

3.1 Beschreibung der zum Betrieb erforderlichen technischen Einrichtungen und Nebeneinrichtungen sowie der vorgesehenen Verfahren

Siehe Anlage

Anlagen:

- K1_2_02_WP-Brilon-Rep_Koordinatenliste.pdf
- K3_1_01_WP_Brilon-Rep_Technische Beschreibung E-175 EP5 E2.pdf

WEA-Nr.	Standort		genehmigt aber nicht errichtet				Typenänderung auf			
	Koordinaten ETRS89 / UTM (Zone 32N)	Gemarkung / Flur / Flurstücke	Typ	Nenn- leistung [kW]	Naben- höhe [m]	Rotor- durch- messer [m]	Typ	Nenn- leistung [kW]	Naben- höhe [m]	Rotor- durch- messer [m]
VS01	478.433 5.700.106	Alme / 22 / 42, 41, 36	Vestas V172 EnVentus	7.200	199	172	ENERCON E175 EP5 E2	7.000	175*	175
VS02	479.349 5.700.104	Madfeld / 20 / 11, 13	Vestas V172 EnVentus	7.200	199	172	entfällt - siehe Verzichtserklärung Kap. 1.3			
VS03	479.075 5.699.893	Madfeld / 20 / 8, 10	Vestas V172 EnVentus	7.200	199	172	ENERCON E175 EP5 E2	7.000	175*	175
VS04	479.829 5.700.215	Madfeld / 20 / 21, 20, 23, 18	Vestas V172 EnVentus	7.200	164	172	ENERCON E175 EP5 E2	7.000	162	175
VS06	478.761 5.700.549	Alme / 21 / 10, 12, 31, 32	Vestas V172 EnVentus	7.200	164	172	ENERCON E175 EP5 E2	7.000	162	175

*174,5m NH + 0,5m Fundamenterhöhung

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage E-175 EP5 E2

Herausgeber

ENERCON Global GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: <http://www.enercon.de>
Geschäftsführer: Uwe Eberhardt, Ulrich Schulze Südhoff
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 202549
Ust.Id.-Nr.: DE285537483

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON Global GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON Global GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON Global GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON Global GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON Global GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D02886524/4.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2025-10-17	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Documentation Department

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
D02881288	Technische Daten E-175 EP5 E2

Inhaltsverzeichnis

1	Produktübersicht	6
2	Komponenten der ENERCON Windenergieanlage	8
2.1	Rotorblätter	8
2.2	Gondel	8
2.2.1	Generator	9
2.3	Turm	9
3	Netzeinspeisesystem	11
4	Sicherheitssystem	14
4.1	Sicherheitseinrichtungen	14
4.2	Sensorsystem	14
5	Steuerung	16
5.1	Windnachführung	16
5.2	Rotorblattverstellung	16
5.3	Start der Windenergieanlage	17
5.3.1	Startvorbereitung	17
5.3.2	Windmessung und Ausrichtung der Gondel	17
5.3.3	Leistungseinspeisung	18
5.4	Betriebsarten	19
5.4.1	Volllastbetrieb	19
5.4.2	Teillastbetrieb	19
5.4.3	Trudelbetrieb	19
5.5	Sicheres Anhalten der Windenergieanlage	20
6	Fernüberwachung	21
7	Wartung	22

Abkürzungsverzeichnis

CFK	Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
FACTS	Flexible Alternating Current Transmission System (Flexibles Wechselstrom-Übertragungssystem)
FT	FACTS Transmission (elektrische Konfiguration mit FACTS-Eigenschaften)
FTQ	FACTS Transmission mit Option Q+ (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich)
FTQS	FACTS Transmission mit Option Q+ und STATCOM-Option (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich und STATCOM-Option)
FTS	FACTS Transmission mit STATCOM-Option (elektrische Konfiguration mit STATCOM-Option)
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (überwachende Steuerung und Datenerfassung)
STATCOM	Static compensator (statischer Kompensator)

1 Produktübersicht



Abb. 1: Produktübersicht

Die Windenergieanlage erzeugt elektrische Energie aus Wind. Der anströmende Wind bewirkt, dass der Rotor sich im Uhrzeigersinn dreht. Die Drehbewegung wird in elektrische Energie umgewandelt. Die Windenergieanlage arbeitet automatisch.

Die Windenergieanlage besteht im Wesentlichen aus dem Turm, aus der drehbaren Gondel mit verstellbaren Rotorblättern und aus elektrischen Komponenten zur Erzeugung und Aufbereitung der elektrischen Energie.

Getriebelos

Das Antriebssystem der Windenergieanlage besteht aus wenigen drehenden Bauteilen. Die Rotornabe und der Rotor des Generators sind ohne Getriebe als feste Einheit miteinander verbunden. Dadurch verringert sich die mechanische Belastung und die technische Lebensdauer wird erhöht. Der Wartungs- und Serviceaufwand wird verringert und die Betriebskosten sinken. Da das Getriebe und andere schnelldrehende Teile entfallen, werden die Energieverluste zwischen Rotor und Generator und die Geräuschemissionen verringert.

Aktive Rotorblattverstellung

Die aktive Rotorblattverstellung begrenzt die Drehzahl des Rotors und die dem Wind entnommene Leistung. Somit wird die maximale Leistung der Windenergieanlage auch kurzfristig exakt auf Nennleistung begrenzt. Durch Verstellen der Rotorblätter in Fahnenstellung wird der Rotor angehalten, ohne dass der Antriebsstrang durch den Einsatz einer mechanischen Bremse belastet wird. Die Energieversorgung für eine Notverstellung der Rotorblätter befindet sich in den Blattverstellschranken.

Indirekte Netzkopplung

Die vom Generator erzeugte elektrische Leistung wird über einen Vollumrichter in das Stromnetz eingespeist. Durch den Vollumrichter wird der Generator vom Netz entkoppelt und die elektrischen Eigenschaften des Generators sind für das Verhalten der Windenergieanlage am Stromnetz unerheblich. Das Netzeinspeisesystem mit Vollumrichter gewährleistet einen maximalen Energieertrag bei hoher Netzverträglichkeit.

Durch die Entkopplung vom Stromnetz kann der Generator bei jeder Windgeschwindigkeit mit einem optimalen Betriebspunkt, z. B. Drehzahl, Leistung, Spannung, betrieben werden.

2 Komponenten der ENERCON Windenergieanlage

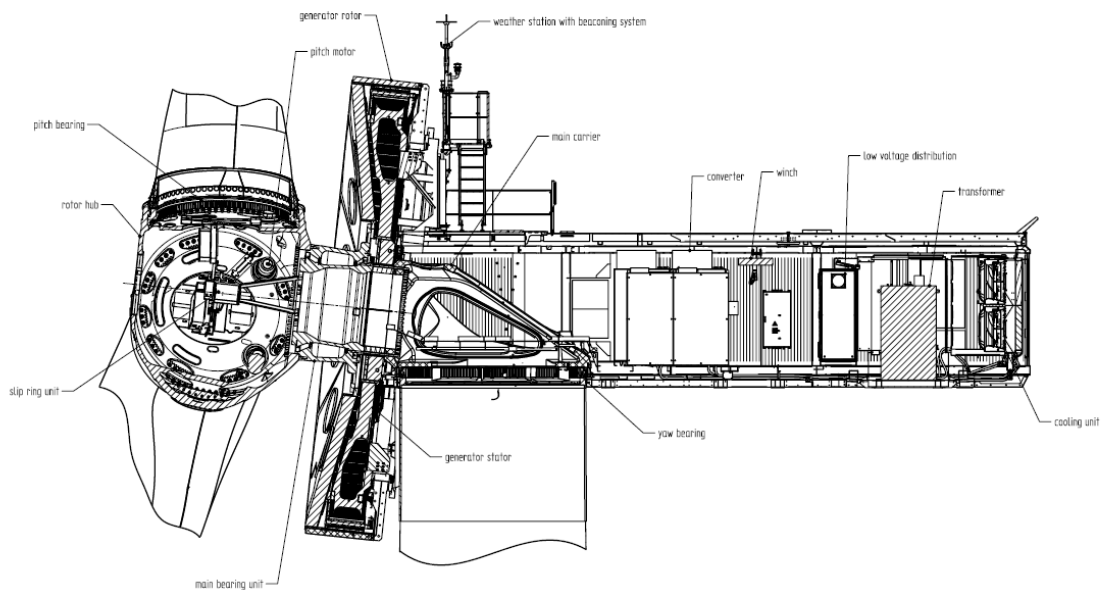


Abb. 2: Gondelschnitt

2.1 Rotorblätter

Die Rotorblätter aus GFK, CFK, Balsaholz und Schaumstoff haben wesentlichen Einfluss auf den Ertrag der Windenergieanlage sowie auf ihre Geräuschemissionen. Form und Profil der Rotorblätter wurden gemäß den folgenden Vorgaben entwickelt:

- hoher Leistungsbeiwert
- lange Lebensdauer
- geringe Geräuschemissionen
- niedrige mechanische Lasten
- effizienter Materialeinsatz

Die Rotorblätter der Windenergieanlage sind speziell für den Betrieb mit variabler Rotorblattverstellung und variabler Drehzahl ausgelegt. Die Oberflächenbeschichtung auf Polyurethanbasis schützt die Rotorblätter vor Umwelteinflüssen wie z. B. UV-Strahlung und Erosion. Die Beschichtung ist sehr abriebfest und zähhart.

Die 3 Rotorblätter werden jeweils durch voneinander unabhängige mikroprozessorgesteuerte Rotorblattverstellereinheiten verstellt. Der eingestellte Blattwinkel wird über je 2 Blattwinkelmessungen ständig überprüft und die 3 Blattwinkel werden einzeln verstellt. Dies ermöglicht eine schnelle und präzise Einstellung der Blattwinkel entsprechend den vorherrschenden Windverhältnissen.

2.2 Gondel

Die Rotornabe dreht sich auf 2 Rotorlagern um den feststehenden Achszapfen. An der Rotornabe sind u. a. die Rotorblätter und der Generator-Rotor befestigt. Der Schleifringübertrager befindet sich an der Spitze des Achszapfens. Er überträgt über Schleifkontakte elektrische Energie und Daten zwischen dem feststehenden und dem rotierenden Teil der Gondel.

Das tragende Element des feststehenden Generator-Stators ist der Statorträger. Der Sta-

torträger ist fest mit dem Maschinenträger verbunden. Der Stator trägt die elektrischen Windungen, in denen der elektrische Strom induziert wird.

Der Maschinenträger ist das zentrale tragende Element der Gondel. An ihm sind direkt oder indirekt alle Teile des Rotors und des Generators befestigt. Der Maschinenträger ist über das Azimutlager drehbar auf dem Turmkopf gelagert. Mit den Azimutantrieben kann die gesamte Gondel gedreht werden, damit der Rotor stets optimal zum Wind ausgerichtet ist.

Die Maschinenhausverkleidung ist aus mehreren Teilstücken gefertigt und mittels Stahlprofilen an der Gondelbühne befestigt.

2.2.1 Generator

In der Windenergieanlage kommt ein permanenterregter Synchrongenerator zum Einsatz. Zur optimalen Ausnutzung des Windenergiepotentials bei allen Windgeschwindigkeiten arbeitet die Windenergieanlage mit variabler Drehzahl. Dadurch produziert der Ringgenerator Wechselstrom mit schwankender Spannung, Frequenz und Amplitude.

Die Wicklungen im Stator des Generators bilden mehrere voneinander unabhängige Drehstromsysteme. Diese Systeme werden in der Gondel aktiv gleichgerichtet und anschließend von den Wechselrichtern wieder in Drehstrom mit netzkonformer Spannung, Frequenz und Phasenlage umgerichtet. Der Transformator in der Gondel transformiert die erzeugte Spannung auf das Niveau des Stromnetzes, in das der Strom eingespeist wird. Über die Mittelspannungsschaltanlage wird der Transformator mit dem aufnehmenden Stromnetz zusammengeschaltet.

