

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

- **3.1.1 Technische Beschreibung WEA**

- Antragsdokument: **D02225927_6.1-de_E-160 EP5 E3_5560_kW_Technische_Beschreibung_de**

- **3.1.2 Technische Beschreibung Abmessung Maschinenhaus und Rotorblätter**

- Antragsdokument: **D02693747_1.0_Technisches Datenblatt_Gondelabmessungen E-160 EP5 E3 R1**

- **3.1.3 Technische Beschreibung Turm**

- Antragsdokument: **D02375238_1.0_de_Technische Beschreibung_Turm E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01**

- **3.1.4 Technische Beschreibung Fundament**

- Antragsdokument: **D02382144_3.0_de_Technische Beschreibung_Fundamente E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01**

- **3.1.5 Technische Spezifikation Zuwegung und Baustellenflächen**

- Antragsdokument: **D02284867_5.1_de_Technische Spezifikation_Zuwegung und Baustellenflächen E-160 EP5 E3 166 m Hybridturm**

Anlagen:

- D02225927_6.1-de_E-160 EP5 E3_5560_kW_Technische_Beschreibung_de.pdf
- D02693747_1.0_Technisches Datenblatt_Gondelabmessungen E-160 EP5 E3 R1_ger_eng_fr.pdf
- D02375238_1.0_de_Technische Beschreibung_Turm E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01____.pdf
- D02382144_3.0_de_Technische Beschreibung_Fundamente E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01____.pdf
- D02284867_5.1_de_Technische Spezifikation_Zuwegung und Baustellenflächen E-160 EP5 E3 166 m Hybridturm.pdf

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3

Herausgeber

ENERCON 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: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholte
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

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 GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON 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 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 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 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	D02225927/6.1-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-01-11	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Übersicht ENERCON Windenergieanlage	5
2	Komponenten der ENERCON Windenergieanlage	6
2.1	Gondel	6
2.2	Generator	6
2.3	Turm	7
2.4	Rotorblätter	7
2.5	Vollumrichter	8
3	Sicherheitssystem	9
3.1	Sicherheitseinrichtungen	9
3.2	Sensorsystem	10
3.3	Erdung und Blitzschutz	11
4	Steuerung	12
4.1	Windnachführung	12
4.2	Blattverstellungssystem	12
4.3	Drehmomentregelung	12
5	Fernüberwachung	13
6	Wartung	14
7	Technische Daten ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3	15

Abkürzungsverzeichnis

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (überwachende Steuerung und Datenerfassung)
--------------	--

1 Übersicht ENERCON Windenergieanlage

Die ENERCON Windenergieanlage ist eine direktgetriebene Windenergieanlage mit Dreiblattrotor, aktiver Rotorblattverstellung, drehzahlvariabler Betriebsweise und einer Nennleistung von 5560 kW. Sie hat einen Rotordurchmesser von 160 m und wird mit einer Nabhöhe von 99,00 m, 119,83 m und 166,60 m geliefert.

2 Komponenten der ENERCON Windenergieanlage

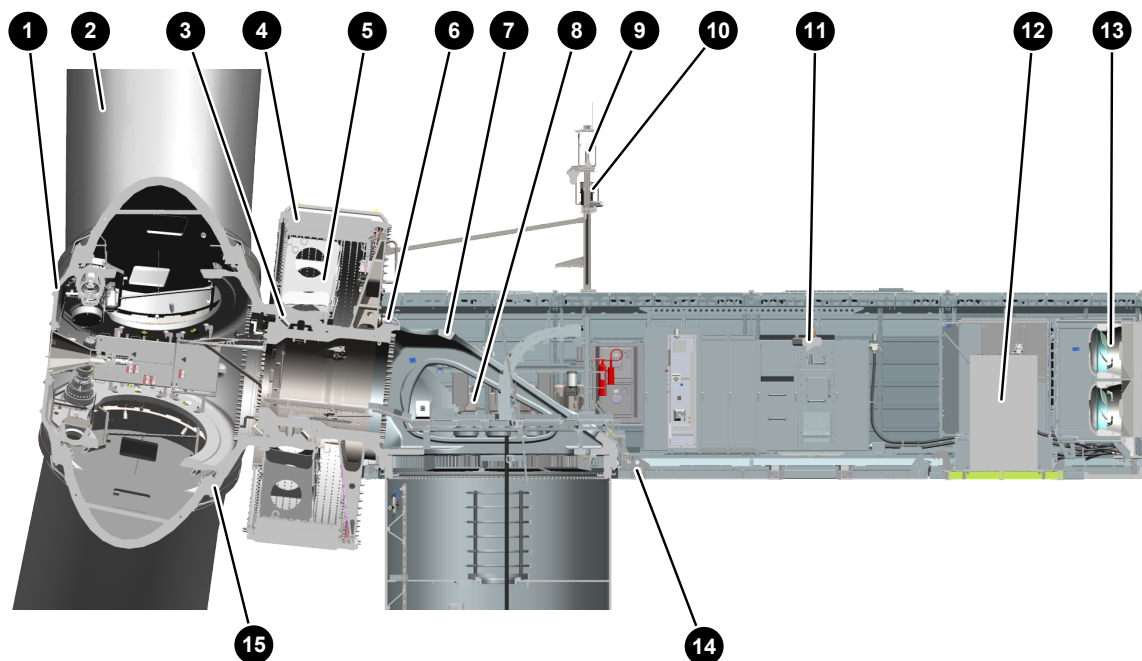


Abb. 1: Gondelschnitt

1	Rotornabe	2	Rotorblatt
3	Rotorlager	4	Generator-Stator
5	Generator-Rotor	6	Rotorarretierung
7	Maschinenträger	8	Azimutantrieb
9	Windmessgerät mit Blitzfangstangen	10	Befuerung
11	Kran Gondel	12	Transformator
13	Flüssigkeitskühlung	14	Azimutlager
15	Blattflanschlager		

2.1 Gondel

Die tragende Struktur des Maschinenhauses besteht aus Gusseisen (EN-GJS-400-18-LT). Die Gondelverkleidung besteht aus Stahl. Die Gondel ist durch ein Azimutlager mit dem Turmkopf verbunden.

Der Transformator und der Umrichter sind in der Gondel untergebracht.

Mit den Azimutantrieben kann die gesamte Gondel gedreht werden, damit der Rotor stets optimal zum Wind ausgerichtet ist.

2.2 Generator

Der direktgetriebene Generator ist ein mehrpoliger Generator. Die Erregung erfolgt durch Permanentmagnete am Generator-Rotor. Der Generator ist luftgekühlt, mit einer passiven äußeren Luftkühlung durch den Luftstrom und einer aktiven inneren Luftspaltkühlung. Der Generator ist für eine Nennleistung von 5560 kW ausgelegt. Für die Wartung verfügt der Generator über eine Rotorarretierung und eine Rotorhaltebremse.

2.3 Turm

Der Turm der Windenergieanlage ist ein Hybrid-Stahlurm oder ein Hybridurm.

Der Hybrid-Stahlurm besteht aus abgekanteten Sektionsblechen aus Stahl und aus rohrförmigen Stahlsektionen. Die Turmsektionen werden am Aufstellort miteinander verschraubt. Die Verbindung zum Fundament wird mithilfe eines Fundamentkorbs hergestellt.

Der Hybridurm 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 abschließend 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.

2.4 Rotorblätter

Die Rotorblätter haben wesentlichen Einfluss auf den Ertrag der Windenergieanlage sowie auf ihre Geräuschemission. 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 Blattverstellungssystem und variabler Drehzahl ausgelegt.

Die Rotorblätter sind elastisch und biegen sich bei Windbelastung etwas nach hinten. Die Rotorblätter sind hohl und werden durch innenliegende Stege ausgesteift. Alle Komponenten der Rotorblattstruktur bestehen aus glasfaserverstärktem Polyester oder aus mehrlagigen Konstruktionen mit Schaum und Balsa als Kernmaterialien. Die Anbindung des Rotorblatts an die Rotornabe erfolgt mit einer Bolzenverbindung.

Die Oberfläche der Rotorblätter ist beschichtet. Die Beschichtung schützt vor Verschmutzung und Umwelteinflüssen. Auf der Oberfläche sind unterschiedliche aerodynamische Bauteile zur Leistungssteigerung oder zur Verringerung der Schallemission angebracht.

Zur Reduzierung der Schallemission im Betrieb wird das Rotorblatt optional mit einem segmentierten Hinterkantenkamm (Trailing Edge Serration) ausgerüstet. Der Hinterkantenkamm verkleinert die Turbulenzen an der Blatthinterkante und mindert damit die Schallemission der Windenergieanlage. Zur passiven Strömungsbeeinflussung sind an den Rotorblättern saugseitig Vortexgeneratoren eingesetzt. Zur Vergrößerung des aerodynamischen Auftriebs der Rotorblätter sind druckseitig T-Spoiler in der Nähe der Hinterkante installiert.

2.5 Vollumrichter

Die Generatorleistung mit variabler Frequenz wird gleichgerichtet, in eine konstante Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz umgewandelt (AC-DC-AC-Wandlung) und in das Netz eingespeist. Ein Vollumrichter wird verwendet, um die Qualität der elektrischen Leistung zu optimieren.

3 Sicherheitssystem

Die Windenergieanlage verfügt über eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Einrichtungen, die dazu dienen, die Windenergieanlage dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten. Hierzu zählen Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlage ermöglichen und ein komplexes Sensorsystem.

Bewegen sich sicherheitsrelevante Betriebsparameter außerhalb eines zulässigen Bereichs, wird die Windenergieanlage mit reduzierter Leistung weiterbetrieben oder angehalten.

3.1 Sicherheitseinrichtungen

Not-Halt-Taster im Turmfuß und im Maschinenhaus

In Gefahrensituationen kann die Windenergieanlage bzw. der Rotor durch Betätigung eines Not-Halt-Tasters schnell gestoppt werden.

Im Turmfuss und im Maschinenhaus befinden sich Not-Halt-Taster an folgenden Stellen:

- Tower Control Box
- Tower Control Panel
- Steuerschrank Transformator Gondel
- Cooling Control Box
- Nacelle Control Box

Not-Halt-Taster rasten im gedrückten Zustand ein. Nach einem Not-Halt kann die Windenergieanlage wieder gestartet werden, sofern die Ursache für den Not-Halt beseitigt und der Not-Halt-Taster zurückgesetzt wurde.

Not-Halt-Taster im Rotorkopf

Im Rotorkopf befinden sich Not-Halt-Taster an folgenden Stellen:

- Rotor Control Box (3x)
- Handgerät Manual Pitch Control (3x)

Die Betätigung eines Not-Halt-Tasters an einer Rotor Control Box oder an einem Handgerät Manual Pitch Control führt zu einer sofortigen Unterbrechung der Spannungsversorgung des Frequenzumrichters des Blattverstellantriebs des betreffenden Rotorblatts. Das Blattverstellungssystem stoppt augenblicklich die Blattverstellung. Die 400 V-Spannungsversorgung des Rotorkopfs wird unterbrochen und die Blattverstellantriebe der 2 anderen Rotorblätter führen mithilfe der Energie der Kondensatoren in der Rotor Energy Storage Box eine Notverstellung der Rotorblätter durch.

Hauptschalter im Maschinenhaus

Im Maschinenhaus befinden sich Hauptschalter an folgenden Stellen:

- Nacelle Control Box
- Maschinenträger
- Cooling Control Box

Mit dem Hauptschalter an der Nacelle Control Box kann die Nacelle Control Box spannungsfrei geschaltet werden. Gleichzeitig wird die Spannungsversorgung des Rotorkopfs unterbrochen, wodurch die Notverstellung der Rotorblätter aktiviert wird.

Mit dem Hauptschalter am Maschinenträger (Hub Main Disconnect Switch) wird die Spannungsversorgung des Rotorkopfs unterbrochen. Dadurch wird die Notverstellung der Rotorblätter aktiviert.

Mit dem Hauptschalter an der Cooling Control Box werden die Komponenten des Flüssigkeitskühlsystems im Maschinenhaus spannungsfrei geschaltet.

Hauptschalter im Turmfuß

Im Turmfuß befinden sich Hauptschalter an folgenden Stellen:

- Tower Control Box
- Steuerschrank Transformator Turmfuß

Mit dem Hauptschalter an der Tower Control Box können alle angeschlossenen Komponenten im Turmfuß, in der Gondel und in der Nabe spannungsfrei geschaltet werden.

Mit dem Hauptschalter am Steuerschrank Transformator Turmfuß wird der Steuerschrank Transformator Turmfuß aus- und eingeschaltet. Dadurch wird sichergestellt, dass bei Arbeiten am Transformator und an der Mittelspannungsschaltanlage kein Wiedereinschalten möglich ist.

3.2 Sensorsystem

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter. Die entsprechenden Informationen stellt das Sensorsystem über das Fernüberwachungssystem ENERCON SCADA 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. Dies gilt z. B. für die Messung der Temperatur im Generator, die Messung der Windgeschwindigkeit oder die Messung des aktuellen Rotorblattwinkels. 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.

Kontrolle der Sensoren

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

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. Auf plötzlich eintretende Ereignisse, z. B. eine starke Windbö oder eine schlagartige Verringerung der Generatorlast, kann das Blattverstellungssystem jedoch unter Umständen nicht schnell genug reagieren. Wenn die Nenndrehzahl 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.

Temperaturüberwachung

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

Bei zu hohen Temperaturen wird die Leistung der Windenergieanlage reduziert, gegebenenfalls wird die Windenergieanlage angehalten.

Einige Messpunkte sind zusätzlich mit Übertemperaturschaltern ausgerüstet. Die Übertemperaturschalter veranlassen ebenfalls das Anhalten der Windenergieanlage nachdem eine bestimmte Temperatur überschritten wurde. Nach dem Abkühlen kann die Windenergieanlage wieder in Betrieb genommen werden, nachdem der Grund für die Überschreitung untersucht wurde.

Überwachung der Kabelverdrillung

Die Turmkabel haben im oberen Turmbereich so viel Bewegungsspielraum, dass die Gondel um 1,5 Umdrehungen 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.

Die Überwachung der Kabelverdrillung verfügt über eine Sensorik, die bei einer Überschreitung des zulässigen Stellbereichs die Stromversorgung der Azimutmotoren unterbricht.

Luftspaltüberwachung

Der Luftspalt zwischen Rotor und Stator des Generators darf eine bestimmte Breite nicht unterschreiten. Der Luftspalt wird durch induktive Näherungssensoren überwacht, die am Rotorumfang verteilt sind. Wenn der Luftspalt einen bestimmten Wert unterschreitet, wird die Windenergieanlage angehalten. Die Windenergieanlage kann neu gestartet werden, sobald die Ursache beseitigt wurde.

