



Duurzame energiebronnen

# Wind *een schone* *energiebron*

**NUON**

NUON, mijn energiebedrijf





De wind is gratis en raakt nooit op. De stroom die we ermee kunnen opwekken is schoon. Windenergie veroorzaakt immers geen rook of ander afval. Bovendien bespaart het op het gebruik van schaarse brandstoffen zoals kolen, olie en gas.

De techniek van windenergie is in de afgelopen jaren enorm verbeterd. Moderne windturbines kunnen op een rendabele manier bijdragen aan een schone elektriciteitsvoorziening.

NUON is een warm voorstander van de toepassing van windenergie. In deze brochure leest u hoe windturbines werken en hoe NUON er gebruik van maakt.



# Windenergie vroeger en nu

Amper honderd jaar geleden was wind de belangrijkste krachtbron waar we over beschikten. Nu is dat nog maar moeilijk voor te stellen. Toch is de Nederlandse welvaart voor een groot deel te danken aan de toepassing van windenergie. Zo zijn grote delen van het huidige Nederland met behulp van windmolens drooggelgd. De handelsvaart was in de Gouden Eeuw niet mogelijk zonder de kracht van de wind.

Tegen het grootschalige gebruik van kolen, olie en gas moesten de Hollandse windmolens het echter afleggen. De molens die nog bestaan, hebben vooral toeristische waarde. Zeilschepen zijn alleen nog voor de sport in gebruik.

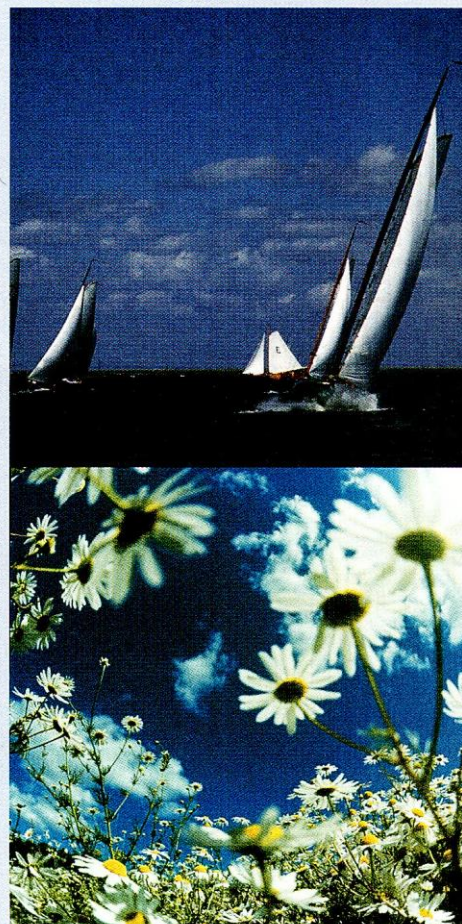
De laatste jaren is opnieuw duidelijk geworden dat het gebruik van windenergie grote voordelen heeft. De wind is immers een gratis energiebron die in Nederland ruimschoots voorhanden is. Het gebruik ervan is schoon en spaart het gebruik van schaarse brandstoffen uit. Daarom zet NUON zich in voor toepassing van windenergie.

## Moderne windturbines

Er zijn nogal wat verschillen tussen klassieke en moderne toepassingen van windenergie. Moderne windturbines zijn slank gebouwd en hebben twee of drie sneldraaiende bladen. Ze dienen niet voor het droogleggen van polders of het malen van graan, maar voor het opwekken van elektriciteit. Moderne windturbines worden niet door een molenaar bediend, maar werken automatisch en worden veelal op afstand via computers in de gaten gehouden.