Demzufolge ist der Generator nicht direkt mit dem aufnehmenden Stromnetz des Energieversorgungsunternehmens verbunden, sondern durch den Vollumrichter vom Netz entkoppelt.

2.3 Turm

Der Turm der Windenergieanlage ist ein Stahlrohrturm, ein Hybrid-Stahlurm oder ein Hybridturm.

Der Stahlrohrturm ist eine Röhre aus Stahlblech, bestehend aus wenigen großen Stahlsektionen. Je nach Turmvariante kann die unterste Stahlsektion einteilig oder in mehrere Längselemente unterteilt sein. Die Längselemente werden zunächst am Aufstellort zu einer Stahlsektion verbunden. Die oberen Stahlsektionen sind einteilig. An den Enden der Stahlsektionen sind Flansche mit Bohrungen für die Montage angeschweißt. Die Stahlsektionen werden am Aufstellort aufeinandergestellt und miteinander verschraubt. Die Verbindung zum Fundament wird mithilfe eines Fundamentkorbs hergestellt.

Der Hybrid-Stahlurm ist eine Röhre aus Stahlblech, bestehend aus wenigen großen Stahlsektionen. Die unteren Stahlsektionen sind in mehrere gekantete Sektionsbleche unterteilt. Die oberen Stahlsektionen sind einteilig. Die gekanteten Sektionsbleche werden zunächst am Aufstellort zu Stahlsektionen zusammengeschraubt. Die einzelnen Stahlsektionen werden am Aufstellort aufeinandergestellt und miteinander verschraubt. Dies geschieht bei den längsgeteilten Stahlsektionen durch Verbindungsbleche und bei den einteiligen Stahlsektionen durch Flanschverbindungen. Die Verbindung zum Fundament wird mithilfe eines Fundamentkorbs hergestellt.

Der Hybridturm besteht im unteren Teil aus Betonsegmenten und im oberen Teil aus Stahlsektionen. Die Betonsegmente werden am Aufstellort aus Fertigteilen zusammengesetzt und aufeinandergestellt. Die oberen Stahlsektionen werden aufgesetzt und verschraubt. In vertikaler Richtung werden die Betonsegmente durch Spannglieder aus Spannstahl vorgespannt. Die Spannglieder verlaufen entweder vertikal durch Kanäle in den Betonsegmenten oder extern an der Turminnenwand. Sie sind im Turmfundament verankert.

Alle Türme werden bereits im Werk mit dem fertigen Anstrich bzw. Witterungs- und Korrosionsschutz versehen, sodass nach der Montage möglichst keine weiteren Arbeiten an der Turmoberfläche anfallen.

3 Netzeinspeisesystem

Der Permanentmagnet-Synchrongenerator ist über das Netzeinspeisesystem mit dem Netz gekoppelt. Dieses System besteht im Wesentlichen aus einem modularen Gleich- und Wechselrichtersystem mit jeweils einem gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis.

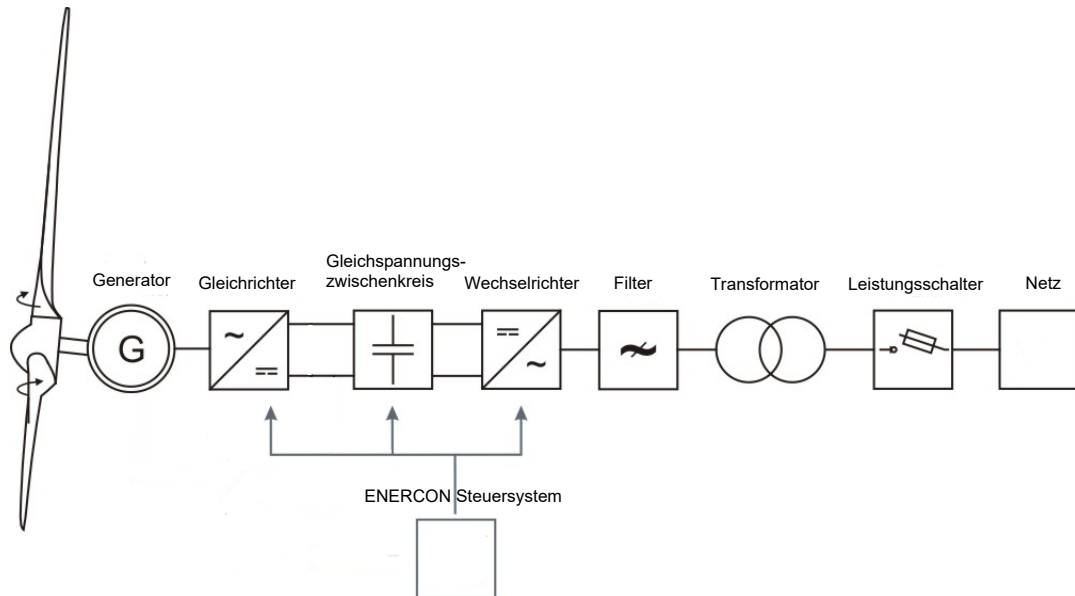


Abb. 3: Vereinfachtes elektrisches Diagramm einer Windenergieanlage

Das Netzeinspeisesystem wird – ebenso wie die Rotorblattverstellung – von dem Betriebsführungssystem mit den Zielen maximaler Energieertrag und hohe Netzverträglichkeit angesteuert.

Durch die Entkopplung von Generator und Netz kann die gewonnene Leistung optimal übertragen werden. Abrupte Änderungen der Windgeschwindigkeit wirken sich als kontrollierte Änderung der eingespeisten Leistung auf der Netzseite aus. Analog wirken sich eventuelle Störungen im elektrischen Netz praktisch nicht auf die mechanische Seite der Windenergieanlage aus. Die eingespeiste elektrische Leistung der Windenergieanlage kann von 0 kW bis zur Nennleistung exakt geregelt werden.

Im Allgemeinen werden die Merkmale, die eine bestimmte Windenergieanlage bzw. ein bestimmter Windpark hinsichtlich des Anschlusses an das aufnehmende Stromnetz aufweisen muss, vom Betreiber des Stromnetzes vorgegeben. Um unterschiedliche Forderungen erfüllen zu können, sind ENERCON Windenergieanlagen in verschiedenen Konfigurationen lieferbar.

Das Wechselrichtersystem in der Gondel wird je nach Anlagenkonfiguration ausgelegt. Ein Transformator in der Gondel wandelt die Niederspannung in die gewünschte Mittelspannung um.

Blindleistung

Die Windenergieanlage kann mit der standardmäßigen FACTS-Steuerung bei Bedarf Blindleistung bereitstellen und somit zur Blindleistungsbilanz und Spannungshaltung im Netz beitragen. Der maximale Blindleistungsstellbereich variiert je nach Windenergieanlagenkonfiguration.

Konfiguration FT

Die Windenergieanlage ist standardmäßig mit der FACTS-Technologie ausgerüstet, die die hohen Anforderungen spezifischer Netzkodizes erfüllt. Sie kann gestörte Systemzustände im Netz (Unterspannung, Überspannung, Kurzunterbrechungen etc.) mit einer Fehlerdauer von wenigen Sekunden durchfahren und somit während eines Fehlerzustands mit dem Netz verbunden bleiben.

Überschreitet die gemessene Spannung am Referenzpunkt einen definierten Grenzwert, wechselt die Windenergieanlage von dem Normalbetrieb in einen speziellen Fehlerbetriebsmodus.

Nach Fehlerklärung kehrt die Windenergieanlage in den Normalbetrieb zurück und speist die verfügbare Leistung in das Netz ein. Kehrt die Spannung nicht innerhalb einer einstellbaren Zeit in den für den Normalbetrieb zulässigen Betriebsbereich zurück, wird die Windenergieanlage vom Netz getrennt.

Bei Durchfahren des Netzfehlers gibt es verschiedene Fehlermodi mit unterschiedlichen Strategien der Einspeisung eines zusätzlichen Blindstroms während des Netzfehlers. Die Steuerungsstrategien beinhalten wiederum unterschiedliche Einstellmöglichkeiten für die Fehlerarten.

Die Auswahl einer geeigneten Steuerungsstrategie basiert auf spezifischen Projekt- und Netzanschlussbedingungen, die von dem zuständigen Netzbetreiber bestätigt werden müssen.

Konfiguration FTS

Konfiguration FT mit Option STATCOM

Wie Konfiguration FT, jedoch befähigt STATCOM die Windenergieanlage zusätzlich, Blindleistung abzugeben und aufzunehmen unabhängig davon, ob sie selbst Wirkleistung erzeugt und ins Netz einspeist. Ähnlich einem Kraftwerk kann sie damit das Stromnetz jederzeit aktiv stützen. Ob die Konfiguration eingesetzt werden kann, muss am jeweiligen Projekt geprüft werden.

Konfiguration FTQ

Konfiguration FT mit Option Q+

Die Konfiguration FTQ besitzt alle Eigenschaften der Konfiguration FT. Darüber hinaus verfügt sie über einen erweiterten Blindleistungsbereich.

Konfiguration FTQS

Konfiguration FT mit Optionen Q+ und STATCOM

Die Konfiguration FTQS besitzt alle Eigenschaften der Konfigurationen FTQ und FTS.

Frequenzschutz

ENERCON Windenergieanlagen können in Netzen mit einer Nennfrequenz von 50 Hz oder auch 60 Hz eingesetzt werden.

Der Arbeitsbereich der Windenergieanlagen ist durch einen unteren und oberen Grenzwert für die Frequenz vorgegeben. Über- und Unterfrequenzereignisse am Referenzpunkt der Windenergieanlage führen zum Auslösen des Frequenzschutzes und nach Ablauf der Verzögerungszeit von maximal 60 s zum Abschalten der Windenergieanlage.

Leistungs-Frequenz-Regelung

Kommt es aufgrund einer Netzstörung zu einer kurzfristigen Überfrequenz, kann die Windenergieanlage ihre Leistungseinspeisung dynamisch reduzieren, um einen Beitrag zur Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Erzeuger- und Verbundnetz zu leisten.

Die eingespeiste Wirkleistung kann im Normalbetrieb vorbeugend begrenzt werden. Im Fall einer Unterfrequenz wird dann die durch diese Begrenzung vorgehaltene Leistung zur Frequenzstabilisierung bereitgestellt. Die Charakteristik dieser Regelung kann sehr flexibel an verschiedenste Anforderungen angepasst werden.

4 Sicherheitssystem

Die Windenergieanlage verfügt über eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Einrichtungen, die dazu dienen, die Windenergieanlage dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten. Neben Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlagen gewährleisten, zählt hierzu ein komplexes Sensorsystem. Dieses erfasst ständig alle relevanten Betriebszustände der Windenergieanlage und stellt die entsprechenden Informationen über das Fernüberwachungssystem ENERCON SCADA bereit.

Die Steuerung der Windenergieanlage erkennt mit den Sensoren eine Störung und versucht, die Windenergieanlage mit verminderter Leistung weiter zu betreiben. Wird dadurch der die Störung verursachende Fehler nicht beherrscht, wird die Windenergieanlage von der Sicherheitssteuerung in den sicheren Zustand gebracht.

4.1 Sicherheitseinrichtungen

Not-Halt-Taster

In der Windenergieanlage befinden sich in der Bedieneinheit im Turmfuß, am Gondelsteuerschrank, gegebenenfalls im Turmeingangsbereich und an weiteren Positionen Not-Halt-Taster. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters werden die Rotorblätter notverstellt. Dadurch wird der Rotor aerodynamisch gebremst. Ein Not-Halt schaltet die Windenergieanlage nur teilweise spannungsfrei.

Weiterhin versorgt werden:

- die Befeuerung
- die Beleuchtung
- die Steckdosen

4.2 Sensorsystem

Kontrolle der Sensoren

Die Funktionstüchtigkeit aller Sensoren wird entweder im laufenden Betrieb regelmäßig durch die Windenergieanlage selbst oder, wo dies nicht möglich ist, im Zuge der Wartung kontrolliert.

