

Beleid voor kleine windturbines



Dienst Stedelijke Ontwikkeling en Beheer
Cluster Bouwen & Milieu
Afdeling Beleid & Advies

November 2010

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1 Aanleiding.....	3
1.2 Kleine windturbines	3
1.3 Windaanbod en rendement	4
2. Beleidskader	5
2.1 Afmetingen	5
2.2 Algemene voorwaarden	6
2.3 Locaties.....	6
2.3.1 <i>Woongebieden</i>	6
2.3.2 <i>Bedrijventerreinen</i>	6
2.3.3 <i>Kantorenlocaties</i>	7
2.3.4 <i>Openbare ruimte</i>	7
2.3.5 <i>Buitengebied</i>	7
2.4 Vergunningenproces.....	8
3. Aandachtspunten	9
3.1 Geluid	9
3.2 Veiligheid.....	9
3.3 Slagschaduw	9
3.4 Hoogtebeperkingen	10
3.5 Flora- en Faunawetgeving	10
 Bijlage 1: Technische gegevens kleine windturbines	 11
Bijlage 2: Windaanbod en rendement	13

1. Inleiding

Dit kader gaat in op de mogelijkheden van kleine windturbines binnen de gemeentegrenzen van Enschede. Dit type turbine is geschikt voor de gebouwde omgeving en kan op of naast gebouwen geplaatst worden. Door het plaatsen van een kleine windturbine heeft de eigenaar de mogelijkheid om, gedeeltelijk, in zijn eigen energiebehoefte te voorzien en/of terug te leveren aan het elektriciteitsnet.

1.1 Aanleiding

In de Langetermijnvisie Duurzaamheid van november 2009 heeft de Gemeente Enschede haar ambities op het gebied van CO₂-reductie en duurzame energie vastgelegd. Het streven is om in 2020 een CO₂-reductie te realiseren van 30% ten opzichte van 1990 en een aandeel van 20% duurzame energie in het totale energieverbruik.

Om de doelstelling van 20% duurzame energie te realiseren zal het ook binnen de gemeentegrenzen mogelijk moeten zijn om duurzame energie op te wekken. Dit kan ondermeer door in te zetten op zonne- en windenergie. In 2008 heeft de Gemeente Enschede een beleidsverkenning uitgevoerd naar de mogelijkheid van grote windturbines in Enschede. Hiervoor is destijds een zoekgebied aangewezen en de eerste initiatieven ter realisatie van grote windturbines zijn gestart.

Vanuit de samenleving worden er inmiddels initiatieven voor plaatsing van kleine windturbines ontplooid. Met dit beleidskader wordt aangegeven wat de mogelijkheden hiervoor zijn en ook worden de randvoorwaarden geschetst waar de turbine aan moet voldoen. Het beleidskader zal uiteindelijk zijn weerslag moeten krijgen in de Welstandsnota en in bestemmingsplannen (door middel van een ontheffing of bij recht).

1.2 Kleine windturbines

Kleine windturbines zijn turbines die speciaal ontwikkeld zijn voor toepassing op of naast gebouwen. Ze kunnen functioneren in de gebouwde omgeving waar sprake is van een onregelmatig windaanbod, turbulentie en plotselinge windvlagen.

De windturbines zijn te verdelen in horizontale as turbines (HAWT) en verticale as turbines (VAWT).¹ Voor HAWT is de optimale stand naar de wind toe, de turbine zoekt zelf deze stand op met behulp van een staart of kruimotor. Hierdoor zijn locaties met een constante windrichting het meest geschikt voor dit type. Voorbeelden van horizontale as turbines zijn de Energy Ball, de Fortis Montana, de WindWall en de DonQi.



Afbeeldingen (v.l.n.r.): Energy Ball; Fortis Montana; WindWall; donQi

¹ Urban Wind Turbines, leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, WINEUR;

VAWT zijn turbines die geschikt zijn voor een turbulente omgeving. Door hun vormgeving staan zij altijd in de juiste positie ten opzichte van de wind. Hierdoor hoeft de turbine niet constant met de wind mee te draaien. De Turby, Windside en de Ropatec zijn voorbeelden van verticale as turbines. Bepaalde turbines, zoals de Turby en de Ropatec, kunnen zowel horizontale als verticale luchtstromen benutten. Daardoor bereiken ze bij toepassing op hoge gebouwen een hoger rendement.