## NUON en windenergie

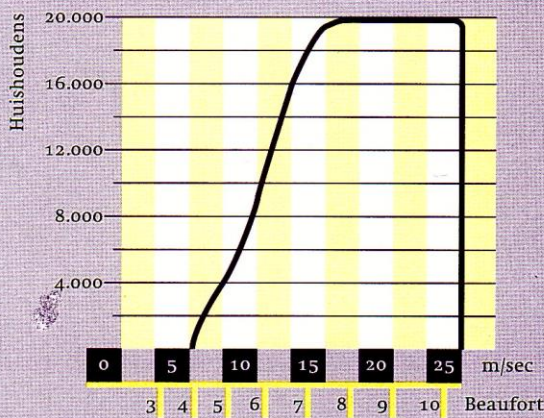
NUON past windenergie toe voor de openbare elektriciteitsvoorziening. Op een aantal windrijke locaties exploiteert NUON windturbines. Ze staan in groepen bij elkaar in zogenaamde windparken. NUON biedt ook aan ondernemers de mogelijkheid om bijvoorbeeld op hun eigen bedrijfsterrein een windturbine te bouwen en aan te sluiten op het net. Ook particuliere investeerders kunnen bijvoorbeeld via een windturbinecoöperatie of een beleggingsfonds bijdragen aan de ontwikkeling van een schone energievoorziening.





# De techniek van een moderne windturbine

In de wind zit energie; hoe harder het waait hoe meer energie. Een windturbine haalt die energie uit de wind. De energie wordt omgezet in een draaibeweging van de rotor. Die draaibeweging wordt in een generator omgezet in elektriciteit. Een generator werkt net als een fietsdynamo. De elektriciteit gaat naar het openbare net.



In bovenstaande grafiek is aangegeven de verhouding tussen windsnelheid en de opbrengst aan elektriciteit.

De windsnelheid is niet constant waardoor de opbrengst van een windturbine ook wisselt. Bij een windsnelheid tot ongeveer 5 meter per seconde levert een windturbine helemaal niets. Gaat het harder waaien, dan komt de turbine op gang. Bij een windsnelheid van 15 meter per seconde draaien de meeste turbines op vol vermogen. Waait het harder dan 25 meter per seconde, dan wordt de turbine automatisch stilgezet. Dat voorkomt risico's en overmatige slijtage.

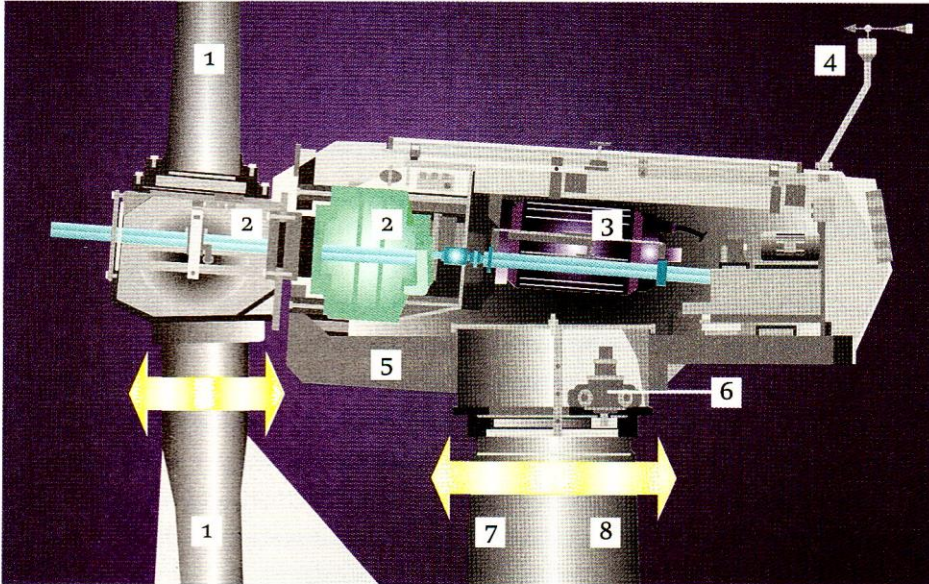
## Windsnelheid- en opbrengst

Hoeveel een windturbine kan opwekken, hangt onder meer af van de rotordiameter en van de gemiddelde windsnelheid op de betreffende locatie. Het windpark Lelystad bijvoorbeeld, bestaat uit 35 windturbines met een rotordiameter van 25 meter. In Lelystad is de gemiddelde windsnelheid 6 meter per seconde. Het windturbinepark levert daarmee genoeg elektriciteit voor 4000 huishoudens.

