

# VISIEDOCUMENT MINI WINDTURBINES





# INHOUD

<b>1</b>	<b>Inleiding en leeswijzer</b>	<b>2</b>
1.1	Visie	
1.2	Definitie en kenmerken van miniturbines	
<b>2</b>	<b>Vergelijking met grote windturbines en zonnestroom</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Waarom miniturbines?</b>	<b>8</b>
3.1	Energieopwekking op locatie	
3.2	Zichtbaarheid	
3.3	Grote belangstelling vraagmarkt	
3.4	Technologieontwikkeling	
3.5	Exportproduct	
<b>4</b>	<b>Marktbeschrijving</b>	<b>9</b>
4.1	Aanbodzijde	
4.2	Vraagzijde	
<b>5</b>	<b>Knelpunten</b>	<b>11</b>
5.1	Situatie in andere landen	
<b>6</b>	<b>Inspanningen van de branche om de knelpunten op te lossen</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Projecten</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Potentieel</b>	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>Ambities</b>	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>Plan van aanpak</b>	<b>16</b>
	A Technologieontwikkeling	
	B Marktontwikkeling	
	C Flankerend beleid	
	D Pilot en demonstratieprojecten	

## Colofon

Tekst: Jadranka Cace, RenCom ([www.rencom.nl](http://www.rencom.nl)), in overleg met NWEA-Commissie Miniturbines

Ontwerp en layout: Heike Slingerland BNO, Vlaardingen



# 1

## INLEIDING EN LEESWIJZER

De Nederlandse Wind Energie Associatie, NWEA, zet zich in voor het wegnemen van de belangrijkste obstakels voor de technologie- en marktontwikkeling van windenergie in Nederland. Om de belangrijkste knelpunten met betrekking tot de toepassing van mini windturbines ('miniturbines') aan te pakken, is in 2007 binnen NWEA de Commissie Miniturbines opgericht.

Dit document schetst de visie van NWEA ten aanzien van de mogelijkheden voor toepassing van miniturbines in Nederland. Er wordt een samenvatting gegeven van het visiedocument, gevolgd door de beschrijving van de kenmerken van miniturbines.

Het document is verder verdeeld in 9 hoofdstukken. Eerst worden miniturbines vergeleken met respectievelijk grote windturbines en zonnepanelen en worden de unieke kansen voor miniturbines beschreven. Daarna volgt een beschrijving van de markt, de knelpunten en de oplossingen daarvoor. Tot slot komen lopende projecten met miniturbines aan de orde, wordt een inschatting gegeven van het potentieel voor miniturbines, en worden de ambities besproken alsook het aanbevolen plan van aanpak. Het doel van dit document is om tot een dialoog te komen met de belangrijkste stakeholders over de plaats van miniturbines in de duurzame energievoorziening in Nederland.

### 1.1 Visie

Miniturbines maken het mogelijk om windenergie te benutten voor de elektriciteitopwekking op locaties waar dat met grote windturbines niet mogelijk is. Het gaat om locaties in gebouwde omgeving, industriegebieden en landelijke omgeving. De opgewekte elektriciteit wordt ter plekke verbruikt of teruggeleverd in het net. In die zin zijn miniturbines vergelijkbaar met de fotovoltaïsche zonne-energie.

De toepassing van miniturbines in de gebouwde omgeving is relatief nieuw en nog sterk in ontwikkeling. Hoewel enkele aanbieders al meer dan 20 jaar bestaan, is de meerderheid van de producenten pas sinds enkele jaren in de markt. Het grootste deel van de innovatieve turbines is na 2002 op de markt gebracht. De turbines zijn in veel verschillende modellen en maten beschikbaar, waardoor de kans groot is dat er voor de meest uiteenlopende technisch geschikte locaties een visueel en functioneel geschikte miniturbine gevonden kan worden. In Nederland zijn tussen 2002 en 2008 ruim 100 miniturbines geplaatst. De branche heeft de ambitie om de geplaatste capaciteit te laten groeien tot 7200 turbines in 2012 en 48.000 turbines in 2020. Dit zou in 2020 een milieuresultaat kunnen opleveren van 100 GWh/jaar aan duurzame elektriciteit en circa 56 kton/jaar aan CO<sub>2</sub>-reductie.

Op dit moment lopen bij een aantal Nederlandse gemeenten pilotprojecten voor het plaatsen van enkele tientallen miniturbines. De projecten zijn vooral bedoeld als innovatie en het zichtbaar maken van de knelpunten. De deelnemende partijen krijgen daarbij een financiële ondersteuning van de gemeente. Ook verlenen sommige provincies subsidies aan individuele initiatiefnemers die miniturbines willen plaatsen.

Uit de lopende pilotprojecten zijn twee belangrijke lessen te trekken: langdurige en willekeurige vergunningsprocedures en tegenvallende opbrengsten. Het laatste is vooral zichtbaar geworden bij het pilotproject in Schoondijke, provincie Zeeland. In dit project worden elf miniturbines in een open veld opstelling structureel gemeten. De resultaten laten zien dat slechts enkele turbines aan de verwachtingen voldoen. De slechte prestaties zijn voor een groot deel te wijten aan de slechte windcondities op de locatie: in plaats van de 6 m/s waarop de verwachte opbrengsten



gebaseerd zijn, hebben de metingen maar 3,9 m/s uitgewezen. Daarnaast vindt NWEA dat het voor enkele turbines wellicht te vroeg was om deel te nemen aan een dergelijke test omdat ze nog niet uitontwikkeld zijn.

