

WTN 250i

Technische Beschreibung



Inhaltsverzeichnis

1	Technisches Konzept der WTN 250i	3
1.1	Klimatische Entwurfsdaten	3
1.2	Funktionsprinzip der WTN 250i	3
1.3	Schnitt des Maschinenhauses	4
2	Rotor	5
2.1	Rotornabe	5
2.2	Rotorblatt	5
2.3	Stall-System	5
3	Triebstrang	6
3.1	Hauptwelle und Hauptwellenlager	6
3.2	Getriebe	6
3.3	Kupplung	6
3.4	Generator	6
4	Bremssysteme	6
4.1	Aerodynamische Tipbremsen	6
4.2	Mechanische Bremse	7
5	Windnachführung (Yaw-System)	7
6	Turm und Fundament	7
6.1	Stahlrohrturm	7
6.2	Fundament	7
7	Hilfssystem	7
8	Steuerung und Sicherheit	8
9	Elektrische Anlage	8
10	Betriebsführung	8
11	Technische Daten	9

WTN250i

1 Technisches Konzept der WTN 250i

Die WTN250i ist eine drehzahlvariable, stallgeregelte Windenergieanlage mit einem Rotordurchmesser von 29m und einer Nennleistung von 250kW. Die gesamte Maschine ist für die Klasse II A gemäß IEC 61400-1 ausgelegt.

Die WTN 250i ist eine Weiterentwicklung der seit über 25 Jahren bewährten WTN 200/26.

Die Windenergieanlage kann aus wirtschaftlichen und technischen Gründen auch in Windparks zusammengefasst werden oder als Einheit betrieben werden. Gegebenenfalls sind dann Umspannwerke oder weitere WEAs als Teil eines Windparks zu betrachten.

1.1 Klimatische Entwurfsdaten

Turm, Maschinenhaus und Rotorblätter sind nach nationalen und internationalen Standards für Windenergieanlagen (GL 2010) ausgelegt und zertifiziert.

- Umgebungstemperatur: -20 °C bis +50 °C
- Die WTN 250i ist elektrotechnisch für Standorte bis 1000m Höhe ausgelegt. Darüber hinaus erfolgt eine Verschiebung der Nennleistung bzw. Abstufung.

Die Umgebungstemperatur für die Auslegung der Windenergieanlage bezieht sich auf übliche meteorologische Messungen (2m Höhe über dem Grund im Schatten). Die für die Steuerung relevante Umgebungstemperatur wird außerhalb des Maschinenhauses auf Nabenhöhe gemessen.

1.2 Funktionsprinzip der WTN 250i

Die WTN 250i hat einen Rotor in Luv-Ausrichtung, dessen horizontale Welle doppelt gelagert ist und so für einen ruhigen Betrieb sorgt. Eine Getriebeeinheit übersetzt die Drehzahl auf ein entsprechendes Niveau, so dass die Umwandlung der Windenergie in elektrische Energie mit einem klassischen Drehstrom-Asynchrongenerator erfolgen kann. Soweit geschieht dies auch beim Vorgängermodell, der WTN 250 mit direkter Netzkopplung.

Eine Weiterentwicklung der WTN 250i ist nun die Drehzahlregelung dieser Anlage über einen Vollumrichter. Da durch den aerodynamischen Strömungsabriss (Stallregelung) an den Rotorblättern ab einem bestimmten Verhältnis zwischen Windgeschwindigkeit und Drehzahl eine Leistungsbegrenzung einsetzt, kann durch die Drehzahl-Variabilität auch eine Leistungsregelung realisiert werden, wie sie für die deutsche Netzrichtlinie notwendig ist.

Daneben können durch den Umrichter auch alle weiteren Bedingungen (z.B. Blindleistungsregelung und LVRT) eingehalten werden, wie sie auch in vielen anderen Ländern inzwischen gefordert werden.

Letztendlich kann die WTN 250i in Kombination mit anderen Energiequellen und Speichersystemen auch in Inselnetzen autark eingesetzt werden um somit die Abhängigkeit von Dieselaggregaten zu verringern.

Nach wie vor ist die WTN 250i mit einer unabhängigen „fail-safe“ Tipspitzenbremse ausgestattet, welche durch Zentrifugalkraft ausgelöst und hydraulisch wieder eingefahren wird. Dieses unabhängige System sorgt in jeder Situation für einen sicheren Zustand der Anlage.

Die gesamte WTN 250i ist entsprechend der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zertifiziert und kann somit ohne Einschränkungen das CE – Zeichen vorweisen.