Het Friese windpark Herbaijum bestaat uit 10 windturbines met een rotordiameter van 23 meter. In Herbaijum is de gemiddelde windsnelheid 7 meter per seconde. Dit park levert genoeg om het elektriciteitsverbruik van ongeveer 1200 huishoudens te dekken.

windkracht in Beaufort	benaming	windsnelheid in meter per seconde	werking van windturbine
0	windstil	minder dan 0,3	turbine staat stil
1 tot 2	zwakke wind	0,3 tot 3,3	
3 tot 4	matige wind	3,4 tot 7,9	turbine in bedrijf
5 tot 6	krachtige wind	8,0 tot 13,8	
7	harde wind	13,9 tot 17,1	
8 tot 9	storm	17,2 tot 24,4	
10 tot 11	zware storm	24,5 tot 32,6	turbine komt automatisch stil te staan
12	orkaan	meer dan 32,6	



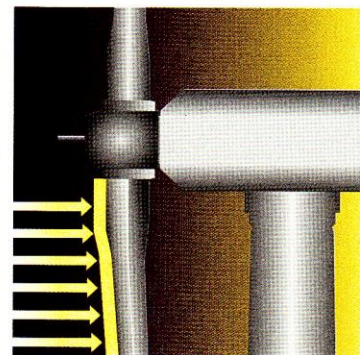


- 1 De rotor is zo gevormd, dat hij zoveel mogelijk energie aan de wind onttrekt. De rotor bestaat uit twee of drie gestroomlijnde bladen die snel draaien. De meeste windturbines hebben een toerental van 50 tot 70 omwentelingen per minuut.
- 2 Een tandwielkast versnelt de draaisnelheid van de as tot 1500 toeren per minuut.
- 3 De generator wekt met de draaibeweging elektriciteit op. Bij de meeste turbines is dat wisselstroom met een spanning van 380 Volt.
- 4 Een windvaan meet uit welke hoek de wind waait.
- 5 Tandwielkast en generator staan opgesteld in een gondel. De gondel staat draaibaar op de top van de turbinemast.
- 6 De kruimotor zorgt ervoor dat de gondel kan worden gedraaid bovenop de turbinemast, zodat de rotor na windstilte weer goed op de wind gericht wordt.
- 7 Via een vaste trap kunnen onderhoudsmonteurs binnendoor de gondel bereiken.
- 8 De mast van de meeste windturbines heeft een hoogte van 25 tot 50 meter.

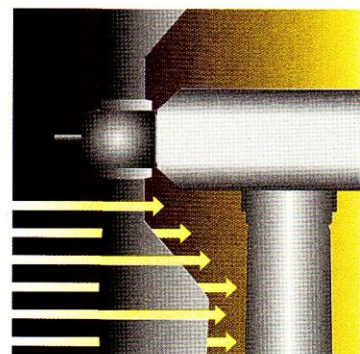
### Veiligheid gewaarborgd

Bij te harde wind of bij erg vlagerige wind wordt een windturbine automatisch afgeregeld. Daarmee wordt de veiligheid gegarandeerd en wordt voorkomen dat de windturbine overmatig slijt. Dat afregelen kan op verschillende manieren gebeuren:

