



winDual®

Windkraftanlagen

**Windkraftanlagen für den
landwirtschaftlichen Außenbereich und Gewerbe
von 10kW bis 60kW**

Dipl.-Ing. (TU) Rolf Weiß



VERGLEICH - EIGNUNG - EINSTUFUNG

Hersteller von Großwindanlagen verwenden in Ihrer Typenbezeichnung primär den Rotordurchmesser und sekundär die Nennleistung. Bsp: Enercon e126 oder Nordex N117 / 2400

Die Nennleistung ist nicht genormt und nur eine konstruktive Größe für den Generator bzw. für das Marketing.

Die Nennleistung wird bei verschiedensten Bedingungen erreicht.

Z.B. bei Nenn-Windgeschwindigkeit zwischen 7 und 14m/s, Kurzzeit oder bis zu 10min-Mittelwert

Die Nutzung der Windenergie unter 3m/s ist unwirtschaftlich. Entscheidend ist auch in Hinsicht der Wind-Dauerhäufigkeit die Leistung im Windgeschwindigkeitsbereich ab 4m/s bis 10m/s.

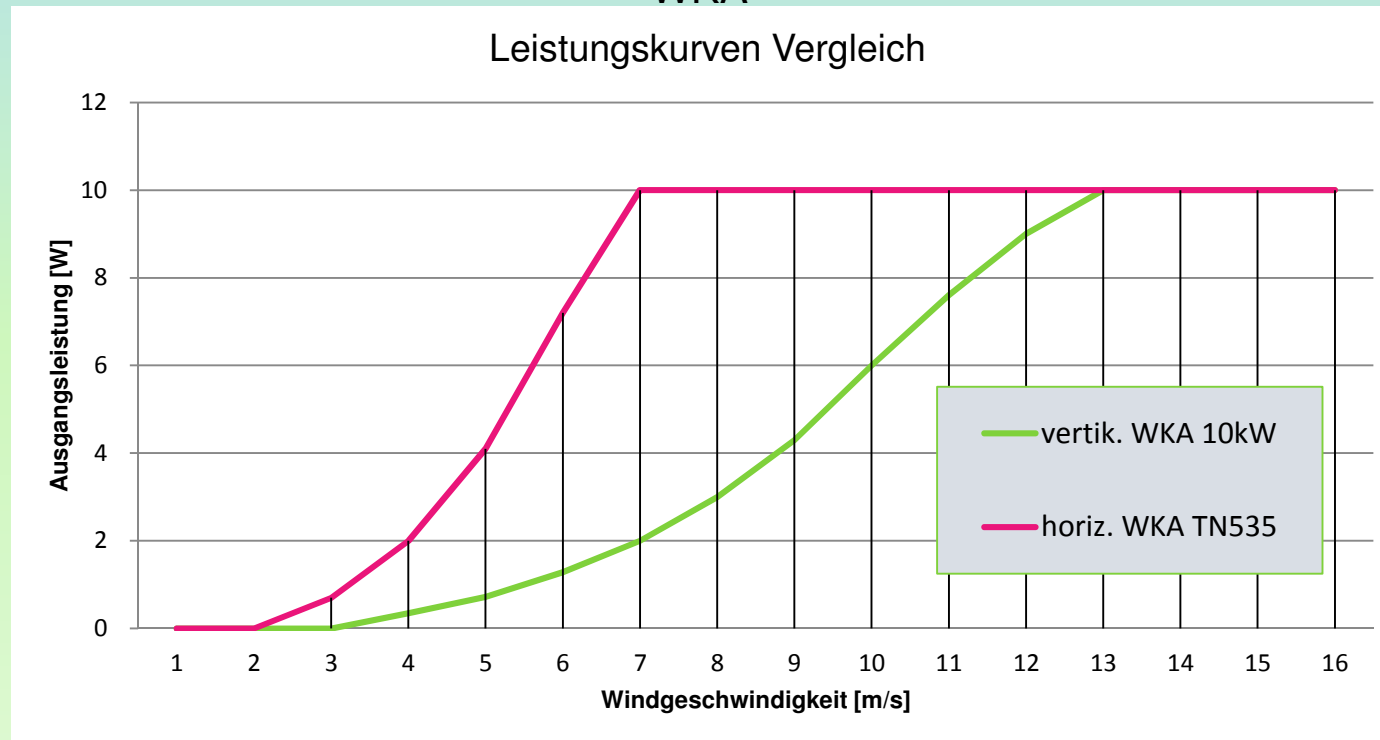
Grobe Einstufung in Abhängigkeit von der örtlichen Windgeschwindigkeit im Jahresdurchschnitt (auf Nabenhöhe):