3.3 Erdung und Blitzschutz

Das Blitzschutzsystem der Rotorblätter besteht aus Metallrezeptoren, die den Blitz von der Außenhaut des Rotorblatts auf die innere Ableitungseinrichtung übertragen. Im Flanschbereich des Rotorblatts wird der Blitzstrom weiter an die Bolzen übertragen, die mit dem Blitzschutzsystem der Windenergieanlage verbunden sind.

Der Haufterdungsstrang führt von den Blitzfangeinrichtungen in den Rotorblättern durch den feststehenden Generatorträger zu Gondel und Turm und anschließend in die Fundamente der Anlage. Die Fundamentbewehrung und die Erdungselektroden bilden zusammen den zentralen Erdungspunkt der Windenergieanlage, an den alle Erdungsanschlüsse angeschlossen sind. Die Windmessstation und die Gondel verfügen ebenfalls über Blitzfangeinrichtungen, die mit der tragenden Struktur des Maschinenhauses verbunden sind.

4 Steuerung

Die Steuerung der Windenergieanlage beruht auf einer speicherprogrammierbaren Steuerung, die 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 am Tower Control Panel im Turmfuß angezeigt.

4.1 Windnachführung

Auf dem Turmkopf befindet sich das Azimutlager mit einem außenverzahnten 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, werden die Azimutantriebe eingeschaltet, die die Gondel dem Wind nachführen. Die Steuerung der Azimutmotoren gewährleistet ein sanftes Anlaufen und Bremsen. Die Steuerung der Windenergieanlage überwacht die Windnachführung. Erkennt die Steuerung der Windenergieanlage Unregelmäßigkeiten, wird die Windnachführung deaktiviert und die Windenergieanlage angehalten.

4.2 Blattverstellungssystem

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

Im Automatikbetrieb (Normalbetrieb) wird der Rotorblattwinkel so eingestellt, dass einerseits die im Wind enthaltene Energie optimal ausgenutzt wird und andererseits keine Überlastung der Windenergieanlage eintritt. Dabei werden auch Randbedingungen wie Schalloptimierung eingehalten. Außerdem dient das Blattverstellungssystem dem aerodynamischen 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 Generator erzeugte Leistung die Nennwerte nicht oder nur unwesentlich übersteigen.

4.3 Drehmomentregelung

Die Windenergieanlage ist drehzahl geregelt. Die Differenz zwischen dem aerodynamischen und dem elektromechanischen Drehmoment bestimmt die Rotordrehzahl bei Teillast. Das Gegendrehmoment wird entsprechend der Windgeschwindigkeit und dem ankommenden Drehmoment optimiert und folgt einer optimalen Schnelllaufzahl. Unter Vollastbedingungen wird die Ausgangsleistung durch die Drehmomentregelung konstant gehalten. Das vom Generator erzeugte Gegendrehmoment wird vom Umrichter gesteuert.

5 Fernüberwachung

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

Auch alle Statusmeldungen werden über das ENERCON SCADA 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 Server, der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Server installiert.

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

6 Wartung

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

Die Windenergieanlage wird regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet.

Bei der Wartung werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. das Blattverstellungssystem, 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. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.

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

7 Technische Daten ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3

Allgemein		
Hersteller	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	
Typenbezeichnung	E-160 EP5 E3	
Nennleistung	5560 kW	
Rotordurchmesser	160 m	
Windklasse (IEC 4th Edition)	IIIA	S ¹
Auslegungslebensdauer	20 Jahre	25 Jahre
Extrem-Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (10-min-Mittelwert)	37,50 m/s	37,50 m/s
entspricht einem Lastäquivalent von circa (3-s-Bö)	52,50 m/s	52,50 m/s
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	7,50 m/s	8,50 m/s

Rotor mit Blattverstellungssystem	
Typ	Luvläufer mit aktivem Blattverstellungssystem
Drehrichtung	Uhrzeigersinn (in Windrichtung gesehen)
Rotorblattanzahl	3
Rotorblattlänge	78,3 m
überstrichene Rotorfläche	20 106 m ²
Rotorblattmaterial	Glasfaser und Polyester
untere Drehzahl Leistungseinspeisung ²	4,4 U/min
Solldrehzahl ³	9,6 U/min
Blattspitzengeschwindigkeit bei Solldrehzahl	80,44 m/s
Abregelwindgeschwindigkeit (mit optionaler ENERCON Sturmregelung)	25 m/s (12-s-Mittel)
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s (10-min-Mittel)

¹ Die Windklasse S setzt sich zusammen aus Windklasse IIIA mit 20 Jahren Auslegungslebensdauer (Betriebs- und Extremlasten) und Windklasse IIB mit 25 Jahren Auslegungslebensdauer (Betriebslasten)

² Drehzahl, bei der die Einspeisung beginnt.

³ Drehzahl, auf die im Volllastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird. Sie liegt etwas über der Nenn-drehzahl, bei der zum ersten Mal die Nennleistung erreicht wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Drehzahl bei kurzzeitigen negativen Schwankungen der Windgeschwindigkeit nicht unter den zum Erreichen der Nennleistung notwendigen Drehzahlbereich abfällt. Bei Böen kann die Drehzahl kurzzeitig über die Solldrehzahl ansteigen.

Rotor mit Blattverstellungssystem	
Konuswinkel	$\leq 5^\circ$
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	IP 54/F

Bremsssystem	
aerodynamische Bremse	aerodynamisch über 3 autarke Blattverstellungssysteme mit Notstromversorgung
Rotorhaltebremse	hydraulisch
Rotorarretierung	in 30° -Stufen rastend

Windnachführung	
Azimetverstellung	elektromechanisches Stellsystem
Azimetbremse	hydraulisch

Steuerung der Windenergieanlage	
Typ	Mikroprozessor
Netzeinspeisung	Vollumrichter mit speicherprogrammierbarer Steuerung
Fernüberwachung	ENERCON SCADA
unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	integriert

Turmvarianten				
Nabenhöhe	Gesamthöhe	Bauart	Windklasse IEC ⁴	Turbulenzkategorie IEC ⁴
99,00 m	179,00 m	Stahlrohrturm	III	A
			S ¹	S
119,83 m	199,83 m	Hybrid-Stahl-turm	III	A
			S ¹	S
166,60 m	246,60 m	Hybridturm	III	A

⁴ Ausgabe der Richtlinie Edition 4

Turmvarianten				
			S ¹	S

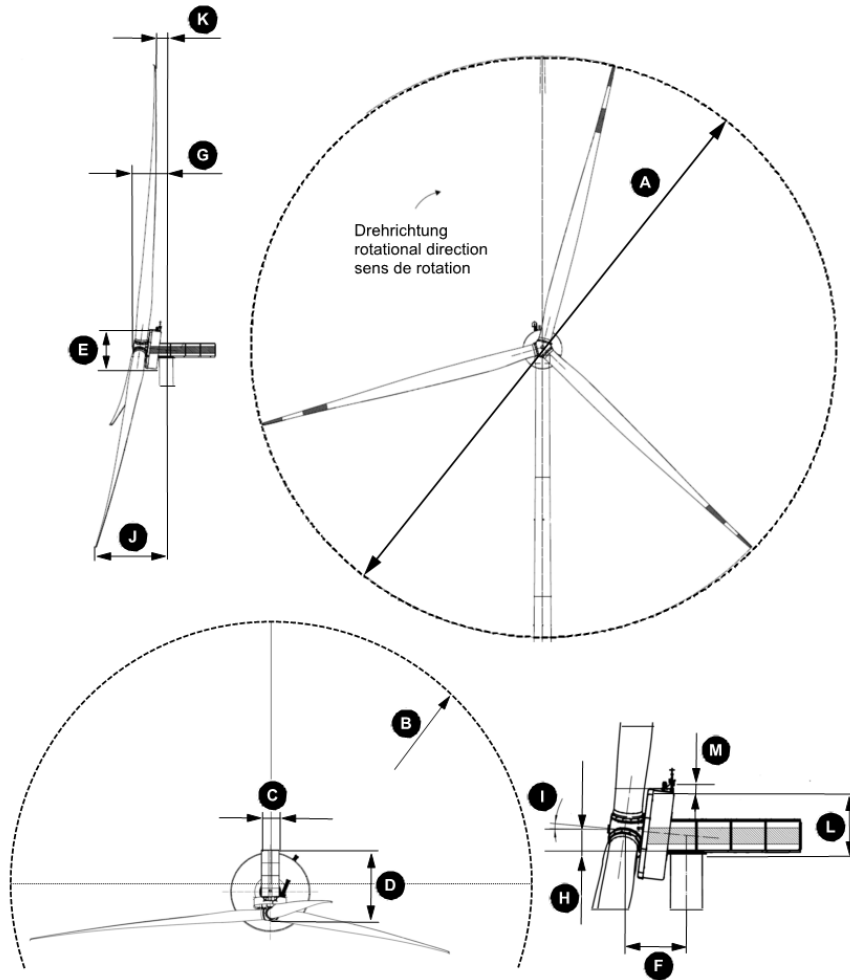


Abb. / Fig.: Schematische Darstellung der Gondel / Schematic diagram of the nacelle / Représentation schématique de la nacelle

Pos.	Bezeichnung Description Designation	Wert Value Valeur	Pos.	Bezeichnung Description Designation	Wert Value Valeur
A ¹	Rotordurchmesser Rotor diameter Diamètre du rotor	160 m	H	Oberkante Turmkopfflansch bis Rotornabe Top edge of top tower flange to hub Bord supérieur de la bride supérieure du mât jusqu'au moyeu	1,85 m
B ¹	Exzentrizitätsfläche Eccentric surface Surface excentrique	21 069 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 lowest blade position Milieu du mât jusqu'à la position la plus basse de la pale	25,80 m
D	Gondellänge Nacelle length Longueur de la nacelle	19,80 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	9,20 m
E	Gondelhöhe einschließlich Generator Nacelle height including generator Hauteur de la nacelle, y compris le générateur	6,10 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	4,60 m
F	Turmmitte bis Rotornabe horizontal Tower centre to hub horizontal Milieu du mât vers le moyeu horizontalement	6,10 m			
G	Turmmitte bis Gondelspitze Tower centre to nacelle tip Milieu du mât vers l'extrémité de la nacelle	8 m			

¹ Die Werte beziehen sich auf den Einbauzustand des Rotorblatts ohne Rotorblattverstellung 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.

Der Hybridturm setzt sich aus 34 Betonsegmenten und Stahlsektionen zusammen. Der Außendurchmesser des Turms beträgt am Turmfuß 8,73 m und am Turmkopfflansch 4,04 m. Die Gesamthöhe ab Oberkante (OK) Fundament bis OK Turmkopfflansch beträgt 162,45 m.

Der untere Bereich ist eine Spannbetonkonstruktion aus Fertigteilbetonsegmenten. Die Höhe der 30 Segmente beträgt 2,80 m, die Höhe des Adapters beträgt 2,30 m. Die Gesamthöhe beträgt 86,29 m ab OK Fundament.

Die geteilten Segmente werden in einem gesonderten Montagegang zu kompletten Ringsegmenten verbunden, bevor sie auf dem Fundament aufeinander gesetzt werden.

Auf die Spannbetonkonstruktion sind 3 Stahlsektionen mit Höhen von 21,84 m, 24,36 m und 29,96 m aufgesetzt. Die Wanddicken der Stahlsektionen betragen 17 mm bis 35 mm. Die Verbindung der Stahlsektionen erfolgt mit vorgespannten Schraubverbindungen.

Die Spannglieder werden entlang der Innenseite der Turmwand von unten durch die Aussparungsröhre des obersten Betonsegments (Adapter) eingezogen und im Fundament über eine Stahlkonstruktion verankert (externe Vorspannung). Anschließend werden die Spannglieder gemäß Spannanweisung der Statik gespannt.

Der Aufstieg im Turm erfolgt über eine Sicherheitssteigleiter in Kombination mit einer Steigschutzeinrichtung gemäß DIN EN ISO 14122-4:2016. Zwischen der Eingangsebene und dem oberen Ende des Turms sind Podeste angeordnet. Diese Podeste werden im Werk vorinstalliert und während des Montageprozesses komplettiert. Sie dienen als feste Arbeitsbühne sowie als Ruhebühne beim Auf- und Abstieg. Zum problemlosen Durchstieg befinden sich in den Podesten mit Klappen abgedeckte Luken.

Zusätzlich wird eine Aufstiegshilfe (Nutzlast 240 kg) nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eingebaut. Sie fährt leitergeführt bis zu einem Podest einige Meter unterhalb des Turmkopfs. Für die restliche Strecke wird die Sicherheitssteigleiter mit Steigschutzeinrichtung benutzt.

Die Turminnenleuchten sind so verteilt, dass eine ausreichende Beleuchtung des Turminnenraums gegeben ist. Bei Spannungsausfall wird die Innenbeleuchtung durch eine Notstromeinrichtung versorgt, sodass Personen sicher absteigen können.

Die Turmeingangstür befindet sich auf Höhe der Fundamentoberkante. Die Turmeingangstür ist abschließbar und kann von innen jederzeit ohne Schlüssel und Werkzeug geöffnet werden.

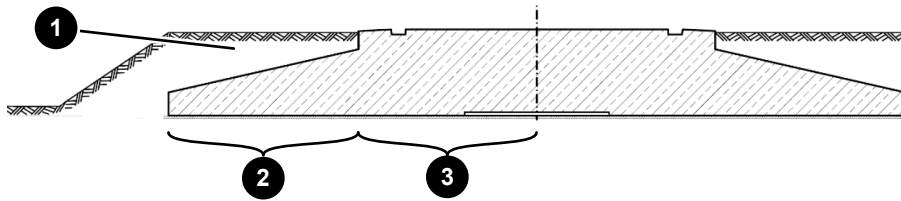


Abb. 1: Fundamentschnitt mit Aufschriftung

1	Bodenaufschüttung	2	Sporn
3	Sockel		

Allgemeine Fundamentdaten

Jedes Fundament besteht aus einem kreisringförmigen Sporn mit innenliegendem Sockel, der als Auflager für den Hybridturm dient. Der obere Teil des Sockels wird aus Beton C40/50 hergestellt. Der Sporn und der untere Teil des Sockels werden aus Beton C30/37 hergestellt. Unter den Fundamenten befindet sich eine 0,10 m dicke Sauberkeitsschicht aus Beton.