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter. Die entsprechenden Informationen stellt das Sensorsystem über ein Fernüberwachungssystem bereit. Die Steuerung der Windenergieanlage wertet die Signale aus und steuert die Windenergieanlage so, dass die aktuell verfügbare Windenergie optimal ausgenutzt wird und dabei die Sicherheit des Betriebs gewährleistet ist.

Redundante Sensoren

Um eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der gemeldeten Werte zu ermöglichen, sind für einige Betriebszustände redundante Sensoren eingebaut. Ein defekter Sensor wird zuverlässig erkannt und kann repariert oder durch die Aktivierung eines Reservesensors ersetzt werden. Die Windenergieanlage kann dadurch in der Regel ohne sofortigen Serviceeinsatz sicher weiter betrieben werden.

Drehzahlüberwachung

Die Steuerung der Windenergieanlage regelt durch Verstellung des Blattwinkels die Rotordrehzahl so, dass die Nenndrehzahl auch bei sehr starkem Wind nicht nennenswert überschritten wird. Wenn die Nenndrehzahl dennoch um einen festgelegten Wert überschritten wird, hält die Steuerung der Windenergieanlage die Windenergieanlage an. Die Windenergieanlage kann über das Fernüberwachungssystem neu gestartet werden.

Wenn ein Fehler vorliegt, wird die Windenergieanlage durch eine Notverstellung angehalten.

Luftspaltüberwachung

Der Luftspalt zwischen Rotor und Stator des Generators darf eine bestimmte Breite nicht unterschreiten. Der Luftspalt wird durch eine dedizierte Sensorik überwacht. Wenn der Luftspalt einen bestimmten Wert unterschreitet, hält die Windenergieanlage an. Die Windenergieanlage kann neu gestartet werden, sobald die Ursache beseitigt wurde.

Temperaturüberwachung

Temperatursensoren erfassen kontinuierlich die Temperatur an Komponenten, die vor hohen Temperaturen geschützt werden müssen. Zudem werden einige Komponenten der Windenergieanlage gekühlt.

Wenn die Auslegungstemperaturen der Komponenten erreicht werden, drosselt die Windenergieanlage die Leistung. Bei zu hohen Temperaturen hält die Windenergieanlage an. Nach dem Abkühlen und der Untersuchung der Ursache kann die Windenergieanlage wieder in Betrieb genommen werden.

Überwachung der Kabelverdrillung

Die Turmkabel haben im oberen Turmbereich so viel Bewegungsspielraum, dass die Gondel nach links und rechts gedreht werden kann, ohne dass die Turmkabel dabei beschädigt werden und überhitzen. Je nach Grad der Verdrillung und Höhe der Windgeschwindigkeit entscheidet die Steuerung der Windenergieanlage, wann die Turmkabel entdrillt werden müssen.

5 Steuerung

Die Steuerung der Windenergieanlage beruht auf einem speicherprogrammierbaren Steuerungssystem, das über Sensoren sämtliche Komponenten der Windenergieanlage sowie Daten, wie Windrichtung und Windgeschwindigkeit, abfragt und die Betriebsweise der Windenergieanlage entsprechend anpasst. Der aktuelle Status der Windenergieanlage und eventuelle Störungen werden im Anlagendisplay im Turmfuß und in der Gondel angezeigt.

5.1 Windnachführung

Auf dem Turmkopf befindet sich das Azimutlager mit einem Zahnkranz. Das Azimutlager ermöglicht die Drehung und somit die Windnachführung der Gondel.

Ist die Abweichung zwischen der Windrichtung und der Richtung der Rotorachse größer als der vorgegebene zulässige Maximalwert, wird die Gondel durch die Azimutantriebe dem Wind nachgeführt. Die Steuerung der Azimutmotoren gewährleistet ein sanftes Anlaufen und Bremsen. Die Steuerung überwacht die Windnachführung. Erkennt sie Unregelmäßigkeiten, wird die Windnachführung deaktiviert und die Windenergieanlage angehalten.

5.2 Rotorblattverstellung

Funktionsprinzip

Das Blattverstellungssystem ändert die Position der Rotorblätter und damit den Anstellwinkel, mit dem die Luft das Blattprofil anströmt. Mit dem Blattwinkel ändert sich der Auftrieb des Rotorblatts und damit auch die Kraft, mit der der Rotor gedreht wird.

Im Automatikbetrieb (Normalbetrieb) wird der Blattwinkel so eingestellt, dass einerseits die im Wind enthaltene Energie optimal ausgenutzt wird und andererseits keine Überlastung der Windenergieanlage eintritt; ggf. werden dabei auch Randbedingungen wie Schalloptimierung eingehalten. Außerdem ermöglicht das Blattverstellungssystem das aerodynamische Abbremsen des Rotors.

Erreicht die Windenergieanlage ihre Nennleistung, dreht das Blattverstellungssystem die Rotorblätter bei weiter steigender Windgeschwindigkeit gerade so weit aus dem Wind, dass die Rotordrehzahl und die vom Wind aufgenommene und vom Generator umzusetzende Leistung die Nennwerte nicht oder nur unwesentlich übersteigen.

Blattwinkel

Besondere Rotorblattstellungen (Blattwinkel):

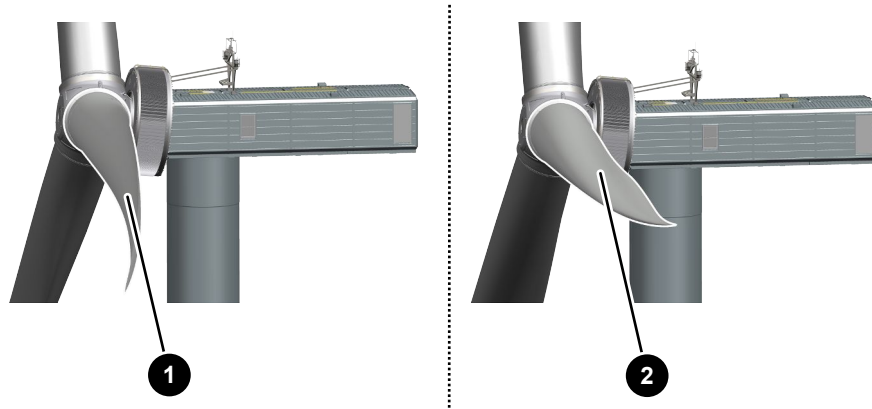


Abb. 4: Besondere Rotorblattstellungen

Rotorblattstellung	Erklärung
1	Stellung im Teillastbetrieb. Die Rotorblätter erzeugen maximalen Auftrieb. Der Rotor dreht sich.
2	Fahnenstellung. Die Rotorblätter erzeugen keinen Auftrieb. Der Rotor wird aerodynamisch gebremst und steht still oder bewegt sich minimal.

5.3 Start der Windenergieanlage

5.3.1 Startvorbereitung

Solange ein Hauptstatus > 0 ansteht, bleibt die Windenergieanlage angehalten. Sobald der Hauptstatus 0 wird, ist die Windenergieanlage bereit und der Startvorgang wird eingeleitet. Sollten bestimmte Randbedingungen für einen Start, wie z. B. das Laden der Notverstellkondensatoren, noch nicht abgeschlossen sein, wird der Status 0:3 Startvorbereitung angezeigt.

Während der Startvorbereitung beginnt eine 150 Sekunden dauernde Windmess- und Ausrichtungsphase der Windenergieanlage.

5.3.2 Windmessung und Ausrichtung der Gondel

Ist die Startvorbereitung abgeschlossen, wird der Status 0:2 Anlage bereit angezeigt.

Sofern sich die Steuerung im Automatikbetrieb befindet, die gemittelte Windgeschwindigkeit größer als ca. 1,8 m/s ist und die Abweichung der Windrichtung ausreichend für eine Windnachführung ist, beginnt die Windenergieanlage sich zum Wind auszurichten. Die Windenergieanlage geht ca. 60 Sekunden nach Abschluss der Startvorbereitung in den Trudelbetrieb über. Die Rotorblätter fahren langsam in den Wind und gleichzeitig werden die Notverstellkondensatoren geprüft.

Ist die Windenergieanlage mit Rotorblattlastsensoren ausgestattet, stoppen die Rotorblätter bei einem Winkel von 70° und führen dort den unter Umständen mehrere Minuten andauernden Abgleich der Rotorblattlastsensoren durch. Während dieser Zeit wird der Status 0:5 Abgleich Load Control angezeigt.

Liegt die mittlere Windgeschwindigkeit in der Zeit der Windmess- und Ausrichtungsphase von ca. 150 Sekunden oberhalb der aktuellen Einschaltwindgeschwindigkeit, beginnt der Startvorgang (Status 0 : 1). Anderenfalls bleibt die Windenergieanlage im Trudelbetrieb (Status 2:1 Windmangel: Windgeschwindigkeit zu niedrig).

Eigenbedarf

Da die Windenergieanlage zu diesem Zeitpunkt keine Wirkleistung erzeugt, wird die für den Eigenbedarf der Windenergieanlage notwendige elektrische Energie aus dem Netz bezogen.

5.3.3 Leistungseinspeisung

Sobald eine ausreichende Zwischenkreisspannung zur Verfügung steht, wird der Einspeisevorgang eingeleitet. Nach Erhöhung der Drehzahl bei ausreichend Wind und bei einem Leistungssollwert > 0 kW werden die Netzschütze (Niederspannungsseite) geschlossen und die Windenergieanlage beginnt mit der Einspeisung in das Netz.

Der Gradient für die Leistungserhöhung (dP/dt) nach einem Netzfehler oder nach einem Normalstart kann in der Steuerung innerhalb eines bestimmten Bereichs festgelegt werden.

5.4 Betriebsarten

Ist der Startvorgang beendet, arbeitet die Windenergieanlage im Automatikbetrieb (Normalbetrieb). Im Automatikbetrieb werden ständig die Windverhältnisse ermittelt, die Rotordrehzahl und die Generatorleistung optimiert, die Gondelposition der Windrichtung angepasst und sämtliche Sensorzustände erfasst.

Um die Stromerzeugung bei unterschiedlichen Windverhältnissen zu optimieren, wechselt die Windenergieanlage im Rahmen des Automatikbetriebs je nach Windgeschwindigkeit zwischen 3 Betriebsarten. Unter bestimmten Umständen hält die Windenergieanlage an, wenn die Konfiguration der Windenergieanlage dies vorsieht. Zusätzlich kann das Energieversorgungsunternehmen, in dessen Netz die erzeugte Energie eingespeist wird, die Möglichkeit bekommen, per Fernsteuerung das Verhalten der Windenergieanlage direkt zu beeinflussen, z. B. um die Einspeisung zeitweilig zu reduzieren.

Die Windenergieanlage wechselt zwischen folgenden Betriebsarten:

- Volllastbetrieb
- Teillastbetrieb
- Trudelbetrieb

5.4.1 Volllastbetrieb

Windgeschwindigkeit $\geq$ Nennwindgeschwindigkeit

Bei und oberhalb der Nennwindgeschwindigkeit hält die Windenergieanlage die Drehzahl des Rotors durch die Rotorblattverstellung auf ihrem Sollwert und begrenzt dadurch die Leistung auf ihren Nennwert.

5.4.2 Teillastbetrieb

Einschaltwindgeschwindigkeit $\leq$ Windgeschwindigkeit $<$ Nennwindgeschwindigkeit

Während des Teillastbetriebs (die Windgeschwindigkeit liegt zwischen Einschalt- und Nennwindgeschwindigkeit) wird die maximal mögliche Leistung aus dem Wind entnommen. Die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe ergeben sich aus der jeweils aktuellen Windgeschwindigkeit. Dabei beginnt die Rotorblattverstellung schon im Grenzbereich zum Volllastbetrieb, um einen kontinuierlichen Übergang zu gewährleisten.