- × **Schwachwindanlagen:** überstrichene Rotorfläche zu Generator **größer 10m² pro 1kW**
ausreichend ab 3,5 - 4m/s,
gut – befriedigend ab 4 - 5 m/s
sehr gut – gut ab 5 - 6m/s
- × **Mittelwindanlagen:** überstrichene Rotorfläche zu Generator: **größer 6m² pro 1kW und kleiner 10m² pro 1kW**
befriedigend 4,8 - 6 m/s
- × **Starkwindanlagen:** Generator zu überstrichene Rotorfläche: **kleiner 6m² pro 1kW**
mindestens 5,5m/s

Schwachwindanlagen bieten im Binnenland das beste Preis-Ertrags-Verhältnis

VERGLEICH - LEISTUNGSKURVEN

Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit und der Ausgangsleistung der WKA



Nennleistung, Leistungskurven und Ertragsangaben sind kritisch zu hinterfragen und hinsichtlich Plausibilität oder offizieller Vermessung / Zertifizierung der Leistungskurve zu prüfen.

TN535 – VERGLEICH ROTORFLÄCHE

Bei Windkraftanlagen errechnet sich der mögliche Ertrag primär aus der überstrichenen Rotorfläche \times (Windgeschwindigkeit)³

Daher ist beim Vergleich das Verhältnis

Preis / Rotorfläche entscheidend,

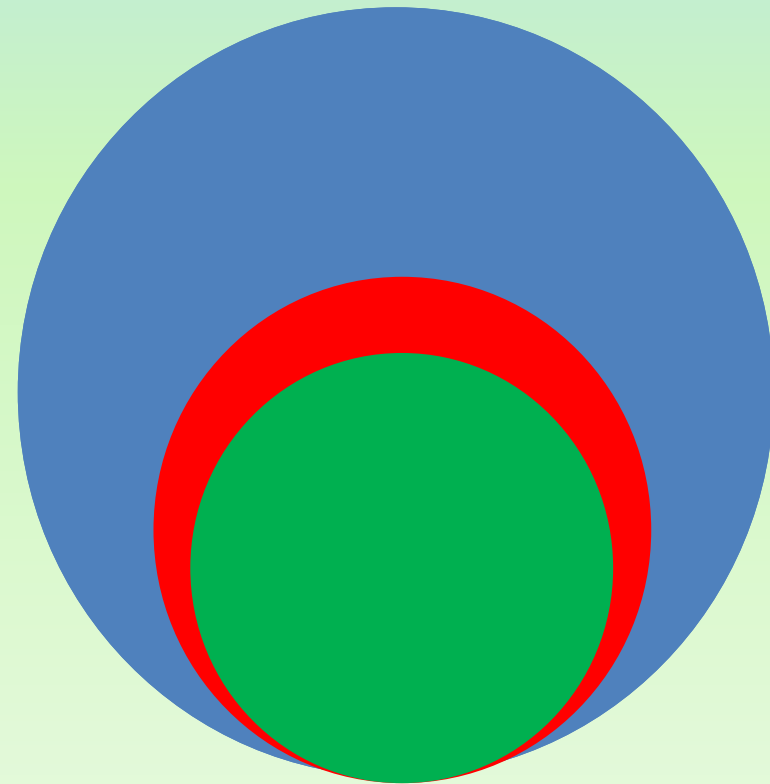
NICHT Preis / Nennleistung.

