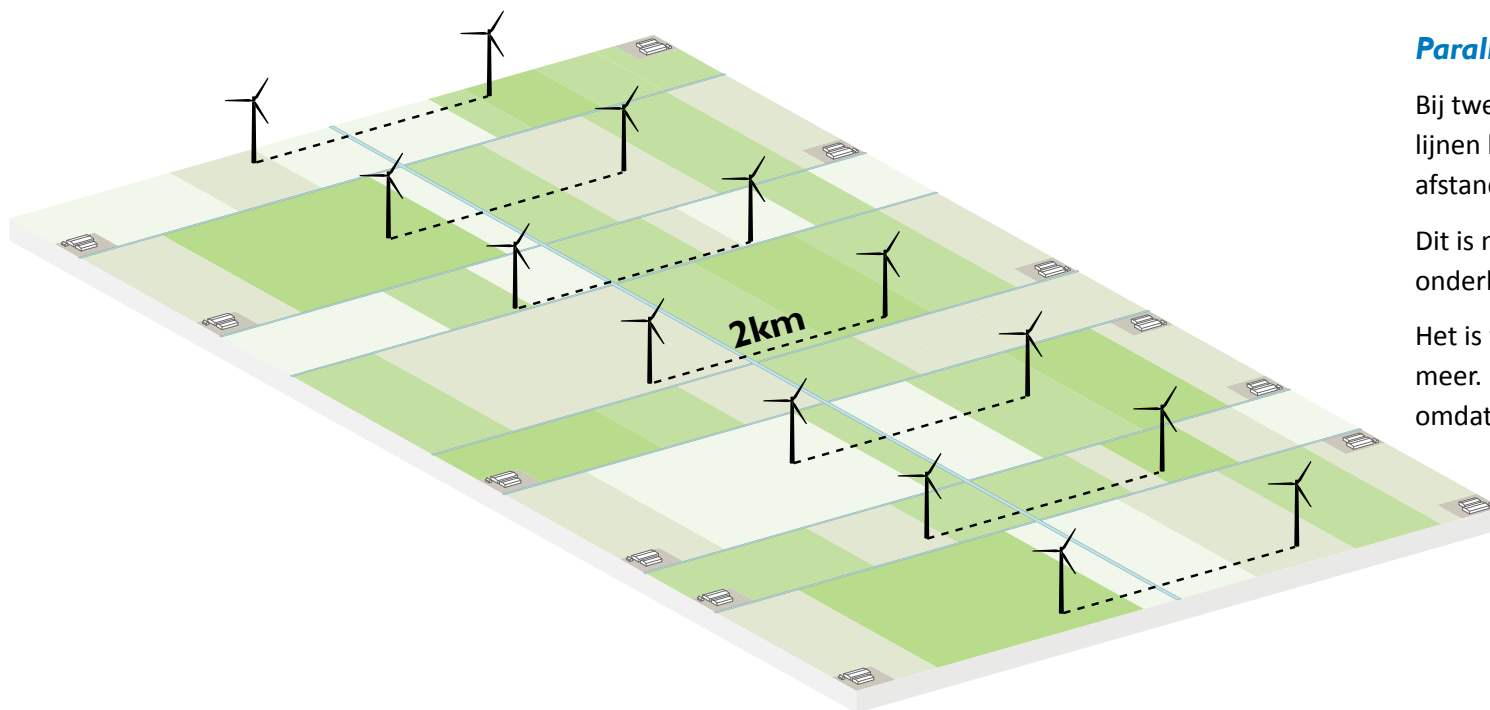


## Haakse aansluiting

De afstand tussen twee haakse rijopstellingen is 2,5 windturbineafstanden.

Tevens dienen de twee lijnen regelmatig op elkaar aan te sluiten, door een turbine in de haakse lijn te laten zorgen voor beëindiging van de andere lijn. Hiermee krijgen de twee lijnen vanuit het ene gezichtspunt een geometrische relatie, terwijl vanuit een ander gezichtspunt het onderscheid tussen de lijnen wordt benadrukt.





### **Parallel ritme**

Bij twee lijnopstellingen dichtbij elkaar, hebben de lijnen hetzelfde ritme, oftewel dezelfde onderlinge afstanden tussen windturbines.