1.3 Schnitt des Maschinenhauses

Das Maschinenhaus beinhaltet die wesentlichen mechanischen Komponenten der WTN 250i:

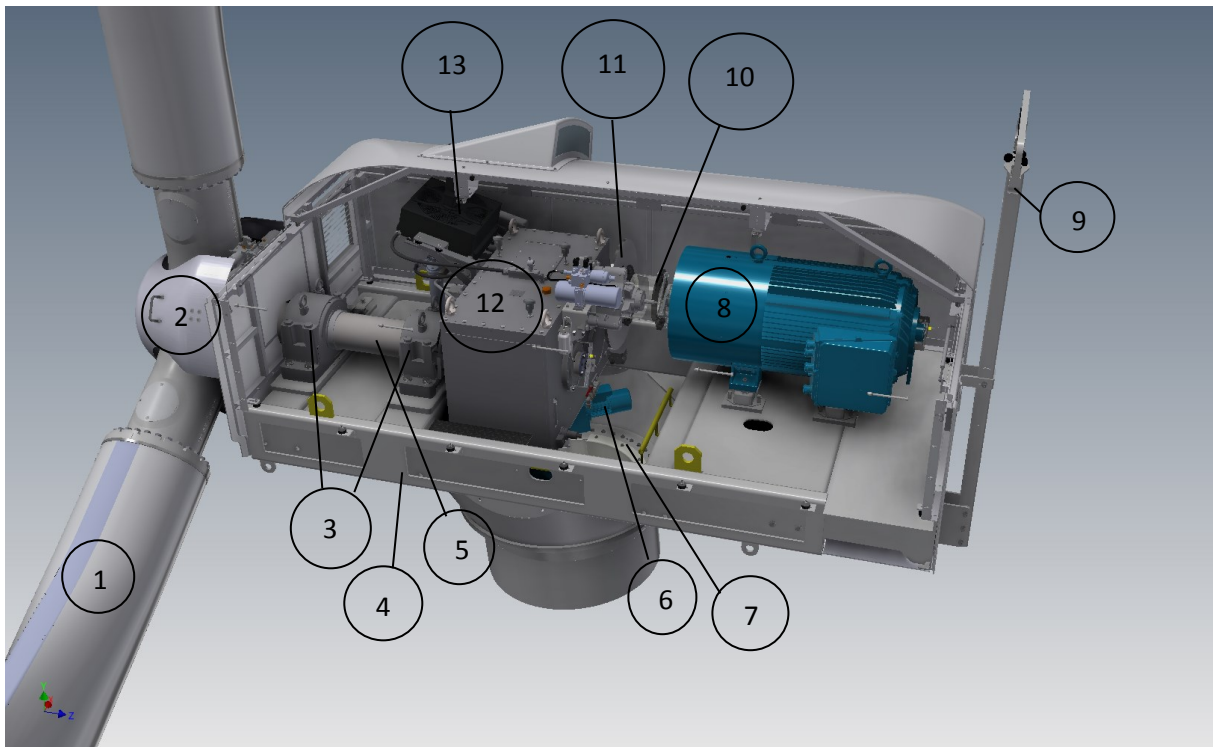


Abbildung 1-1: Übersichtszeichnung des Maschinenhauses

1. Rotorblatt
2. Rotornabe
3. Hauptwellenlager
4. Maschinenträger
5. Hauptwelle
6. Yaw-Getriebe/Antrieb
7. Yaw-Lager
8. Generator
9. Anemometer/ Windfahne
10. Kupplung
11. Rotorbremse
12. Getriebe
13. Ölkühler

WTN250i

2 Rotor

Die kinetische Energie des Windes wird von den Rotorblättern über die Rotornabe auf den Triebstrang übertragen. Die Windenergie wird in eine Rotationsbewegung umgewandelt.

Der Rotor besteht aus drei Rotorblättern, einer Rotornabe und dem hydraulischen Rückstellsystem der aerodynamischen Tipbremse. Bei Bedarf kann der Rotor gesondert arretiert werden, um die Sicherheit bei Wartungsarbeiten zu gewährleisten.

2.1 Rotornabe

Die Nabe ist eine in Gusseisen mit Kugelgraphit gegossene 3-Arm Konstruktion. Weiter wird an der Nabe eine Abdeckung (Spinner) montiert und unter selbiger die hydraulische Vorrichtung zum Einfahren der Tipbremsen.