5.4.3 Trudelbetrieb

Windgeschwindigkeit $<$ Einschaltwindgeschwindigkeit

Bei Windgeschwindigkeiten unterhalb der Einschaltwindgeschwindigkeit kann kein Strom ins Netz eingespeist werden. Die Windenergieanlage läuft im Trudelbetrieb, d. h. die Rotorblätter sind weitgehend aus dem Wind gedreht (Blattwinkel $\geq$ ca. 60°), und der Rotor dreht sich langsam oder bleibt bei völliger Windstille stehen.

Durch die langsame Bewegung (Trudeln) werden die Rotorlager weniger belastet als bei längerem Stillstand und eine Wiederaufnahme der Stromerzeugung und -einspeisung bei wieder stärker werdendem Wind ist schneller möglich.

5.5 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage

Die Windenergieanlage kann durch manuellen Eingriff oder automatisch durch die Steuerung angehalten werden.

Die Ursachen werden nach Gefährdung in Gruppen eingeteilt.

Anhalten der Windenergieanlage durch die Rotorblattverstellung

Bei einer nicht sicherheitsrelevanten Störung werden die Rotorblätter über die Steuerung der Windenergieanlage aus dem Wind gedreht, wodurch die Rotorblätter keinen Auftrieb mehr erzeugen und die Windenergieanlage sicher anhält.

Notverstellung

Die Notverstellkondensatoren haben die für eine Notverstellung nötige Energie gespeichert und werden während des Betriebs der Windenergieanlage im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet. Bei einer Notverstellung wird jeder Blattverstellmotor von den zugehörigen Notverstellkondensatoren mit Energie versorgt. Die Rotorblätter fahren geregelt in eine Stellung, in der sie keinen Auftrieb erzeugen, die sogenannte Fahnenstellung.

Da die 3 Rotorblattverstelleinheiten sich sowohl gegenseitig kontrollieren als auch unabhängig voneinander funktionieren, können beim Ausfall einer Komponente die verbliebenen Rotorblattverstelleinheiten weiterhin arbeiten und den Rotor anhalten.

Notbremsung

Wenn ein Not-Halt-Taster gedrückt wird oder wenn bei drehendem Rotor die Rotorarretierung betätigt wird, leitet die Steuerung eine Notbremsung ein.

Dabei wird durch die Notverstellung der Rotorblätter der Rotor innerhalb von bis zu 60 Sekunden von der Nenndrehzahl bis nahezu zum Stillstand gebremst.

6 Fernüberwachung

Standardmäßig sind alle ENERCON Windenergieanlagen über das ENERCON SCADA Edge System mit der regionalen Serviceniederlassung verbunden. Diese kann jederzeit die Betriebsdaten von jeder Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren.

Auch alle Statusmeldungen werden über das ENERCON SCADA Edge System an eine Serviceniederlassung gesendet und dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können.

Die Anbindung der einzelnen Windenergieanlagen läuft über den ENERCON SCADA Edge Server, der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Edge Server installiert.

Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlagen von einer anderen Stelle übernommen werden.

7 Wartung

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlage sicherzustellen, muss diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

Die Windenergieanlagen werden regelmäßig, je nach Anforderung einmal jährlich, gewartet.

Bei der Wartung werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. das Blattverstellsystem, die Windnachführung, die Sicherheitssysteme, das Blitzschutzsystem, die Anschlagpunkte zur Personensicherung und die Sicherheitssteigleiter. Die Schraubverbindungen an den tragenden Verbindungen (Hauptstrang) werden geprüft. Alle weiteren Komponenten werden einer Sichtprüfung unterzogen, bei der Auffälligkeiten und Schäden festgestellt werden. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.

Die Wartungsintervalle und Wartungsumfänge können je nach regionalen Richtlinien und Normen abweichen.

3.2 Angaben zu verwendeten und anfallenden Energien

Siehe Anlage

Anlagen:

- K3_2_01_WP-Brilon-Rep_ Datenblatt E-175 EP5 E2.pdf
- K3_2_02_WP_Brilon-Rep_Eigenbedarf.pdf

Technische Daten E-175 EP5 E2

Allgemein	
Hersteller	ENERCON Global GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich
Typbezeichnung	E-175 EP5 E2
Nennwirkleistung	7000 kW
Rotordurchmesser	175 m
Auslegungslebensdauer	25 Jahre
maximale Standorthöhe ¹	2000 m über Normalhöhennull

Rotor mit Blattverstellungssystem	
Typ	Luvläufer mit aktivem Blattverstellungssystem
Drehrichtung	Uhrzeigersinn (in Windrichtung gesehen)
Rotorblattanzahl	3
Rotorblattlänge	85,98 m
überstrichene Fläche	23840,5 m ²
Rotorblattmaterial	GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff), CFK (kohlenstofffaser-verstärkter Kunststoff), Balsaholz, Schaumstoff
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s (10-min-Mittel)
Konuswinkel	-5°
Rotorachswinkel zur Horizontalen	6°
Blattverstellungssystem	je Rotorblatt ein autarkes elektrisches Stellsystem mit zugeordneter Notstromversorgung

Antriebsstrang mit Generator	
Windenergieanlagenkonzept	getriebelos, variable Drehzahl, Vollumrichter
Rotornabe	starr
Lagerung	2 Kegelrollenlager
Generator	direktgetriebener permanenterregter Synchrongenerator
Schutzart/Isolationsklasse	mindestens IP23/F

Bremsssystem	
aerodynamische Bremse	aerodynamisch über Blattverstellung
Rotorbremse	E-Brake
Rotorarretierung	in 30°-Stufen rastend

Steuerung der Windenergieanlage	
Typ	Mikroprozessor

¹ Höhere Standorte sind möglich, müssen aber projektspezifisch geprüft werden.

Steuerung der Windenergieanlage

Typbezeichnung	PI-CS
Netzeinspeisung	Vollumrichter mit speicherprogrammierbarer Steuerung
Fernüberwachung	ENERCON SCADA Edge
unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	integriert

Turmvarianten

Nabenhöhe ab Geländeoberkante	Gesamthöhe ab Geländeoberkante	Bauart
111,7 m	199 m	Hybrid-Stahlurm
111,9 m	199,7 m	Stahlrohrurm
112,4 m	199,9 m	Stahlrohrurm
132,5 m	220 m	Hybrid-Stahlurm
140,0 m	227,5 m	Stahlrohrurm
162,0 m	249,5 m	Hybridurm
162,0 m	249,5 m	Hybrid-Stahlurm
174,5 m	262,0 m	Hybrid-Stahlurm

Zertifizierte/angestrebte turmspezifische Auslegungsbedingungen

Nabenhöhe ab Geländeoberkante	Windklasse nach IEC ²	Turbulenzkategorie nach IEC ²	50-Jahres-Extremwindgeschwindigkeit in Nabenhöhe (10-min-Mittelwert) nach IEC ²	entspricht einem Lastäquivalent von circa (3-s-Böe)	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe nach IEC ²
111,7 m	II	A	42,50 m/s	59,50 m/s	8,50 m/s
111,9 m ³	II	A	42,50 m/s	59,50 m/s	8,50 m/s
111,9 m ⁴	S	A	42,50 m/s	59,50 m/s	7,00 m/s
112,4 m ⁵	S	A	42,50 m/s	59,50 m/s	7,00 m/s
132,5 m	S	A	40,00 m/s	56,00 m/s	7,20 m/s
140,0 m	III	A	37,50 m/s	52,50 m/s	7,50 m/s
162,0 ⁶ m	S	A	40,27 m/s	56,38 m/s	7,80 m/s
162,0 ⁷ m	S	A	40,27 m/s	56,38 m/s	7,25 m/s
174,5 m	S	A	40,63 m/s	56,88 m/s	7,31 m/s

² Ausgabe der Richtlinie Edition 4

³ E-175 EP5 E2-ST-112-FB-C-01 und E-175 EP5 E2-ST-112-FB-C-02

⁴ E-175 EP5 E2-ST-112-FB-C-03

⁵ E-175 EP5 E2-ST-112-FB-C-04

⁶ Hybridurm

⁷ Hybrid-Stahlurm

Technische Beschreibung

Eigenbedarf

ENERCON Windenergieanlagen

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgeber

ENERCON Global GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: <http://www.enercon.de>
Geschäftsführer: Uwe Eberhardt, Ulrich Schulze Südhoff
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 202549
Ust.Id.-Nr.: DE285537483

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON Global GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON Global GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON Global GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON Global GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON Global GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0215274/24.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2024-07-17	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Validierung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Verbraucher	6
3	Betriebspunkte	7
4	Betriebsbedingungen	8
5	Ergebnisse	9
5.1	Eigenbedarf der Windenergieanlage im Sommer	9
5.2	Eigenbedarf der Windenergieanlage im Winter	11

Abkürzungsverzeichnis

FT	FACTS Transmission (elektrische Konfiguration mit FACTS-Eigenschaften)
FTQ	FACTS Transmission mit Option Q+ (elektrische Konfiguration mit erweitertem Blindleistungsstellbereich)
STATCOM	Static compensator (statischer Kompensator)

Technische Änderungen vorbehalten.

1 Einleitung

ENERCON Windenergieanlagen beziehen im Stillstand wie auch im Trudelbetrieb Wirkleistung aus dem Versorgungsnetz, um die Funktionalität der Steuerung und der Hilfsantriebe aufrecht zu erhalten. Bestimmte Umgebungsbedingungen wie z. B. Windgeschwindigkeit, Windrichtungsänderungen, Umgebungstemperatur oder Luftfeuchtigkeit können Einfluss auf die Höhe des Leistungsbezugs haben. Erzeugt eine Windenergieanlage Wirkleistung, wird der Eigenbedarf von der Windenergieanlage selbst gedeckt.

In diesem Dokument wird der Eigenbedarf der ENERCON Windenergieanlagen im Stillstand wie auch im Trudelbetrieb dargestellt. Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Abschätzungen, die unter Berücksichtigung bestimmter Betriebsbedingungen der Windenergieanlagen ermittelt wurden. Grundlage für die Abschätzungen sind Messungen an den jeweiligen Windenergieanlagentypen mit unterschiedlichen elektrischen Konfigurationen und verschiedenen Varianten des Kühl- und Heizsystems.

2 Verbraucher

Auch wenn eine Windenergieanlage keine Wirkleistung erzeugt, sind einzelne Systeme aktiv und müssen mit elektrischer Energie versorgt werden. Folgende Systeme und Verbraucher verursachen einen signifikanten Teil des Eigenbedarfs der Windenergieanlage:

Tab. 1: Relevante Verbraucher

System	Verbraucher
Grundverbrauch	Steuerungsplatinen
Windnachführung	Azimutmotoren
	Blattverstellmotoren
Kühlsystem	Turmlüfter
	Gondellüfter
	Lüfter-Umrichterschrank
	Flüssigkeitskühlung mit Pumpenmodul und Passivkühler (modellspezifisch)
Heizsystem	Generatortrocknung
	Heizung
	Heizkörper-Umrichterschränke
Blattheizung (projektspezifisch)	Heizregister
	Radialventilator

Tab. 2: Relevante Verluste

System	Verluste
STATCOM	Schaltverluste der Umrichter

Der Energiebezug einer Windenergieanlage mit Blindleistungsexport oder Blindleistungsimport bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten hängt von den projektspezifischen Wetterbedingungen (Wind, Temperatur etc.) ab.

Elektrische Konfiguration

Die Messungen haben gezeigt, dass der Unterschied zwischen den elektrischen Konfigurationen (FT und FTQ) keinen signifikanten Einfluss auf den Eigenbedarf der Windenergieanlagen hat. Daher wird die elektrische Konfiguration nicht berücksichtigt.

3 Betriebspunkte

Für die Ermittlung des Eigenbedarfs werden verschiedene Betriebspunkte berücksichtigt.