Afbeeldingen (v.l.n.r.): Windside; Turby; Ropatec.

Meer technische gegevens over kleine windturbines zijn te vinden in bijlage 1.

1.3 Windaanbod en rendement

De hoeveelheid energie die een kleine windturbine kan opwekken is sterk afhankelijk van het type turbine en de lokale windcondities. Over het algemeen geldt hoe meer wind, des te hoger het rendement. Eenzelfde type turbine zal op verschillende locaties verschillende opbrengsten genereren².

In Enschede is de gemiddelde windsnelheid tussen de 3,5 en 4 meter per seconde (zie bijlage 2), hierdoor is de verwachting dat de huidige kleine windturbines in Enschede geen hoge opbrengst zullen hebben. Tegelijkertijd is een kleine windturbine wel zichtbaar aanwezig in de stad, in tegenstelling tot zonnepanelen die vaak verscholen liggen op daken. Een kleine windturbine maakt de opwekking van duurzame energie zichtbaar en kan een gebouw en/of de gebruiker/eigenaar van het gebouw een 'duurzaam imago' geven. De verwachting is dat de turbines verder ontwikkeld zullen worden en in de toekomst meer rendement zullen opleveren. Toepassing in de praktijk draagt bij aan een versnelde ontwikkeling en verbetering van de techniek. Het mogelijk maken van kleine turbines in het stadsbeeld is op dit moment echter eerder een imago- en innovatiekwestie dan een rendementskwestie.

Vanwege het lage rendement, in combinatie met de hoge investeringskosten en daardoor de lange terugverdientijd, wordt verwacht dat voornamelijk bedrijven en woningcorporaties geïnteresseerd zijn in het plaatsen van een kleine windturbine, omwille van imago en/of innovatie. Vanwege het nu nog lage rendement zal de Gemeente Enschede, hoewel ze wel ruimte wil bieden voor kleine windturbines, zelf geen stappen nemen ter realisatie van kleine windturbines.

² Visiedocument Mini Windturbines, NWEA

2. Beleidskader

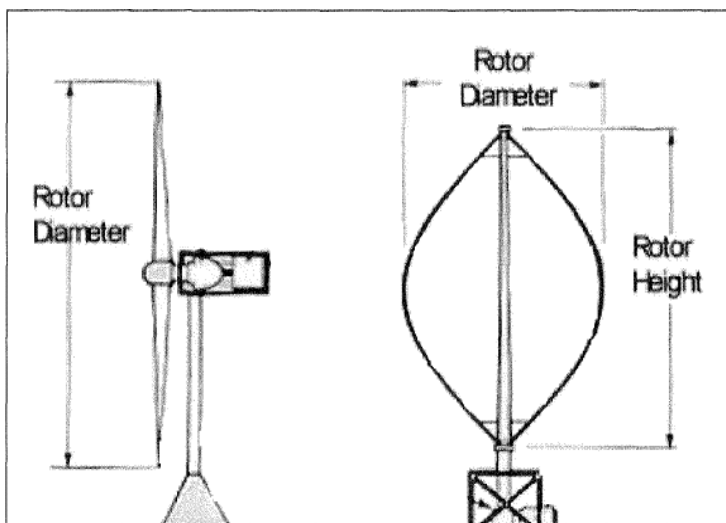
Kleine windturbines zijn in verschillende uitvoeringen beschikbaar, voor elke specifieke situatie is een andere optimale turbine te vinden. De ontwikkeling van kleine windturbines is nog in een beginfase. Er zijn veel verschillende turbines op de markt, in verschillende verschijningsvormen en deze ontwikkeling gaat door. Daarom kiest de Gemeente Enschede ervoor om niet te sturen op vormgeving maar op omvang en locatie. Om ‘wildgroei’ van turbines te voorkomen wordt in dit beleidskader aangegeven wat er mogelijk is en waar. Wanneer een windturbine ‘past’ in het beleidskader zoals in dit hoofdstuk beschreven, dan zijn er nog een aantal (wettelijke) randvoorwaarden waar aan voldaan moet worden. Dit staat beschreven in hoofdstuk drie *Aandachtpunten*. Ook zal de windturbine moeten passen in het bestemmingsplan en de welstandsnota. Voldoen aan het beleidskader is slechts een eerste stap in de realisatie van een kleine windturbine.