Überstrichene Rotor-„Ernte“-Flächen verschiedener 10kW-Anlagen
im Vergleich

blau: TN535 mit 13,2m Rotordurchmesser, entsprechend 136,7m²

rot: Anlage mit 10m, entspr. 78,54m², 57% von 136,7m²

grün: Anlage mit nur 8,5m, entspr. ca. 56,7m², 41% von 136,7m²



TN535 - ROTOR

Kleine Windkraftanlage - speziell auch für Schwachwindgebiete –

Rotor

Extra großer Rotor mit 13,2m Rotordurchmesser
entsprechend 136,7m² überstrichene Rotorfläche. **13,7m² pro kW**

Dies entspricht einer Rotorfläche von derzeit angebotenen
Starkwindanlagen mit 15 – 40kW.

Entsprechend den Großwindanlagen für das Binnenland, wurde ein
optimales Verhältnis von Rotorfläche zu Generatorleistung gewählt.
Damit erzielt diese leichte Anlage auch in Schwachwindgebieten
gute Jahreserträge und dadurch ein günstigeres
Preis-Ertrags-Verhältnis.

Aktive Pitch - Rotorblattverstellung



TN535 - PITCH ROTORBLATTVERSTELLUNG

Vorteile der Pitch-Rotorblattverstellung für Betrieb und Wirtschaftlichkeit:

- AKTIVE Pitch-Steuerung im Normalbetrieb erzielt maximale Leistungsoptimierung.
Hohe Effizienz über breiten Windgeschwindigkeitsbereich
- AKTIVE Pitch-Steuerung ermöglicht maximale, schnelle und schonende Sturmsicherung.
Geringere Kräfte bei extremen Windbedingungen, dadurch u.a. verlängerte Lebensdauer
- Dreistufiges Sicherheitssystem gegen Überdrehzahl:
Bei Überdrehzahl: Pitchen über Ertrag
Bei Überdrehzahl und Stromausfall:
Pitchen mittels Akku USV im Schaltschrank
Bei Überdrehzahl und Stromausfall UND Batterieversagen:
Pitchen der Rotorblätter durch patentierte Fliehkraftkupplung
- KEINE zusätzliche, wartungsintensive mechanische oder hydraulische Bremse erforderlich.



TN535 – GENERATOR UND ANTRIEB

Generator, Antrieb und Elektrotechnik

- Kleiner, leichter und preisgünstiger Permanent-Magnet Synchron-Generator aus Standardproduktion

Riemenantrieb – Übersetzung : Vorteile:

- Elastische Trennung der Rotorwelle und Generatorwelle schont Lager und Generator
- Generator-Rotor mit geringem Trägheitsmoment im Vergleich zu großen Generatoren. Schnellere Beschleunigung => Nutzung der Energie aus Böen.
- Geringe Rotordrehzahl von nur 20 bis maximal 66 U/min: sehr leise
- Wechselrichter und elektrotechnische Komponenten aus Serienfertigung von ABB