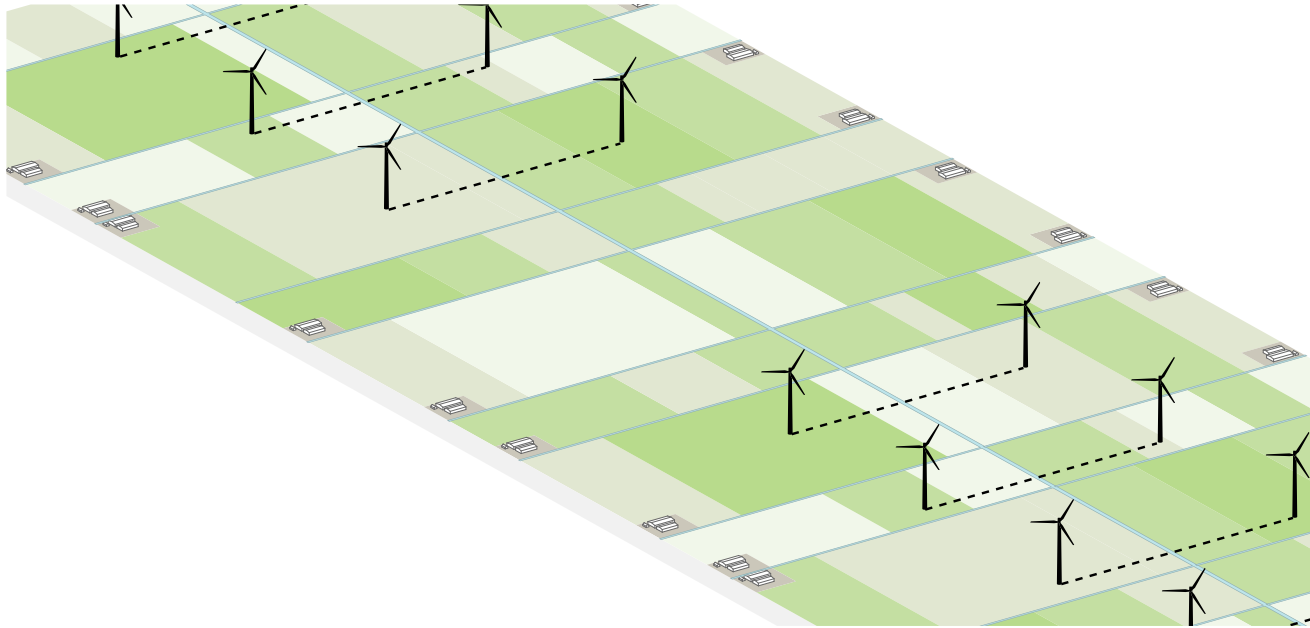
Dit is noodzakelijk voor parallelle lijnen met onderlinge afstand tot 2 km.

Het is wenselijk tot afstanden van wel 5 km of meer. Dit laatste wordt minder dwingend gesteld omdat het leidt tot grote inflexibiliteit en beperking van opstellingsmogelijkheden.





# Hoofdstuk 3    Ontwerpprincipes gebied



## **Onderbreking in parallelle lijnen**

Als in een van de lijnen een gat ontstaat, is het wenselijk dat de opening in de parallelle lijn ook wordt doorgevoerd.

Alternatief is het fors vergroten van de afstand tussen de parallelle lijnen.



Het algemene standpunt voor de vormgeving van turbines in Zeewolde en Almere is dat deze een rustig en eenduidig beeld moeten opleveren. Om dit te bereiken zijn de volgende kenmerken leidend voor de beeldkwaliteit:

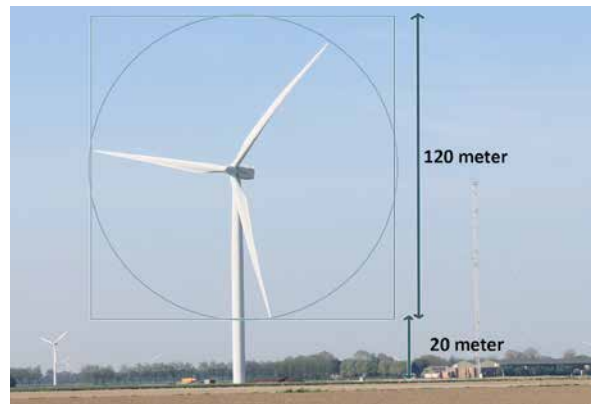
### **Tiphoogte en tiplaagte**

De verhouding tussen masthoogte (mh) en rotordiameter (rd) bij een windturbines heeft aanzienlijke invloed op de beleving van windturbines in het landschap. In Zeewolde is er sprake van toepassing van windturbines met maatverhoudingen die afwijken van gebruikelijke maatverhoudingen in Nederland. De gangbare verhouding in Nederland is 1:1. Vanwege laagvliegzones en vanwege noodzaak om veel vermogen te realiseren is hier de wens ontstaan om relatief grote rotoren te plaatsen op relatief lage masten. Dit leidt tot de vraag: hoe laag mag de tiplaagte in Zeewolde zijn?

Een tiplaagte, lager dan 30 meter, bij een rotordiameter van 120 meter, is ongewenst vanwege het gevoel van veiligheid en vanwege interactie met hoge landschapselementen. Deze getallen horen bij een verhouding  $mh:rd = 0,75 : 1$ .

Indien windturbines geplaatst worden in een omgeving met veel bomen is de tiplaagte van

30 meter te laag. Rotorbladen die op de zelfde hoogte komen als boomtoppen zullen leiden tot (toekomstige) conflicten tussen bomen en turbines. Voorkomen moet worden dat door de plaatsing van windturbines een impliciete keuze ontstaat voor een boomloos landschap, zonder dat er een gedragen visie is op de rol van beplanting in het toekomstige landschap. Om conflicten te voorkomen is een aanzienlijk hogere tiplaagte in bos wenselijk. Verder onderzoek naar ecologie en veiligheid kan hiervoor hoogtenormen bieden. Zie de bijlage voor een nadere onderbouwing van de tiplaagte.