Im Sockel sind die Ankerplatten zur Befestigung der Spannlitzen einbetoniert. In der Mitte des Sockels befindet sich ein Bereich ohne statisch relevante Bewehrung, der als Leerrohrdurchführung dient. Auf den Sporn wird eine dauerhafte Bodenaufschüttung aufgebracht, die bis auf 0,10 m unter die Sockeloberkante reicht. Die Sockeloberkante liegt 2,30 m über der Geländeoberkante.

Für diese Fundamente ist ein Grundwasserstand bis zur Geländeoberkante zulässig.

Kreisförmige Flachgründung (mit Auftriebswirkung)

Der Außendurchmesser des Fundaments beträgt 24,00 m, der Durchmesser des Sockels beträgt 10,90 m. Die Höhe des Sporns beträgt innen 2,20 m und außen 0,70 m. Die Gesamthöhe im Bereich des Sockels beträgt 2,80 m.

Kreisförmige Tiefgründung (mit Auftriebswirkung)

Der Außendurchmesser des Fundaments beträgt 23,00 m, der Außendurchmesser des Sockels beträgt 10,90 m. Die Spornhöhe beträgt innen 2,20 m und außen 1,30 m. Die Gesamthöhe im Bereich des Sockels beträgt 2,80 m.

Die Fundamentlasten werden über Pfähle mit vorgegebenem Querschnitt in den tragfähigen Baugrund eingeleitet. Folgende Varianten sind möglich:

- 54 Fertigteilrammpfähle aus Stahlbeton mit quadratischem Querschnitt 45 cm x 45 cm.
- 54 Ortbetonrammpfähle aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt D = 51 cm.
- 44 Ortbetonrammpfähle aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt D = 56 cm.
- 22 Bohrpfähle aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt D = 100 cm.

Technische Spezifikation

Zuwegung und Baustellenflächen

ENERCON Windenergieanlage

E-160 EP5 E3

166 m Hybridturm

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgeber	ENERCON 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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>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 GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON 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 GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
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 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	D02284867/5.1-de		
Vermerk	Originaldokument		
Vertraulichkeit	NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2024-02-21	de	EC	ENERCON Global GmbH / Site Logistics & Processes

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.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
DIN 18134	Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch
DIN 4017	Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
DIN 4019:2015	Baugrund - Setzungsberechnungen

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
D02108591	Baustellenordnung
D02768819	Anforderungen Zusatzbelastung Fundamentanschüttung und Fundamentaufflast für Servicetätigkeiten

Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Montage der WEA	8
2.1	Anlieferung des Turms und der Anlagenkomponenten	8
2.2	Montage des Turms	8
2.3	Montage der Gondel	8
3	Krantechnik	9
3.1	Eingesetzte Krantechnik	9
3.2	Aufbau des Krans mit Gittermast	9
4	Transport und Logistik	10
4.1	Generelles	10
4.2	Aufbau- und Logistikkonzept	10
4.3	Einsatz SPMT	10
5	Zuwegung	11
5.1	Trassierung	11
5.1.1	Kreuzungs- und Kurvenbereiche	13
5.1.2	Kuppen, Wannen und Steigungen	14
5.1.3	Lichttraumprofil	15
5.2	Aufbau der Zuwegung	16
5.2.1	Seitliches Gefälle: Scheitel und Überhöhung	17
5.2.2	Klassifizierung der Straßen	18
5.2.3	Anforderungen	19
5.2.4	Untergrund und Oberbau	19
5.2.4.1	Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen	20
5.2.4.2	Untergrund und Erdreich	21
5.2.4.3	Tragschicht	21
5.2.4.4	Deckschicht	22
6	Baustellenflächen und Fundament	23
6.1	Arbeitsbereich am WEA-Standort	23
6.1.1	Generelles	23
6.1.2	Fundament	24
6.1.3	Baufläche	26
6.1.3.1	Material	27
6.1.3.2	Baugrund und Erdreich	27
6.1.3.3	Kranstellfläche	28
6.1.3.4	Montagefläche	29
6.1.3.5	Lagerfläche	30

6.1.3.6	Arbeitsebene (falls erforderlich)	31
6.1.4	Rodungs- und Sicherheitsbereich	32
6.2	Kransauslegermontagefläche	33
6.3	Alternative Baufläche	34
6.4	Optionale Rotorblattlagerfläche	36
7	Zentrale Anlaufstelle	37
8	Zugang für Servicefahrzeuge nach Inbetriebnahme	38

Technische Änderungen vorbehalten.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

CM	Construction Manager (Gesamtbauleiter)
GOK	Geländeoberkante
GPM	General Project Manager (Gesamtprojektleiter)
GST	Großraum- und Schwertransport
SPMT	Self-Propelled Modular Transporter (selbstangetriebene Transporter)
WEA	Windenergieanlage

Größen, Einheiten, Formeln

D_{Pr}	Verdichtungsgrad nach Proctorversuch
E_{V1}	Errechneter Verformungsmodul des ersten Belastungszyklus eines statischen Plattendruckversuchs
E_{V2}	Errechneter Verformungsmodul des zweiten Belastungszyklus eines statischen Plattendruckversuchs

Technische Änderungen vorbehalten.

1 Einleitung

Sorgfältige Planung und Ausführung der Baustelleninfrastruktur sind die Basis für die wirtschaftliche Abwicklung der Baustelle. Die Transportwege und Baustellenflächen im Windpark müssen einen sicheren und wirtschaftlichen Baustellenverkehr gewährleisten. Eine störungsfreie Funktionalität ist über den gesamten Nutzungszeitraum sicherzustellen.

Abweichungen aus dieser Spezifikation können sich auf das Aufbau- und Logistikkonzept auswirken. Dies führt zu Mehrkosten, längeren Bauzeiten und ggf. Verzögerungen im Projektverlauf. Sollte es zu Abweichungen von den hier beschriebenen Standards kommen, sind diese mit dem ENERCON GPM abzustimmen. Für Standards aus dieser Spezifikation, die aus topografischen Gründen ggf. nicht umsetzbar sind, kann eine Alternativlösung von ENERCON angeboten werden. Diese ist über den ENERCON GPM zu beauftragen. Die daraus entstehenden Mehrkosten gehen zu Lasten des Auftraggebers.

Diese Spezifikation gilt für den Transport sowie Aufbau mit einem Standard-Großkran einer WEA mit der Turmbezeichnung:

- E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01

Diese Spezifikation beschreibt die Anforderungen an Zuwegung und Baustellenflächen für die Windparkinfrastruktur. Neben diesen Informationen müssen auch die folgenden Dokumente in die Planung einbezogen werden.

- Fundamentdatenblatt der zutreffenden Gründungsvariante des Turmtyps
- Technische Beschreibung des Turmtyps
- Datenblätter zu Gewichten und Abmessungen des Turmtyps, der Gondel und der Rotorblätter
- D02108591 „Baustellenordnung“
- D02768819 „Anforderungen Zusatzbelastung Fundamentanschüttung und Fundamentaufflast für Servicetätigkeiten“

Technische Änderungen vorbehalten.

2 Montage der WEA

Der Aufbau der WEA erfolgt in mehreren Abschnitten: Fundamentbau, ggf. Tiefgründung und Aufbau und Montage des Turms und der Gondel. Um wirtschaftlich zu handeln und die Fertigstellung der WEA in möglichst kurzer Zeit zu realisieren, werden je nach Windparkgröße projektbezogene Aufbaukonzepte entwickelt. Somit können die Arbeitsschritte, wie in den folgenden Unterkapiteln beschrieben, im Windpark parallel durchgeführt werden.

2.1 Anlieferung des Turms und der Anlagenkomponenten

Die Anlieferung erfolgt abhängig vom Aufbaukonzept auf die dafür vorgesehene Baustellenfläche. Der Turm und die Anlagenkomponenten werden vorab geliefert. Die Lagerung erfolgt nach einem festgelegten Stauplan. Die benötigten Flächen sind exakt nach dieser Spezifikation zu dimensionieren und zu errichten.

2.2 Montage des Turms

Abhängig von Turmtyp und Aufbaukonzept kann die Montage auf verschiedene Arten erfolgen. Je nach Turmtyp kann ggf. eine Vormontage nötig sein, die in einem separaten Gewerk direkt auf der vorgesehenen Stellfläche durchgeführt wird. Die vormontierten Sektionen werden auf der Baufläche zwischengelagert oder direkt nach der Vormontage montiert. Die Turmmontage erfolgt je nach Aufbaukonzept und Turm mit geeigneter Krantechnik.

2.3 Montage der Gondel

Die Gondelkomponenten werden direkt zu den vorgesehenen Stellflächen (z. B. Montagefläche) geliefert. Nach Abschluss der Vormontage wird die vormontierte Gondel mit der vorgesehenen Krantechnik eingehoben und auf dem Turm montiert.

3 Krantechnik

3.1 Eingesetzte Krantechnik

Die Auswahl der jeweiligen Krantypen erfolgt bei der Planung des Windparkkonzepts. Die max. zulässige Bodenpressung unterhalb der Kranketten bzw. Kranpratzen wird mit Lastverteilungsplatten begrenzt und ist durch geotechnische Berechnungen nachzuweisen. Beim Einsatz von Raupenkrantechnik ist es u. a. möglich, eingerüstet von Standort zu Standort zu fahren. Dazu müssen vorab auf der Krantrasse die Tragfähigkeit des Bodens und das Lichtraumprofil geprüft werden.

3.2 Aufbau des Krans mit Gittermast

Zur Anlagenerrichtung wird ein Kran mit Gittermast verwendet. Diese Krantechnik stellt besondere Anforderungen an die Kranstellfläche und benötigt ausreichend Platz zur Gittermastmontage. Das Grundgerät und die einzelnen Kranteile (z. B. Gittermaststücke, Ballast, Anbauteile) werden in der benötigten Anzahl von LKW-Transporten in den Windpark geliefert. Die Anzahl der LKW-Transporte ist abhängig von Krantyp und Mastlänge. Der Aufbau des Krans mit Gittermast erfolgt in folgenden Einzelschritten:

- Anlieferung des Grundgeräts inklusive Hilfskrane
- Ausrichtung des Grundgeräts auf der Kranstellfläche
- Positionierung Superlift-Ballast
- Gittermastmontage

Für die Gittermastmontage wird die vorhandene Zuwegung zur Kranstellfläche genutzt. Ist diese nicht nutzbar, ist eine temporäre Behelfsstraße erforderlich. Die technischen Rahmenbedingungen zur Kran- und Auslegermontage werden in diesem Dokument erläutert.

Technische Änderungen vorbehalten.

4 Transport und Logistik

4.1 Generelles

Für den Aufbau einer WEA wird eine große Anzahl an Schwertransporten benötigt. Diese Schwertransporte werden für die Anlieferung der Turm- und Anlagenkomponenten, der Krantechnik, für Baugrundverbesserungsmaßnahmen und für den Fundamentbau nötig. Diese zum Teil genehmigungspflichtigen Schwertransporte unterliegen länderspezifischen und behördlichen Regelungen. Die daraus resultierenden max. Transportgewichte und Achslasten sind zu berücksichtigen.

4.2 Aufbau- und Logistikkonzept

Für größere Windparks, aber auch für WEA an Standorten mit besonderen Anforderungen (z. B. Industriegelände, Deichstandorte, Bergstandorte), werden spezielle Aufbau- und Logistikkonzepte angewendet. Um eine optimale Projektabwicklung zu ermöglichen, sind die örtlichen Gegebenheiten direkt in das Konzept einzubinden. Je nach WEA-Typ, Aufbau- und Logistikkonzept werden zusätzliche Flächen benötigt z. B. eine Logistikfläche und/oder Rotorblattlagerfläche. Die logistischen Mehrkosten trägt der Auftraggeber. Vertraglich vereinbarte Termine müssen ggf. vom Auftragnehmer angepasst werden.

4.3 Einsatz SPMT

Kommt ein SPMT zum Einsatz, kann es je nach Komponente und Anlagenplattform in folgenden Bereichen zu Änderungen kommen:

- Fahrbahnbreite
- Lichtraumprofil
- Kurvenradien und Überschwenkbereiche
- Seitliches Gefälle auf Geraden und in Kurven

Diese Punkte müssen dann mit ENERCON und dem Transportdienstleister abgestimmt werden.

5 Zuwegung

Die Zuwegung innerhalb des Windparks ist ein integraler Bestandteil zur Versorgung der jeweiligen WEA-Standorte mit Material. Weiterhin gewährleistet die Zuwegung die Kranbewegungen im Windpark. Die Zuwegung dient über den gesamten Projektverlauf als Zufahrt für alle Transportarten. Daneben wird die Zuwegung auch für den Service und den Rückbau der WEA benötigt. Das Zuwegungs- und Baustellenflächenkonzept sowie die Bauausführung werden entsprechend dieser Spezifikation ausgelegt.

5.1 Trassierung

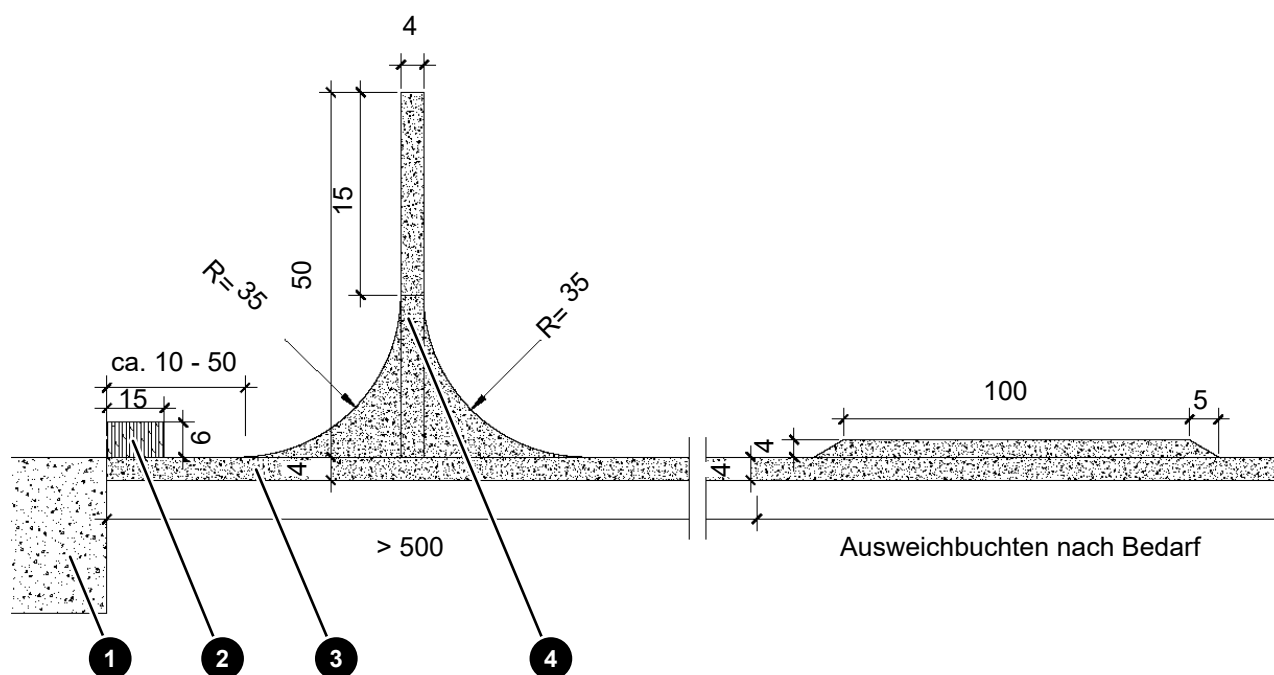


Abb. 1: Trassierungselemente (alle Maßangaben in Meter)

1	Kranstellfläche	2	Parkfläche
3	Zuwegung	4	Wendefläche

Der Einsatz von Groß- und Schwerlasttransporten stellt besondere Anforderungen an die interne Windparkzuwegung, an Kreuzungs- und Kurvenbereiche, die Windparkeinfahrten und die öffentlichen Straßen.