2.1 Afmetingen

In bijlage één staat uitgebreid wat onder een kleine windturbine wordt verstaan. In kort bestek: kleine windturbines zijn doorgaans tussen de 3 en 25 meter hoog, met een rotordiameter tussen de 0,75 en 15 meter. Bij de maximale hoogte wordt uitgegaan van de tiphoogte, als een turbineblad in verticale stand staat.

Omdat turbines, ook al zijn ze relatief klein, door hun afmeting en verschijningsvorm een grote invloed kunnen hebben in het ruimtelijk beeld, is het in Enschede alleen toegestaan om turbines te plaatsen die voldoen aan de volgende afmetingen:

Op het maaiveld (vrijstaand) tiphoogte ³ maximaal.....	15 m
Op een gebouw tiphoogte maximaal	6 m
Maximale rotordiameter HAWT	5 m
Maximale rotordiameter VAWT	3,5 m
Maximale rotorhoogte VAWT	5 m



Bron: www.awea.org

³ Tiphoogte is het hoogste punt van de turbine: de ashoogte en de hoogte van de rotor.

2.2 Algemene voorwaarden

Om de verhouding tussen gebouw en de turbine op het gebouw in evenwicht te houden, moet een gebouw minimaal bestaan uit 6 bouwlagen wil er een turbine op geplaatst mogen worden. Daarnaast mag de turbine maximaal 1/3 van de gebouwhoogte hoog zijn en mag slechts 10% van het dakoppervlak bezet worden door windturbines.

Op gebouwen die de status van monument hebben is plaatsing van een turbine uitgesloten. Dat geldt ook voor plaatsing van vrijstaande turbines in de directe nabijheid van monumenten.

In principe is bovenstaande van toepassing voor de gehele gemeente.

2.3 Locaties

Het verschilt per type gebied wat de invloed van kleine windturbines op hun omgeving is. Niet overal zullen zij dan ook op dezelfde manier toegepast kunnen worden. Hieronder wordt per gebiedstype een nadere aanduiding gegeven

2.3.1 Woongebieden

Vanwege het karakter van een woonwijk is het niet mogelijk om een vrijstaande turbine te plaatsen in een woonwijk. Voor turbines op daken gelden de voorwaarden zoals deze beschreven zijn in paragraaf 2.1 *Afmetingen*.