*Voorbeeld van een te lage tiplaagte,  $mh:rd=0,67:1$  (Siemens turbine in de Wieringermeer)*

### **Wieken en draairichting**

De turbines hebben drie wieken en hebben dezelfde draairichting. De turbines draaien bij voorkeur synchroon.

### **Kleurgebruik**

De kleur van de windturbine is ingetogen (wit/lichtgrijs) zonder toevoeging van accenten. De gemeentelijke welstandsnota heeft hiervoor de kleuren RAL 7035 of RAL 9002 vastgesteld.

### **Materiaal**

De turbine heeft geen zichtbare materiaalverschillen aan de buitenkant.

### **Reclame**

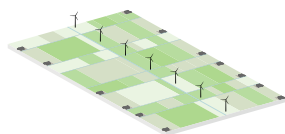
De buitenkant van de turbine is vrij van commerciële reclame. Uitzondering hierop is de mogelijkheid om de naam van de fabrikant op een ingetogen manier op de gondel af te beelden.

### **Verlichting**

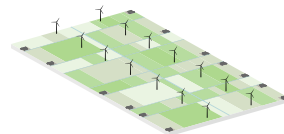
Lichtmarkering kan verstorend zijn voor omwonenden tot in de (verre) omgeving. Beperk deze overlast. Pas geen verlichting toe die zichtbaar is vanaf de grond. Gebruik één kleur licht voor alle turbines.

# Hoofdstuk 4

# Ontwerpprincipes inrichting

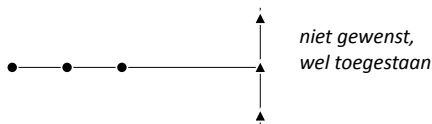
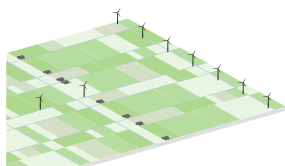


Binnen één lijn, één type



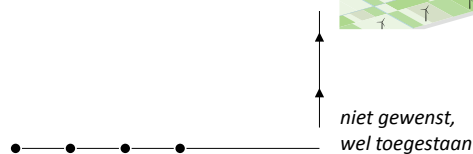
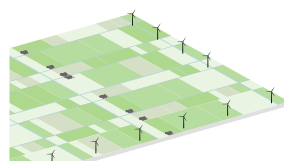
*niet gewenst,  
wel toegestaan*

Bij twee parallelle lijnen bij voorkeur één type



*niet gewenst,  
wel toegestaan*

Bij twee haakse lijnen bij voorkeur één type

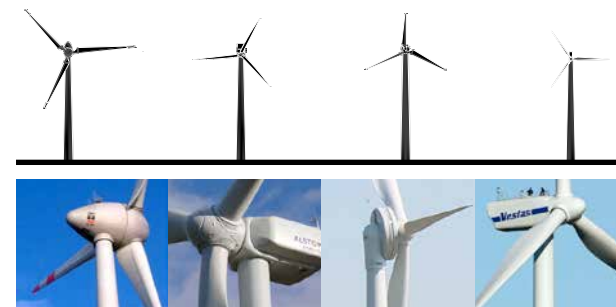


*niet gewenst,  
wel toegestaan*

Bij twee afzonderlijke lijnen zonder raakpunten is de samenhang tussen lijnen minder groot. Onderscheidt in typen - indien noodzakelijk - is toegestaan.

## Eenheid binnen lijnopstellingen

Om een rustig en eenduidig beeld tussen verschillende lijnen en turbine typen te creëren is er bij voorkeur zoveel mogelijk gebruik gemaakt van dezelfde turbine typen. In het geval waar dit onmogelijk blijkt te zijn zal er gekozen moeten worden voor een vergelijkbaar type. Voorbeelden van vergelijkbare typen zijn Vestas, Siemens, Nordex en Senvion. Voorbeelden van turbines die ten opzichte van bijvoorbeeld Vestas nadrukkelijk van elkaar verschillen zijn Enercon, Alstom en EWT DW 54.