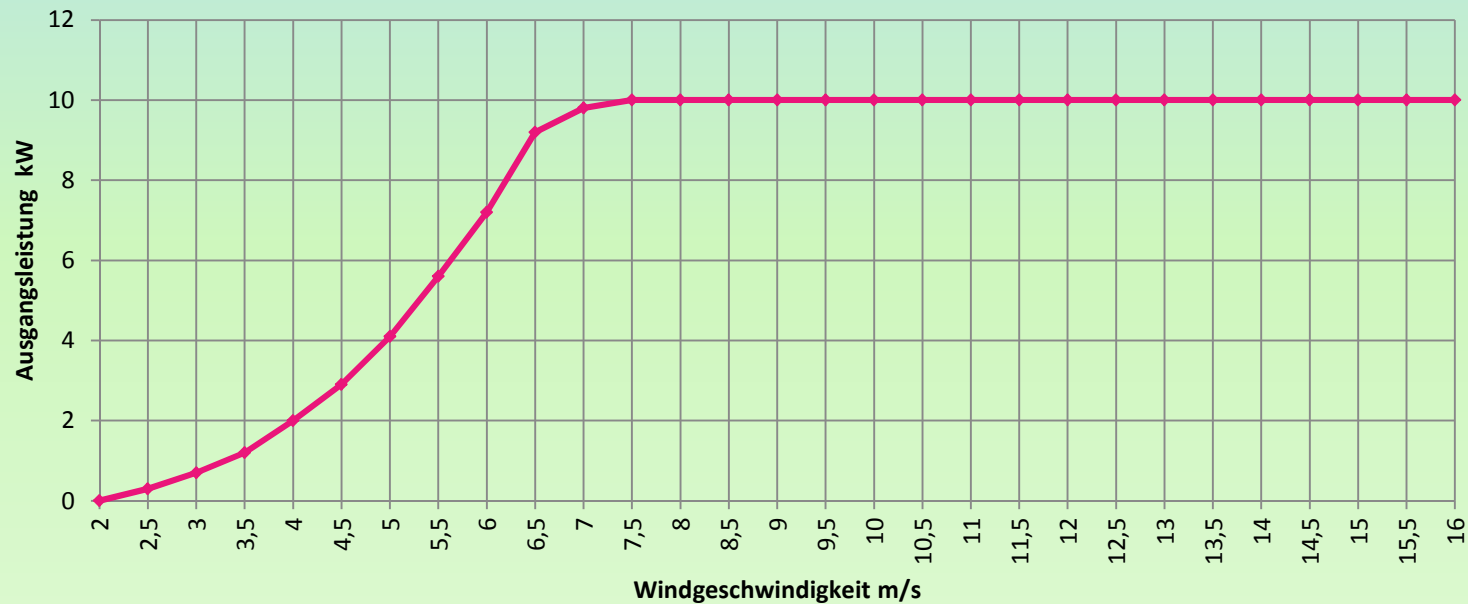
Datenblatt

Typ	TN 535
Nennleistung	10.000 W
Nenn-Windgeschwindigkeit	bereits ab 7 bis 7,5 m/s
Anlaufgeschwindigkeit	2,0 m/s
Abschaltgeschwindigkeit	16 m/s
Rotor-Ø	13,2 m
Überstrichene Rotorfläche	136,7 m²
Drehzahl	nur 20 - 66 U/min
Gewicht der Gondel mit Rotor	ca. 1.300 kg
Geschwindigkeitskontrolle	SPS + Windmesser + Pitch - Rotorblattverstellung
Abschaltmechanismus	Zentrifugaler passiver Pitch
Nabenhöhen	18m, 24m, 30m

TN535 - LEISTUNGSKURVE

Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit und der Ausgangsleistung der WKA

Leistungskurve TN535



**Zertifizierte, vom Germanischen Lloyd
vermessene Leistungskurve!**

Jahresertrag basierend auf zertifizierte Leistungskurve	
bei m/s	kWh *
4,0	24.590
5,0	37.360
6,0	47.240
7,0	53.520
8,0	56.390

Zertifiziert: 37.300 kWh Jahresertrag bei 5m/s

Windgeschwindigkeitsverteilung gemäß Zertifizierungsnorm

Bitte beachten beim Vergleich der Herstellerangaben:

Jahresertragswerte hängen extrem von der Windgeschwindigkeitsverteilung ab.
Vergleichbar sind die angegebenen Jahreserträge daher nur, wenn dieser gemäß einer
Verteilung gemäß der Zertifizierungsnorm ermittelt wurde.