2.3.2 Bedrijventerreinen

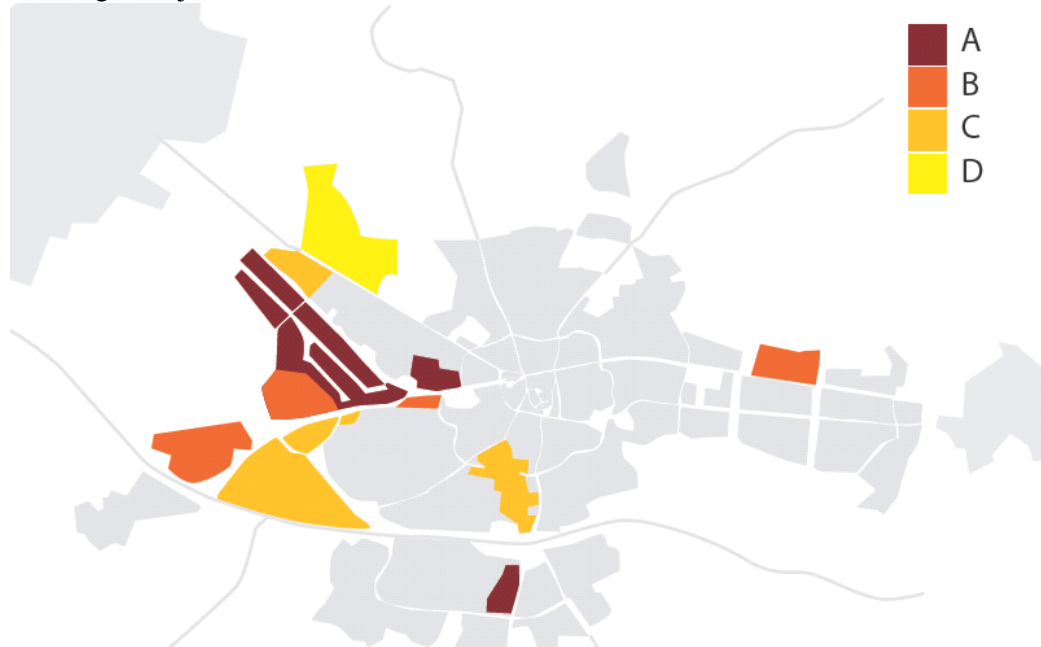
Op de Enschedese bedrijventerreinen staan doorgaans geen gebouwen die voldoen aan de eis van zes bouwlagen of meer om een kleine windturbine op het dak te mogen plaatsen. Toch zijn er bepaalde categorieën bedrijventerreinen waar een kleine windturbine past in het ruimtelijk beeld. Dit zijn bedrijventerreinen waar het accent meer op productiviteit ligt: het Havengebied, de Euregio, de Reulver, de Marssteden, de Westerval, het Transportcentrum en Tubantia/ Rigtersbleek. (Dit zijn de A- en B-terreinen, zoals deze beschreven zijn in de Ruimtelijke Ontwikkelingsvisie *Meer kwaliteit en realistische doelen*). Op deze terreinen zijn vrijstaande kleine windturbines toegestaan op de kavel. Ook turbines op daken worden toegestaan, ook als het gebouw geen 6 bouwlagen heeft. De afmeting van de turbine moet in dat geval echter wel in verhouding zijn met het gebouw en mag daarom maximaal 1/3 van de gebouwhoogte zijn. Ook hier mag maximaal 10% van het dakoppervlak bezet worden door windturbines. Daarnaast gaat de voorkeur uit naar plaatsing aan de achterzijde van het perceel/dakoppervlak. Een aantal van deze bedrijventerreinen zijn gezoneerd als het gaat om geluid. Dit houdt in dat de geluidsproductie van de kleine windturbine meegerekend wordt in de totale geluidsproductie⁴.

Een bijzondere positie neemt het terrein de Usseler Es in. Gezien de duurzaamheidsdoelstellingen die voor dit terrein gesteld zijn, is het mogelijk om vrijstaande windturbines te plaatsen tot 20 meter tiphoogte. Ook turbines op daken zijn onder dezelfde voorwaarden die gelden bij de A- en B-terreinen mogelijk op de Usseler Es. Vanuit cultuurhistorische perspectief zijn geen kleine windturbines op de Usseler Es

⁴ Voor exacte gegevens over gezoneerde bedrijventerreinen wordt verwezen naar de Geluidsnota van de Gemeente Enschede

toegestaan, zolang het beoogde bedrijventerrein daar nog niet daadwerkelijk wordt gerealiseerd.

Indeling bedrijventerreinen Gemeente Enschede



Bron: Meer kwaliteit en realistische doelen, RO-visie gemeente Enschede 2009

Bij bedrijventerreinen met A en B-label ligt de nadruk meer op productiviteit. Voor C en D geldt dat het accent meer op imago en werknemers ligt.

2.3.3 *Kantorenlocaties*

Ook op kantorenlocaties is het mogelijk om een kleine windturbine op het dak te plaatsen, wanneer een gebouw bestaat uit zes bouwlagen of meer, zoals beschreven in paragraaf 2.1 *Afmetingen*. Het is echter niet mogelijk om een vrijstaande turbine te plaatsen.