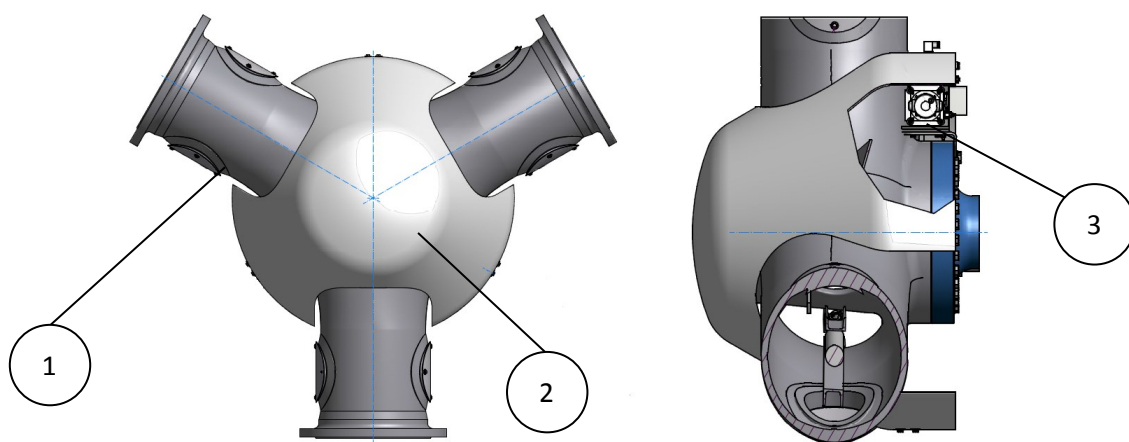


Abbildung 2-1: Aufbau der Rotornabe

1. Rotornabe

2. Spinner

3. Tip-Hydraulik

2.2 Rotorblatt

Die Rotorblätter werden aus Epoxy verklebtem GfK hergestellt. Dieser Werkstoffe zeichnen sich durch die hohe Festigkeit aus. Das aerodynamische Profil für die Rotorblätter ist wenig empfindlich gegen Schmutz und Eis und vermindert daher Leistungsverluste.

Jedes Rotorblatt verfügt über einen Rezeptor in der Blattspitze. Dieses System ist für die Klasse LP 1 ausgelegt und kann somit nahezu weltweit eingesetzt werden.

2.3 Stall-System

Die Leistungsbegrenzung des Rotors der WTN250i wird durch aerodynamisches Abreißen der Strömung an den Rotorblättern bei höheren Windgeschwindigkeiten herbeigeführt. Durch die besondere Bauform des Rotorblattes, kommt es bei zunehmender Windgeschwindigkeit und festgehaltener Umfangsgeschwindigkeit zum Abreißen der Strömung. In diesem passiven Selbstreglungsmechanismus der Leistungsaufnahme des Rotors liegt die einfache und zugleich praktische Bedeutung der Stallregelung.

Diese Form der Leistungsbegrenzung erfordert eine sorgfältig abgestimmte Auslegung der Rotorblattgeometrie und der jeweils gewählten Rotordrehzahl. Die Festig- und Steifigkeit des Rotors ist so gewählt, dass er den hohen aerodynamischen Belastungen standhält.

3 Triebstrang

Der Triebstrang überträgt die Drehbewegung des Rotors auf den Generator. Der Triebstrang besteht aus folgenden wesentlichen Bauteilen:

- Hauptwelle (Abbildung 1-1, Nr. 5)
- Getriebe (Abbildung 1-1, Nr. 12)
- Kupplung (Abbildung 1-1, Nr. 10)
- Generator (Abbildung 1-1, Nr. 8)

Getriebe und Hauptwelle sind direkt miteinander verbunden und stellen eine Einheit da.

3.1 Hauptwelle und Hauptwellenlager

Die Hauptwelle ist als Hohlwelle ausgelegt und durch zwei große Hauptlager am Maschinenträger befestigt. Diese beiden Hauptwellenlager übertragen sämtliche radialen und axialen Kräfte des Rotors auf den Maschinenträger.

3.2 Getriebe

Das Getriebe ist in bewährter Konstruktion als 3-stufiges Stirnradgetriebe ausgelegt und übersetzt die für den Generator erforderliche Drehzahl.

Die Getriebekühlung ist über eine Öl-Luft-Kreislaufkühlung gewährleistet. Hierüber werden auch die Getriebelager und Verzahnung kontinuierlich mit gekühltem Öl versorgt. Diese Schmierung als auch die Getriebelager- und Öltemperatur werden fortwährend überwacht.