Trassierungselemente

Größtenteils werden zur Komponentenanzufuhr Transportkombinationen mit Überbreite und hohem Gesamtgewicht eingesetzt. Aufgrund des enormen Transportaufwands und der Transportkosten wird die Trassierung der windparkinternen Zuwegungen kurz und geradlinig geplant. Die Streckenführung wird so gewählt, dass ein Rückwärtsfahren von Schwertransporten im beladenen Zustand vermieden wird. Befinden sich WEA-Standorte in einer Sackgassenlage, deren Zuwegung eine Länge von 500 m überschreitet, werden diese mit einer Wendefläche für Leertransporte versehen. Die Wendefläche hat eine Länge von min. 50 m. Je nach Örtlichkeit können Wendeflächen

auch in kürzeren Abständen (unter 500 m) nötig sein. Diese Notwendigkeit wird durch den ENERCON GPM festgelegt. Auf längeren Zuwegungen werden Ausweichmöglichkeiten bzw. Parkbuchten in ausreichender Anzahl und Länge in Absprache mit dem ENERCON GPM eingeplant, um fließenden Verkehr und freie Rettungswege zu gewährleisten.

Windparkeinfahrt Bei Windparkeinfahrten von öffentlichen Straßen ist es empfehlenswert, die ersten 50 m der Einfahrt zu asphaltieren. Somit wird eine Reifenselbstreinigung des Baustellenverkehrs ermöglicht. Je nach Anzahl der Zufahrten zum Windpark und der Anzahl der in den Park einfahrenden LKW können auch andere Optionen, wie Radwaschanlagen, geprüft werden. Die Notwendigkeit ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten in Absprache mit dem ENERCON GPM zu prüfen. Behördliche Vorgaben müssen beachtet werden.

Parkplätze für Langtransporte Im Windpark oder in unmittelbarer Nähe müssen eine oder mehrere Flächen ausgewiesen werden, auf denen min. 3 Langtransporte zwischengeparkt werden können. Damit wird gewährleistet, dass wartende Transportfahrzeuge den übrigen Baustellenverkehr nicht behindern. Zu den Langtransporten zählen Transporte von Rotorblättern oder Stahlsektionen von Türmen. Als Flächen eignen sich z. B. Ausweichbuchten.

Hindernisse im Trassenverlauf Sind im Trassenverlauf besondere Hindernisse zu queren, werden diese für den überlaufenden Verkehr deutlich sichtbar gemacht. Bei Überquerungen von Leitungen (z. B. Pipelines, Gasleitungen) erfolgt vorab eine Untersuchung zur Überfahrbarkeit. Das Untersuchungsergebnis wird dem ENERCON GPM zur Einsicht vorgelegt. Ebenfalls wird eine Genehmigung vom Leitungsbetreiber für das Überfahren eingeholt. Leitungen sind durch spezielle Überbauten konstruktiv zu sichern. Um einen Kontakt mit dem Baustellenverkehr zu vermeiden, werden unterquerte Freileitungen deutlich mit Höhenbegrenzungsmarkierungen gekennzeichnet (z. B. durch Holzgestelle).

Technische Änderungen vorbehalten.

5.1.1 Kreuzungs- und Kurvenbereiche

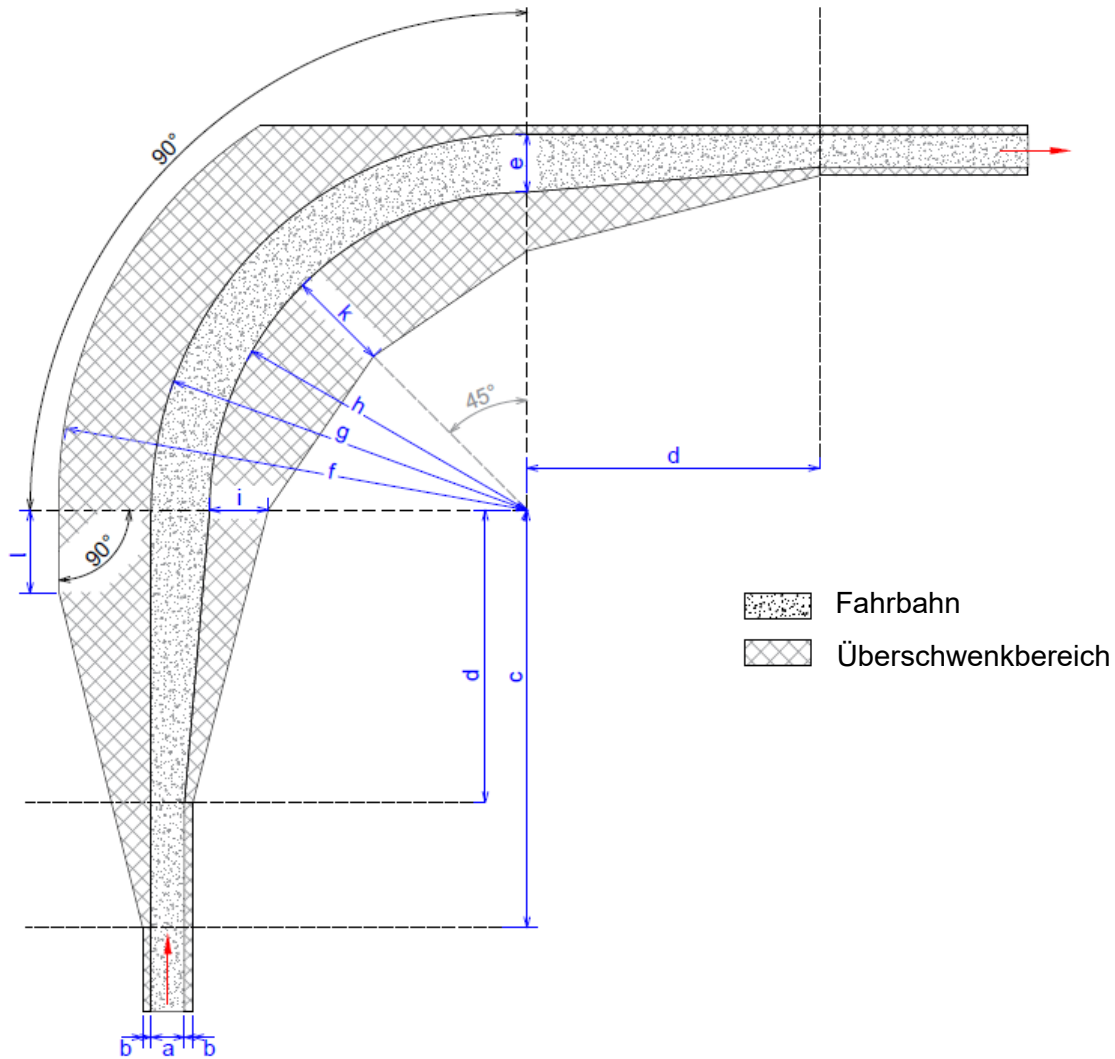


Abb. 2: 90-Grad-Kurve (Konstruktionsschema)

	90- Grad- Kurve	60- Grad- Kurve			90- Grad- Kurve	60- Grad- Kurve	
a	4 m		Befahrbare Breite der Fahrbahn auf Geraden	b	1,5 m		Seitlicher Überschwenkbe- reich inkl. Sicherheitsab- stand
c	60 m		Start Kurveneinfahrt äu- ßerer Überschwenkbe- reich	d	40 m		Start Kurveneinfahrt inne- rer Überschwenkbereich
e	7 m		Befahrbare Breite der Fahrbahn in Kurven	f	64 m	63 m	Außenradius äußerer Überschwenkbereich
g	50 m	50 m	Kurvenaußenradius	h	43 m	43 m	Kurveninnenradius
i	7 m	7 m	Maß 1 innerer Über- schwenkbereich	k	13 m	11 m	Maß 2 innerer Über- schwenkbereich
l	10 m	10 m	Maß 3 äußerer Über- schwenkbereich				

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Maßgebend für die Dimensionierung der Kurven ist die längste Transportkombination. Die Kurven und Überschwenkbereiche werden gemäß den in der Zeichnung angegebenen Maßen konstruktiv realisiert. Wenn diese Vorgabe aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht eingehalten werden kann, muss zwingend mit dem ENERCON GPM Rücksprache über eine Alternativlösung gehalten werden.

Überschwenkbereiche

Transportkombinationen mit Tiefbett und/oder ausschwenkender Ladung müssen Kurven problemlos durchfahren können. Dazu müssen Hindernisse in den Überschwenkbereichen entfernt werden, wenn diese Hindernisse eine bestimmte Höhe überschreiten.

- Hindernisse im inneren Überschwenkbereich dürfen max. 0,15 m über das Niveau der Fahrbahn ragen.
- Hindernisse im äußeren Überschwenkbereich dürfen max. 1,25 m über das Niveau der Fahrbahn ragen.

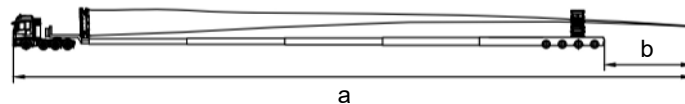


Abb. 3: Blatttransport Überhang

a	90 m	b	9-19 m
---	------	---	--------

5.1.2 Kuppen, Wannen und Steigungen

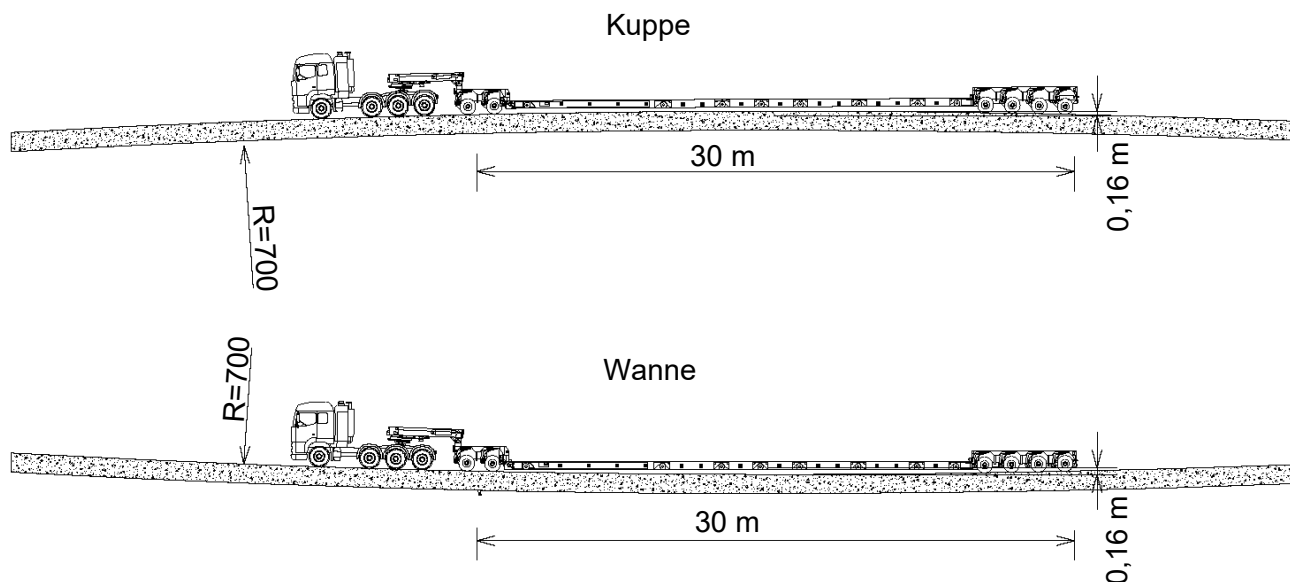


Abb. 4: Kuppe und Wanne, R=700 m

Für die Komponentenanlieferung werden Fahrzeuge mit einer Gesamtlänge von bis zu 90 m eingesetzt. Für diese überlangen Transportkombinationen dürfen die Zuwegungen einen Kuppen- und Wannenhalbmesser von 700 m nicht unterschreiten. Somit wird ein Aufsetzen verhindert z. B. bei Tiefbett-Transportkombination.

In speziellen Fällen kann der Radius auf $R=400$ m verkleinert werden. Dies erfordert jedoch den Einsatz spezieller Transportkombinationen, die das Tiefbett auf eine Höhe von min. 45 cm anheben können. Der $R=400$ m entspricht einer Überhöhung (Kuppe) bzw. einer Absenkung (Wanne) von 0,26 m auf einer Länge von 30 m.

Steigungen bzw. Gefälle

Steigungen bzw. Gefälle auf der Zuwegung können nur bis zu einer max. Steigung von ≤ 12 % durch GST bewältigt werden. Ab einer Steigung von 7 % wird eine gebundene Deckschicht (z. B. Asphalt, Beton) verbaut. Dadurch wird eine kraftschlüssige Traktion der Transportfahrzeuge ermöglicht. Im Einzelfall können Zughilfen erforderlich sein (Standorte im Hügelland, Gebirge). Dies wird vorab im Detail mit dem ENERCON GPM geklärt. Der ENERCON GPM muss die wirtschaftlichen und terminlichen Auswirkungen bewerten, die vom Auftraggeber zu tragen sind.