Op dit moment zijn er op de Nederlandse markt 18 leveranciers van mini turbines met samen meer dan 20 verschillende turbine-types in hun portfolio. Het aantal leveranciers is groeiende, vooral als het gaat om de levering van geïmporteerde turbines. Veertien van de aangeboden turbintypes vallen in de categorie 'mini windturbines' zoals bedoeld in dit document. De helft daarvan - zeven types, zijn door Nederlandse leveranciers ontwikkeld. Op dit moment biedt de branche werkgelegenheid voor ongeveer 30 fte in Nederland bij een jaaromzet van naar schatting € 2,5 miljoen in 2008. Verwacht wordt dat bij een jaarlijks productievolume van ongeveer 1000 turbines per leverancier in 2020, de markt in Nederland zal groeien tot ongeveer 260 fte met een jaaromzet van ongeveer € 65 miljoen. Het grootste deel van dit bedrag heeft betrekking op de materiaalkosten. De verwachting is dat meer dan de helft van de turbines geëxporteerd zal worden. Het behalen van deze ambities is alleen mogelijk met een gezamenlijke inzet van alle betrokken partijen: de leveranciers, NWEA en de overheid. Vergelijkbaar met de introductie van windenergie en zonne-energie, zal SenterNovem worden gevraagd deze activiteit te faciliteren. Aan het eind van dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van de nodige inspanningen op korte termijn.

Miniturbines hebben op dit moment nog geen echte plek in de duurzame energieopwekking in Nederland. Ze worden niet genoemd als optie in het kader van duurzame energieopwekking. Verwacht wordt dat de inspanningen van de Commissie op het gebied van kwaliteitsbewaking en marktinformatie daar verandering in zullen brengen. Op initiatief van de Commissie heeft SenterNovem de opdracht verleend voor het ontwikkelen van het Nederlandse Beoordelingsrichtlijn kleine windturbines en een handleiding voor gemeenten voor de toepassing van kleine windturbines.

De Beoordelingsrichtlijn is te vinden op de website van SenterNovem: [http://www.senternovem.nl/mmfiles/Nederlands\\_e%20Beoordelingsrichtlijn%20kleine%20windturbines\\_tcm24-](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Nederlands_e%20Beoordelingsrichtlijn%20kleine%20windturbines_tcm24-)

292042.pdf. Dit document is een eerste aanzet tot certificering van miniturbines in Nederland. Verwacht wordt dat het officieel beoordelen van miniturbines de vergunningstrajecten aanzienlijk zal doen verkorten. De handleiding voor gemeenten zal naar verwachting in de loop van augustus 2009 worden opgeleverd.

Een belangrijk knelpunt bij de toepassing van miniturbines is het gebrek aan betrouwbare opbrengstgegevens en het onvermogen om verschillende turbines met elkaar te kunnen vergelijken. De Commissie wil zich inzetten voor de totstandkoming van een meetprogramma voor de structurele monitoring van de prestaties van de geplaatste windturbines. De bedoeling is om de meetresultaten in een openbare databank te presenteren. De informatie in deze databank is in de eerste plaats bedoeld als objectieve informatie voor de markt. Daarnaast zal deze databank een basis vormen voor verdere technologische ontwikkeling van miniturbines en voor het verbreiden van inzichten ten aanzien van de locatie-eisen. Een dergelijke databank zou wereldwijd de eerste in zijn soort zijn. Het feit dat het grootste aantal innovatieve turbines juist in ons land ontwikkeld is, en de ambitie om een databank op te zetten, openen unieke mogelijkheden voor Nederland op de sterk groeiende (wereld)markt voor miniturbines. Het is op dit moment nog niet duidelijk hoe het monitoring programma en de databank gefinancierd zullen worden.

Net als bij de grote turbines, besteden de leveranciers veel aandacht aan de voor de omgeving relevante eisen zoals veiligheid en hinder. Daarnaast is een aantrekkelijke visuele uitstraling ook een belangrijk aandachtspunt. Het valt te verwachten dat de praktijkervaringen nieuwe inzichten zullen opleveren betreffende de vormgeving en de toepassingsmogelijkheden van kleine windturbines. In die zin is het denkbaar dat er in de toekomst de behoefte zal ontstaan aan een nationale R&D programma voor miniturbines.

In landen met structurele stimuleringsmaatregelen, worden miniturbines in veel grotere aantallen geplaatst. De grootste capaciteit aan geïnstalleerde miniturbines is te vinden in de VS, waar in 2006 6.800 turbines zijn bijgeplaatst. In het Verenigd Koninkrijk werden t/m 2007 5.246 miniturbines geplaatst. Verwacht wordt dat er in 2009 ongeveer 20.000 turbines bij zullen worden geplaatst.



De meest voorkomende stimuleringsmaatregelen in deze landen zijn investeringssubsidie, een 'feed-in tariff' en het onder bepaalde condities vergunningvrij plaatsen van miniturbines.

De ambitie van de Commissie is om op de korte termijn actie te ondernemen op de volgende terreinen:

- het ontwikkelen van het traject voor de certificering van miniturbines
- het opzetten van een landelijk monitoring systeem voor alle geplaatste miniturbines
- het ontwikkelen van een openbare databank voor de opslag van de meetresultaten
- het ontwikkelen van een kenniscentrum en een website t.b.v. marktinformatie
- een dialoog aangaan met de lokale en nationale overheden omtrent de wet- en regelgeving en de positie van miniturbines in de duurzame energieopwekking in Nederland
- het initiëren van onderzoek bij universiteiten en hogescholen betreffende de knelpunten.

Daarnaast zal de Commissie zich inzetten om de andere belangrijke stakeholders zoals de leveranciers en de overheid, op de hieronder beschreven punten mee te krijgen.

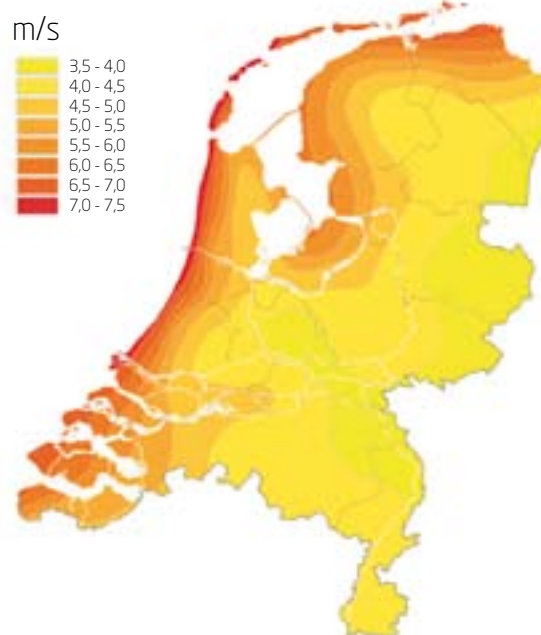
Van de leveranciers wordt verwacht dat zij zich op de volgende gebieden zullen inspannen:

- het laten beoordelen van turbines volgens de 'Beoordelingsrichtlijn'
- het goedkoper, efficiënter en betrouwbaarder maken van hun turbines om op die manier hun kansen op de internationale markt te vergroten
- het meewerken aan het genereren van marktinformatie.