- 1 De turbines van het windpark Lelystad hebben verstelbare rotorbladen. Ze komen bij storm in de zogenaamde 'vaanstand' te staan. Ze vangen dan geen wind meer. De rotor blijft nog langzaam draaien, maar wekt geen elektriciteit meer op (zie illustraties rechts).
- 2 De turbines van het windpark Herbaijum kennen een zogenaamde 'overtrek-regeling'. De rotorbladen staan onder een vaste hoek t.o.v. de wind. Hierdoor komen de bladen bij storm automatisch onder een ongunstige hoek op de wind te staan. Als gevolg hiervan wordt de rotor door de windstroom automatisch afgeremd.
- 3 De meeste kleinere windturbines, zoals die bij veel boerenbedrijven in Friesland, hebben een variabel toerental en verstelbare rotorbladen. Gaat het harder waaien, dan gaat de rotor sneller draaien. Tegelijk worden de bladen door de winddruk automatisch versteld, tot bij storm de stand van de bladen zo ongunstig is, dat de rotor automatisch door de wind geremd wordt.



Rotorbladen in werkstand



Rotorbladen in vaanstand



### Een goede windturbine draait niet altijd

*Hoe goed een windturbine ook is, hij draait niet altijd. Als de wind te zacht of juist te hard is, staat hij stil. Ook als de wind te vlagerig is, wordt hij automatisch afgeschakeld.*

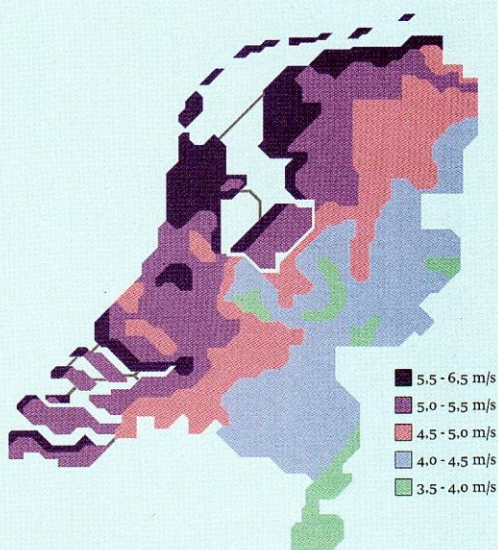
*Als de wind na een storm weer afneemt, kan het even duren voordat een windturbine gaat draaien. Bij de meeste turbines moet de windsnelheid enige tijd lager zijn dan 25 meter per seconde, voordat de ingebouwde startprocedure het 'licht op groen zet'. Om windturbines in optimale conditie te houden, vindt regelmatig inspectie en onderhoud plaats. Eens per maand wordt een windturbine hiervoor stil gezet. Verder kan een windturbine stil staan omdat er zich een storing heeft voorgedaan. Uit veiligheidsoverwegingen wordt een windturbine bij iedere storing, hoe onbeduidend misschien ook, onmiddellijk stilgezet.*

### Waar kunnen windturbines staan?

Toepassing van windenergie heeft grote voordelen voor het milieu. De rijksoverheid geeft windenergie daarom een belangrijke plaats in de Nederlandse elektriciteitsvoorziening. NUON werkt daar graag aan mee.

Windenergie is het best haalbaar op locaties waar het hard waait. Die zijn er in Friesland en Flevoland volop. In Gelderland zijn sommige gebieden langs de grote rivieren en langs het Veluwemeer redelijk geschikt. Ook in andere delen van Nederland, bijvoorbeeld in Zeeland, realiseert NUON windenergie-projecten. Daar zetten we projecten op in samenwerking met andere energiedistributiebedrijven en particuliere investeerders.

Het windaanbod is niet de enige factor die bepaalt of het mogelijk is windturbines te bouwen. Omdat Nederland zeer dichtbevolkt is, moeten we heel zorgvuldig met onze schaarse ruimte omgaan. Bij de keuze van geschikte locaties moeten we rekening houden met de eventuele gevolgen voor de omgeving.