Windenergieanlage im Standby

Die Windenergieanlage produziert keine elektrische Energie trotz vorhandener Netzversorgung. Ursachen können z. B. Windmangel oder ein Regelsignal vom Netzbetreiber sein.

Die relevanten Verbraucher sind je nach Bedarf aktiv. Die relevanten Verbraucher sind Windnachführung, Kabelentdrilling, Kühl- und Heizsystem sowie die Blattheizung (projektspezifisch).

Windenergieanlage mit STATCOM

Die Windenergieanlage produziert keine Wirkleistung trotz vorhandener Netzversorgung. Blindleistung wird zur Spannungsregelung und Netzstabilisierung zur Verfügung gestellt. Für die Ermittlung des Eigenbedarfs wird die maximale Blindleistungsbereitstellung im „Absorption“-Betrieb (Import von Blindleistung) betrachtet.

Windenergieanlage nach Netzausfall

Die Windenergieanlage wird nach einem Netzausfall wieder eingeschaltet. Mehrere relevante Verbraucher werden gleichzeitig eingeschaltet, wie z. B. Generatortrocknung, Heizsystem, Windnachführung oder Kühlsystem.

4 Betriebsbedingungen

Um einen möglichst breiten Betriebsbereich abzudecken, werden bestimmte Betriebsbedingungen untersucht.

Sommer

Im Sommer sind neben der Versorgung der Steuerung zeitweise die Windnachführung sowie die Kühlsysteme der Windenergieanlage aktiv.

Winter

Im Winter sind neben der Versorgung der Steuerung zeitweise die Windnachführung sowie die Kühlsysteme aktiv. Die Heizsysteme und die Blattheizung (projektspezifisch) sind besonders bei längeren Standzeiten aktiv.

Um zu den jeweiligen Betriebspunkten eine Aussage zum Eigenbedarf machen zu können, sind in den folgenden zwei Tabellen die relevanten Verbraucher zugeordnet.

Tab. 3: Verbraucher/Verluste im Sommer

Verbraucher/Verluste	im Standby	mit STATCOM	nach Netzausfall
Grundverbrauch	x	x	x
Windnachführung	x	x	x
Kühlsystem	x	x	x
Heizsystem			
Blattheizung (projektspezifisch)			
STATCOM		x	

Tab. 4: Verbraucher/Verluste im Winter

Verbraucher/Verluste	im Standby	mit STATCOM	nach Netzausfall
Grundverbrauch	x	x	x
Windnachführung	x	x	x
Kühlsystem		x	x
Heizsystem	x		x
Blattheizung (projektspezifisch)	x	x	
STATCOM		x	

5 Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Ermittlung des Eigenbedarfs von ENERCON Windenergieanlagen im Stillstand wie auch im Trudelbetrieb als Maximalwert und als 15-Minuten-Mittelwert dargestellt. Dabei werden sowohl die in Kap. 3, S. 7 dargestellten Betriebspunkte, als auch die unter Kap. 4, S. 8 aufgeführten Szenarien berücksichtigt.

Die nachfolgenden Werte können bei einer Windenergieanlage mit gleicher Bezeichnung aber reduzierter Nennleistung geringer sein.

Maximalwerte (Max.)

Bei den Maximalwerten handelt es sich um eine Addition der einzelnen Leistungen, die beim Betrieb der einzelnen Systeme gemessen werden.

15-Minuten-Mittelwerte (15 min)

Bei den 15-Minuten-Mittelwerten handelt es sich um Werte, die unter Berücksichtigung von gewissen Einschaltzyklen der Hilfsaggregate über eine Periode von 15 Minuten entstehen.

5.1 Eigenbedarf der Windenergieanlage im Sommer

Tab. 5: Eigenbedarf der Windenergieanlage im Sommer

Windenergieanlage	im Standby		mit STATCOM		nach Netzausfall	
	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW
E-44 (200 kW) ¹	11	2	-	-	13	3
E-44 (250 kW) ¹	12	2	-	-	14	3
E-44 (500 kW) ¹	13	2	-	-	15	3
E-44 (900 kW)	14	2	23	16	16	3
E-48 (500 kW) ¹	13	2	-	-	15	3
E-48 (800 kW)	14	2	23	16	16	3
E-53 (500 kW) ¹	13	2	-	-	15	3
E-53 (800 kW)	14	2	23	16	16	3
E-70 E4 (1500 kW) ¹	47	9	-	-	52	7
E-70 E4 (2300 kW)	48	9	85	64	53	7
E-82 E2 (2000 kW)	41	8	78	61	46	7
E-82 E2 (2300 kW)	48	9	85	64	53	7
E-82 E4 (2350 kW)	52	10	117	95	57	7
E-82 E4 (3000 kW)	55	10	120	95	60	7
E-92 (2000 kW)	51	9	86	63	67	14
E-92 (2350 kW)	52	9	87	63	68	14
E-101 (3050 kW)	62	11	130	96	77	15
E-101 E2 (3500 kW) ²	64	11	132	96	79	15
E-103 EP2 (2000 kW) ²	51	9	86	63	67	14

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-07-26 10:02

Windenergieanlage	im Standby		mit STATCOM		nach Netzausfall	
	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW
E-103 EP2 (2350 kW) ²	52	9	87	63	68	14
E-115 (3000 kW)	62	11	130	96	85	19
E-115 E2 (3200 kW) ²	62	11	130	96	85	19
E-115 EP3 E3 (2990 kW)	62	11	130	96	85	19
E-115 EP3 E3 (4200 kW)	98	19	192	124	156	32
E-115 EP3 E4 (4260 kW) ²	98	19	192	124	156	32
E-126 (7580 kW)	162	30	260	204	203	34
E-126 EP3 (3000 kW)	95	19	188	122	152	32
E-126 EP3 (3500 kW)	96	19	189	123	153	32
E-126 EP3 (4000 kW)	98	19	192	124	156	32
E-126 EP4 (4200 kW) ²	104	20	200	128	168	34
E-138 EP3 (3500 kW) ²	98	19	192	124	156	32
E-138 EP3 E2 (4200 kW) ²	108	21	210	136	171	35
E-138 EP3 E3 (4260 kW)	108	21	210	136	171	35
E-138 EP3 E4 (4260 kW)	108	21	210	136	171	35
E-136 EP5 (4650 kW) ^{2,4}	74	13	-	-	₃	₃
E-141 EP4 (4200 kW)	104	20	200	128	168	34
E-147 EP5 (4300 kW) ^{2,4}	74	25	-	-	₃	₃
E-147 EP5 E2 (5000 kW) ^{2,4}	74	25	-	-	₃	₃
E-160 EP5 (4600 kW) ^{2,4}	74	16	-	-	₃	₃
E-160 EP5 E2 (5500 kW) ^{2,4}	74	16	-	-	₃	₃
E-160 EP5 E3 (5560 kW) ^{2,4}	74	16	-	-	₃	₃
E-160 EP5 E3 R1 (5560 kW) ^{2,4}	74	16	-	-	₃	₃
E-175 EP5 (6000 kW) ^{2,4}	80	18	-	-	₃	₃
E-175 EP5 E2 (7000 kW) ^{2,4}	80	18	-	-	₃	₃

¹ länder- und projektspezifische Konfigurationen der Windenergieanlage (Verfügbarkeit prüfen)

² vorläufige Daten

³ keine Daten verfügbar

⁴ Bei der Kompensation der statischen Blindleistung des Umrichters ist der Wert höher (bei Stillstand der Windenergieanlage).

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-07-26 10:02

5.2 Eigenbedarf der Windenergieanlage im Winter

Tab. 6: Eigenbedarf der Windenergieanlage im Winter (ohne Blattheizung)

Windenergieanlage	im Standby		mit STATCOM		nach Netzausfall	
	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW
E-44 (200 kW) ¹	6	1	-	-	8	3
E-44 (250 kW) ¹	7	2	-	-	9	3
E-44 (500 kW) ¹	9	2	-	-	11	4
E-44 (900 kW)	13	9	23	16	19	11
E-48 (500 kW) ¹	9	2	-	-	11	4
E-48 (800 kW)	13	9	23	16	19	11
E-53 (500 kW) ¹	9	2	-	-	11	4
E-53 (800 kW)	13	9	23	16	19	11
E-70 E4 (1500 kW) ¹	24	18	-	-	36	23
E-70 E4 (2300 kW)	25	19	85	60	37	24
E-82 E2 (2000 kW)	25	19	78	60	37	24
E-82 E2 (2300 kW)	25	19	85	60	37	24
E-82 E4 (2350 kW)	28	17	115	89	36	23
E-82 E4 (3000 kW)	32	19	118	91	40	25
E-92 (2000 kW)	28	18	72	59	50	28
E-92 (2350 kW)	29	19	73	60	51	29
E-101 (3050 kW)	50	32	130	91	67	41
E-101 E2 (3500 kW) ²	53	34	133	93	70	42
E-103 EP2 (2000 kW) ²	28	18	72	59	50	28
E-103 EP2 (2350 kW) ²	29	19	73	60	51	29
E-115 (3000 kW)	52	31	130	92	75	46
E-115 E2 (3200 kW) ²	52	31	130	92	75	46
E-115 EP3 E3 (2990 kW)	52	31	130	92	75	46
E-115 EP3 E3 (4200 kW)	67	35	170	118	106	59
E-115 EP3 E4 (4260 kW) ²	67	35	170	118	106	59
E-126 (7580 kW)	87	67	260	198	154	96
E-126 EP3 (3000 kW)	67	33	170	116	106	55
E-126 EP3 (3500 kW)	67	34	170	117	106	56
E-126 EP3 (4000 kW)	67	35	170	118	106	59
E-126 EP4 (4200 kW) ²	69	36	177	122	110	61
E-138 EP3 (3500 kW) ²	62	34	155	110	95	55
E-138 EP3 E2 (4200 kW) ²	69	37	170	121	105	61

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-07-26 10:02

Windenergieanlage	im Standby		mit STATCOM		nach Netzausfall	
	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW	Max. in kW	15 min in kW
E-138 EP3 E3 (4260 kW)	69	37	170	121	105	61
E-138 EP3 E4 (4260 kW)	69	37	170	121	105	61
E-136 EP5 (4650 kW) ^{2,4}	97	17	-	-	_ ³	_ ³
E-141 EP4 (4200 kW) ²	69	36	177	122	110	61
E-147 EP5 (4300 kW) ^{2,4}	97	30	-	-	_ ³	_ ³
E-147 EP5 E2 (5000 kW) ^{2,4}	97	30	-	-	_ ³	_ ³
E-160 EP5 (4600 kW) ^{2,4}	97	19	-	-	_ ³	_ ³
E-160 EP5 E2 (5500 kW) ^{2,4}	97	19	-	-	_ ³	_ ³
E-160 EP5 E3 (5560 kW) ^{2,4}	97	19	-	-	_ ³	_ ³
E-160 EP5 E3 R1 (5560 kW) ^{2,4}	97	19	-	-	_ ³	_ ³
E-175 EP5 (6000 kW) ^{2,4}	105	21	-	-	_ ³	_ ³
E-175 EP5 E2 (7000 kW) ^{2,4}	105	21	-	-	_ ³	_ ³

¹ länder- und projektspezifische Konfigurationen der Windenergieanlage (Verfügbarkeit prüfen)

² vorläufige Daten

³ keine Daten verfügbar

⁴ Bei der Kompensation der statischen Blindleistung des Umrichters ist der Wert höher (bei Stillstand der Windenergieanlage).

Wenn die Blattheizung aktiv ist, beträgt die Heizdauer üblicherweise mehrere Stunden. Aus diesem Grund müssen die Nennleistungswerte der Blattheizung (Tab. 7, S. 12) zu den Ergebnissen in den Spalten *im Standby* und *mit STATCOM* dazu addiert werden.