In Kurven mit Steigungen > 7 % muss die Fahrbahnbreite an die Gegebenheiten vor Ort angepasst werden. Dies ist bei der Planung zu berücksichtigen und muss durch ENERCON geprüft und freigegeben werden.

Bei der Planung der Zuwegung im Bereich Kurven und Kreuzungen mit Steigungen und Gefälle ist darauf zu achten, dass die Torsion zwischen Zugfahrzeug und Auflieger bzw. Nachläufer ≤ 5 % liegt.

Tab. 1: Anforderungen an das Längsprofil der Zuwegung

Parameter	Anforderung
Steigungen/Gefälle bei ungebundener Deckschicht	≤ 7 %
Steigungen/Gefälle bei gebundener Deckschicht	≤ 12 %
Bodenfreiheit der Transportfahrzeuge	0,10 m
Radius Bergkuppe/Talsole	700 m

5.1.3 Lichtraumprofil

Für die GST muss ein bestimmtes Lichtraumprofil oberhalb der Zuwegung vorhanden sein. Mit der Einhaltung dieses Lichtraumprofils wird die ungehinderte Durchfahrt aller Transporte auf der Zuwegung sichergestellt. Dieser Bereich muss während der Baumaßnahmen frei von Hindernissen aller Art gehalten werden (z. B. von Bauwerken, Versorgungsleitungen, Masten, Bäumen und Ästen).

Das Lichtraumprofil kann je nach Land, Fahrzeugtechnik oder Anlieferungskonzept variieren. Sollte das vorgegebene Lichtraumprofil nicht umsetzbar sein, ist Rücksprache mit dem ENERCON GPM über eine Alternativlösung zu halten.

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-02-28 08:37

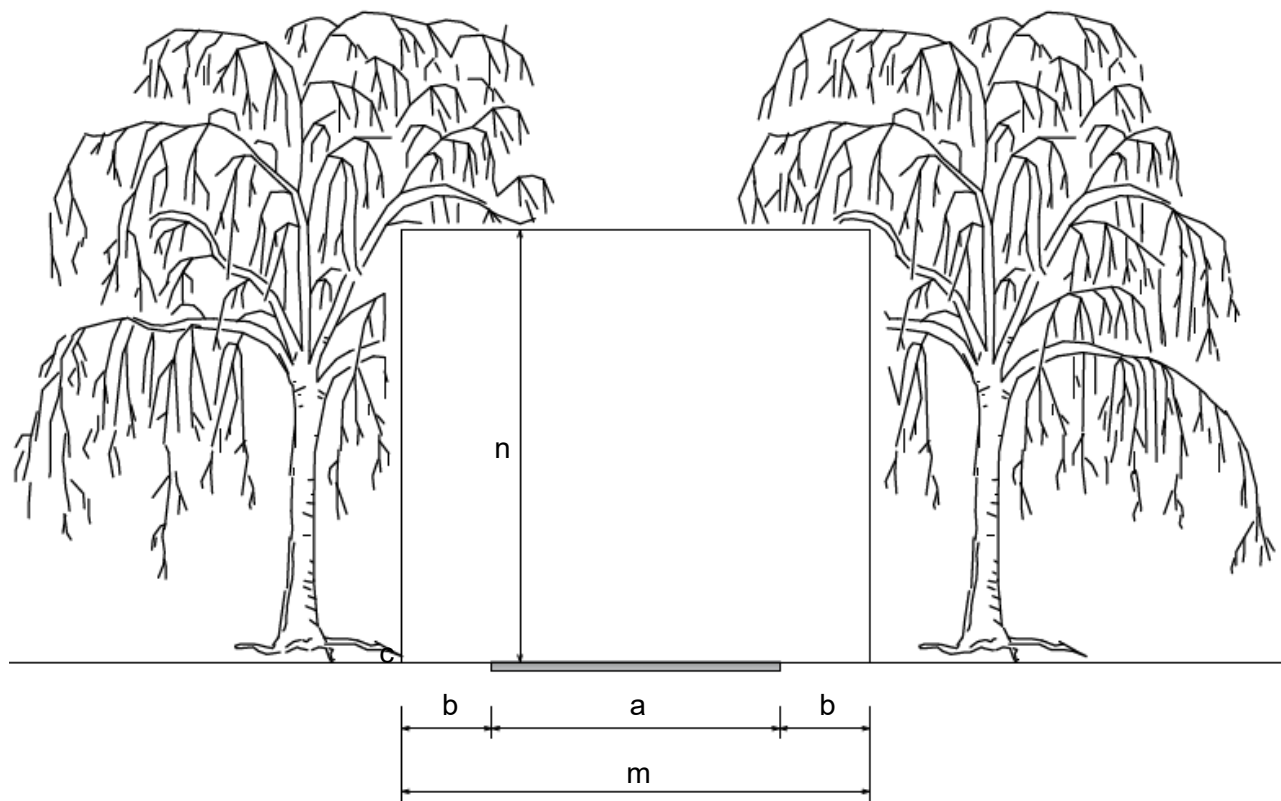


Abb. 5: Lichtraumprofil

a	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn auf Geraden	b	1,5 m	Seitlicher Überschwenkbereich inkl. Sicherheitsabstand
m	7 m	Lichte Durchfahrtsbreite	n	4,8-6 m	Lichte Durchfahrtshöhe

5.2 Aufbau der Zuwegung

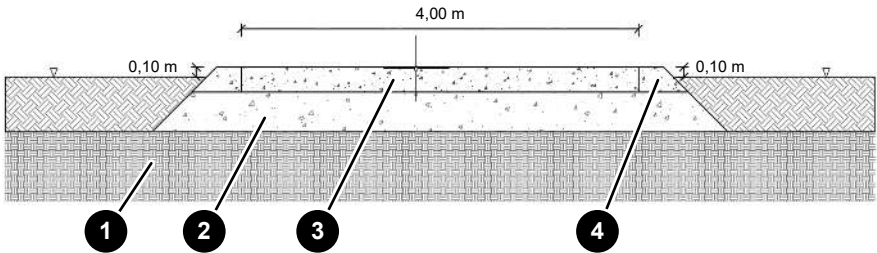


Abb. 6: Schematischer Aufbau der Zuwegung

1	Tragfähiger Untergrund	2	Tragschicht
3	Deckschicht	4	Seitenbereich (Bankett)

Die Deckschicht wird mit einer Querneigung oder einem Dachprofil profiliert. Somit ist eine Entwässerung zur Seite sichergestellt. Eine befahrbare Breite von 4 m ist sicherzustellen. Der Seitenbereich (Bankett) ist abhängig vom Baugrund und Lastabtragungswinkel der Tragschicht zu konstruieren.

Der tatsächliche konstruktive Aufbau wird anhand der vorherrschenden Bodenverhältnisse vom Straßenplaner bemessen und festgelegt und vor der Ausführung mit dem ENERCON GPM abgestimmt. Dabei ist eine befahrbare Breite der Zuwegung von 4 m sicherzustellen. Um den Lastabtrag zu gewährleisten, kann es zu einem verbreiterten Ausbau kommen.

5.2.1 Seitliches Gefälle: Scheitel und Überhöhung

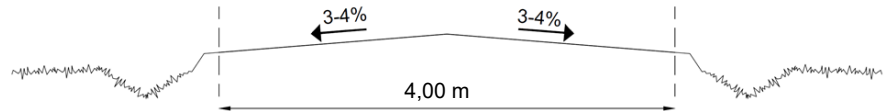


Abb. 7: Dachprofil

Die Zuwegung muss generell mit einer Überhöhung (Dachprofil) und einer Neigung von 3 bis 4 % gestaltet werden. Diese Querneigung der Straße sorgt dafür, dass Regenwasser von der Straßenoberfläche abfließt und verhindert so Erosion, Schlaglochbildung und Spurrillen. Ist die Oberfläche der Straße gepflastert (Beton oder Asphalt), ist ein Quergefälle von 2 % ausreichend, um eine Entwässerung zu gewährleisten.

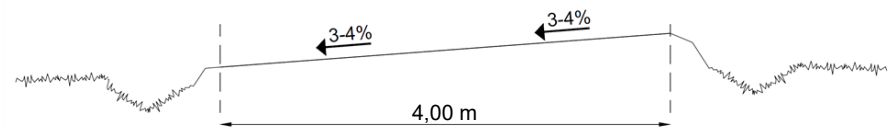


Abb. 8: Seitliches Gefälle

Sollte ein Dachprofil aus topographischen Gründen nicht umsetzbar sein, kann das seitliche Gefälle über die gesamte Breite mit max. 3 bis 4 % gebaut werden. In diesem Fall den Abschnitt zu Übergängen bei seitlichem Gefälle beachten.

Technische Änderungen vorbehalten.

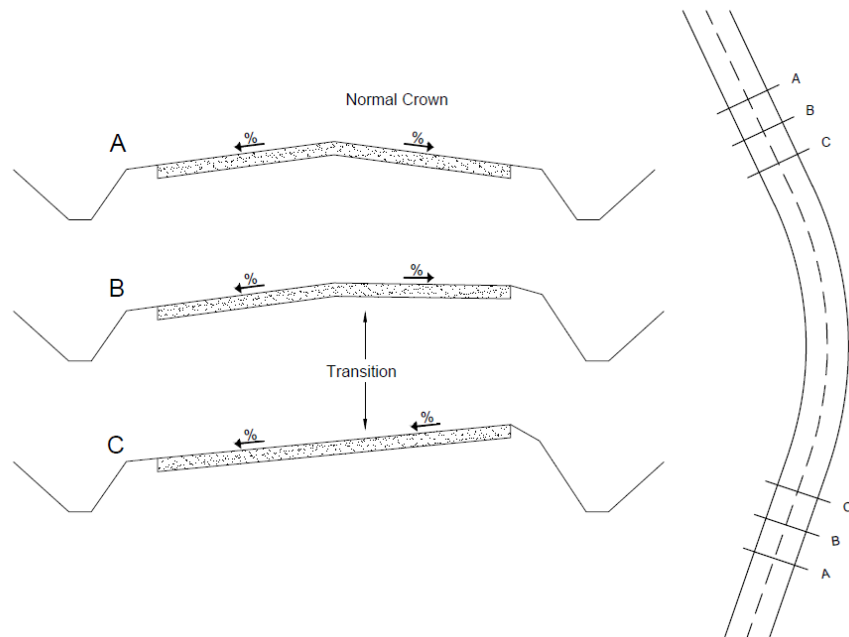


Abb. 9: Übergang seitliches Gefälle

Beim Übergang von einem Dachprofil zu einem seitlichen Gefälle muss der normale Scheitelquerschnitt herausgenommen werden und in einen überhöhten Querschnitt übergehen. Dadurch kann die Oberfläche von der Überhöhung (höchster Punkt des Querschnitts an der Außenseite der Kurve) zur Kuppe (höchster Punkt des Querschnitts auf der Straßenachse) übergehen. Bei Doppelkurven darf das seitliche Gefälle max. 2,5 % betragen. Die Torsion zwischen Zugfahrzeug und Auflieger bzw. Nachläufer darf 5 % nicht überschreiten. Sollte dies nicht umsetzbar sein, muss min. eine Fahrzeuglänge des längsten Fahrzeugs zwischen den Kurven geplant werden.

5.2.2 Klassifizierung der Straßen

Innerhalb des Windparks werden 3 Straßentypen nach dem Ausgangszustand der Straße und den für den Bau erforderlichen Arbeiten unterschieden. Alle 3 Straßentypen müssen die Anforderungen an Form, Festigkeit und Tragfähigkeit aus diesem Dokument erfüllen.

Bestehende Straßen in gutem Zustand

Bereits gebaute Straßen innerhalb des Windparks mit guten Oberflächen- und Querschnittbedingungen (ausreichende Tragfähigkeit, Seitenneigung und Rauheit) und einer befahrbaren Breite von min. 4 m. Bei Erfüllung dieser Parameter sind für diese Straßen keine zusätzlichen Arbeiten erforderlich. Die gängigen Erhaltungsarbeiten für das Straßennetz nach Beginn der Installationsphase sind obligatorisch.

Bestehende auszubauende Straßen

Bereits gebaute Straßen innerhalb des Windparks, die die Anforderungen an die Oberfläche, den Querschnitt oder die befahrbare Breite nicht erfüllen. Für diese Straßen sind zusätzliche Arbeiten zur Verbesserung der Straßenbedingungen erforderlich. Durch die Nutzung der vorhandenen Straßenplattform wird der Umfang der auszuführenden Arbeiten deutlich reduziert.

- Neue Straßen** Neu zu bauende Straßen auf natürlichem Grund. Bei diesen Straßen müssen sämtliche Bauarbeiten durchgeführt werden:
- Rodung
 - Planierung
 - Abtragen des Mutterbodens
 - Erdarbeiten
 - Angleichung der Schichten
 - usw.

5.2.3 Anforderungen

- Baugrunduntersuchung** Die bauliche Gestaltung der Zufahrtsstraße hängt von der Beschaffenheit des Untergrunds und der zu erwartenden Verkehrsbelastung ab. Der Baugrund muss durch Baugrundaufschlussbohrungen und Sondierungen ausreichend untersucht werden. Die Anzahl und die Tiefe der Sondierungen müssen vom geotechnischen Sachverständigen in Abhängigkeit von der Untergrundstruktur festgelegt werden. Der zu erwartende Schwerlastverkehr muss für jeden relevanten Straßenabschnitt abgeschätzt werden. Bei dieser Schätzung sind die Schwerverkehrsbelastungen pro WEA zu berücksichtigen, die durch den Bau der Straße und der befestigten Flächen, die Anlieferung der WEA-Komponenten und die Montage der WEA entstehen. Zudem muss auch die Anzahl der auf dem jeweiligen Straßenabschnitt betriebenen WEA berücksichtigt werden. Auf der Grundlage der Baugrunduntersuchungsergebnisse und der Verkehrsprognose wird die bauliche Gestaltung der Zufahrtsstraße festgelegt.
- Gebrauchstauglichkeit** Die Zufahrtswege werden unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verkehrsbelastungen mit ausreichender Tragfähigkeit angelegt, so dass sie während der gesamten Nutzungsdauer einsetzbar bleiben. Auch bei starken Regenfällen müssen die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit gewährleistet sein. Es ist darauf zu achten, dass die Deckschicht dauerhaft frei von Schlaglöchern bleibt. Die max. Spurrillentiefe ist auf 7,5 cm begrenzt. Die Gestaltung der Baustellenbereiche muss auch eine Entwässerung der Zufahrtswege vorsehen. Bei Schneefall und Vereisung muss der Betreiber/Auftraggeber durch den Einsatz von Streu- und Schneeräumdiensten für sichere Arbeits- und Fahrbedingungen sorgen. Die Ausführungsplanung sowie alle Vorgaben zur Prüfung, zu Untersuchungen, Auswertungen und Nachweisen sind dem ENERCON GPM unaufgefordert zur Prüfung vorzulegen.