3.3 Kupplung

Die Kupplung verbindet die Bremsscheibe am Getriebe mit dem Generator und sorgt dabei auch für eine elektrische Entkopplung (Kriechströme).

3.4 Generator

Der Generator ist ein asynchroner Kurzschlussläufer mit einer Leistung von 250kW bei einer Nenndrehzahl von 1.500U/min. Dabei sorgt ein entsprechend ausgelegter Ventilator für eine angemessene Kühlung. Aber auch hier werden die Lager- und Windungstemperaturen permanent überwacht.

4 Bremssysteme

Die WTN250i ist mit zwei unabhängigen Sicherheitsbremssystemen ausgestattet: Zum einen sind in den Rotorblättern die synchron auslösbaren Tipspitzen integriert. Alternativ dazu kann aber auch eine Scheibenbremse auf der schnelllaufenden Getriebewelle die Anlage bis zum totalen Stopp-Zustand bringen.

4.1 Aerodynamische Tipbremsen

Das Abbremsen des Rotors erfolgt in erster Linie über das Verdrehen der Rotorblattspitzen (der Tipbremsen). Jedes Rotorblatt verfügt über eine verstellbare Blattspitze, die bei Bedarf leicht ausfährt und sich dabei um 90° verdreht. Diese Tripbremsen werden über ein Hydrauliksystem in Position gehalten. Durch einen Druckverlust wird das Bremssystem ausgelöst. Dies geschieht sowohl passiv bei Überdrehzahl als auch aktiv durch den Controller.

WTN250i

4.2 Mechanische Bremse

Die Scheibenbremse an der schnellen Getriebewelle ist hydraulisch zwangsgeöffnet und schließt sich somit bei jeglichem Verlust des Hydraulikdrucks. Sie ist mit einer Zustands- und Verschleißmessung ausgestattet um vorrausschauend die Bremsbelege nachstellen bzw. austauschen zu können.

5 Windnachführung (Yaw-System)

Die Windrichtung wird kontinuierlich auf Nabenhöhe gemessen. Dazu ist eine Windfahne am Heck des Gondelgehäuses montiert.

Weicht die Ausrichtung des Maschinenhauses über einen zulässigen Grenzwert von der Windrichtung ab, wird das Maschinenhaus aktiv nachgeführt. Die Nachführung erfolgt über zwei Yawantriebe, welche auf dem Maschinenträger der Gondel montiert sind. Sie bestehen jeweils aus einem Planetengetriebe, Drehstrombremsmotor und dem Antriebsritzel. Die Antriebsritzel greifen in die Außenverzahnung der Yawdrehverbindung.

Die Nachführmotoren sind als Bremsmotoren ausgeführt und dienen somit auch der Fixierung der Anlage.

6 Turm und Fundament

6.1 Stahlrohrturm

Die WTN250i kann auf einem Stahlrohrturm für verschiedene Nabenhöhen und Windzonen errichtet werden.

Um Transport und Aufbau der WTN 250i zu vereinfachen, ist der Turm entsprechend der jeweiligen Höhe segmentiert. Zudem kann ein Gittermast oder eine gekantete Rohrturmvariante eingesetzt werden, die es möglich macht die komplette Anlage in 40ft Container zu verladen. So kann die WTN 250i auch zu schwer erreichbaren Standorten transportiert werden.

Die Steigleiter mit Fallschutzsystem sowie Ruhe- und Arbeitsplattformen innerhalb des Turmes ermöglichen einen wettergeschützten und sicheren Aufstieg in das Maschinenhaus.

6.2 Fundament

Die Fundamentkonstruktion und Eigenschaften sind von den jeweiligen Bodenverhältnissen vom vorgesehenen Standort abhängig. Zur Verankerung des Turmes ist im Fundament ein entsprechender Anker eingearbeitet. Dieser gehört zum Lieferumfang der WTN 250i.

7 Hilfssystem

Getriebe, Generator und Umrichter der WTN 250i haben voneinander unabhängige Kühl- bzw. Heizsysteme, um auch extremen klimatischen Bedingungen gerecht zu werden. Dadurch ist es möglich die WTN 250i auch in tropischen Regionen zum Einsatz zu bringen.

8 Steuerung und Sicherheit

Die Steuerung der WTN 250i übernimmt ein leistungsfähiger Controller (SPS). An seinen Eingängen liegen kontinuierlich alle Zustandsdaten der Anlagenkomponenten an und werden ausgewertet. Sollten hier Daten außerhalb der festgelegten Parameter liegen oder fehlen, wird die Anlage durch das integrierte Sicherheitssystem in einen sicheren Zustand gebracht. Gleiches passiert auch wenn die Steuerung selbst ein Fehlverhalten aufweisen sollte.