2.3.4 *Openbare ruimte*

In de openbare ruimte zijn in beginsel geen kleine windturbines toegestaan. Tenzij plaatsing als een pilotproject wordt ingericht met een beperkt aantal turbines voor een van te voren vastgestelde periode. Hiermee kunnen dan bijvoorbeeld de opbrengsten en de invloed op de omgeving onderzocht worden. Bij voorkeur zal een pilotproject ruimte moeten vinden in het zoekgebied voor windenergie, rond de A35 en de bedrijventerreinen de Marssteden, Grote Plooy en de Usseler Es, zoals deze door de raad is vastgesteld in de beleidsverkenning *Initiatief windenergie in Enschede* uit 2008.

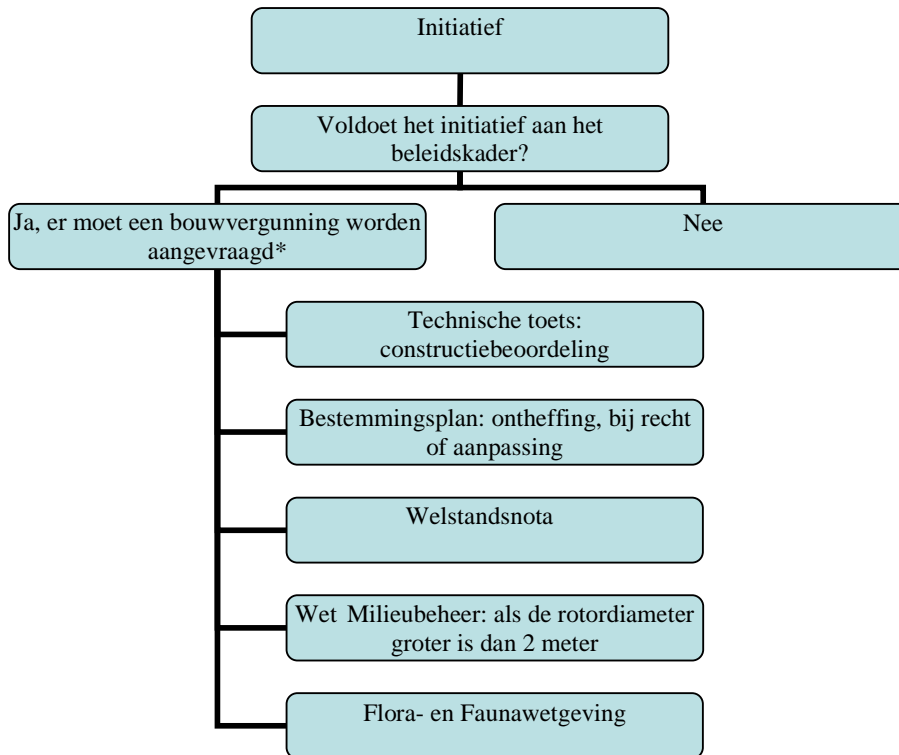
2.3.5 *Buitengebied*

Het buitengebied van Enschede is te verdelen in gebieden met de bestemming agrarische gebied en de bestemming agrarisch gebied met landschappelijke en/of ecologische waarden. Agrarisch gebied is een grootschalig, open landschap en agrarisch gebied met landschappelijke en/of ecologische waarden is een kleinschalig en besloten landschap. Op agrarische bouwpercelen binnen gebieden met de bestemming agrarisch gebied is het mogelijk om een turbine te plaatsen tot 20 meter tiphoogte. In agrarische gebieden met landschappelijke en/of ecologische waarden worden, gezien de aard en het karakter van

het landschap, kleine windturbines als niet passend in het landschap gezien. Bij plaatsing van een kleine windturbine in het buitengebied zal toetsing aan de Gids Buitenkans en bijbehorend werkschema plaatsvinden.

2.4 Vergunningenproces

Een aanvraag voor de bouw van een kleine windturbine wordt getoetst aan diverse wet- en regelgeving. In onderstaand schema staat weergegeven welke positie het beleidskader inneemt in het vergunningenproces. Ook staat in grote lijnen in dit schema op welke punten het initiatief getoetst zal worden, dit schema is echter niet uitputtend.