5.2.4 Untergrund und Oberbau

Um einen sicheren, funktionalen und kostengünstigen Verkehr während der Bauphase zu gewährleisten, müssen die folgenden geometrischen Anforderungen an den Straßenbau erfüllt werden.

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-02-28 08:37

Tab. 2: Mindestanforderungen an die Zuwegung

Parameter	Anforderung
Befahrbare Breite der Zuwegung	4 m
Max. zulässige Spurrillentiefe	7,5 cm
Max. Seitenneigung der Zuwegung auf geraden Strecken und in Kurven	3-4 %
Höhe der Straßenoberfläche über dem natürlichen Boden	10 cm

5.2.4.1 Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen

Um einen sicheren, funktionsfähigen und kostengünstigen Transport während der Bauphase zu gewährleisten, müssen folgende Anforderungen an die Tragfähigkeit der Straße erfüllt werden.

Tab. 3: Mindestanforderungen an die Zuwegung

Parameter	Anforderung
Max. Achslast	12 t
Max. Gesamtgewicht der Transportkombination	210 t
Deckschicht Verformungsmodul	$E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$
Deckschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 100 \%$
Tragschicht Verformungsmodul (falls erforderlich)	$E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Tragschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältnis E_{V2}/E_{V1}	$\leq 2,3$

Die Baufirma muss die vorgegebenen Verformungsmodul für jede eingebaute Schicht prüfen und dokumentieren. Werden die vorgegebenen Werte nicht erreicht, sind Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen. Ein statischer Plattendruckversuch an jeder eingebauten Schicht wird generell empfohlen.

Die geforderten Werte des zweiten Verformungsmoduls (E_{V2}) und des Verhältnisses E_{V2}/E_{V1} entsprechen den nach der deutschen Norm DIN 18134 durchgeführten Plattendruckversuchen. In diesem Dokument sind verschiedene Aspekte der zu erfüllenden Prüfung zusammengefasst, wie z. B. Plattendurchmesser, max. Druck, Belastungsstufen, E_V -Berechnungsformel usw. Plattenbelastungsprüfungen, die nach verschiedenen Normen durchgeführt wurden, sind nicht direkt vergleichbar.

Je nach geotechnischem Gutachten muss auf der Zufahrtsstraße alle 200 bis 500 m ein statischer Plattendruckversuch durchgeführt werden. Statische Plattendruckversuche müssen auch an Übergängen von bestehenden Straßen zu Baustraßen, an Kreuzungen und Einmündungen durchgeführt werden.

Technische Änderungen vorbehalten.

Für bestehende Straßen in gutem Zustand wird empfohlen, die Tragfähigkeit der Straße durch Plattendruckversuche zu prüfen, wobei dieselben Anforderungen wie für die anderen Straßentypen gelten.

Folgende Punkte sind zu prüfen und die Ergebnisse zu protokollieren:

- Aufbau der Zuwegung (Material und Einbaustärke)
- Ausreichende Verdichtung des Baumaterials
- Tragfähigkeit der Zuwegung
- Tragfähigkeit von Brücken
- Tragfähigkeit von Durchlässen und Verrohrungen
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen
- Überfahrbarkeit von verlegten Leitungen (z. B. Pipelines)

Es kann sinnvoll sein (z. B. bei langen Verkehrswegen oder schlechtem Baugrund), die Zuwegung nicht auf Grundlage der vorgebenden Verformungsmodule, sondern aufgrund der Verkehrsbelastung unter Berücksichtigung der Achsübergänge zu bemessen.

Eine befahrbare Breite der Zuwegung von 4 m ist sicherzustellen. Je nach Lastabtrag und Baugrund kann ein verbreiteter Ausbau nötig sein.

5.2.4.2 Untergrund und Erdreich

Der tragfähige Baugrund ist die Grundlage für die Aufnahme der hohen Flächenpressungen, die durch außergewöhnliche Belastungen und die eingesetzten Kräne entstehen. Deshalb müssen der Oberboden und eventuelle Weichschichten bis zum Erreichen der ersten tragfähigen Schicht des natürlichen Bodens ausgehoben werden. Sind bindige und organische Böden nicht tragfähig, werden diese ausgetauscht oder durch Schichten aus geeignetem, verdichtetem Füllmaterial (z. B. Sand) ersetzt. Alternativ können auch andere technische Verfahren eingesetzt werden (z. B. Verpressen, Geogitter).

Die Tragfähigkeit des Untergrunds muss nachgewiesen werden. Der benötigte Lastausbreitungswinkel der geplanten Zuwegung wird beim Auskoffern der Straßenbreite mit einbezogen.

5.2.4.3 Tragschicht

Die Tragschicht der Zufahrtswege innerhalb des Windparks besteht aus losem Material wie Sand, Kies, Moräne, Schotter oder einer Mischung der genannten Materialien.

Der Anteil der feinen Gesteinskörnung darf 6 % der Gesamtmenge nicht überschreiten.

Das Schottermaterial für die Tragschicht enthält im Allgemeinen größere Steine und einen viel geringeren Anteil an Ton oder Feinmaterial als das Schottermaterial für die Deckschicht. Dies ist notwendig, um die für Tragschichten erforderliche Festigkeit und gute Entwässerungseigenschaften zu erreichen. In gleicher Weise benötigt Tragschichtmaterial niedrige Werte des Plastizitätsindex.

Die Verkehrslasten werden über diese Tragschicht auf den Untergrund übertragen. Die Tragschicht muss den klimatischen und mechanischen Belastungen standhalten. Das verwendete Material muss

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-02-28 08:37

für den Straßenbau zugelassen sein. Die Sieblinie des verwendeten Materials muss den jeweils gültigen nationalen Vorschriften entsprechen. Die Eignung des Materials muss vor dem Einbau durch Vorlage von gültigen Prüfzeugnissen nachgewiesen werden. Die erforderliche Tragfähigkeit wird durch eine abgestufte Korngrößenverteilung gewährleistet und ist mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

Ziegelbruch wird als Schüttgut für die Tragschicht nicht genutzt. Das Material wird durch Feuchtigkeit zerrieben und verliert seine Festigkeit.

Die fachgerechte Verdichtung der Tragschicht ist lagenweise sicherzustellen.

5.2.4.4 Deckschicht

Material Der Anteil der feinen Gesteinskörnung darf 10 % der Gesamtmenge nicht überschreiten. Das Schottermaterial für die Deckschicht enthält im Allgemeinen eine feinere Gesteinskörnung, als der Schotter für die Tragschicht. Eine zu grobe Gesteinskörnung erschwert die Instandhaltung und führt zu einer rauen Fahrbahnoberfläche. Ein höherer Feinkornanteil und ein höherer Plastizitätsindex sind ebenfalls erforderlich, um der Deckschicht eine bindende Eigenschaft und eine glatte Fahrbahn zu verschaffen. Um den Beanspruchungen durch hohe Verkehrslasten gerecht zu werden, muss die Deckschicht schichtweise richtig verdichtet werden.

Die Sieblinie der eingebauten Materialien muss den jeweils gültigen länderspezifischen Vorschriften entsprechen. Die Eignung der Materialien muss vor dem Einbau durch aktuelle Prüfzeugnisse nachgewiesen werden. Die Deckschicht wird möglichst gleichmäßig mit einer Mindestüberhöhung von 10 cm gegenüber dem angrenzenden Gelände eingebaut. Die Mindestschichtdicke beträgt 25 cm.

Deckschicht Weist die Zuwegung eine Steigung von 7 % bis max. 12 % auf, wird die Deckschicht hydraulisch oder bituminös gebunden. Die Deckschicht ermöglicht einen kraftschlüssigen Verbund zum überfahrenden GST und verhindert das Durchdrehen der Räder.

6 Baustellenflächen und Fundament

6.1 Arbeitsbereich am WEA-Standort

6.1.1 Generelles

Auf der Baufläche am Standort der zu errichtenden WEA werden unterschiedliche Tätigkeiten durchgeführt. Diese reichen von Fundamentbau, Lagerung von Komponenten, Vor- und Anlagenmontage bis hin zur Netzanbindung und Inbetriebnahme. Die Baufläche ist in verschiedene Bereiche unterteilt, die zur Montage und Lagerung der WEA-Komponenten dienen. Für diese Bereiche gelten unterschiedliche Anforderungen. Ausreichend groß dimensionierte und tragfähige Baustellenflächen sind daher für einen sicheren und wirtschaftlichen Projektablauf zwingend notwendig.

Höhenunterschiede

Um einen sicheren und reibungslosen Bauablauf zu gewährleisten, sind die folgenden Höhenunterschiede einzuhalten:

- Zwischen Baustellenflächen und umliegendem Gelände: Sofern Baustellenflächen mit einem Höhenunterschied $> 0,30$ m zum umliegenden Gelände angelegt werden, werden die Seitenbereiche mit 45° abgebösch. Abhängig von der Höhe der Böschung ergibt sich ein umlaufender Streifen, der nicht belastet werden darf. Ggf. ist die Fläche zu vergrößern, um die erforderliche Nutzfläche herzustellen.
- Zwischen Zuwegung, Kranstell-, Lager- und Montagefläche: Ein Höhenunterschied oder Versatz ist nicht zulässig.
- Zwischen Kranstellfläche und Fundamentoberkante: Der zulässige Höhenunterschied ist dem Fundamentdatenblatt zu entnehmen.

Sind Höhenunterschiede aufgrund der topografischen Gegebenheiten erforderlich, muss der Punkt „Böschungen“ berücksichtigt und mit dem ENERCON GPM abgesprochen werden.

- Wird die Baufläche in eine Anhöhe oder einen Berg gebaut, ist ein Randstreifen von 4 m einzuplanen, wodurch sich die Grundfläche um diesen Randstreifen vergrößert. Für diesen Fall muss eine ausreichende Entwässerung gewährleistet sein. Diese Regelung gilt für den Randbereich sowie für Anhöhen innerhalb der Baufläche.

Böschungen

Bei einer Böschung muss der Sicherheitsbereich, der nicht belastet werden darf, berücksichtigt werden. Die Grundfläche vergrößert sich damit um den Sicherheitsbereich. Diese Regelung gilt für den Randbereich sowie für Böschungen innerhalb der Baufläche. Der Sicherheitsbereich muss vom Bodengutachter bestimmt werden.

Lagerung von Bodenaushub

Bodenaushub, der während der Bauphase angefallen ist und nicht weiter verwendet wird, wird ausschließlich außerhalb des Arbeitsbereichs in Mieten gelagert. Beim Anlegen der Erdmieten ist die geplante Kabeltrasse und Kabeleinführung von und zur WEA zu berücksichtigen.

NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG

Technische Änderungen vorbehalten.

Freigabe: 2024-02-28 08:37

tigen. Der Mindestabstand der Erdmieten zum Arbeitsbereich beträgt 4 m. Um die Anlieferung der Turm- und WEA-Komponenten nicht zu behindern, darf kein Bodenaushub im Überschwenkbereich der Transportfahrzeuge gelagert werden. Dasselbe gilt entlang der Kranauslegermontagefläche. Bei Nichtverwendung wird überschüssiger Bodenaushub vom Auftraggeber vollständig entfernt. Zur Orientierung die Abb. 12, S. 32 beachten.

Standorte für Winden

Um die WEA-Komponenten während des Hubvorgangs zu führen, werden sie mit Seilen und Winden in Position gehalten. Die Position der Winden ist unter anderem abhängig von der zu hebenden Komponente und der Windsituation und wird kurzfristig mit dem ENERCON CM oder dem Aufbauteam abgestimmt. Die Winden werden mit einem Mindestabstand von 1 Nabenhöhe in Metern zum Turmfuß positioniert.

Der Windenstandort muss mit einem Teleskoplader erreichbar sein. Die Eigentümer der betroffenen Flurstücke sind über die Tätigkeiten zu informieren, ggf. ist eine Erlaubnis einzuholen. Durch das Befahren mit einem Teleskoplader kann es zu Flurschäden kommen. Diese sind in einem vertretbaren Maß vom Kunden zu tragen.

Abhängig von der lokalen Beforstungsdichte können zusätzliche Rodungsschneisen nötig sein. Bei Waldstandorten muss der Windenstandort frühzeitig mit ENERCON abgestimmt werden.

6.1.2 Fundament

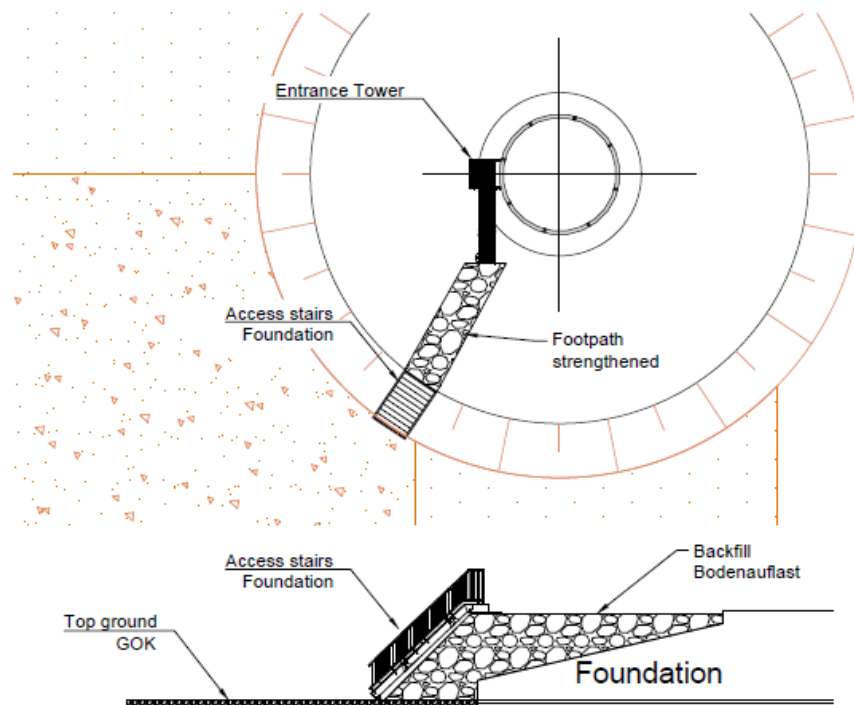


Abb. 10: Fundament auf GOK mit Erdaufkast

Das Fundament benötigt für den Betrieb der WEA eine Bodenaufschüttung, die vor Baustart der WEA aufgebracht werden muss. Dabei darf der Außendurchmesser Böschung nicht größer als Fundamentaußenkante ± 3 m sein.