Eigenbedarf der Blattheizung im Winter

In der nachfolgenden Tabelle ist der maximale Leistungsbezug der Blattheizung für die Windenergieanlagen aufgelistet.

Eine Begrenzung der Leistungsaufnahme auf einen geringeren Wert ist möglich. Hierzu müssen entsprechende Einstellungen an der Steuerung der Windenergieanlage vorgenommen werden. Eine Verringerung der Leistungsaufnahme führt jedoch auch zu einer Verringerung der Effektivität der Blattheizung.

Tab. 7: Nennleistung Blattheizung

Windenergieanlage	Nennleistung Blattheizung in kW (Blattheizungsmodul je Rotorblatt) ²
E-44 (200 kW) ¹	15,2
E-44 (250 kW) ¹	15,2
E-44 (500 kW) ¹	15,2
E-44 (900 kW)	15,2
E-48 (500 kW) ¹	15,2
E-48 (800 kW)	15,2

Windenergieanlage	Nennleistung Blattheizung in kW (Blattheizungsmodul je Rotorblatt) ²
E-53 (500 kW) ¹	15,2
E-53 (800 kW)	15,2
E-70 E4 (1500 kW)	22,7
E-70 E4 (2300 kW)	22,7
E-82 E2 (2000 kW)	29,0
E-82 E2 (2300 kW)	29,0
E-82 E4 (2350 kW)	29,0
E-82 E4 (3000 kW)	29,0
E-92 (2000 kW)	43
E-92 (2350 kW)	43
E-101 (3050 kW)	74,3
E-101 E2 (3500 kW)	74,3
E-103 EP2 (2000 kW)	55,5
E-103 EP2 (2350 kW)	55,5
E-115 (3000 kW)	74,3
E-115 E2 (3200 kW)	55,5
E-115 EP3 E3 (2990 kW)	68
E-115 EP3 E3 (4200 kW)	68
E-115 EP3 E4 (4260 kW)	80
E-126 (7580 kW)	178,92
E-126 EP3 (3000 kW)	55,5
E-126 EP3 (3500 kW)	55,5
E-126 EP3 (4000 kW)	55,5
E-126 EP4 (4200 kW)	80,5
E-138 EP3 (3500 kW)	68
E-138 EP3 E2 (4200 kW)	68
E-138 EP3 E3 (4260 kW)	80
E-138 EP3 E4 (4260 kW) ³	80
E-136 EP5 (4650 kW)	keine Blattheizung
E-141 EP4 (4200 kW)	80,5
E-147 EP5 (4300 kW)	keine Blattheizung
E-147 EP5 E2 (5000 kW)	keine Blattheizung
E-160 EP5 (4600 kW)	keine Blattheizung
E-160 EP5 E2 (5500 kW)	keine Blattheizung
E-160 EP5 E3 (5560 kW)	keine Blattheizung

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-07-26 10:02

Windenergieanlage	Nennleistung Blattheizung in kW (Blattheizungsmodul je Rotorblatt) ²
E-160 EP5 E3 R1 (5560 kW)	keine Blattheizung
E-175 EP5 (6000 kW)	116
E-175 EP5 E2 (7000 kW)	116

¹ länder- und projektspezifische Konfigurationen der Windenergieanlage (Verfügbarkeit prüfen)

² Die Nennleistung der Blattheizung ist die abgegebene Leistung des eingebauten Blattheizungsmoduls inkl. Lüfter und Heizregister.

³ Gilt für die Standardvariante der E-138 EP3 E4. Für die Typhoon-Variante der E-138 EP3 E4 ist keine Blattheizung verfügbar.

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-07-26 10:02

3.3 Gliederung der Anlage in Anlagenteile und Betriebseinheiten - Übersicht**Hauptanlage**

VS01

Windpark Brilon

1.1EG

BE VS01

ENERCON E175 EP5

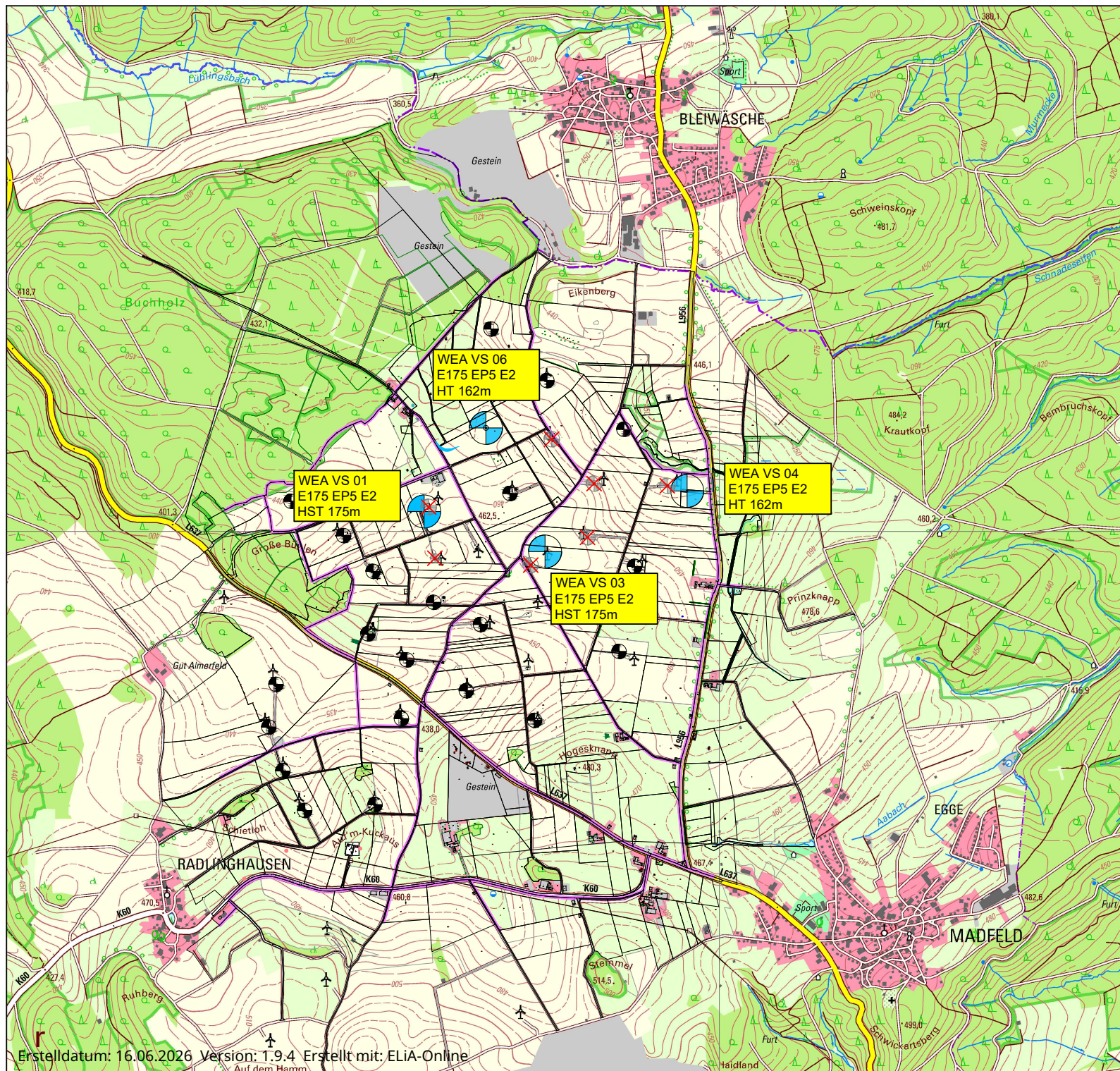
E2

3.6 Maschinenaufstellungspläne

Siehe Anlage

Anlagen:

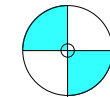
- K2_1_01_WP_Brilon-Rep_topographische Karte 4xE175_20000.pdf
- K2_4_01-WP Brilon Lageplan VS 01_(12-06-2026)_A1 .pdf
- K2_4_02_WP Brilon Lageplan VS 03_(12-06-2026)_A1 .pdf
- K2_4_03_WP Brilon Lageplan VS 04_(12-06-2026)_A1 .pdf
- K2_4_04_WP Brilon Lageplan VS 06_(12-06-2026)_A1 .pdf