Van de overheid wordt medewerking verwacht op de volgende gebieden:

- financiële ondersteuning en medewerking bij het ontwikkelen van het certificeringstraject, opzetten van een landelijk monitoring systeem en kenniscentrum voor miniturbines
- het creëren van een plek voor miniturbines in het transitietraject. In het bijzonder wordt gedacht aan de doelstellingen voor de duurzame elektriciteitsopwekking op locatie, waardering i.h.k. van EPC en het gelijktrekken van miniturbines met de fotovoltaïsche elektriciteitsopwekking binnen de SDE-regeling.
- versoepeling van de vergunningverlening voor gecertificeerde miniturbines.

**Figuur 1: Windkaart met windsnelheden op 10 m hoogte**  
(bron: [www.nkpw.nl/images/stories/KNMI%20Windsnelheid%201971%202000.jpg](http://www.nkpw.nl/images/stories/KNMI%20Windsnelheid%201971%202000.jpg))







## 1.2. Definitie en kenmerken van miniturbines

Conform de IEC definities worden miniturbines ingedeeld op basis van hun afmetingen. Het rotoroppervlak van miniturbines varieert tussen 0,5 m<sup>2</sup> en 200 m<sup>2</sup> bij een rotordiameter van 0,75 tot 15 meter. De masthoogte wordt meestal per locatie bepaald en kan variëren van 3 tot 25 meter. De turbines zijn leverbaar in vermogensclasses van 100 W t/m 50 kW.

De vermogens onder 0,5 kW worden meestal bij kleine autonome toepassingen (niet netgekoppeld) ingezet zoals op boten of bij wegafzettingen. Turbines van boven de 6 kW (diameter > 8,5 m) zijn bedoeld voor grotere open locaties zoals op bedrijventerreinen en langs transportwegen.

De Commissie beperkt zich tot de miniturbines die geschikt zijn voor de plaatsing op- of naast gebouwen in stedelijke omgeving, op het platteland en voor open locaties zoals op bedrijventerreinen. Daarbij is van belang dat dit type turbine netgekoppeld is en primair wordt ingezet om het 'eigen' elektriciteitsverbruik van het gebouw of de locatie te drukken. Dit document is dan ook op deze categorie gericht. De turbines voor kleine autonome toepassingen en turbines boven 30 kW vallen buiten de scope van dit document.

Naast de indeling op afmetingen kunnen miniturbines worden verdeeld in horizontale as turbines (HAWT) en verticale as turbines (VAWT). De horizontale as turbines zijn 'traditionele' windturbines met twee, drie of meer wieken bevestigd aan een horizontale as. Bij de verticale as turbines draaien de wieken rondom een verticale as, in de richting van de wind. Voor beide types geldt dat er de laatste jaren steeds meer innovatieve varianten op de markt komen, speciaal ontwikkeld voor de toepassing in de gebouwde omgeving.

De hoeveelheid opgewekte elektriciteit is erg afhankelijk van het turbintype en van de lokale wind condities. Hetzelfde turbintype kan, op de verschillende locaties, verschillende opbrengsten leveren. Bij gebrek aan betrouwbare praktijkgegevens, wordt op dit moment uitgegaan van de maximale specifieke opbrengsten van 150 – 400 kWh/m<sup>2</sup> rotoroppervlak per jaar. Dit is een veronderstelling gemaakt door TU Delft aan de hand van de praktijkervaringen met

grote turbines en het windaanbod in de gebouwde omgeving. Ten behoeve van de informatievoorziening naar de markt hanteert de Commissie een geschatte gemiddelde opbrengst van 250 kWh/m<sup>2</sup> rotoroppervlak per jaar.

Het beste windaanbod in Nederland, met jaarlijkse windsnelheden tot 7,5 m/s op 10 meter hoogte, is te vinden langs de kust (bron: [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)). Landinwaarts wordt de windsnelheid geleidelijk verlaagd tot ca. 3,5 m/s op 10 meter hoogte. Deze windsnelheden worden gemeten in het open veld. In de gebouwde omgeving wordt de wind, door gebouwen, viaducten, geluidswallen, bomen en andere obstakels aanzienlijk vertraagd. Daarnaast zorgen obstakels voor plotselinge windvlagen, veranderingen van windrichting en turbulenties.

Miniturbines voor de gebouwde omgeving worden zodanig ontworpen dat ze zo weinig mogelijk last hebben van de plotselinge veranderingen van windrichting en turbulenties. Daarnaast wordt er bij het bepalen van de locatie op gelet dat de rotor van de turbine zoveel mogelijk buiten de turbulenties wordt gehouden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het rekenmodel 'Hoogte Boven Dak'. Deze is te vinden op de webpagina van SenterNovem: [www.senternovem.nl/mmfiles/Hoogte%20Boven%20Dak\\_tcm24-292043.xls](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Hoogte%20Boven%20Dak_tcm24-292043.xls).



# 2

## VERGELIJKING MET GROTE WINDTURBINES EN ZONNESTROOM

In tegenstelling tot de algemene verwachting, zijn miniturbines, vanwege de schaalgrootte, investeringskosten, plaats van toepassing en de hoeveelheid opgewekte energie veel meer verwant met zonnestroom systemen dan met grote windturbines. De vergelijkingen in de tabellen 1 en 2 hieronder illustreren dit.