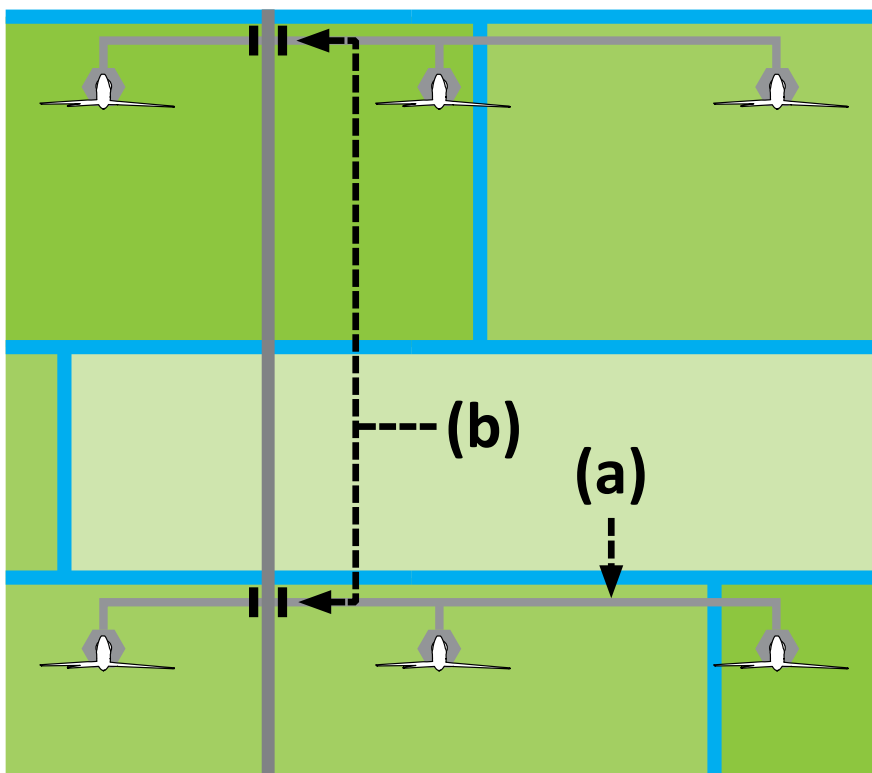


Enercon

Alstom

EWT DW 54

Vestas



Voorbeeld ontsluitingsprincipe

### Ontsluiting en toegankelijkheid

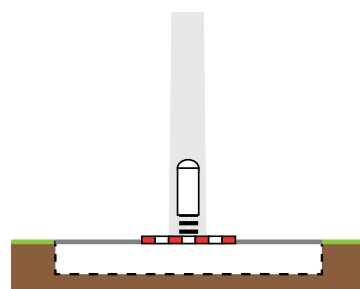
Langs alle tochten waar turbines staan is een parallelle weg aanwezig (a) die de turbines met elkaar verbindt. Deze ontsluitingsweg heeft een ingetogen uitstraling met een terughoudende kleur en wordt bij voorkeur begeleidt door een grasberm aan weerszijden. Bij voorkeur heeft de weg ook een functie voor landbouwverkeer of recreatieverkeer (indien hieraan behoefte bestaat).

Indien de weg vanwege beveiliging moet worden afgesloten vindt de afsluiting plaats met hekken aan het begin van de opstelling (b), aan de openbare weg.

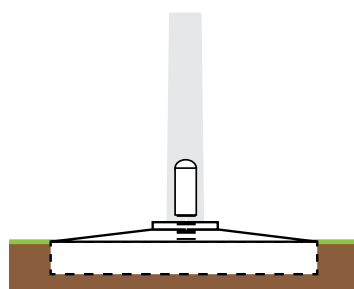
### Onderstation

Voor het hele gebied zal een groot onderstation worden ontwikkeld (ca 0,5 ha). Het programma voor dit bouwwerk is bij ons nu niet bekend. De omgeving daarvan is maatwerk. Belangrijk is om in de vormgeving een architect te betrekken.

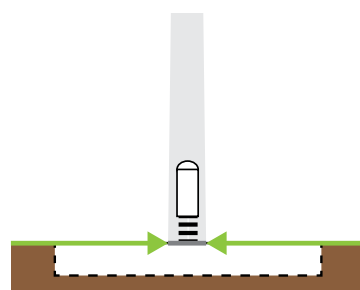
# Hoofdstuk 4      Ontwerpprincipes inrichting



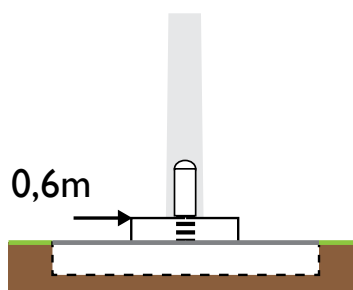
1a



1b

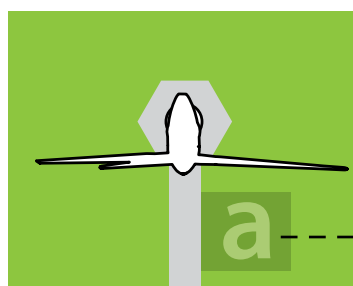


1c



2

✗ niet gewenst



3



Voorbeeld oplopende betonnen mastvoet in de Wieringermeer

Nevenfuncties mogelijk zoals een onregelmatige plaat met rotsbeplanting / mos (ecologie), of op elke plaat een woord of letter die een tekst vormt vanuit google maps (kunst).