Legende

Typ Enercon 2x E175 EP5 E2
NH 162m, HST

Typ Enercon 2x E175 EP5 E2
NH 175m, HT



WEA geplant



WEA Bestand

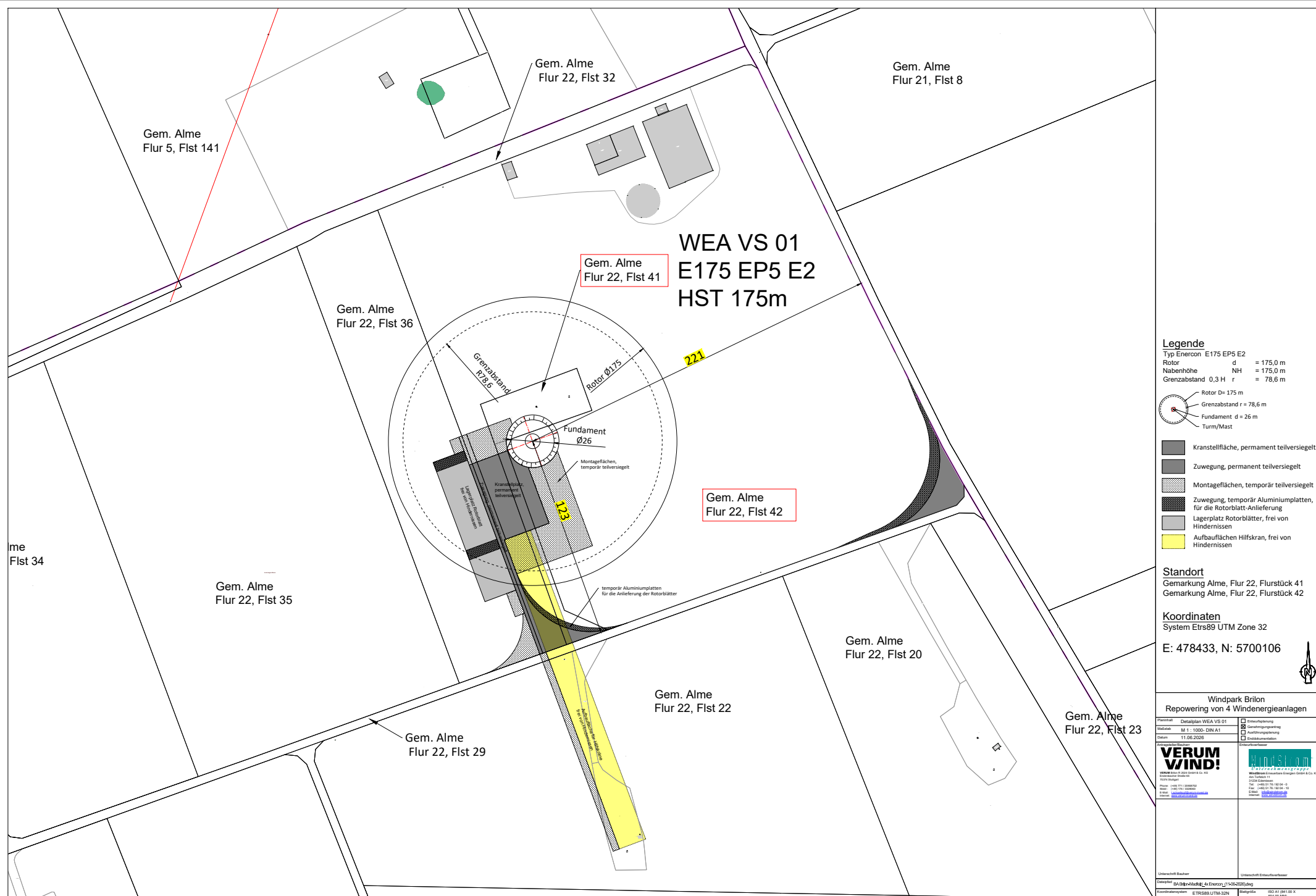


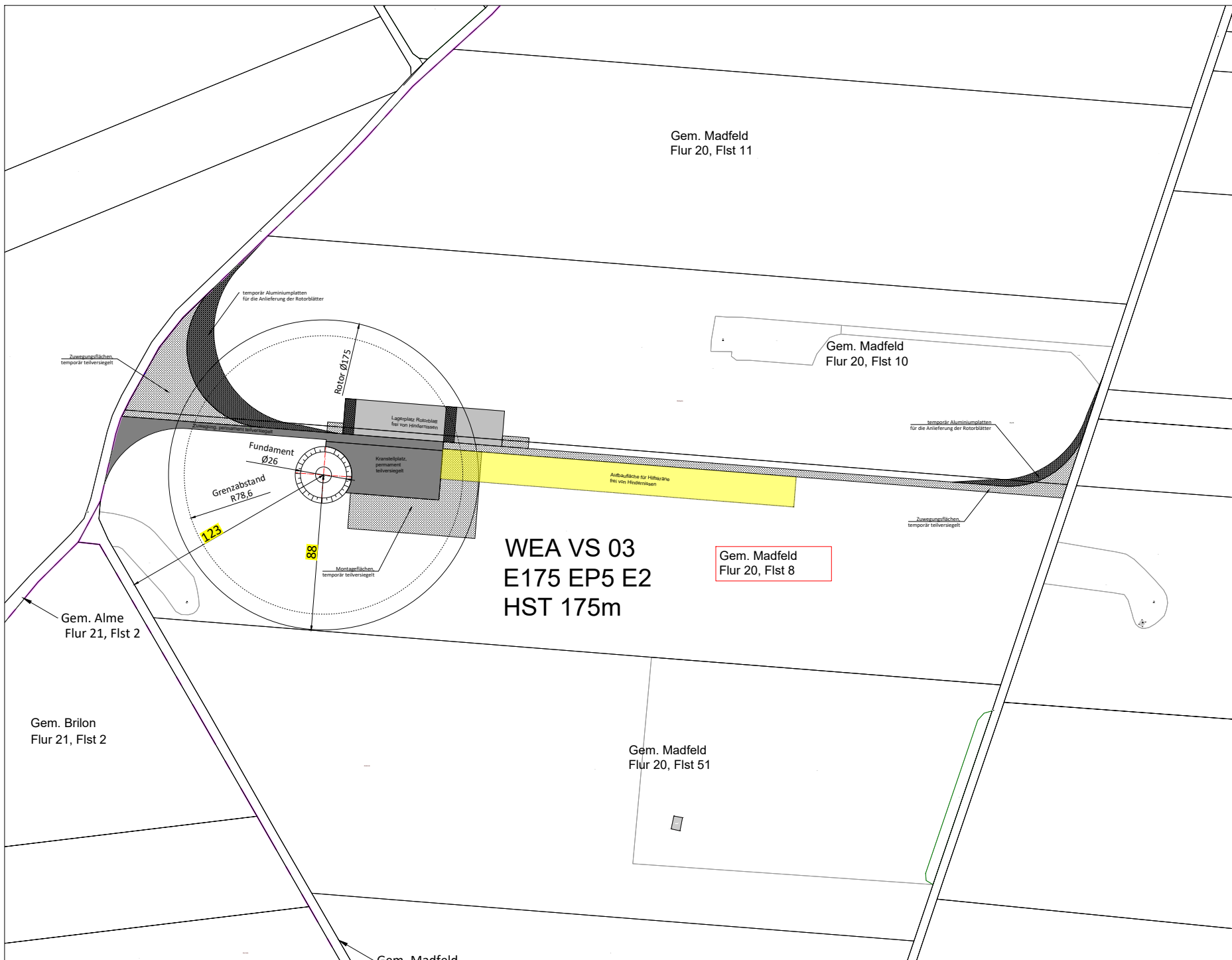
WEA Rückbau



Windpark Brilon Repowering von 4 Windenergieanlagen

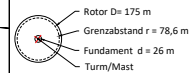
Planinhalt	Topografischer Lageplan	☐ Entwurfsplanung
Maßstab	M 1 : 20000 - DIN A3	☒ Genehmigungsantrag
Datum	11.06.2026	☐ Ausführungsplanung
Antragsteller/Bauherr	VERUM WIND!	☐ Enddokumentation
Entwurfsverfasser	WindStrom Unternehmensgruppe	
VERUM Brilon R 2024 GmbH & Co. KG Endersbacher Straße 65 70374 Stuttgart Phone: (+49) 771 / 20908702 Mobil: (+49) 174 / 3328063 E-Mail: info@verum-invest.de Internet: www.verum-invest.de	WindStrom Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG Am Torlfisch 11 31234 Edemissen Tel: (+49) 51 76 / 92 04 - 0 Fax: (+49) 51 76 / 92 04 - 10 E-Mail: info@windstrom.de Internet: www.windstrom.de	
Unterschrift Bauherr	Unterschrift Entwurfsverfasser	
Dateipfad	BA Brilon-Madfeld_4x Enercon_(11-06-2026).dwg	
Koordinatensystem	ETRS89.UTM-32N	Blattgröße
		ISO 4453 ED A3 (420.00 X 297.00 MM)





Legende

Typ Enercon E175 EP5 E2
Rotor d = 175,0 m
Nabenhöhe NH = 175,0 m
Grenzabstand 0,3 H r = 78,6 m



- Kranstellfläche, permanent teilversiegelt
- Zuwegung, permanent teilversiegelt
- Montageflächen, temporär teilversiegelt
- Zuwegung, temporär Aluminiumplatten, für die Rotorblatt-Anlieferung
- Lagerplatz Rotorblätter, frei von Hindernissen
- Aufbauflächen Hilfskran, frei von Hindernissen

Standort

Gemarkung Madfeld, Flur 20, Flurstück 8

Koordinaten

System Etrs89 UTM Zone 32

E: 479075, N: 5699893

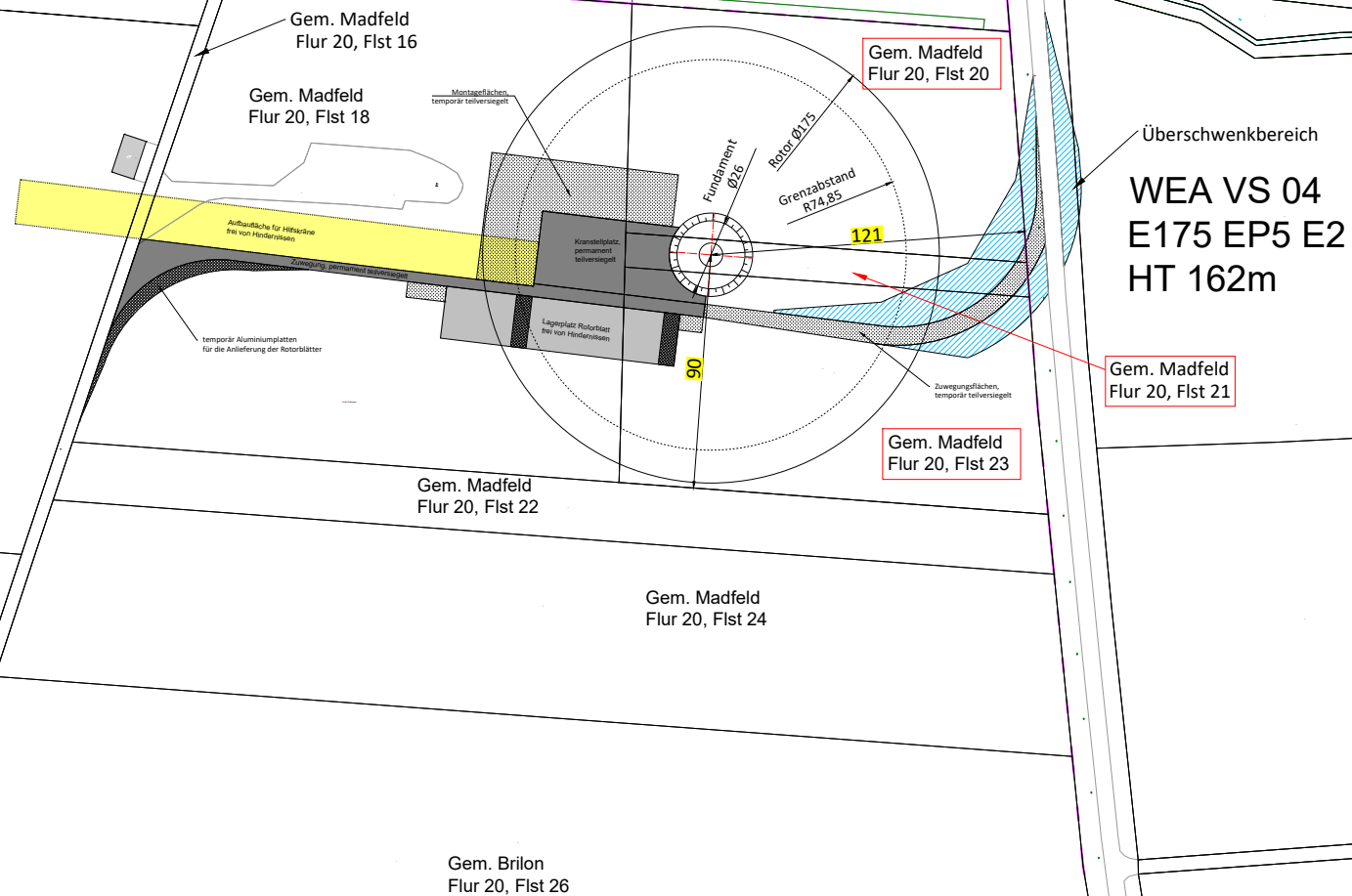


Windpark Brilon Repowering von 4 Windenergieanlagen

Planstadium	Detaillplan WEA VS 03	☒ Entwurfsplanung
Maßstab	M 1 : 1000- DIN A1	☒ Genehmigungsplanung
Datum	11.06.2026	☒ Ausführungsplanung
		☒ Enddokumentation

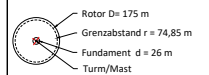
VERUM WIND! VERUM WIND! ist ein Unternehmen der VERUM WIND! Gruppe. VERUM WIND! ist ein Unternehmen der VERUM WIND! Gruppe. VERUM WIND! ist ein Unternehmen der VERUM WIND! Gruppe.	VERUM WIND! VERUM WIND! ist ein Unternehmen der VERUM WIND! Gruppe. VERUM WIND! ist ein Unternehmen der VERUM WIND! Gruppe. VERUM WIND! ist ein Unternehmen der VERUM WIND! Gruppe.
--	--

Unterzeichnet von:	Unterzeichnet von:
Direktor	Direktor
Stellennummer	Stellennummer
Stellennummer	Stellennummer



Legende

Typ Enercon	E175 EP5 E2	
Rotor	d	= 175,00 m
Nabenhöhe	NH	= 162,00 m
Grenzabstand	0,3 H r	= 74,85 m



	Kranstellfläche, permanent teilversiegelt
	Zuwegung, permanent teilversiegelt
	Montageflächen, temporär teilversiegelt
	Zuwegung, temporär Aluminiumplatten, für die Rotorblatt-Anlieferung
	Lagerplatz Rotorblätter, frei von Hindernissen
	Aufbauflächen Hilfskran, frei von Hindernissen
	Überschwenkbereich Rotorblatt, frei von Hindernissen

Standort

Gemarkung Madfeld, Flur 20, Flurstück 20
Gemarkung Madfeld, Flur 21, Flurstück 20
Gemarkung Madfeld, Flur 23, Flurstück 20