**Tabel 1: Miniturbines in relatie tot grote windturbines**

ASPECT	GROTE WINDTURBINES	MINITURBINES
Vermogensrange	750 - 4000 kW	0,5 - 50 kW
Specifieke opbrengsten per m <sup>2</sup> per jaar	800 - 1200 kWh/m <sup>2</sup> /jaar	150 - 400 kWh/m <sup>2</sup> /jaar**
Soort locaties	Open veld	Gebouwde omgeving, plattelandsgebieden, industrieterreinen
Status technologie	Bijna uitontwikkeld	De meeste turbines aan het begin van de leercurve
Status productie	Grote series	Kleine series
Status markt	Nederland loopt achter op andere landen, langdurige vergunningsprocedures,	Nederland loopt achter op andere landen langdurige vergunningsprocedures
Productielanden	Voornamelijk Denemarken en Duitsland	7 van de 14 producten worden in Nederland ontwikkeld en gemaakt
Status vergunningen	Vergunningplichtig, duidelijke wet- en regelgeving	Vergunningplichtig, geen duidelijke wet- en regelgeving
Stimuleringsmaatregelen*	SDE (4 ct/kWh gevoed in het net), EIA, VAMIL	Geen specifieke stimuleringsmaatregelen

\* het bedrag voor wind op land volgens de SDE-regeling voor 2009

\*\* de Commissie hanteert een geschatte gemiddelde opbrengst van 250 kWh/m<sup>2</sup> rotoroppervlak per jaar





**Tabel 2: Miniturbines in relatie tot zonnestroom systemen**

ASPECT	ZONNESTROOM SYSTEMEN	MINITURBINES
Opbrengstcapaciteit	±1000 kWh/kWp*/jaar	500 - 1000 kWh/kW
Elektriciteitskosten**	±50 ct/kWh	±50 ct/kWh
Soort locaties	Gebouwde omgeving, op daken en gevels	Gebouwde omgeving, op daken of naast gebouwen
Status technologie	De laatste 15 jaar, mede door de stimuleringsmaatregelen, in een stroomversnelling gekomen (op wereldschaal)	Aan het begin van de leercurve
Status productie	Massaproductie	Kleine series
Status markt	Nederland sterk in technologieontwikkeling, markt loopt achter op andere landen	Nederland sterk in technologieontwikkeling, markt loopt achter op andere landen
Productielanden	Voorals Duitsland, Japan en USA	Van de 14 turbintypes worden er 7 in NL ontwikkeld en gemaakt
Status vergunningen	Vergunningvrij	Vergunningplichtig, geen duidelijke wet- en regelgeving
Stimuleringsmaatregelen***	SDE (52,6 ct/kWh opgewekt), EIA, VAMIL	Geen specifieke stimulering

\* Wp (Wattpiek) staat voor het vermogen gemeten onder de ideale weersomstandigheden, de z.g.n. standaard testcondities (STC)

\*\* Beide technieken zijn berekend voor een levensduur van 10 jaar. Bij de berekening van de kosten voor miniturbines is uitgegaan van schaalvergroting en kwaliteitsverbetering. De kosten per opgewekte kWh verschillen per turbine en per locatie.

\*\*\* Het bedrag volgens de SDE-regeling voor zonnestroom in 2009



# 3

## WAAROM MINITURBINES?

### 3.1 Energieopwekking op locatie

Miniturbines maken, net als de zon-PV, de opwekking van schone elektriciteit achter de meter mogelijk. Daarmee sluiten beide technieken naadloos aan op de overheidsdoelstellingen zoals verwoord in het programma 'Schoon en zuinig'. Het nationaal energiebesparingsprogramma 'Schoon en zuinig' voorziet de volgende doelstellingen voor 2020: een reductie van CO<sub>2</sub>-emissies met 30%, een energiebesparing van 20% per jaar, en een aandeel van duurzame energie van 20% in het totale energieverbruik. Om deze doelstellingen te bereiken zullen alle beschikbare opties ingezet moeten worden. Een deel van de doelstelling zou gerealiseerd moeten worden met behulp van duurzame elektriciteitsopwekking op gebouwen.

In onze visie kunnen miniturbines op verschillende manieren een rol spelen bij de realisatie van 'Schoon en zuinig'. Miniturbines en zonnepanelen kunnen naast elkaar op hetzelfde dak geïnstalleerd worden. In die zin is er geen sprake van concurrentie, maar van aanvulling van duurzame capaciteit in de gebouwde omgeving.

### 3.2 Zichtbaarheid

Om een goede bedrijfsvoering van miniturbines te waarborgen, is het belangrijk dat ze goed in de wind staan. De opbrengsten van turbines gaan omhoog (en omlaag) met de derde macht van de windsnelheid! Daarom is een locatie met een goed windaanbod essentieel.

Doordat turbines goed in de wind moeten staan, zijn ze ook erg zichtbaar. Wanneer ze goed werken, kunnen miniturbines een belangrijke rol spelen in de promotie van groene energie. Ook kunnen ze gebruikt worden voor het zichtbaar maken van andere (onzichtbare) inspanningen op het gebied van energiebesparing en duurzame energie. Dit stelt overheidsinstellingen zoals gemeenten en provincies in de gelegenheid om een voorbeeld te stellen dat bedrijven en burgers kunnen navolgen, en biedt commerciële partijen de mogelijkheid om een zichtbaar groen imago op te bouwen.

Aan de andere kant dragen de turbines die op slechte locaties zijn geplaatst bij aan een negatief imago van de windenergie en van duurzame energie in het algemeen.

### 3.3 Grote belangstelling vraagmarkt

Bij belangrijke doelgroepen in de gebouwde omgeving bestaat grote belangstelling voor miniturbines en de bereidheid om deze in te zetten als onderdeel van het pakket van maatregelen voor het bereiken van energiebesparing en/of energieneutrale gebouwen. Daarbij gaat het vooral om grote gebouweigenaren zoals woningcorporaties, gemeenten, provincies en professionele vastgoedbedrijven. Deze doelgroepen worden vooral gedreven door de aanscherping van de milieuwetgeving (EPC, energielabels, EPBD-richtlijn). Daarnaast is de behoefte om zich door innovatie te onderscheiden ook een belangrijke drijfveer. In de particuliere markt bestaat ook veel belangstelling voor kleine windturbines, zowel in steden alsook in plattelandgebieden.