TN535 - SCHWACHWINDANLAGE

Hersteller, Fertigung, Referenzen

- Großes, etabliertes italienisches Unternehmen u.a. im Bereich Fertigung elektrotechnischer Komponenten für Industrie und Infrastruktur
- 2011 insgesamt mehr als 450 Millionen Euro Jahresumsatz
- Qualitätsmanagement und Zertifizierung
- Betreiber eigener Großwindparks
- Online Kontrolle aller Anlagen
- Fertigung der Rotorblätter in Deutschland
- Wichtigste elektrische Komponenten von ABB
- Referenzen Stand Dezember 2013: 100 Stück



TN535 - GARANTIE UND SERVICE

Garantie, in Verbindung mit Wartungsvertrag:

- 2 Jahre Vollgarantie
- Optional gegen Aufpreis zusätzlich drei Jahre Teilegarantie

Service:

- Fernüberwachung und -wartung über Internet
- Hohe Verfügbarkeit durch präventiven Eingriff bei Grenzwertüberschreitungen
- Vor-Ort-Wartung 1x jährlich



TN535 – NETZAUTARKE SYSTEME

**Komplette Inselfsysteme, modular ausbaubar mit Container,
Gesamtleistung 10kW bis 200kW
Windkraft, Photovoltaik, Dieselgenerator, Speicher**



SWP25 - 14

- ✘ Basierend auf einer in Dänemark gebauten Anlage, die seit 20 Jahren erfolgreich im Dauerbetrieb ist.
- ✘ Komplette Entwicklung und Fertigung in Dänemark, Generatoren aus Deutschland
- ✘ Einfache und robuste Technik
- ✘ Hydraulischer Kippmast mit 18 und 23m



SWP25 - 14

Typ	SWP 25 -14
Zwei Asynchron-Generatoren	25kW / 6,5kW
Nenn-Windgeschwindigkeit	11m/s / 5,5m/s
Anlaufgeschwindigkeit	3,0 m/s
Abschaltgeschwindigkeit	25 m/s
Rotor-Ø	14,0 m
Überstrichene Rotorfläche	154 m²
Drehzahl	50 / 38 U/min
Netz-Anschluss	3-phasig, 400V Direkt ohne Wechselrichter
Geschwindigkeitskontrolle	Stall, SPS + Windmesser
Bremsen Sicherheitsmechanismus	1. Elektromagnetische Bremse 2. Tipp-Brake: Verdrehen der Rotorblattspitze