## Mastvoet

Het algemene standpunt voor de vormgeving van de mastvoet is dat deze uit een ranke constructie bestaat en een rustig beeld oplevert. Om dit te bereiken zijn de volgende kenmerken leidend voor de beeldkwaliteit:

1. De mast is verbonden met een fundering, die deel uitmaakt van de ondergrond. De fundering wordt niet zichtbaar als object in het landschap. Drie mogelijkheden: a) een klein deel van de fundering komt boven de grond, tot een hoogte van max 0,6 meter. b) de betonnen fundering is zichtbaar en is subtiel verbonden met de mastvoet. c) de fundering bevindt zich onder de grond (zie illustraties hiernaast).
2. De mast is sober uitgevoerd: zonder aangehangen constructies, een gelijk kleurgebruik, geen losse objecten naast de turbine, geen hekwerken. De deur inclusief ranke trap is zichtbaar onderdeel van de mast.
3. De opstelplaats krijgt bij voorkeur een nevenfunctie in de jaren dat deze niet gebruikt wordt. Dit kan bijv. gaan om kunst of ecologie. Hiervoor is een aparte verkenning gewenst.



# Hoofdstuk 5      Aanbeveling beeldkwaliteit

1. Ontwerp een rustig en leesbaar windturbinelandschap. Breng structuur en orde aan met hierop toegesneden ontwerpprincipes.
2. Belangrijke opgaves zijn:
  - het naast elkaar ordenen van verschillende lijnen;
  - het realiseren van lange regelmatige lijnen;
  - het bereiken van rust en eenheid binnen een lange lijn;
  - het afstemmen van haaks op elkaar staande lijnen;
  - het bereiken van subtiele eenvoud in de inrichting rond de mastvoet
3. Bij het toepassen van ontwerpprincipes zijn nog keuzes mogelijk. Onderzoek en ontwerp is nodig voor een goede toepassing van de ontwerpprincipes en om tot maatwerk te kunnen komen.

# Bijlage

## Beeldkwaliteit en de verhouding tussen masthoogte & rotordiameter Frank Stroeken, 13 mei 2016

### **Aanleiding**

Door aanscherpingen in de Rijksluchtvaartnormen voor het gebied rond luchthaven Lelystad, zijn er nieuwe normen voor hoogtebeperking van windturbines. Deze beperken de hoogte tot tiphoogte 150 meter(?). Om toch tot voldoende energieopbrengst en tot een sluitende businesscase te komen is voor de initiatiefnemers een zo groot mogelijke rotordiameter gewenst. Dit leidt mogelijk tot turbines met een rotordiameter die aanzienlijk groter is dan de masthoogte. Er is namelijk sprake van turbines met een verhouding tussen masthoogte (mh) en rotordiameter (rd) van 0,73 : 1 (Enercon of Senvion); 0,76 : 1 (Nordex); 0,79 : 1 (Vestas 117) en 0,78 : 1 (Enercon). Dit wijkt af van de maatverhouding van 1:1 die in Nederland gangbaar is voor moderne windturbines. Voor het beeldkwaliteitsplan ligt de vraag voor of er beeldkwaliteitsregels gelden voor de turbines en de onderlinge maatverhoudingen tussen rotordiameter en masthoogte.

## Beschouwing

Er is een aanzienlijk verschil in beleving van enerzijds turbines met een korte mast en lage tiplaagte en anderzijds turbines met een hogere mast en hogere tiplaagte.

Het onderzoek dat er is stelt dat de verhouding tussen masthoogte en rotordiameter 1:1 zou moeten zijn. Daaraan voldoen de voorgestelde turbines in Zeewolde niet. Onderzoek voor de provincie Flevoland stelt dat een afwijking hiervan 10% mag zijn, oftewel  $mh:rd = 0,90 : 1$ . Harde onderbouwing voor deze normen is er niet (zie bijlage).

Er zijn enkele effecten te benoemen van een turbines met lage tiplaagte in vergelijking met een hogere tiplaagte maar een oordeel hierover is moeilijk te geven aangezien onderzoek ontbreekt.

Enkele effecten:

- Een turbine met een mast van 80 meter en een rotordiameter van 120meter, verheft zicht niet meer hoog boven beplanting en gebouwen in een landschap. De punt van de rotor zwiept zelfs op gelijke hoogte met boomkronen. Dit is een groot verschil met turbines wiens rotorpunt tientallen meter boven de bomen zit (bij een 120m:120m turbine type).
- Sommige mensen zullen een gevoel van onveiligheid ervaren als ze waarnemen dat de punten van de rotor relatief laag bij de grond komen. Een tiplaagte van 20 m of 60 m is dan een wezenlijk verschil. Dit gevoel is niet exact te bepalen zonder onderzoek. Persoonlijke waarneming in het veld zegt ons dat een tiplaagte van 20 meter te laag is vanwege het gevoel van veiligheid. 30 a 40 meter lijkt al aanvaardbaarder.
- Er kan meer wantrouwen ontstaan over de ecologische effecten van turbines. Op basis van bestaand ecologisch onderzoek kunnen we stellen dat er waarschijnlijk ook daadwerkelijk meer vliegende slachtoffers ontstaan bij turbines met een relatief korte mast en een groot rotoroppervlak.

- Rotorbladen die op dezelfde hoogte komen als boomtoppen zullen relatief veel effect hebben van windschaduw. Het landschap van Zeewolde is zeer open maar op sommige plekken staan bomen. Is het gewenst dat (nieuwe) bomen geen leefruimte kunnen krijgen vanwege concurrentie om het luchtruim met windturbines? Hoe lager de tiplaagte, des te sterker zal deze concurrentie optreden. Tot welke hoogtes dit speelt is ons niet bekend.