9 Elektrische Anlage

Die elektrische Anlage teilt sich in den elektrischen Erzeugungsstrang und die Anlagensteuerung auf.

Die Anlagensteuerung beinhaltet alle Stellmotoren, Sensoren, Aktoren, die Beleuchtung und Sicherheitssysteme, die Steuerung selbst sowie alle zugehörigen Kabel.

Der elektrische Erzeugungsstrang beginnt beim Generator. Dieser wird über die Leistungskabel mit dem Umrichter verbunden, der im Turmfuß aufgestellt wird. Der Umrichter wandelt die Generatorleistung dann in eine netzkonforme Spannungsform. Vom Umrichter aus verlaufen wiederum Leistungskabel zum Transformator oder zur Messvorrichtung des Netzbetreibers.

Die gesamte elektrische Anlage entspricht dem aktuellen Stand der Technik und den jeweiligen Landesvorschriften.

10 Betriebsführung

Die Betriebsführung der WTN 250i wird gesondert vertraglich geregelt.

Die WTN 250i selbst stellt alle Daten und Steuerungsmöglichkeiten für die Betriebsführung zur Verfügung. Diese können vor Ort mit Hilfe eines Displays eingesehen bzw. genutzt und gleichzeitig automatisiert an ein Internet-Portal gesendet werden. Zusätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten Alarmmeldungen absetzen zu lassen.

Wind Technik Nord kann einen 365 Tage 24 Stunden SCADA Service anbieten, so dass auf verschiedenste Ereignisse sofort reagiert werden kann. Dies wird ergänzt durch einen Wartungs- und Servicevertrag, den Wind Technik Nord bzw. seine lokalen Vertretungen hierzu separat anbieten.

Vor allem in Deutschland empfehlen wir die Nutzung unseres Vollwartungskonzeptes, so dass sich jederzeit jemand um Ihre WTN 250i kümmert und somit eine hohe Verfügbarkeit erzielt werden kann.

WTN250i

11 Technische Daten

Eckdaten	
Umgebungstemperatur	-20 ° C bis +50 °C
Windklasse	II A gemäß IEC 61400-1
Nabenhöhe	30 m bis 50 m

Technische Konzeption	
Typ	3-Blatt-Rotor mit horizontaler Achse, Luv-Läufer
Leistungsregelung	Über Drehzahlregelung sowie aerodynamischen Strömungsabriss (Stall)
Nennleistung	250kW
Nennleistung ab Windgeschwindigkeit	14,0 m/s
Nennzahl des Rotors	40 min ⁻¹
Einschaltgeschwindigkeit	3 m/s
Abschaltgeschwindigkeit	25 m/s
Wiedereinschaltgeschwindigkeit	20 m/s
rechnerische Lebensdauer	20 Jahre

Rotor	
Rotordurchmesser	29m
überstrichene Fläche	661 m ²
Max. Blattspitzengeschwindigkeit	60,5 m/s
Nennleistung/Fläche	378 W/m ²
Neigungswinkel der Rotorachse	4°
Konuswinkel der Rotorblätter	0°

Rotorblatt	
Material	GFK
Gesamtlänge	13.39 m

Getriebe	
Typ	Stirnradgetriebe
Nennleistung	250 kW
Übersetzungsverhältnis	1:38

WTN250i

Elektrische Anlage	
Nennleistung P_{nG}	250kW
Nennspannung	400 V im Δ bei 1500 min^{-1}
Nennstrom I_{nG} bei P_{nG}	423 A
Nennscheinleistung S_{nG} bei P_{nG}	293 kVA
Leistungsfaktor bei P_{nG}	Regelbar
Frequenz	50 Hz

Generator	
Schutzart	IP 55
Nennleistung	250 kW
Nennspannung	690V
Frequenz	50 Hz
Drehzahlbereich	$400 - 1510 \text{ min}^{-1}$
Pole	4

Aerodynamische Bremse	
Typ	ausdrehbare Tipspitzenbremse, fliehkraftwirkend und hydraulisch eingefahren

Mechanische Bremse	
Typ	hydraulisch zwangsgeöffnete Scheibenbremse
Anordnung	auf der schnellen Welle

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1-1: Übersichtszeichnung des Maschinenhauses	4
Abbildung 2-1: Aufbau der Rotornabe	5