### 3.4 Technologieontwikkeling

Miniturbines staan aan het begin van hun leercurve en hebben nog een lange weg te gaan om zich tot een volwassen product te ontwikkelen. De praktijktoepassing speelt hierin een belangrijke rol.

Naast de inspanningen van de leveranciers op het gebied van technologieontwikkeling zijn ook nog veel inspanningen nodig op het gebied van marktontwikkeling, zodat volumeproductie op gang kan komen en de gewenste efficiency verhoging en prijsverlaging bereikt kan worden. De Nederlandse leveranciers laten op dit moment zien dat ze, op wereldschaal, een belangrijke rol in de technologieontwikkeling van miniturbines kunnen spelen. Of ze deze rol inderdaad zullen kunnen veroveren hangt in belangrijke mate af van de ontwikkeling van de stimuleringsmaatregelen voor de verdere technologie- en marktontwikkeling.

### 3.5 Exportproduct

In Nederland is een groot aantal bedrijven actief op het gebied van technologieontwikkeling voor miniturbines. Omdat de vraag naar elektriciteit op wereldschaal steeds groter wordt, opent dit mogelijkheden voor een nieuw exportproduct. De vraag is groeiende zowel in de derde wereld landen alsook in de westerse wereld. Zo groeit de markt in de VS met ongeveer 25% per jaar.

# 4

## MARKTBESCHRIJVING

### 4.1 Aanbodzijde

De technologie van miniturbines is redelijk nieuw en nog sterk in ontwikkeling. Hoewel enkele aanbieders al meer dan 20 jaar bestaan, is de meerderheid van de producenten pas sinds enkele jaren in de markt. Het grootste deel van de innovatieve turbines is pas na 2002 in de markt gebracht.

Op dit moment zijn er op de Nederlandse markt 18 leveranciers van miniturbines met in totaal meer dan 20 verschillende turbinetypes in hun portfolio. Het aantal leveranciers is groeiende, vooral als het gaat om de levering van geïmporteerde turbines. Veertien van de aangeboden turbinetypes vallen in de categorie 'miniturbines' zoals bedoeld in dit document. De helft daarvan - zeven types, zijn door leveranciers zelf ontwikkeld. Op dit moment zijn twee nieuwe leveranciers in Nederland nog bezig met het ontwikkelen, respectievelijk testen van nieuwe types kleine windturbines. Op een enkele uitzondering na, zijn alle turbineleveranciers relatief kleine bedrijven met een beperkte financiële ruimte.

Op dit moment biedt de branche werkgelegenheid voor ongeveer 30 fte in Nederland bij een jaaromzet van naar schatting € 2,5 miljoen in 2008.

### 4.2 Vraagzijde

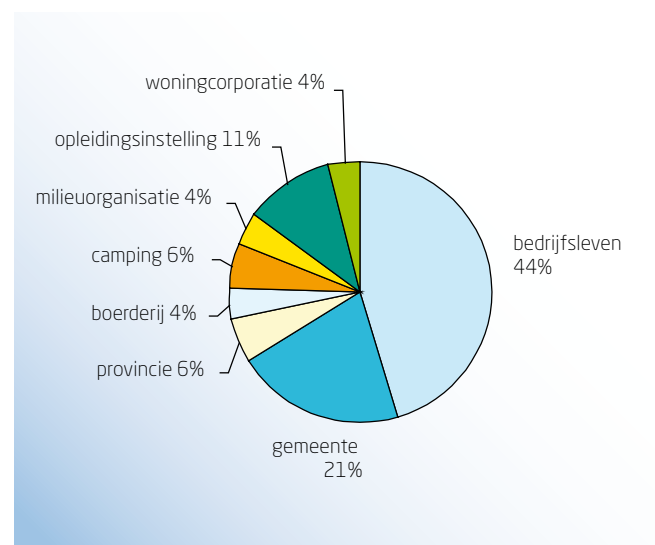
De meeste belangstelling voor miniturbines wordt momenteel getoond door gemeenten en provincies. Deze zien mogelijkheden om, met behulp van miniturbines een voorbeeld te stellen. Daarnaast gebruiken ze miniturbines om hun inspanningen in het kader van energie- en CO<sub>2</sub>-besparing extra zichtbaar te maken.

Op deze manier stellen ze een voorbeeld voor andere marktpartijen wiens samenwerking ze nodig hebben om de hoge klimaatdoelstellingen te kunnen realiseren. Ook zien ze miniturbines als een welkome aanvulling op de zonnestroom voor duurzame elektriciteitsopwekking op gebouwen. Eigenaren van bedrijventerreinen, industrie en agrariërs die wegens de ruimtelijke ordening geen grote windturbines mogen plaatsen, zoeken naar mogelijkheden om, door de inzet van miniturbines, alsnog gebruik te kunnen maken van windenergie op hun terreinen.

Particuliere woningeigenaren op het platteland en langs de kust, maar ook verenigingen van eigenaren in flatgebouwen hebben ook veel belangstelling voor de toepassing van miniturbines, vooral voor de gezamenlijke voorzieningen zoals liften en de verlichting van gangen, galerijen en garages. Daarnaast zijn er partijen die, in het kader van innovatie, wind met andere vormen van duurzame energie gaan combineren.

Op het gebied van ruimtelijke integratie is te merken dat steeds meer architecten en duurzame ontwikkelaars zich inspannen voor een harmonieuze inpassing van miniturbines in het omgevingsbeleid. Tabel 3 geeft de belangrijkste doelgroepen weer en de locatietypes die geschikt zijn voor miniturbines.