Jaargemiddelde windsnelheid op 10 meter hoogte



Daarbij gaat het om factoren zoals:

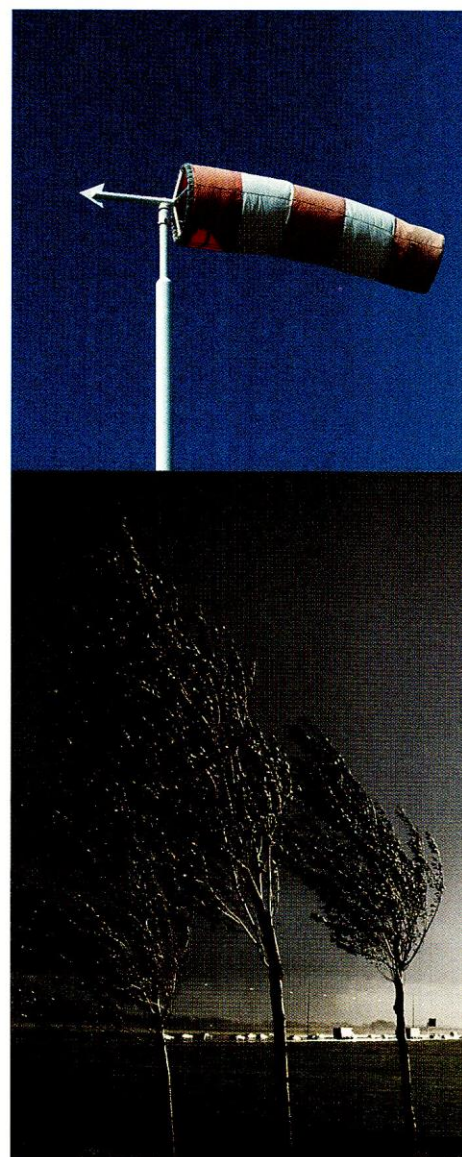
- *Hoe ver draagt het geluid van de windturbines en zou iemand er last van kunnen hebben?*
- *Welke inrichting van de locatie past het beste in het landschap?*
- *Zijn er gebieden in de buurt waar vogelleven mogelijk verstoord wordt door de turbines?*
- *Moeten we rekening houden met straalzenders voor radio, tv of telecommunicatie?*

Naar al deze factoren is inmiddels veel onderzoek gedaan. Er zijn veel gegevens bekend over de invloed van windturbines. Het is dus goed mogelijk om op een rationele manier alle belangen te wegen.

### **Hoge eisen aan de bouw van windturbines**

In Nederland is het zo geregeld, dat het bestuur van de gemeente waar turbines zijn gepland, de vergunningen voor de bouw verleent. Daarbij weegt zij de belangen van inwoners en andere partijen af tegen de belangen die gemoeid zijn met het windenergie-project.

Ook NUON wil zo goed mogelijk met andermans belangen rekening houden. We willen voorkomen dat windturbines tot overlast leiden. Daarom stellen we hoge eisen aan de veiligheid en aan de maximale geluidsproductie van windturbines. Bij de keuze van locaties voeren we overleg met omwonenden en belangenorganisaties zoals de vogelbescherming en de provinciale milieufederaties. Verder proberen we locaties zo in te richten dat de windturbines niet dicht bij woningen komen te staan. Op die manier kan windenergie werkelijk bijdragen aan een schonere elektriciteitsvoorziening.





### **NUON geeft de ruimte aan particuliere investeerders**

Lang niet alle windenergie-projecten zijn een initiatief van het energiebedrijf. Ook veel particulieren schaffen windturbines aan. Zo zijn er met name in Friesland veel boeren die een windturbine exploiteren. Daarbij gaat het in de meeste gevallen om windturbines met een vermogen van 75 tot 250 kilowatt, maar grotere turbines komen ook voor. De turbines zijn aangesloten op het openbare net. NUON betaalt voor de opgewekte elektriciteit een 'windstroom-vergoeding' aan de eigenaar van de turbine. Overweegt u om een windturbine aan te schaffen en aan te sluiten op het net? Neem dan tijdig contact op met uw NUON-vestiging.