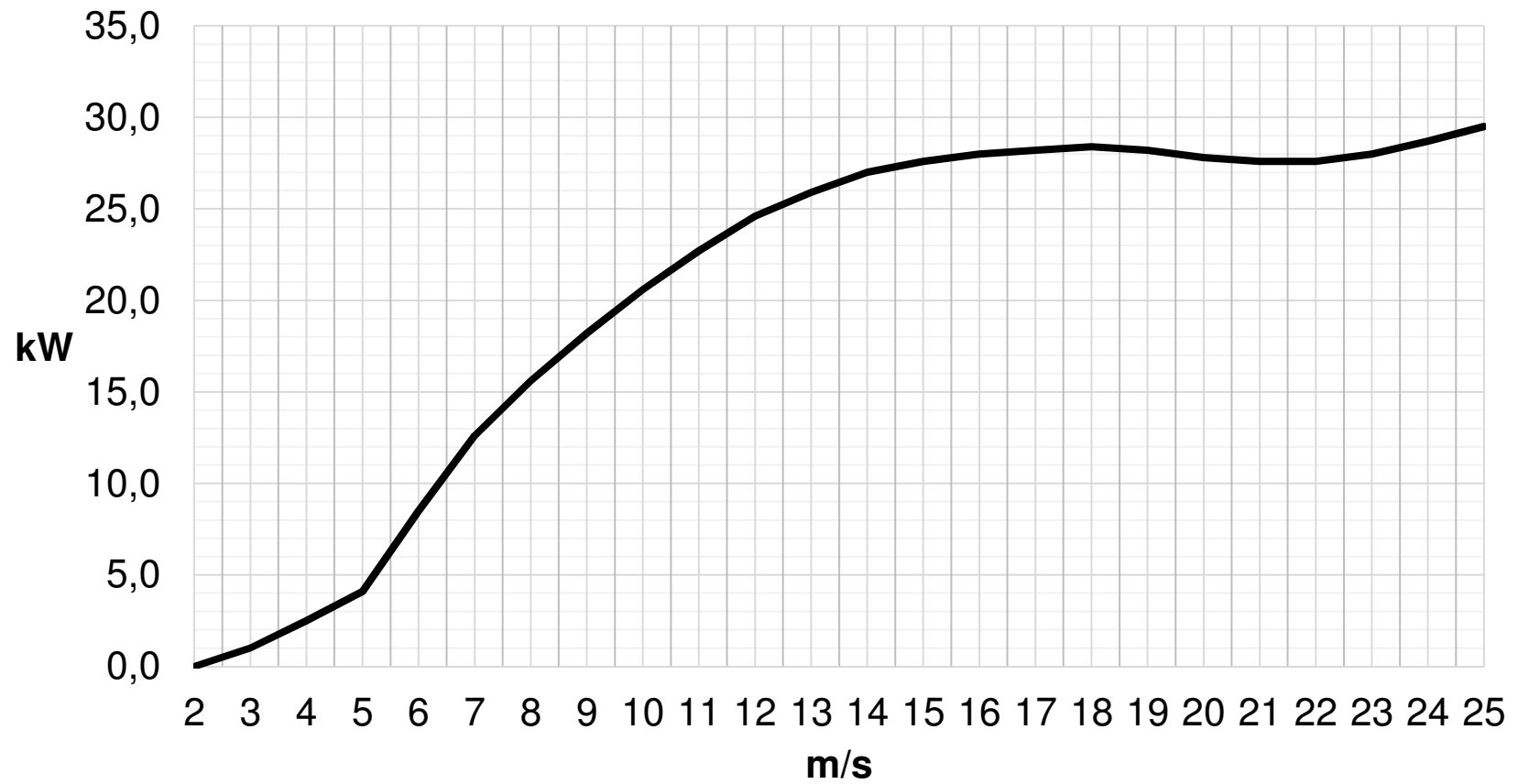


SWP25 - 14 KIPPMAST



SWP25 - 14

SWP 25-14, Leistungskurve



VICTORY 24 – 60KW

- Extra großer Rotordurchmesser: 24m
- 452m² überstrichene Rotorfläche
- Nabenhöhe 30m
- Zertifizierung Mitte 2014