- Een grote rotordiameter met een lagere mast leidt tot een lagere turbine en leidt dus ook tot mindere zichtbaarheid van grote afstand. Dit effect is omgekeerd gerelateerd aan hogere dominantie op korte afstand.

Zonder concreet onderzoek, komen wij tot de volgende aanbevelingen.

- Het heeft onze grote voorkeur om een zeer lage tiplaagte te voorkomen.
- Een tiplaagte, lager dan 30 meter, bij een rotordiameter van 120 meter, komt erg dichtbij en is ongewenst vanwege het gevoel van veiligheid en de interactie met hoge landschapselementen. Deze getallen horen bij een verhouding  $mh:rd = 0,75 : 1$ . Een exacte grens tussen gewenst en ongewenst kunnen we hier niet aangeven.
- Rotorbladen die op de zelfde hoogte komen als boomtoppen zullen veel effect hebben voor windschaduw en zullen leiden tot (toekomstige) conflicten tussen bomen en turbines. Het kan een impliciete keuze inhouden voor een boomloos landschap. Een keuze hierover zou samen moeten gaan met een visie op de rol van beplanting in het toekomstige landschap.

## Toelichting

### Historische kenschets van maatverhoudingen en beleving ervan

De geschiedenis van studie naar beleving van windenergie in het landschap leert dat:

- De meningen over gewenste verhouding tussen masthoogte en rotordiameter zijn historisch niet constant. Ze veranderen. Tien jaar geleden werd de ideale verhouding tussen mast en diameter vaak getypeerd als  $mh:rd = 1,2:1$ . Tegenwoordig is de ideale verhouding veelal  $mh:rd = 1:1$ .
- Terwijl voorkeuren over beeldkwaliteit veranderen, veranderen ook technische uitgangspunten over de verhouding tussen mast en rotordiameter.
- In de afgelopen 20 jaren zijn turbinemasten gegroeid van 10 a 20meter naar meer dan 100 meter. Turbines van 40m, 60m en 80m zijn allemaal nog te vinden. Lage turbines van bijv 20 tot 40 meter hadden veelal een mast die langer was dan de rotordiameter omdat deze turbines hinder ondervonden van objecten in de omgeving die wind afvingen (boom of hoge schuur). Dit effect is minder groot bij hoge masten. Er is dus logica voor veranderde maatverhoudingen.
- Technische ontwikkeling en beoordeling door waarnemers staan niet geheel los van elkaar. Door gewinning, of door het zien van leesbare logica kan er begrip ontstaan voor veranderde verhoudingen.

Beleving naar verhoudingen is niet voor ieder gelijk, het is deels subjectief. Er zijn verschillende meningen zijn over wat een mooie turbine is. Sommige oordelen puur vanuit vormgeving en de associaties die vorm oproept; anderen over de rankheid en de gewenste geringe dominantie van een turbine in de omgeving; weer een ander waardeert de productiviteit van een turbines, en de vormeigenschappen die hiertoe bijdragen. Dit overzicht is niet volledig. Dergelijke verschillen in houding kunnen ook doorwerken in de beleving van maatverhoudingen.