*Afhankelijk van locatie en turbine moeten verschillende vergunningen aangevraagd worden. Wanneer de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) wordt ingevoerd, wordt de aanvraag van de vergunningen samengevoegd in één vergunning: de omgevingsvergunning.

3. Aandachtspunten

Het plaatsen van een kleine windturbine kan gevolgen hebben voor de omgeving die voor omwonenden en/of de initiatiefnemer van belang zijn. Een turbine kan hinder of overlast veroorzaken als het gaat om geluid, veiligheid en slagschaduw. In dit hoofdstuk staan een aantal aandachtspunten omschreven die van belang zijn bij plaatsing van een kleine windturbine. De initiatiefnemer zal moeten aantonen dat de turbine niet meer hinder veroorzaakt dan toelaatbaar is. Als de turbine teveel hinder veroorzaakt, dan zal aan de plaatsing niet meegewerkt worden.

3.1 Geluid

Een kleine windturbine produceert geluid. Hoeveel geluid exact is afhankelijk van het type en de windsnelheid. Voor de hoorbaarheid van het geluid zijn het achtergrondgeluid en de afstand tot de turbine bepalend. Door deze variabelen is een eenduidige norm voor het geluid wat een turbine mag produceren niet eenvoudig te geven. Waar wel naar gekeken kan worden is het geluidniveau dat op de gevel van omwonenden wordt berekend. Vanuit het Activiteitenbesluit wordt dit landelijk geregeld. Wordt de kleine windturbine beschouwd als een inrichting dan gelden er normen voor het (totale) geluid dat de turbine mag produceren op de gevel. Er gelden dan normen voor omwonenden en andere geluidsgevoelige objecten (zoals scholen, ziekenhuizen en verpleegtehuizen). Binnen de gemeente Enschede is gebiedsgericht geluidbeleid opgesteld⁵. Dit houdt in dat er per gebiedstype verschillende geluidvoorschriften gelden die kunnen afwijken van de normen uit het Activiteitenbesluit. Hierdoor kan maatwerk geleverd worden. Algemeen uitgangspunt hierbij is dat de maximale geluidsnormen bepaald worden naar de aard van het gebied. Met andere woorden, hoe stiller het gebied, hoe stiller de bedrijfsactiviteiten en andersom.

3.2 Veiligheid

De veiligheid van de omgeving mag, door de oprichting van een kleine windturbine, niet in het geding komen. Door het ontbreken van een officiële certificering bestaan er nog geen veiligheidsrichtlijnen. Een eerste aanzet tot certificering wordt gegeven door de Nederlandse Beoordelingsrichtlijn. Deze richtlijn geeft onder andere inzicht in de veiligheid en de geluidsemissies van een kleine windturbine. Wanneer een turbine de richtlijn kan doorstaan, ontvangt de turbine het zogenaamde Kleinwind-keur. Bij voorkeur beschikken de turbines die in Enschede geplaatst worden over dit keurmerk. De mast, fundatie en ondersteuningsconstructie van de turbines vormen geen onderdeel van de beoordelingsrichtlijn omdat de vereiste sterkte van deze onderdelen en daarmee de veiligheid reeds wordt gewaarborgd in bestaande regelgeving⁶.

3.3 Slagschaduw

Draaiende wieken van windturbines kunnen hinder veroorzaken door lichtreflecties en slagschaduw. Bij plaatsing van een turbine moet hier rekening mee worden gehouden.

⁵ Geluidnota 2009-2012, Gemeente Enschede

⁶ CE-markering, NEN 6702 of Eurocode EN 1991-1-4 (vervangt TGB vanaf 1 april 2010 bij plaatsing op gebouwen of IEC bij plaatsing op de grond).

Lichtreflecties dienen in ieder geval te worden voorkomen door de rotorbladen van een antireflexlaag te voorzien.