Kommt es zu Abweichungen des vorgegebenen Höhenniveaus und der Abstand zwischen Fundamentoberkante und GOK ist größer bzw. kleiner als der vorgegebene Standard, muss dies mit ENERCON abgestimmt werden. Der entsprechende Platzbedarf der Aufschüttung und eine angepasste Zugangstreppe müssen in der Planung berücksichtigt werden.

Nach Fertigstellung der Anschüttung muss ein Zugang in Form einer Treppe gewährleistet sein. Diese Treppe ist im Lieferumfang der WEA enthalten und wird vom Aufbauteam installiert. Sollte der Kunde eine eigene Treppe verwenden, ist dies im Vorfeld mit ENERCON abzuklären. Höhenunterschiede abweichend des Schalplans Fundament müssen berücksichtigt werden. Anpassungen der Standardtreppe werden erst ab Höhenunterschieden > 0,4 m vorgenommen. Zu kurze Treppen werden am unteren Ende mit Schotter ausgeglichen. Zu lange Treppen werden am unteren Ende eingegraben oder oberhalb der Anschüttung unterfüttert.

Bei HST muss um die Anschüttung herum ein 3 m breiter und temporär befahrbarer Streifen eingeplant werden. Dieser wird bei der Vormontage der Fundamentsektion mit einer Teleskoparbeitsbühne befahren und kann z. B. mittels Stahlplatten errichtet werden.

Neben der Bodenaufschüttung sind zusätzliche Belastungen auf Fundamenten im Rahmen der Typenprüfung nicht abgedeckt. Zusätzliche Belastungen bedürfen einer Freigabe durch ENERCON.

- Nicht erlaubte zusätzliche Belastungen während der Aufbauphase:
 - das Abstellen und Befahren mit jeglicher Art von Fahrzeugen oder Kranen
 - vom Schalplan abweichende Bodenwichten für das Material und Gegebenheiten der Bodenaufschüttung
 - das Abladen und Lagern von Krankomponenten und Gewichteten
 - das Abladen und Lagern von Mauerwerk, Naturstein oder Betonauflastung
 - das Aufstellen von Trafohäuschen usw.
- Erlaubte zusätzliche Belastungen während der Aufbauphase:
 - das Ablegen von Kabeln und Kleinwerkzeugen für die Montage
 - der Aufenthalt von Montage- und Servicepersonal

Bauablauf

1. Herstellung des gesamten Unterbaus von Kranstellfläche und Montagefläche. Die Deckschicht wird bis auf einen Abstand von Fundamentaußenkante +3 m aufgetragen.
2. Herstellung des Fundaments.
3. Aufbringung und Abböschung der Fundamentauflast nach Vorgaben, wobei der Außendurchmesser der Böschung nicht größer als die Fundamentaußenkante +3 m sein darf.
4. Installation einer Treppe mit Handlauf an der Böschung in Richtung Kranstellfläche. Dabei sind die für die Region geltenden aktuellen Sicherheits- und Bauvorschriften zu beachten.

- 5. Befestigung mit Schotter auf dem Fundament von der Zugangstreppe Kranstellfläche bis zum Zugang Turmaußentreppe, um einen gefahrlosen und sauberen Zugang zu gewährleisten.
- 6. Überarbeitung und Profilierung der gesamten Baufläche gemäß Mindestanforderungen.

6.1.3 Baufäche

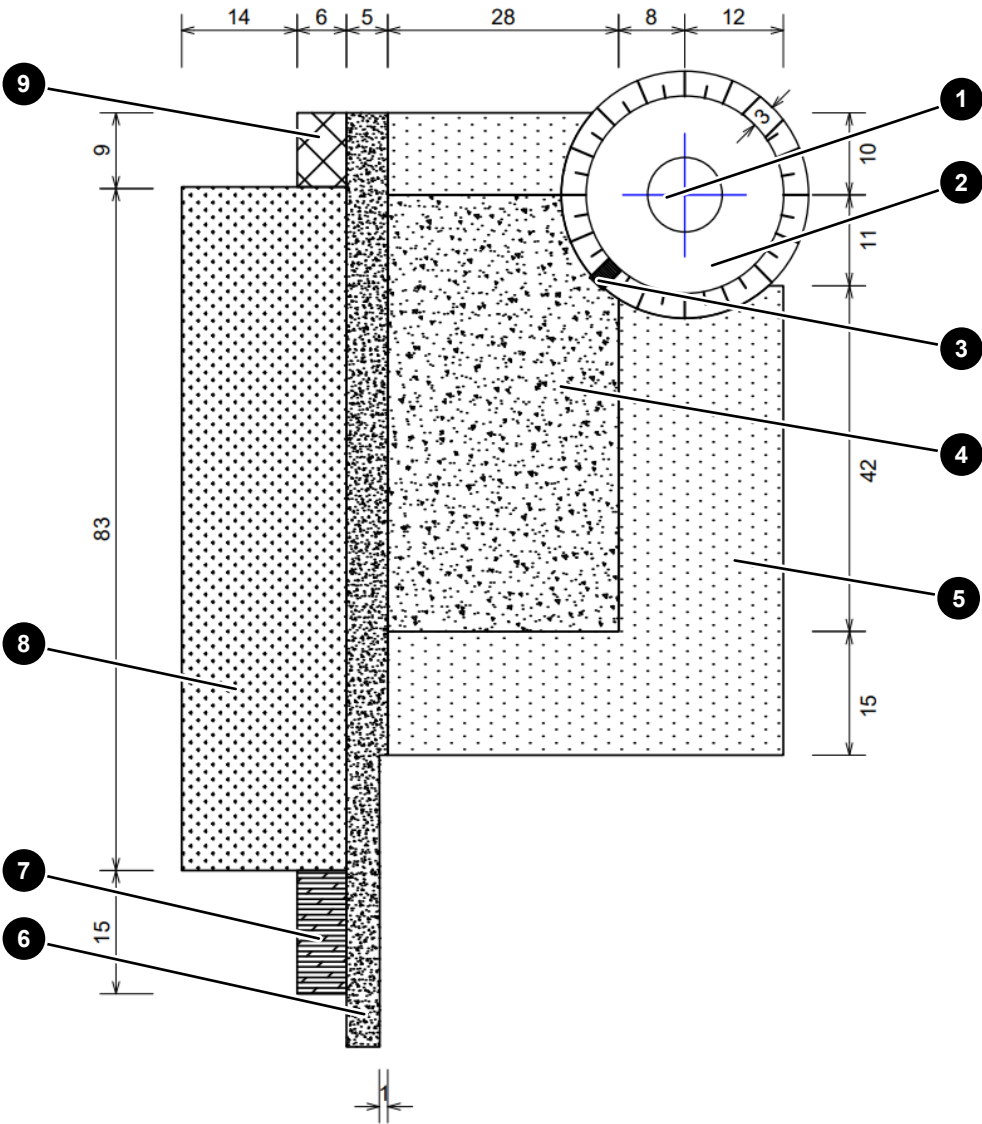


Abb. 11: Arbeitsbereich am WEA-Standort, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

1	Turm	2	Fundament
3	Treppe	4	Kranstellfläche
5	Montagefläche	6	Zuwegung
7	Parkfläche	8	Lagerfläche
9	Müllsammelplatz		

Baugrunduntersuchung Der konstruktive Aufbau der Kranstellfläche und der Montagefläche kann sich abhängig von der Beschaffenheit des Baugrunds unterscheiden. Der Baugrund ist durch Baugrundaufschlussbohrungen und -sondierungen ausreichend zu untersuchen. Alle setzungs- und grundbruchrelevanten Bodenschichten sind dabei zu erfassen. Anzahl und Tiefe der Untersuchungen sind vom Baugrundgutachter abhängig vom Untergrundaufbau festzulegen. Auf Grundlage der Baugrunduntersuchungsergebnisse wird der konstruktive Aufbau der Kranstellfläche und der Montagefläche festgelegt.

Gebrauchstauglichkeit Die Baustellenflächen werden unter Berücksichtigung der zu erwartenden Belastungen mit ausreichender Tragfähigkeit angelegt, sodass sie während der gesamten Nutzungsdauer einsetzbar bleiben. Auch bei starken Regenfällen müssen die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit gewährleistet sein. Die max. Spurrillentiefe ist auf 7,5 cm begrenzt. Die Gestaltung der Flächen muss auch eine Entwässerungsmöglichkeit vorsehen. Bei Schneefall und Vereisung muss der Betreiber/Auftraggeber durch den Einsatz von Streu- und Schneeräumdiensten für sichere Arbeits- und Fahrbedingungen sorgen. Die Ausführungsplanung sowie alle Vorgaben zur Prüfung, zu Untersuchungen, Auswertungen und Nachweisen sind dem ENERCON GPM unaufgefordert zur Prüfung vorzulegen.

6.1.3.1 Material

Als Material für die Deckschicht werden zertifizierte gebrochene Schüttgüter wie Kies, Schotter oder ähnliches Material verwendet, die die Anforderungen erfüllen. Die Mindestschichtdicke beträgt 25 cm. Die folgenden Überlegungen gelten für Materialien, die sowohl auf der Kranstellfläche als auch im Montagebereich verwendet werden.

6.1.3.2 Baugrund und Erdreich

Der tragfähige Baugrund ist die Grundlage für die Aufnahme der hohen Flächenpressungen, die durch außergewöhnliche Belastungen und die eingesetzten Kräne entstehen. Deshalb müssen der Oberboden und mögliche Weichschichten bis zur ersten tragfähigen Schicht des natürlichen Bodens ausgehoben werden. Sind bindige und organische Böden nicht tragfähig, werden diese ausgetauscht oder durch Schichten aus verdichtetem und geeignetem Füllmaterial (z. B. Sand) ersetzt. Alternativ können auch andere technische Verfahren eingesetzt werden (z. B. Verpressen, Geogitter).

Tragschicht Die Tragschicht von Kranstellflächen und Aufstellflächen kann aus losem Material wie Sand, Kies, Moräne, Schotter oder einer Mischung der genannten Materialien bestehen. Der Anteil der feinen Gesteinskörnung darf 6 % der Gesamtmenge nicht überschreiten. Das Schottermaterial für die Tragschicht hat im Allgemeinen größere Steine und einen sehr geringen Anteil an Ton oder Feinmaterial, als das Schottermaterial für die Deckschicht. Dies ist notwendig, um die für Tragschichten erforderliche Festigkeit und gute Entwässerungseigenschaften zu erreichen. Ebenso benötigt das Tragschichtmaterial niedrige Werte für den Plastizitätsindex.

Die Verkehrslasten werden über diese Tragschicht auf den Untergrund übertragen. Die Tragschicht muss den klimatischen und mechanischen Belastungen standhalten. Das verwendete Material muss für den Straßen- und Hochbau zugelassen sein. Die Sieblinie des verwendeten Materials muss den jeweils gültigen nationalen Vorschriften entsprechen. Die Eignung des Materials muss vor dem Einbau durch Vorlage von gültigen Prüfzeugnissen nachgewiesen werden. Die erforderliche Tragfähigkeit wird durch eine abgestufte Korngrößenverteilung sichergestellt und ist mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

Ziegelbruchstücke werden nicht als Schüttgut für die Tragschicht verwendet. Das Material wird durch Feuchtigkeit pulverisiert und verliert seine Festigkeit. Es ist auf eine ordnungsgemäße Verdichtung zu achten.

Deckschicht Als Material für die Deckschicht wird zertifiziertes, gebrochenes Schüttgut, z. B. Schotter oder Splitt, verwendet. Es wird eine Gesteinskörnung von 0/32-0/45 mm verwendet. Der Anteil der feinen Gesteinskörnung darf 10 % der Gesamtmenge nicht überschreiten. Das Schottermaterial für die Deckschicht enthält im Allgemeinen eine feinere Gesteinskörnung, als der Schotter für die Tragschicht. Eine zu grobe Gesteinskörnung erschwert die Instandhaltung und führt zu einer rauen Fahrbahnoberfläche. Ein höherer Feinkornanteil und ein höherer Plastizitätsindex sind ebenfalls erforderlich, um der Deckschicht eine bindende Eigenschaft und eine glatte Fahrfläche zu verschaffen. Die Sieblinie der eingebauten Materialien muss den jeweils gültigen länderspezifischen Vorschriften entsprechen. Die Eignung der Materialien muss vor dem Einbau durch aktuelle Prüfzeugnisse nachgewiesen werden. Die Mindestschichtdicke beträgt 25 cm. Um den Beanspruchungen durch hohe Verkehrslasten gerecht zu werden, muss die Deckschicht schichtweise gut verdichtet werden.

6.1.3.3 Kranstellfläche

Der Kran wird auf der Kranstellfläche aufgestellt. Hier werden die Hauptarbeiten ausgeführt. Auf diesen Bereich wirken die höchsten Beanspruchungen durch Verkehrslasten und verteilte Lasten ein. Eine unzureichend konzipierte oder dimensionierte Kranplattform kann zu unvorhergesehenen Bewegungen oder zum Umkippen des Krans führen.

Tab. 4: Mindestanforderungen an die Kranstellfläche

Parameter	Anforderung
Oberflächenebenheit	$\leq 0,25 \%$
Mindestbelastbarkeit	350 kN/m ²
Deckschicht Verformungsmodul	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
Deckschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 103 \%$
Tragschicht Verformungsmodul (falls erforderlich)	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$
Tragschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 100 \%$

Parameter	Anforderung
Verhältnis E_{V2}/E_{V1}	$\leq 2,3$

Die Tragfähigkeit der Kranstellfläche ist durch Grundbruchberechnungen bzw. bei Hanglagen durch Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4017 nachzuweisen. Setzungsrechnungen sind erforderlich, um zu verhindern, dass die max. zulässige Neigung des Krans nach DIN 4019:2015 überschritten wird. Die Kranlasten werden durch Lastverteilungsplatten unterhalb der Ketten bzw. Pratzen auf den angegebenen zulässigen Bodendruck reduziert.