**Figuur 2: Eigenaren van miniturbines in 2007**  
(bron: Sociaaleconomisch rapport WINEUR)



**Tabel 3: Doelgroepen en locatietypes die het meest geschikt zijn voor miniturbines**

DOELGROEP	TYPE LOCATIE
Gemeenten	Eigen kantoren, scholen, sporthallen, gemeentewerven, stadsboerderijen, bruggen, openbare verlichting
Provincies	Eigen kantoren
(Haven) bedrijven en industrie	Bedrijventerreinen, kantoren, industriegebouwen en -objecten
Woningcorporaties	Flatgebouwen, eigen kantoren
Verenigingen van eigenaren	Flatgebouwen
Rijksgebouwendienst	Overheidskantoren
Rijkswaterstaat	Rijkswegen, viaducten, dijken, waterwegen
NS	Portalen en/of terreinen langs de spoorwegen
Agrariërs	Bedrijventerreinen en/of -gebouwen
Particuliere woningeigenaren	Woningen (in windrijke gebieden)
Exploitanten reclamemasten en of GSM antennes	Bestaande of toekomstige masten

**Tabel 4: Overige stakeholders van miniturbines en hun rollen**

INSTELLING	ROL
Nationale overheid (VROM, EZ, MinFin)	Het scheppen van voorwaarden voor de ontwikkeling en toepassing van kleine turbines
Lokale overheden (provincies, gemeenten)	Bestemmingsplannen, ruimtelijke inpassing, (milieu)vergunningen
Onderzoeksinstituten	Technische ontwikkeling, keuring
Projectontwikkelaars, bouwbedrijven	Toepassing in de nieuwbouw
(Landschaps)architecten	Landschappelijke en bouwkundige integratie
Adviesbureaus	Ondersteuning en begeleiding van projecten, onderzoek, promotie
Netbeheerders	Netintegratie, meting
Energiebedrijven	Teruglevering/inkoop, leverancier
Installateurs	Plaatsing, beheer en onderhoud



# 5

## KNELPUNTEN

De prijs van miniturbines is op dit moment nog erg hoog en de efficiency te laag. Dit heeft te maken met het feit dat er sprake is van een nieuwe technologie en een onontwikkelde markt. Mede daardoor zijn er (te) weinig betrouwbare praktijkgegevens beschikbaar, zowel qua opbrengst als qua betrouwbaarheid. De praktijkervaringen uit de tot nu toe gerealiseerde projecten leren dat de elektriciteitsopbrengsten vaak achterblijven bij de door de leveranciers opgegeven verwachtingen. Soms is dit een gevolg van een slecht gekozen locatie (met onvoldoende windaanbod). In een deel van de gevallen was er sprake van storingen waardoor de turbines maar een deel van het jaar gedraaid hebben. Daarnaast geldt voor de meeste gevallen dat de turbines minder efficiënt zijn dan verwacht.

De wet- en regelgeving betreffende technische normen en de ruimtelijke- en bouwkundige integratie van miniturbines is nog niet uitgekristalliseerd. De huidige wet- en regelgeving is gebaseerd op de richtlijnen die gelden voor grote windturbines. Dit geldt zowel voor Nederland als voor andere Europese landen. Mede door het gebrek aan duidelijke wettelijke kaders zijn de turbines nog niet gecertificeerd. Dit heeft tot gevolg dat vergunningstrajecten te lang zijn en nog te vaak tot afwijzing leiden.

Op dit moment bestaan in Nederland geen nationale stimuleringsmaatregelen voor miniturbines. De branche vreest dat de overheid de kansen die deze markt in potentie biedt niet tijdig zal inzien en daardoor, net als met grote turbines het geval is geweest, Nederland opnieuw de slag om windturbines zal missen. Met een investering van enkele honderden miljoenen in de testmarkt voor grote turbines wist Denemarken in deze miljardenmarkt de hoofdrolspeler te worden. Duitsland is momenteel bezig hetzelfde te doen met zonnepanelen. Als windrijk land, met veel turbineontwikkelaars bij de hand en een geïnteresseerde afzetmarkt, heeft Nederland hier een kans voor het grijpen. De branche werkt hard aan het oplossen van problemen, maar om een echte slag te maken en een werkelijke bijdrage te leveren aan de nationale doelstellingen zijn ook inspanningen van de kant van de overheid hard nodig.

### 5.1 Situatie in andere landen

In andere Europese landen wordt de toepassing van miniturbines op verschillende manieren gestimuleerd. In o.a. Engeland, Ierland, Schotland, Portugal, Italië en Zwitserland bestaat een speciale terugleververgoeding voor miniturbines. In Ierland, Frankrijk, Portugal en Italië bestaan speciale regels voor het gemakkelijker verkrijgen van bouwvergunningen. In deze landen worden dan ook grote aantallen windturbines geplaatst. In het Verenigd Koninkrijk werden t/m 2007 5.246 kleine windturbines geplaatst. Verwacht wordt dat er in 2009 ongeveer 20.000 turbines bij zullen worden geplaatst.

De grootste capaciteit aan geïnstalleerde miniturbines is te vinden in de VS, waar in 2006 6.800 turbines zijn bijgeplaatst. In de VS worden miniturbines vooral geplaatst door boeren in afgelegen gebieden. Daar is de zelfopwekking, vanwege de slechte spanningshuishouding in het openbare net, vaak noodzakelijk.

Doordat in Nederland geen stimuleringsmaatregelen bestaan, staan de miniturbines bij ons in een onevenwichtige verhouding t.o.v. andere duurzame energieopties en t.o.v. andere Europese landen.



# 6

## INSPANNINGEN VAN DE BRANCHE OM DE KNELPUNTEN OP TE LOSSEN

Binnen de sector wordt hard gewerkt aan het oplossen van de knelpunten die in eigen beheer opgelost kunnen worden. Een voorbeeld hiervan is de oprichting van de Commissie Miniturbines binnen NWEA.

Bij haar oprichting, heeft de Commissie de volgende focusgebieden bepaald:

- het ontwikkelen van een certificeringstraject voor miniturbines
- het ontwikkelen van een meetplan voor de monitoring van miniturbines
- communicatie met de overheid
- communicatie met de markt.

Naast deze gemeenschappelijke inspanningen, leveren de afzonderlijke producenten veel inspanningen op het gebied van product- en serviceontwikkeling. De voltallige Commissie telt meer dan 20 leden waarvan 9 actief zijn in de Kerncommissie. Daarnaast neemt SenterNovem deel aan de commissievergaderingen als toehoorder.