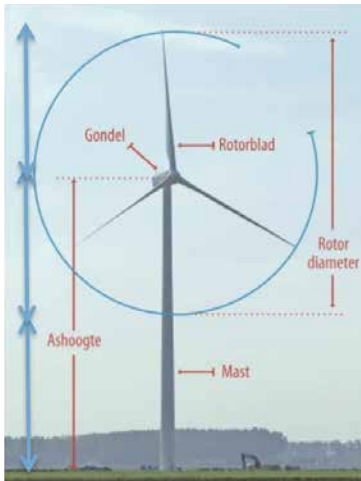


fig 1) Een turbine met 1:1 verhouding

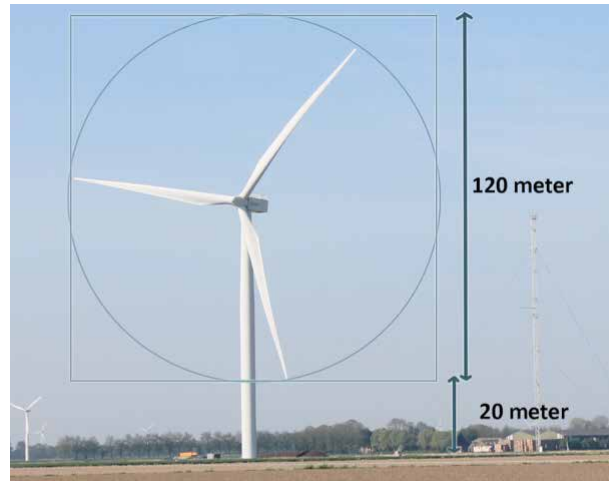


fig 2) Siemens turbine in de Wieringermeer mh:rd = 0,67 : 1

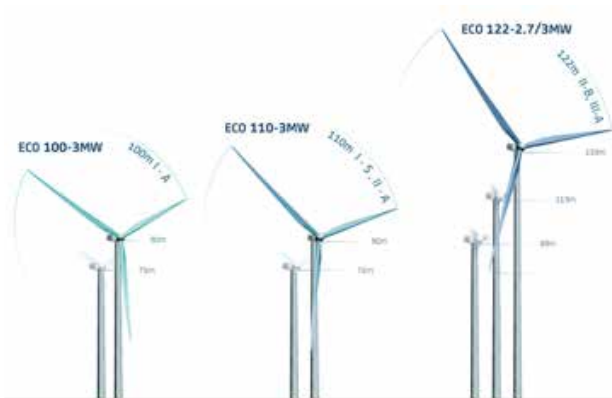


fig 3) Verschillende masten leverbaar voor Alstom windturbines

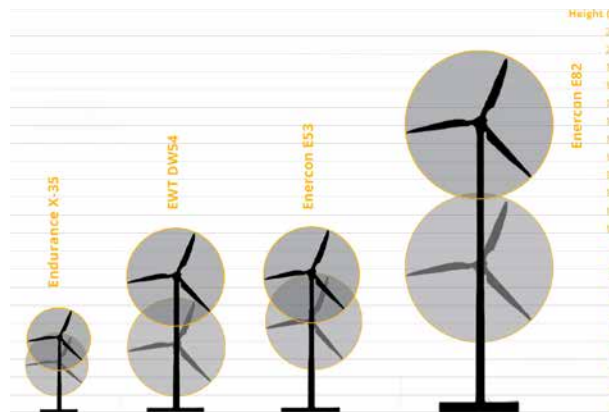


fig 4) Verschillende fabrikanten bieden rotoren met vaste diameter maar met een variabele lengte van de mast. Dit kan in het veld leiden tot een zeer verschillende aanblik. (Zie achterin de bijlage voor de EWT DW 54)

### De ideale verhouding

Volgens literatuur is de ideale maatverhouding tussen masthoogte en rotordiameter 1:1. (H+N+S 2013; Arcadis / Flevoland 2011). Zie bijlage.

Bij een verhouding mh:rd = 1:1 (bijv 100 m: 100 m) ontstaan 3 gelijkwaardige compartimenten: Een halve masthoogte buiten de rotor diameter twee halve masthoogtes die overeenkomen met de maat van de rotor. Dit zorgt voor regelmaat en rust. Het beeld is heel anders bij de turbine rechts. Hier ontstaat lage doorgang onder een imposante turbine.

### De markt ontwikkeling

- Fabrikanten als Vestas, Alstom en EWT leveren turbines met een vast rotordiameter maar toepasbaar zijn op masten met aanzienlijk verschillende hoogten (zie figuur van Alstom en daaronder een engels schema met een soortgelijke vergelijking voor meerdere fabrikanten).
- Windturbines op water hebben relatief grote diameters op relatief korte masten. Dit kan daar omdat er geen belemmeringen zijn voor windaanvoer. Tegenwoordig zijn deze windturbines ook steeds vaker zichtbaar voor waarnemers. Dit kan de beleving van maatverhoudingen bij waarnemers beïnvloeden. (Vb Windpark Noordoostpolder. De turbines op het water hebben een verhouding van mast tov diameter van 0,89 : 1 terwijl de turbines op land een verhouding hebben van 1,06 : 1.

## Betekenis

Maatverhoudingen beoordelen puur op basis van esthetische criteria is ondoenlijk. Het is waarschijnlijk subjectief. Een oordeel zal meestal bewust of onbewust ergens naar verwijzen. Het ontleent bijvoorbeeld betekenis aan de geschiedenis van windenergie of aan de omgeving of aan gebruik of duurzaamheid.

### *Beleving van veiligheid*

“ik vind het altijd eng om bij een windturbine in de buurt te komen” (citaat wandelaar in Nieuwe Niedorp, 12 mei 2016).

Windturbines nemen fysiek een bepaalde ruimte in maar in de beleving van waarnemers verschilt die ruimte nogal. Mensen weten vaak weinig van windenergie of van techniek in het algemeen. Bij lage tiphoogte zal er waarschijnlijk in toenemende mate vrees ontstaan voor windturbines in de nabijheid.

### *Beleving van de invloed op wat er vliegt*

Doorgaans worden er ten aanzien van de toenemende hoogte van windturbines twee effecten geconstateerd:

- Hoe hoger de turbine hoe minder potentiële aanvaringen met vogels.
- Hoe groter het rotoroppervlak hoe meer aanvaringslachtoffers.

Deze effecten werken normaal gesproken tegengesteld bij schaalvergroting. Hierdoor is het vaak onduidelijk of hogere turbines meer slachtoffers maken dan lage turbines. Echter in het geval van een lage mast en grote rotordiameter versterken deze effecten elkaar in negatieve zin. Een toename van aanvaringslachtoffers is waarschijnlijk. Dit maakt ook een gevoel van onveiligheid extra aannemelijk.