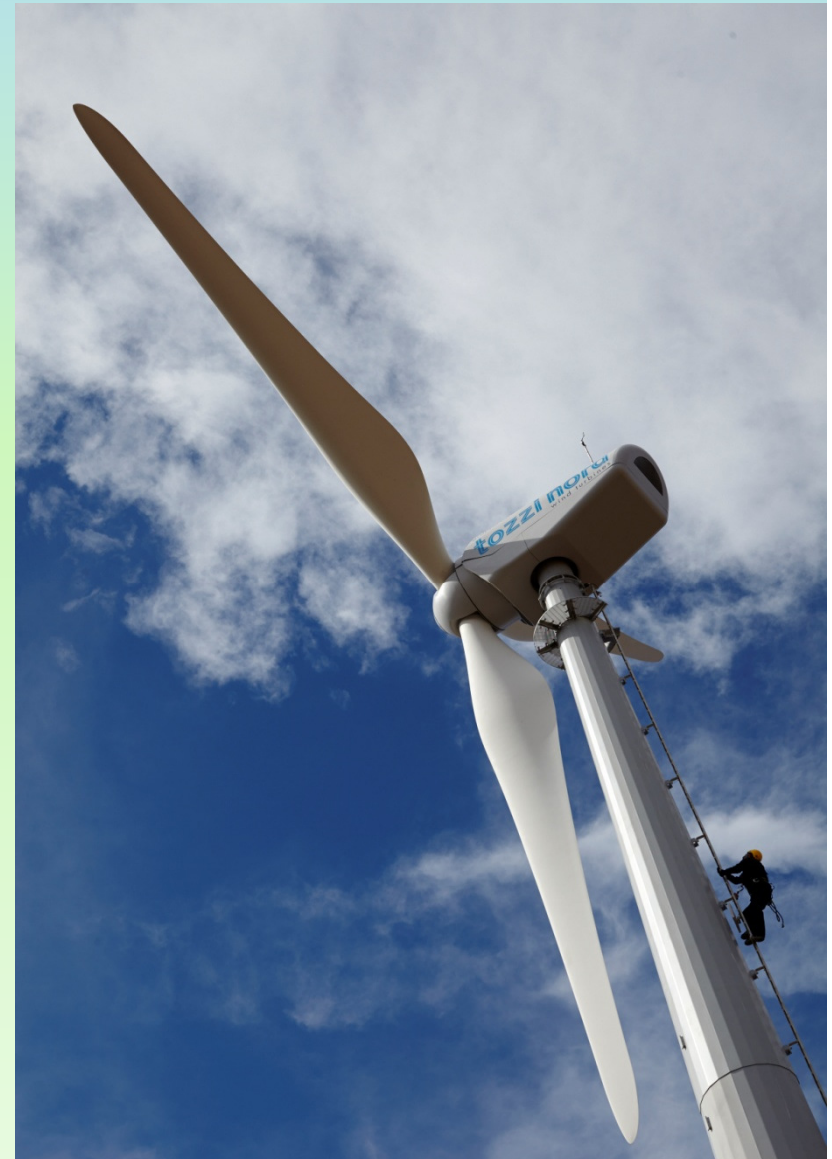


VICTORY 24 – 60KW

Typ	VICTORY 24 - 60
PM Synchron-Generator	60kW
Nenn-Windgeschwindigkeit	Bereits ab 8m/s
Anlaufgeschwindigkeit	2,5 m/s
Abschaltgeschwindigkeit	20 m/s
Rotor-Ø	24,0 m
Überstrichene Rotorfläche	452 m²
Drehzahl	10 – 43 U/min
Netz-Anschluss	3-phasig, 400V
Geschwindigkeitskontrolle	Pitch, SPS + Windmesser
Bremsen Sicherheitsmechanismus	1. Aerodynamisch Pitch 2. Scheibenbremse, hydraulisch

Jahresertrag	
bei m/s	kWh *
4,0	116.000
5,0	181.900
6,0	240.000
7,0	288.800
8,0	325.600
* Abhängig von Turbulenzgrad und Windgeschwindigkeitsverteilung	

VICTORY 24 – 60KW



Landwirtschaftlicher Betrieb im Außenbereich

- × Jährlicher Eigenstromverbrauch ca. 60.000kWh
- × Durchschnittliche Windgeschwindigkeit auf 24m Höhe: 5,0m/s
- × Horizontale Windkraftanlage: TN535 auf 24m-Nabenhöhe
Spezielle Schwachwindanlage mit extra großem Rotor
- × Geschätzter Jahresertrag 37.000kWh
- × Investitionskosten komplett ca. 80.000 Euro netto
Bei Eigenleistungen für Fundament und Anschluss

Vorgehensweise:

1. Allgemeine Standortbeurteilung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
2. Bauvoranfrage mit Erfragen ALLER erforderlichen Unterlagen
Vor allem auch seitens der Naturschutzbehörde
3. Zeitgleich Netzanschluss abklären
4. Windmessung und Auswertung
5. Bauantrag, Bestellung der Anlage und der Dokumentation
6. Lieferzeit ca. 2-4 Monate
7. Vorbereitung Fundament und Kabelanschluss
8. Montage, Inbetriebnahme, Netzanschluss



WINDUAL - UNSERE LEISTUNGEN

- × Standortbeurteilung
- × Windmessung
- × Ertragsprognosen
- × Anlagenauswahl
- × Planung
- × Genehmigung
- × Lieferung
- × Montage
- × Inbetriebnahme
- × Service

Vielen Dank für Ihre

Aufmerksamkeit!
www.windkraftanlagen.com
[info@windkraft – anlagen.com](mailto:info@windkraft-anlagen.com)