**Tabel 5: Leden van de Kerncommissie**

NAAM BEDRIJF	SOORT BEDRIJF	TAAK BINNEN DE COMMISSIE
Fortis Wind Energy	ontwikkelaar en leverancier	Voorzitter
RenCom	adviesbureau	Toepassing in gebouwde omgeving, wet- en regelgeving
Eneco	energieleverancier	Vertegenwoordiger NWEA-bestuur
Ingreenious	adviesbureau	Financiering en exploitatie
Fenergy	leverancier	Europese ontwikkelingen
Turby	ontwikkelaar en leverancier	Lid
HomeEnergy	ontwikkelaar en leverancier	Lid
DonQi	ontwikkelaar en leverancier	Lid
Cfc Wind	ontwikkelaar en leverancier	Lid



# 7

## PROJECTEN

In Nederland zijn tussen 2004 en 2008 ongeveer honderd miniturbines geplaatst. Op dit moment loopt een aantal pilotprojecten:

- In Schoondijke zijn elf turbines in een veldopstelling geplaatst. Het doel is om de opbrengsten van de verschillende turbintypes onder gelijke omstandigheden in beeld te brengen.
- In Den Haag zullen, naar verwachting, in de loop van 2009 veertig miniturbines in de stedelijke omgeving worden geplaatst. Het project maakt deel uit van het gemeentelijke klimaatprogramma met als doel een CO<sub>2</sub>-neutrale gemeente in 2050.
- In Amsterdam is een gemeentelijk pilotproject in voorbereiding met als doel het plaatsen van 20 - 30 miniturbines.
- In Rotterdam is men voornemens onder het programma Rotterdam Climate Initiative ook een project met monitoring van miniturbines op te starten.

Daarnaast zijn nog verschillende andere gemeenten en provincies bezig met het ontwikkelen van nieuwe pilotprojecten.





# 8

## POTENTIEEL

Het bepalen van het potentieel voor miniturbines is zeer complex. Dit heeft vooral te maken met de onzekerheden op locatieniveau die bij elke plaatsing spelen. Vooral de ruimtelijke en bouwkundige geschiktheid van de afzonderlijke locaties spelen een belangrijke rol. Met de ruimtelijke geschiktheid wordt, in de technische zin, bedoeld: de hoogte boven het maaiveld, de vorm van het dak en de aanwezigheid van objecten die een belemmering kunnen vormen voor de wind. Met de bouwkundige geschiktheid wordt bedoeld de draagkracht van het dak. Naast de technische aspecten worden de kansen voor de plaatsing van miniturbines in grote mate bepaald door de nationale en lokale richtlijnen betreffende de ruimtelijke inrichting, het gemeentelijke beleid en de houding van de gebouweigenaren.

Sinds het jaar 2000 hebben verschillende instellingen inschattingen gemaakt van het potentieel in Nederland. Deze lopen sterk uiteen. Hieronder de verschillende inschattingen voor 2020:

- M. Koehorst onder begeleiding van de TU Delft en Ecofys: 40.000 locaties met een goed windaanbod op het dak (2001)
- NGUp: 517 MW (2001)
- Royal Haskoning: 60 MW (2002)
- WINEUR: tussen 116 en 1160 MW.  
1160 MW komt overeen met 1,72% van het totale energieverbruik van 2500 PJ/jaar in NL (IEE project, [http://www.urbanwind.net/pdf/LEIDRAAD\\_KLEINE\\_WINDTURBINES\\_IN\\_DE\\_GEBOUWDE\\_OMGEVING\\_final.pdf](http://www.urbanwind.net/pdf/LEIDRAAD_KLEINE_WINDTURBINES_IN_DE_GEBOUWDE_OMGEVING_final.pdf), 2007).



# 9 AMBITIES

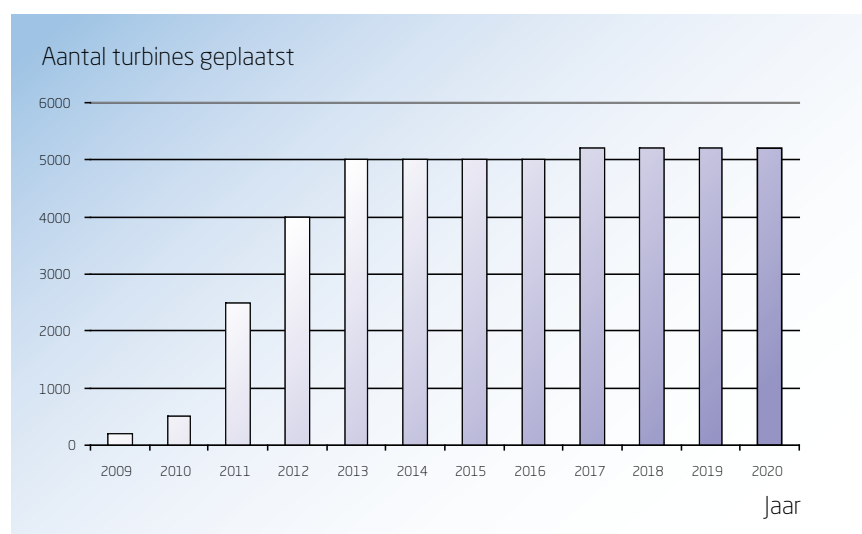
NWEA vindt dat ingezet dient te worden op de plaatsing van 100 MW geïnstalleerd vermogen in 2020 en acht dat een reëel haalbare doelstelling. Uitgaande van een gemiddelde capaciteit van 2 - 2,5 kW per turbine, levert dit een totaal van ongeveer 48.000 geïnstalleerde kleine turbines in 2020 op. Om deze doelstelling te bereiken zou het aantal geplaatste turbines vanaf 2013 moeten groeien naar meer dan 5000 stuks per jaar (zie figuur 2 hieronder).