## Citaten uit literatuur

- “De volgende aspecten dragen bij aan harmonie en rust: Verhouding rotor diameter en masthoogte als 1:1,2 conform de gulden snede. (...)” (Flevoland Royal Haskoning, 2004)
- Ashoogte is minimaal 80 m en maximaal 120 meter. De verhouding tussen rotordiameter en ashoogte is bij voorkeur 1:1. (H+N+S, 2014, beeldkwaliteitsplan windenergie Wieringermeer)
- Minimale ashoogte van 100 meter (of onderbouwen waarom afwijken). (Flevoland 2012; PvE projectplannen i.h.k. van Regioplan windenergie Zuidelijk en Oostelijk Flevoland.)
- “Ideale verhouding rotordiameter – masthoogte = 1:1.” “Bij voorkeur hiervan niet afwijken binnen een bandbreedte van 10%.” Het is balanceren tussen ‘speldekopjes’ en ‘waterhoofd’. (Arcadis, 2011; Leidraad ruimtelijke kwaliteit windmolens Flevoland).
- “Een verhouding tussen masthoogte en rotordiameter van 1:1 wordt doorgaans esthetisch als beste verhouding beschouwd.” (H+N+S, 2013. Handreiking waardering landschappelijke effecten windenergie.)



## Referenties Wieringermeer



fig 5) Van voor naar achteren:

1. GE 3.2 – 103 Ashoogte 100 meter. Tiplaagte 49 meter
2. GE 2.75 – 120. Ashoogte 85meter. Tiplaagte 25 meter
3. Darwind XD115. Ashoogte 100 meter. Tiplaagte 43 meter
4. Alstom Eco 122. Ashoogte 88.5 meter. Tiplaagte 27 meter



fig. 6) Siemens SWT 3.6 Tiplaagte 20 meter. De turbine gezien vanaf 780 meter. Wegbeplanting (ca 10m hoog) staat op ongeveer 800 meter hierachter.



fig 7) GE 2.75-120. Tiplaagte 25 meter



fig 8) Siemens SWT 3.6;  
Tiplaagte 20 meter



fig 9) Van links naar rechts:

5. GE 3.2 – 103 Ashoogte 100 meter. Tiplaagte 49 meter.
6. GE 2.75 – 120. Ashoogte 85meter. Tiplaagte 25 meter
7. Darwind XD115. Ashoogte 100 meter. Tiplaagte 43 meter
8. Alstom Eco 122. Ashoogte 88.5 meter. Tiplaagte 27 meter.



fig 10) De EWT DW 54, in Nieuwe Niedorp op een extreem lage mast van 35 meter. Zie ook schema figuur 4)



fig 11) Voorbeeld: concurrentie om lucht en wind tussen een (lage) windturbine en gesnoeide bomen, aan de Schervenweg in Wieringerwerf.

# Colofon

Het beeldkwaliteitsplan 'Windpark Zeewolde' is opgesteld door Terra Incognita *stedenbouw en landschapsarchitectuur* uit Utrecht in opdracht van de gemeente Zeewolde.

## **Terra Incognita**

Frank Stroeken *projectleider*  
Christopher de Boer *assistent ontwerper*

## **Begeleiding**

Gilbert van Dijk *Gemeente Zeewolde (opdrachtgever)*  
John Dekker, Gerdien Smit *Provincie Flevoland*

Utrecht, 18 augustus 2016

## **Literatuur**

Flevoland, 2015. Regioplan windenergie Zuidelijk en Oostelijk Flevoland. Plan-Milieueffectrapport.

H+N+S, 2014. Beeldkwaliteitsplan Windenergie Wieringermeer

Provincie Flevoland, 2011. Leidraad Ruimtelijke kwaliteit Windmolens Flevoland.

Provincie Flevoland 2012. Programma van eisen voor projectplannen in het kader van het Regioplan Provincie Flevoland, 2014. Ontwerp regioplan Windenergie.

Royal Haskoning/ Provincie Flevoland, 2004. Met windturbines maak je Landschap!

## **Bronnen foto's**

Pag.1: <http://energeia.nl/incoming/293124-1503/windmolens-flevoland-hh.jpg/ALTERNATES/e/Windmolens+Flevoland-HH.jpg>

Pag.2: [http://www.rho.nl/images/uploads/\\_w1090/2013052238.jpg](http://www.rho.nl/images/uploads/_w1090/2013052238.jpg)

Pag.4: [http://img0.bouwplaatsonline.nl/upload/bpo\\_l5vq0yzy16/images/projects/windmolenpark\\_zeewolde\\_1\\_wvrLSH.jpg](http://img0.bouwplaatsonline.nl/upload/bpo_l5vq0yzy16/images/projects/windmolenpark_zeewolde_1_wvrLSH.jpg)

Pag.6: <http://www.windvogel.nl/wp-content/uploads/2012/02/Elzevogel-5-klein2.jpg>

Pag.10: <http://www.windwaarts.nl/files/thumbnails/luchtfoto-windmolens.1701x600x1.jpg>