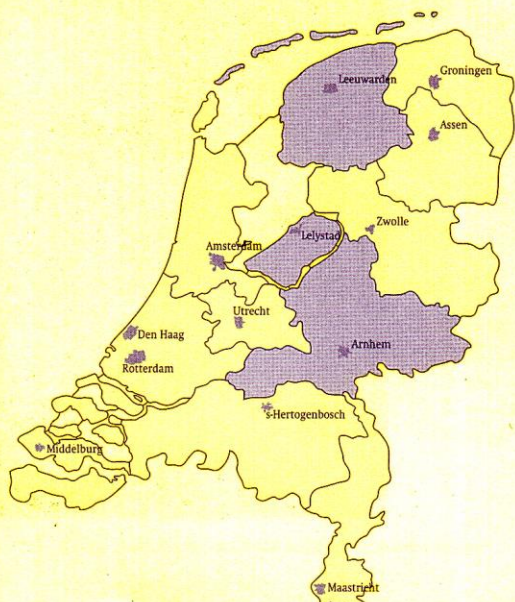
## *NUON: naar een schonere energievoorziening*

NUON levert energie aan bedrijven en huishoudens in de provincies Gelderland en Friesland en in een deel van de provincie Flevoland. NUON werkt aan projecten om energie op een schonere manier op te wekken en om afnemers in staat te stellen energie op een doelmatige manier te gebruiken. De toepassing van windenergie maakt deel uit van dit beleid. Andere activiteiten van NUON in dit kader zijn de toepassing van waterkracht en zonne-energie en de exploitatie van gas dat ontstaat bij het afbraakproces van afval op vuilstortplaatsen.

Verder stimuleert NUON onder andere het gebruik van energiezuinige verwarmingsapparatuur en verlichting.

*Bel of schrijf voor meer informatie over windenergie met:*

**nv NUON Energie-Onderneming voor  
Gelderland, Friesland en Flevoland  
Business Unit WINDENERGIE & STORTGASEXPLOITATIE  
Postbus 413  
8901 BE Leeuwarden  
Telefoon (058) 67 65 31**



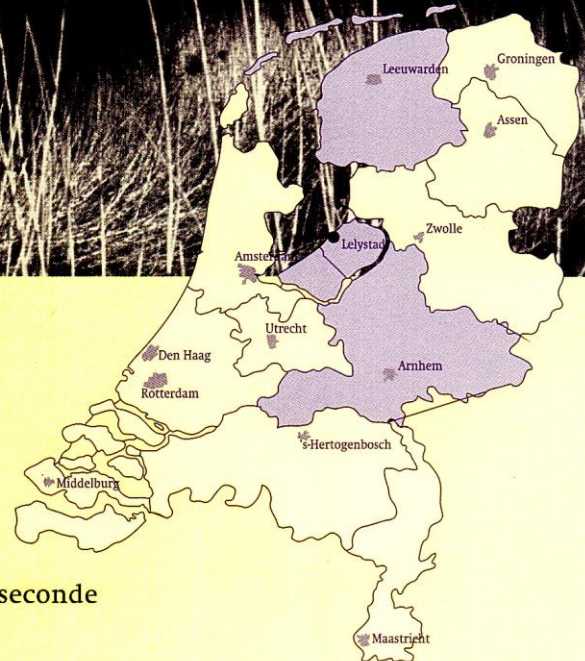




**NUON**

Duurzame energiebronnen

## Windpark Lelystad



### Locatiegegevens

Gemeente  
Gemiddelde windsnelheid  
(op 30 meter hoogte)

Lelystad  
7,0 meter per seconde

### Gegevens over het windpark

In bedrijf sinds  
Aantal windturbines  
Eigenaar/beheerder  
  
Opstelling  
Totaal elektrisch vermogen  
Opbrengst per jaar  
Voldoende voor het verbruik van

september 1991  
35  
Windpark Lelystad cv, een samenwerkingsverband van  
Triodosbank en NUON  
lijn van 5 kilometer  
10.500 kilowatt (kW)  
11 miljoen kilowattuur (kWh)  
4000 huishoudens