Er zijn op dit moment nog weinig objectieve gegevens bekend over de slagschaduw van kleine windturbines. Dit wordt veroorzaakt doordat de technologie voor de kleine turbines sterk in ontwikkeling is, hierdoor ontbreken er ook duidelijke richtlijnen. Doordat turbines slagschaduw kunnen veroorzaken is het gewenst om als indicatieve afstand tussen de turbine en de meest nabij gelegen gevoelige bestemming minimaal vier maal de ashoogte van de turbine aan te houden. Hiervan kan worden afgeweken als kan worden aangetoond dat er van slagschaduw geen sprake is of als deze zo kan worden beperkt dat van hinder in redelijkheid geen sprake meer is. Die situaties kunnen zich bijvoorbeeld voordoen als de turbine aan de zuidoostzijde, de zuidzijde of de zuidwestzijde van de gevoelige bestemming staat, als de turbine automatisch wordt stilgezet als de normen van het Activiteitenbesluit worden overschreden of als de rotordiameter kleiner is dan één meter. Door het hanteren van deze uitgangspunten wordt aangesloten bij de criteria uit het Activiteitenbesluit.

3.4 Hoogtebeperkingen

Door de aanwezigheid van een militaire radarinstallatie bij luchthaven Twente gelden er hoogtebeperkingen binnen de Gemeente Enschede. De gehele Gemeente Enschede ligt binnen het obstakelbeheergebied van Defensie. Dit houdt in dat er maximale bouwhoogtes gelden, waar de windturbine aan zal moeten voldoen. De kans bestaat dat kleine windturbines op daken boven de maximale hoogte uitkomen. De gemeente Enschede heeft vraagtekens geplaatst bij de berekeningsmethode van Defensie. Het is zaak de ontwikkelingen op dit vlak scherp te volgen.

3.5 Flora- en Faunawetgeving

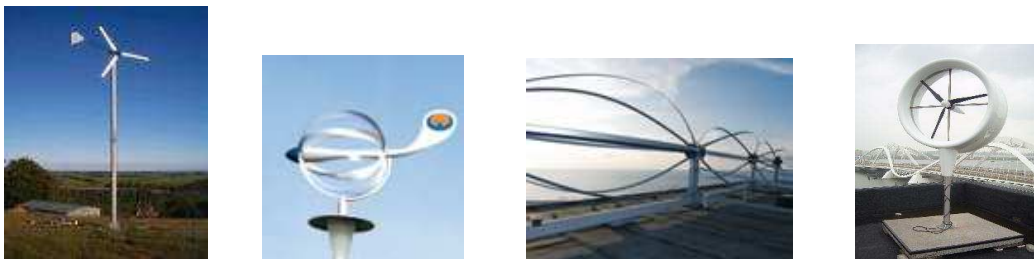
De Flora- en Faunawet is ingesteld ter bescherming en behoud van alle in het wild levende inheemse planten- en diersoorten. Een aantal daarvan zijn specifiek beschermd op grond van de Flora- en Faunawet. Dit betekent dat activiteiten met een schadelijk effect op beschermde soorten in principe verboden zijn. Van het verbod op schadelijke handelingen ('nee') kan onder voorwaarden ('tenzij') worden afgeweken, in dat geval wordt een ontheffing verleend. Voor alle soorten geldt een algemene zorgplicht, wat inhoudt dat men zorgvuldig moet omgaan met de flora en fauna ter plaatse. Deze zorgplicht geldt ook als er een ontheffing is verleend voor de beschermde soorten. Per locatie van een kleine windturbine zal gekeken moeten worden of de Flora- en Faunawet van toepassing is. Wanneer dit het geval is zal de initiatiefnemer een ontheffing moeten aanvragen bij het ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij.