Koordinaten

System Etrs89 UTM Zone 32

E: 479829, N: 5700215



Windpark Brilon Repowering von 4 Windenergieanlagen
--

Planstadt:	Detailplan WEA VS 04	☐ Entwurfsplanung
Mafsstab:	M 1 : 1000 - DIN A1	☐ Genehmigungsplanung
Datum:	11.06.2026	☐ Ausführungsplanung
		☐ Einbaubauplanung
Antragsteller/Geber:		Entwurfverleiher:
 VERUM Wind e. K. & Co. GmbH Königsplatz 10 70372 Stuttgart		 Windkraft Entwicklung Windkraft Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG Königsplatz 10 70372 Stuttgart
Phone: +49 (0) 71 1 208910-0 E-Mail: info@verumwind.de E-Mail: kontakt@windkraftentwicklung.de		E-Mail: info@wke.de E-Mail: kontakt@wke.de E-Mail: info@wke.de E-Mail: kontakt@wke.de

Unterschrift Bauherr	Unterschrift Entwurfsverfasser
Dateipfad BA\Btwn-Madrht_4x_Enercon_(15-06-2020).dwg	
Koordinatensystem	Blaßgröße ISO A1 (841,00 X 594,00 mm)

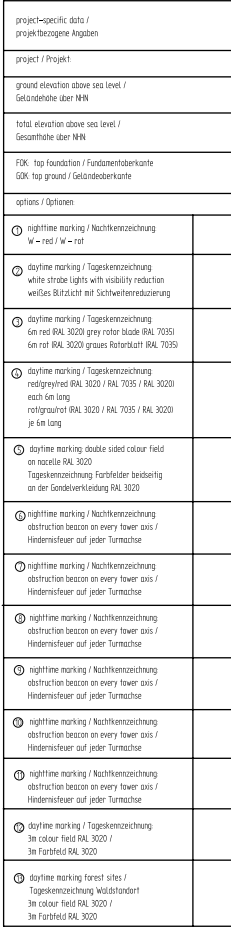
3.7 Maschinenzzeichnungen

Siehe Anlage

Anlagen:

- K3_7_01_WP-Brilon-Rep_Übersichtszeichnung_E-175 EP5 E2-HT-162m.pdf
- K3_7_02_WP-Brilon-Rep_Übersichtszeichnung_E-175 EP5 E2-HST-175m.pdf
- K3_7_03_WP-Brilon-Rep_Gondelabmessungen E-175 EP5 E2.pdf
- K3_7_03_WP-Brilon-Rep_Gondelschnitt E-175 EP5 E2.pdf





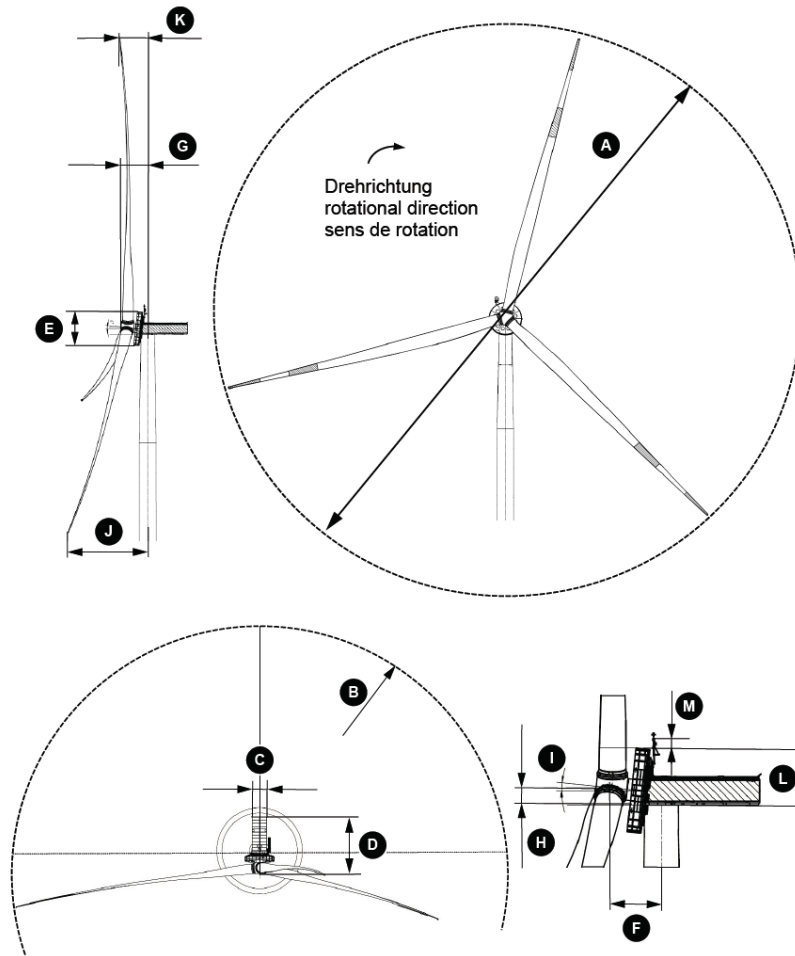
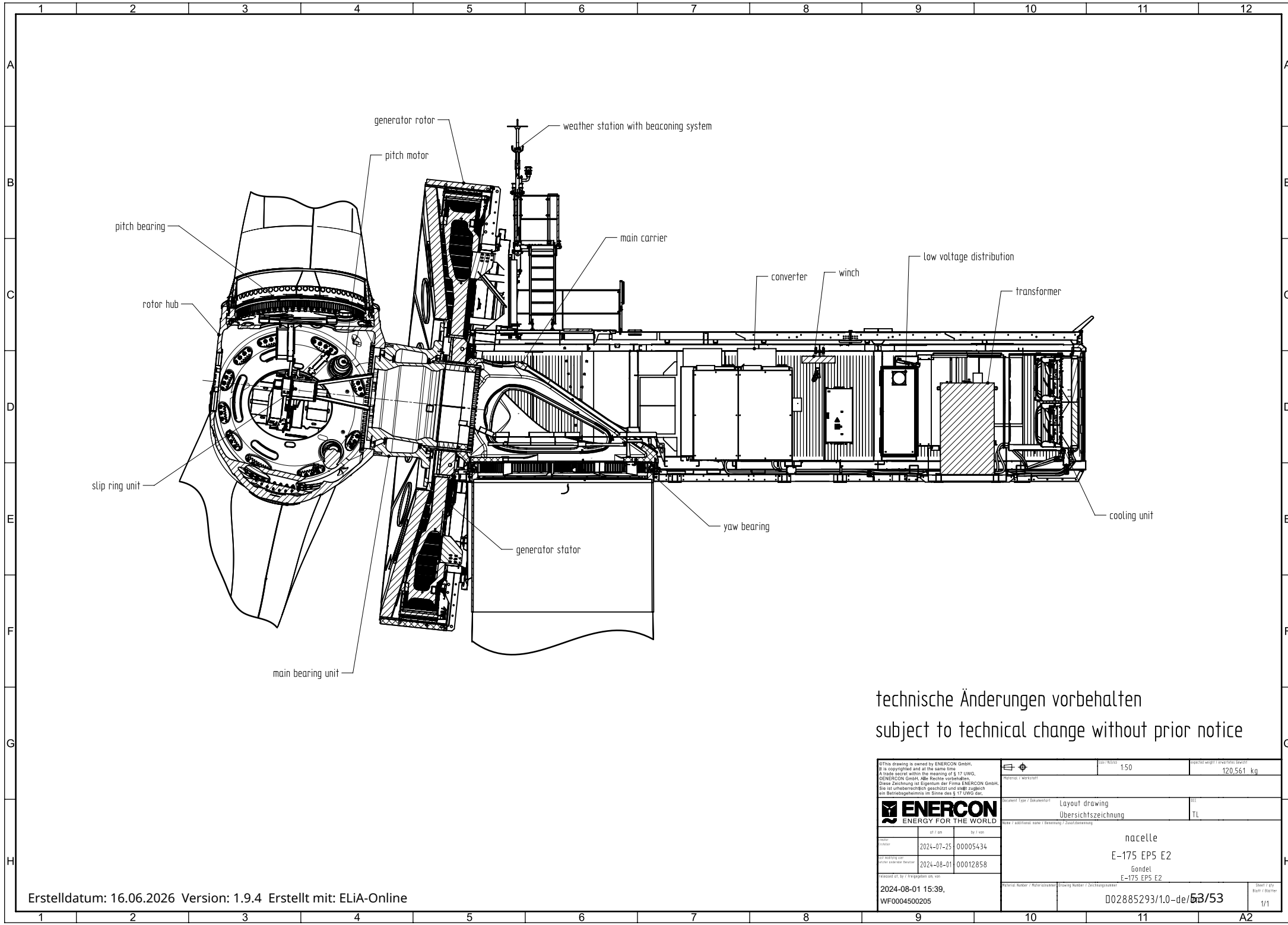


Abb. / Fig.: Schematische Darstellung der Gondel / Schematic diagram of the nacelle / Représentation schématique de la nacelle

Pos.	Bezeichnung Description Designation	Wert Value Valeur	Pos.	Bezeichnung Description Designation	Wert Value Valeur
A	Rotordurchmesser Rotor diameter Diamètre du rotor	175 m	H	Oberkante Turmkopfflansch bis Nabe Top edge of top tower flange to hub Bord supérieur de la bride supérieure du mât jusqu'au moyeu	1,83 m
B ¹	Exzentrizitätsfläche Eccentric surface Surface excentrique	24784,10 m ²	I	Neigung Incline Inclinaison	6°
C	Gondelbreite Nacelle width Largeur de la nacelle	4,99 m	J ¹	Turmmitte bis tiefste Blattposition Tower centre to bottom of blade Milieu du mât jusqu'à la position la plus basse de la pale	26,44 m
D	Gondellänge Nacelle length Longueur de la nacelle	19,65 m	K ¹	Turmmitte bis höchste Blattposition Tower centre to top position of blade Milieu du mât jusqu'à la position la plus haute de la pale	8,23 m
E	Gondelhöhe einschließlich Generator Nacelle height including generator Hauteur de la nacelle, y compris le générateur	10,08 m	L	Oberkante Turmkopfflansch bis Oberkante Gondel Top edge of top tower flange to nacelle top edge Bord supérieur de la bride du sommet du mât jusqu'au bord supérieur de la nacelle	6,53 m
F	Turmmitte bis Nabe horizontal Tower centre to hub horizontal Milieu du mât vers le moyeu horizontalement	5,87 m	M	Oberkante Gondel bis Oberkante Befeuerungsträger Top nacelle edge to top beacon carrier edge Bord supérieur de la nacelle jusqu'au bord supérieur du support du balisage	-0,31 m
G	Turmmitte bis Gondelspitze Tower centre to nacelle tip Milieu du mât vers l'extrémité de la nacelle	7,88 m		Volumen der Gondel Volume of the nacelle Volume de la nacelle	369,00 m ³

¹ Die Werte beziehen sich auf den Einbauzustand des Rotorblatts ohne Pitch und ohne jegliche Belastungen. / The values refer to the installation state of the rotor blade when not pitched and without any load. / Les valeurs se rapportent à l'état de montage de la pale du rotor sans pitch et sans charges.



technische Änderungen vorbehalten
subject to technical change without prior notice

© This drawing is owned by ENERCON GmbH. It is copyrighted and at the same time A trade secret within the meaning of § 17 UWG. ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Diese Zeichnung ist Eigentum der Firma ENERCON GmbH. Sie ist urheberrechtlich geschützt und stellt zugleich ein Betriebsgeheimnis im Sinne des § 17 UWG dar.			1:50	gross weight / overall weight 120.561 kg
 ENERGY FOR THE WORLD			Document type / Dokumentart Layout drawing Übersichtszeichnung	REL TL
nacelle E-175 EP5 E2 Gondel E-175 EPS E2			Sheet / Blatt 53/53	
2024-08-01 15:39, WF0004500205			D02885293/1.0-de/53/53 1/1	