### Gegevens over de windturbines

Type  
Diameter rotor  
Ashoogte rotor  
Generatorvermogen  
Aantal rotorbladen  
Materiaal rotorbladen  
Toerental rotor

WindMaster  
25 meter  
30 meter  
300 kilowatt  
3  
glasvezelversterkt polyester  
52 omwentelingen per minuut

**TRIODOS**



**NUON**

# Windpark Hiddum-Houw



## Locatiegegevens:

Gemeente  
Gemiddelde windsnelheid  
(op 30 meter hoogte)

Wûnseradiel  
meer dan 8,5 meter per seconde

## Gegevens over het windpark:

In bedrijf sinds  
Aantal windturbines  
Eigenaar/beheerder  
Opstelling  
Totaal elektrisch vermogen  
Opbrengst per jaar  
Voldoende voor het verbruik van

mei 1995  
10  
Maatschap Brouwer-Bakker en NUON  
park van 750 bij 550 meter  
5.000 kilowatt (kW)  
13 miljoen kilowattuur (kWh)  
4.600 huishoudens

## Gegevens over de windturbines:

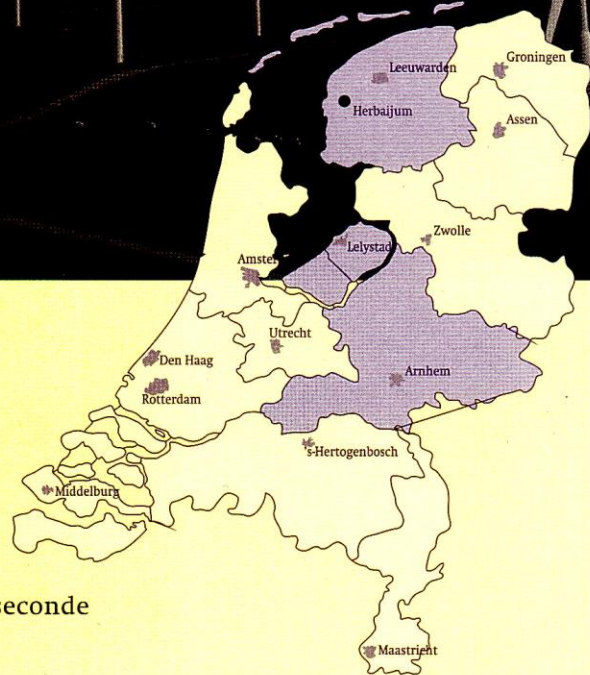
Type  
Diameter rotor  
Ashoogte rotor  
Generatorvermogen  
Aantal rotorbladen  
Materiaal rotorbladen  
Toerental rotor

Vestas V 39  
39 meter  
40,5 meter  
500 kilowatt  
3  
glasvezelversterkt polyester  
30 omwentelingen per minuut



**NUON**

# Windpark Herbaijum



## Locatiegegevens

Gemeente	Franeker
Gemiddelde windsnelheid (op 30 meter hoogte)	7,0 meter per seconde

## Gegevens over het windpark

In bedrijf sinds	januari 1990
Aantal windturbines	10
Eigenaar/beheerder	NUON (voorheen PEB Friesland)
Opstelling	park van 400 bij 250 meter
Totaal elektrisch vermogen	2.500 kilowatt (kW)
Opbrengst per jaar	3 miljoen kilowattuur (kWh)
Voldoende voor het verbruik van	1100 huishoudens

## Gegevens over de windturbines

Type	Newinco
Diameter rotor	23 meter
Ashoogte rotor	30 meter
Generatorvermogen	250 kilowatt
Aantal rotorbladen	3
Materiaal rotorbladen	glasvezelversterkt polyester
Toerental rotor	47 omwentelingen per minuut