Bijlage 1: Technische gegevens kleine windturbines

Conform de IEC⁷-definities worden kleine turbines ingedeeld op basis van hun afmeting. Het rotoroppervlak van miniturbines wisselt tussen 0,5m² en 200m² bij een rotordiameter van 0,75 tot 15 meter. De masthoogte wordt doorgaans per locatie bepaald en kan variëren van 3 tot 25 meter. De turbines zijn leverbaar in vermogensclasses van 100 W tot en met 50 kW.⁸ De kleine windturbines zijn te verdelen in horizontale as windturbines (HAWT) en verticale as windturbines (VAWT).⁹

HAWT zijn ‘traditionele’ windturbines met twee of meerdere wieken bevestigd aan een horizontale as. De optimale stand van deze turbines is naar de wind toe. De turbine zoekt zelf deze stand op met behulp van een staart of kruimotor. Hierdoor zijn locaties met een constante windrichting het meest geschikt voor dit type, omdat niet telkens naar de juiste stand gezocht hoeft te worden. De laatste jaren ontstaan meer innovatieve uitvoeringen van de HAWT. Voorbeelden daarvan zijn de Energy Ball en de WindWall.

De Energy Ball heeft een horizontale as, met daaraan boogvormige bladen bevestigd die samen een opengewerkte bal vormen. De WindWall heeft ook boogvormige bladen, maar in dit geval vormen zij samen een soort cilinder. Deze laatste turbine staat op een vaste plek ten opzichte van het dak en kan door zijn vorm niet meedraaien met de wind.



Voorbeelden van horizontale as windturbines (v.l.n.r.): Fortis Montana, Energy Ball; WindWall; DonQi.

VAWT zijn turbines die speciaal ontwikkeld zijn voor een turbulente omgeving. Door hun vormgeving staan deze turbines altijd in de juiste positie ten opzichte van de wind. Hierdoor hoeft de turbine niet constant met de wind mee te draaien. De turbines konden onderverdeeld worden naar werkingsprincipe: het weerstandsprincipe (Savonius) en het liftprincipe (Darrieus). Bij het weerstandsprincipe duwt de wind het blad van de turbine weg, hierdoor kan de turbine nooit sneller bewegen dan de wind zelf. De WindSide-turbine maakt gebruik van dit principe. Bij het liftprincipe is het bladprofiel zo ontworpen dat de bladen sneller kunnen draaien dan de wind zelf, met een hogere productie tot gevolg. De Turby-turbine maakt gebruik van dit principe. Bij moderne turbines worden beide principes gecombineerd, zoals bij de Ropatec-turbine.

⁷ International Electrotechnical Commission, deze commissie ontwikkelt algemene internationale normen voor de veiligheid van elektrische componenten en apparatuur.

⁸ Visiedocument Mini Windturbines, NWEA

⁹ Urban Wind Turbines, leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, WINEUR;

Bepaalde turbines, zoals de Turby en de Ropatec, kunnen zowel horizontale als verticale luchtstromen benutten. Daardoor bereiken ze bij toepassing op hoge gebouwen een hoger rendement.



Voorbeelden van verticale as windturbines (v.l.n.r.): Windside; Turby; Ropatec.

Bijlage 2: Windaanbod en rendement

De windsnelheden in Nederland op 10 meter hoogte variëren van 7 meter per seconde (m/s) lang de kust tot 3,5 m/s landinwaarts. In de gebouwde omgeving wordt de windsnelheid beïnvloed door gebouwen, bomen en andere obstakels. Er is sprake van meer turbulentie en onregelmatige snelheden. Beneden de gemiddelde dakhoogte is er in de gebouwde omgeving sprake van een relatief lagere windsnelheid door afscherming.¹⁰



Bron: www.fortiswindenery.com

Veel turbines hebben een bepaalde windsnelheid nodig om op te starten. Uit een overzicht van WINEUR¹¹ uit 2007 blijkt dat de opstartsnelheid doorgaans tussen de 2-3,5 m/s ligt. Een deel van de energieproductie verbruikt de turbine zelf, om de rotor op de starten als de turbine niet zelfstartend is of om circuits in de regeling van de turbine te bekrachtigen. Het spreekt voor zich dat hoe meer energie de turbine zelf gebruikt hoe nadeliger dit is voor het economisch rendement van de turbine.

¹⁰ Nederlandse Beoordelingsrichtlijn Kleine Windturbines; SenterNovem/NWEA

¹¹ Urban Wind Turbines, leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving; WINEUR