NWEA acht het bereiken van deze doelstellingen aannemelijk omdat: vergelijkbare aantallen in andere landen al jaren worden geplaatst, het aanbod nu al groot is en nog steeds groeit, de vraag aanwezig is, en de marktpartijen veel bereidwilligheid tonen tot samenwerking en het oplossen van de knelpunten. Daarnaast leren de ervaringen uit het verleden dat goed ingezette introductiecampagnes tot explosieve marktgroei kunnen leiden. De voorbeelden hiervan zijn: een explosieve groei in de afzet van groene stroom vanaf het moment dat de promotiecampagne was begonnen en de enorme afzet van zonnepanelen in 2003. Het realiseren van de bovengestelde doelstellingen voor miniturbines zou een milieuresultaat kunnen opleveren van 100 GWh/jaar aan duurzame elektriciteit en circa 56 kton/

jaar aan CO<sub>2</sub>-reductie. Verwacht wordt dat bij een jaarlijks productievolume van ongeveer 1000 turbines per leverancier in 2020, de markt in Nederland zal groeien tot ongeveer 260 fte met een jaaromzet van ongeveer € 65 miljoen. Het grootste deel van dit bedrag heeft betrekking op de materiaalkosten. Meer dan de helft van de turbines zal worden geëxporteerd.

Om dit ambitieuze plan tot uitvoering te brengen is de medewerking vereist van alle actoren: leveranciers, NWEA en de overheid. Universiteiten en onderzoeksinstituten hebben hier ook een belangrijke rol te vervullen. NWEA is van mening dat de weg naar de realisatie van de doelstellingen het beste kan worden ingezet door middel van een nationaal programma voor miniturbines onder regie van SenterNovem. Het programma zou de aandacht moeten verdelen tussen de onderzoek- en ontwikkelingsprojecten en de pilot- en demonstratieprojecten. Daarnaast zijn stimuleringsmaatregelen nodig voor de marktontwikkeling. Op deze manier kan worden bereikt dat de benodigde ontwikkelingen op een structurele manier en in de juiste volgorde plaatsvinden en dat de lessen uit verschillende projecten niet verloren gaan, maar ingezet kunnen worden in de vervolprojecten.

**Figuur 3: Verwachte aantallen geplaatste kleine windturbines per jaar**





# 10

## PLAN VAN AANPAK

Een gezamenlijke aanpak in een samenwerkingsverband van alle stakeholders is het meest efficiënt en levert de beste resultaten. Er is behoefte aan een nationaal stimuleringsprogramma met als hoofdonderdelen:

- A. technologieontwikkeling,
- B. marktontwikkeling,
- C. flankerend beleid en
- D. pilot- en demonstratieprojecten.

Ter invulling van dit programma stelt de Commissie de hierna volgende activiteiten voor:

### A

#### Technologieontwikkeling

Actie: leveranciers i.s.m. universiteiten en onderzoeksinstituten

1. Verhogen van de generatorefficiëntie
2. Ontwikkelen van lichte mastconstructies
3. Onderzoek naar de methodes om trillingen tegen te gaan
4. Ontwikkelen van modellen voor de optimalisering van windturbines
5. Ontwikkelen van modellen voor de windinschatting in (niet)gebouwde omgeving
6. Wind modelleren, bijvoorbeeld voor analyse van het effect van de hoek tussen de windvector en het rotorblad.
7. Life cycle analyse
8. Materiaalonderzoek in de termen van cradle-to-cradle
9. Onderzoek naar geluidreducerende oplossingen
10. Ontwikkelen van nieuwe, gebouwgeïntegreerde turbintypes
11. Ontwikkelen en standaardiseren van methodes voor de fysieke integratie van miniturbines
12. Ontwikkelen van richtlijnen voor de ruimtelijke integratie van miniturbines

### B

#### Marktontwikkeling

Actie: leveranciers en de overheid i.s.m. afnemers en onderzoeksinstituten

1. Ontwikkelen en invullen van een uniforme datasheet per turbine
2. Ontwikkelen van het meetplan
3. Monitoren van prestatiegegevens
4. Ontwikkelen, invullen en operationeel houden van een databank met prestatiegegevens per locatie
5. Ontwikkelen van handvatten t.b.v. vergunningverleners
6. Ontwikkelen van een checklist t.b.v. locatiebepaling
7. Ontwikkelen van een informatiepakket t.b.v. potentiële afnemers
8. Ontwikkelen van stimuleringsmaatregelen voor de technisch uitontwikkelde turbines



# C

## Flankerend beleid

Actie: overheden, leveranciers, NNI, onderzoeksinstellingen i.s.m. NWEA

1. Ontwikkelen van een onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma voor de technologieontwikkeling en marktontwikkeling
2. Ontwikkelen van richtlijnen voor geluidmeting
3. Ontwikkelen van richtlijnen voor ruimtelijke en bouwkundige inpassing
4. Opnemen van kleine turbines in bestemmingsplannen
5. Ontwikkelen van de specifieke richtlijnen t.a.v. de milieuwetgeving
6. Certificeren van turbines
7. Vrijstelling van vergunningen voor miniturbines op bedrijven- en industrieterreinen
8. Versimpelen van vergunningverlening in combinatie met certificering
9. Creëren van 'level playing field' t.o.v. andere duurzame energie opties voor gebouwde omgeving
10. Harmoniseren van de wetgeving op lokaal, nationaal en Europees niveau
11. Stimuleren van gezamenlijke technologieontwikkeling op landelijk en op EU niveau

# D

## Pilot en demonstratieprojecten

Actie: leveranciers, lokale overheden, eigenaren van gebouwen en (bedrijf)terreinen

1. In de praktijk uitproberen van nieuwe technologische oplossingen
2. Combineren van Zon-PV en kleine windturbines
3. Combineren van kleine windturbines met openbare verlichting
4. Uitproberen van simpele vergunningverlening
5. Uitproberen van de richtlijnen voor bouwkundige en ruimtelijke inpassing



Korte Elisabethstraat 6  
3511 JG Utrecht  
T 030-2316977  
E [info@nwea.nl](mailto:info@nwea.nl)