Die geforderten geotechnischen Nachweise der Lastverteilung sind jeweils für eine Fläche mit den folgenden Abmessungen zu erbringen:

- 2 m x 10 m
- 5 m x 10 m

Die Baufirma muss die vorgegebenen Verformungsmodule für jede eingebaute Schicht überprüfen und dokumentieren. Werden die vorgegebenen Werte nicht erreicht, sind Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen. Ein statischer Plattendruckversuch an jeder eingebauten Schicht wird generell empfohlen. Die geforderten Werte des zweiten Verformungsmoduls (E_{V2}) und des Verhältnisses E_{V2}/E_{V1} entsprechen den Plattenbelastungsprüfungen gemäß der deutschen Norm DIN 18134. In diesem Dokument sind verschiedene Aspekte der zu erfüllenden Prüfung zusammengefasst, wie z. B. Plattendurchmesser, max. Druck, Belastungsstufen, E_V -Berechnungsformel usw. Plattenbelastungsprüfungen, die nach verschiedenen Normen durchgeführt wurden, sind nicht direkt vergleichbar.

Folgende Punkte sind zu prüfen und die Ergebnisse zu protokollieren:

- Aufbau der Baustellenfläche (Material und Einbaustärke)
- Ausreichende Verdichtung des Baumaterials
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen

Für die Verdichtungskontrolle der Kranstellfläche sollten min. 3 Plattendruckversuche durchgeführt werden, die ein repräsentatives Ergebnis vom Zustand der Fläche liefern. Plattendruckversuche im Randbereich der Fläche sind zu vermeiden. Ergeben sich Zweifel an der Gebrauchstauglichkeit der Kranplatte, sind ggf. weitere Prüfungen durchzuführen.

6.1.3.4 Montagefläche

Die Montagefläche dient als Arbeitsbereich für Vormontage- und Montagezwecke und zur Lagerung der Anlagen- und Turmkomponenten. Diese Fläche wird während der Baumaßnahmen benötigt und kann nach Abschluss der Arbeiten im Windpark zurückgebaut werden. Im Fall eines Komponententauschs oder Rückbaus muss ein Teil dieser Fläche wiederhergestellt werden. Größe und Lage sind dann mit dem ENERCON GPM abzustimmen.

Technische Änderungen vorbehalten.

Tab. 5: Mindestanforderungen an die Montagefläche

Parameter	Anforderung
Oberflächenebenheit	$\leq 1 \%$
Mindestbelastbarkeit	135 kN/m ²
Deckschicht Verformungsmodul	$E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
Deckschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 103 \%$
Tragschicht Verformungsmodul (falls erforderlich)	$E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Tragschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältnis E_{V2}/E_{V1}	$\leq 2,3$

Die Tragfähigkeit der Montagefläche ist durch Grundbruchberechnungen bzw. bei Hanglagen durch Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4017 nachzuweisen. Setzungsrechnungen sind erforderlich, um zu verhindern, dass die max. zulässige Neigung des Krans nach DIN 4019:2015 überschritten wird. Die Kranlasten werden durch Lastverteilungsplatten unterhalb der Ketten bzw. Pratzen auf den angegebenen zulässigen Bodendruck reduziert.

Die geforderten geotechnischen Nachweise der Lastverteilung sind jeweils für eine Fläche mit den folgenden Abmessungen zu erbringen:

- 1,5 m x 5 m
- 3 m x 5 m

Die Baufirma muss die vorgegebenen Verformungsmodul für jede eingebaute Schicht überprüfen und dokumentieren. Werden die vorgegebenen Werte nicht erreicht, sind Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen. Ein statischer Plattendruckversuch an jeder eingebauten Schicht wird generell empfohlen. Die geforderten Werte des zweiten Verformungsmoduls (E_{V2}) und des Verhältnisses E_{V2}/E_{V1} entsprechen den Plattenbelastungsprüfungen gemäß der deutschen Norm DIN 18134. In diesem Dokument sind verschiedene Aspekte der zu erfüllenden Prüfung zusammengefasst, wie z. B. Plattendurchmesser, max. Druck, Belastungsstufen, E_V -Berechnungsformel usw. Plattenbelastungsprüfungen, die nach verschiedenen Normen durchgeführt wurden, sind nicht direkt vergleichbar.

Folgende Punkte sind zu prüfen und die Ergebnisse zu protokollieren:

- Aufbau der Baustellenfläche (Material und Einbaustärke)
- Ausreichende Verdichtung des Baumaterials
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen

Für die Verdichtungskontrolle der Montageflächen sollte min. 1 Plattendruckversuch pro Montagefläche durchgeführt werden.

6.1.3.5 Lagerfläche

Die Lagerfläche dient unter anderem zur Lagerung von Montagema-
terial, Containern, Flat Rack und Rotorblättern. Die Fläche wird seit-
lich der Kranstellfläche eingerichtet. Sie muss nicht befestigt, jedoch
in ihrer Beschaffenheit eben, glattgezogen und frei von Wurzeln und

Gehölz sein. Maßnahmen für eine Entwässerung müssen getroffen werden. Die Befahrbarkeit mit einem Teleskoplader muss gewährleistet sein.

Für die korrekte Lagerung der Rotorblätter können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein. Diese zusätzlichen Maßnahmen wie Schotterflächen, Stahlplatten oder Lastverteilerplatten sind je nach Rotorblatt verschieden und müssen mit dem ENERCON GPM abgestimmt werden.

6.1.3.6 Arbeitsebene (falls erforderlich)

Auf der Arbeitsebene steht das Trägergerät zur Erstellung von Pfahlgründungen oder Baugrundverbesserungsmaßnahmen durch Rüttelstopfverdichtung oder Rütteldruckverdichtung.

Tab. 6: Mindestanforderungen an die Arbeitsebene

Parameter	Anforderung
Form: Kreis	Absprache mit dem ENERCON GPM
Oberflächenebenheit	$\leq 1 \%$
Mindestbelastbarkeit	Absprache mit dem ENERCON GPM
Tragschicht Verformungsmodul (falls erforderlich)	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Tragschicht Proctordichte	$D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältnis E_{v2}/E_{v1}	$\leq 2,3$

Folgende Prüfungen sind durchzuführen und zu protokollieren:

- Verdichtung (statische Lastplattendruckversuche, Rammsondierung)
- Abstände zu Gräben, Vertiefungen und Gewässern
- Abstände zu Kabeltrassen und Freileitungen
- Gefälle der Oberflächen zur Entwässerung

Technische Änderungen vorbehalten.

6.1.4 Rodungs- und Sicherheitsbereich

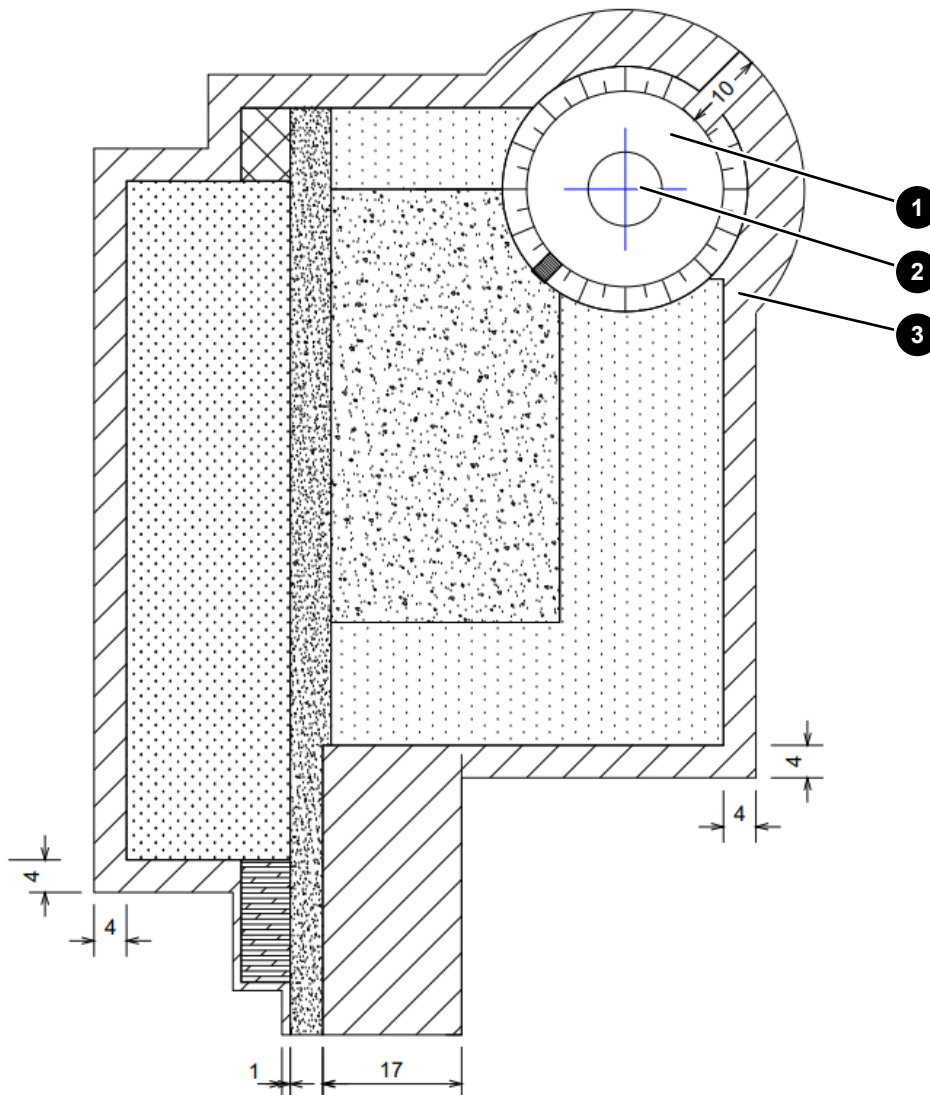


Abb. 12: Rodungs- und Sicherheitsbereich, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

1	Fundament	2	Turm
3	Rodungs- und Sicherheitsbereich		

Bei der Errichtung der WEA muss rings um das Fundament und die Baufläche ein Sicherheitsbereich freigehalten bzw. der Bereich gerodet werden. Während der Bauarbeiten darf kein Bodenaushub im Rodungs- und Sicherheitsbereich gelagert werden. Der Rodungs- und Sicherheitsbereich kann zum Teil nach der Errichtung der WEA wieder aufgeforstet werden. Im Fall eines Komponententauschs oder Rückbaus muss ein Teil dieser Fläche wieder freigehalten bzw. gerodet werden. Größe und Abmessungen sind dann mit dem ENERCON GPM abzustimmen.

6.2 Kranauslegermontagefläche

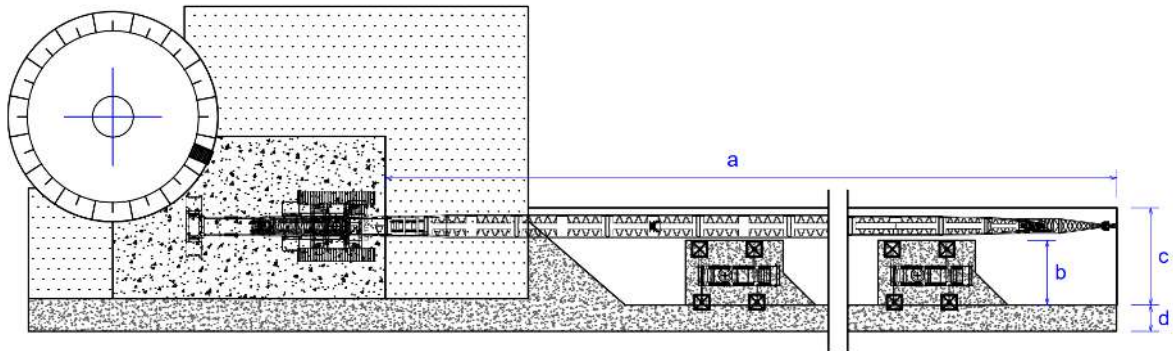


Abb. 13: Kranauslegermontagefläche

a	185 m	Länge Kranauslegermontagefläche ab Kranstellfläche	b	10 m	Breite Hilfskranstellfläche
c	17 m	Gesamtbreite Kranauslegermontagefläche	d	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn

Der Gittermastausleger des Hauptkrans wird aus Einzelkomponenten zusammengebaut. Auch während der Aufbauarbeiten muss gewährleistet sein, dass bei steigenden Windgeschwindigkeiten der Gittermast des Großkrans abgelegt werden kann. Dies setzt eine lichte Schneise in Länge des Gittermastauslegers voraus, die sich im Standard auf gleichem Höhenniveau zur Kranstellfläche befindet. Gittermastausleger können nur bis zu einer bestimmten Steigung bzw. einem bestimmten Gefälle montiert werden. Bei Höhenunterschieden auf der Kranauslegermontagefläche wird Rücksprache mit dem ENERCON GPM gehalten. Dies gilt insbesondere bei Gefälle vom Grundgerät zur Gittermastspitze.

Hilfskranstellflächen

Der Gittermastausleger des Großkrans wird mit Unterstützung eines Hilfskrans montiert und aufgerichtet. Der Hilfskran wird seitlich des Gittermastauslegers positioniert. Um die Einzelteile des Auslegers nacheinander montieren zu können, ist für den Hilfskran eine befestigte Straße erforderlich. Ist die Zuwegung zur Kranstellfläche gradlinig, lang genug und die örtlichen Gegebenheiten machen die Gittermastmontage möglich, wird sie dafür genutzt. Trifft dies nicht zu, wird eine provisorische Behelfsstraße errichtet. Der Bau einer temporären und provisorischen Behelfsstraße zur Gittermastmontage kann eine behördliche Genehmigung voraussetzen. Dies muss vom Auftraggeber vorab geprüft werden. Zur Abstützung und Lastverteilung des Hilfskrans werden in bestimmten Abständen ca. 10 m breit Hilfskranstellflächen unmittelbar neben die Zuwegung bzw. die Behelfsstraße gebaut. Anzahl und Lage der Hilfskranstellflächen werden mit dem ENERCON GPM und dem Krandienstleister abgestimmt. Sollte ein Raupenkran als Hilfskran eingesetzt werden, muss die Zuwegung dem Kran entsprechend verbreitert werden. Dies kann je nach Bodenverhältnissen geschottert oder mit Platten realisiert werden.

Technische Änderungen vorbehalten.

Tab. 7: Anforderungen an die Kranauslegermontagefläche

Parameter	Anforderung
Tragfähigkeit der Zuwegung bzw. Behelfsstraße	12 t Achslast
Flächenpressung der Hilfskranstellflächen	min. 135 kN/m ²

6.3 Alternative Baufläche

Technische Änderungen vorbehalten.

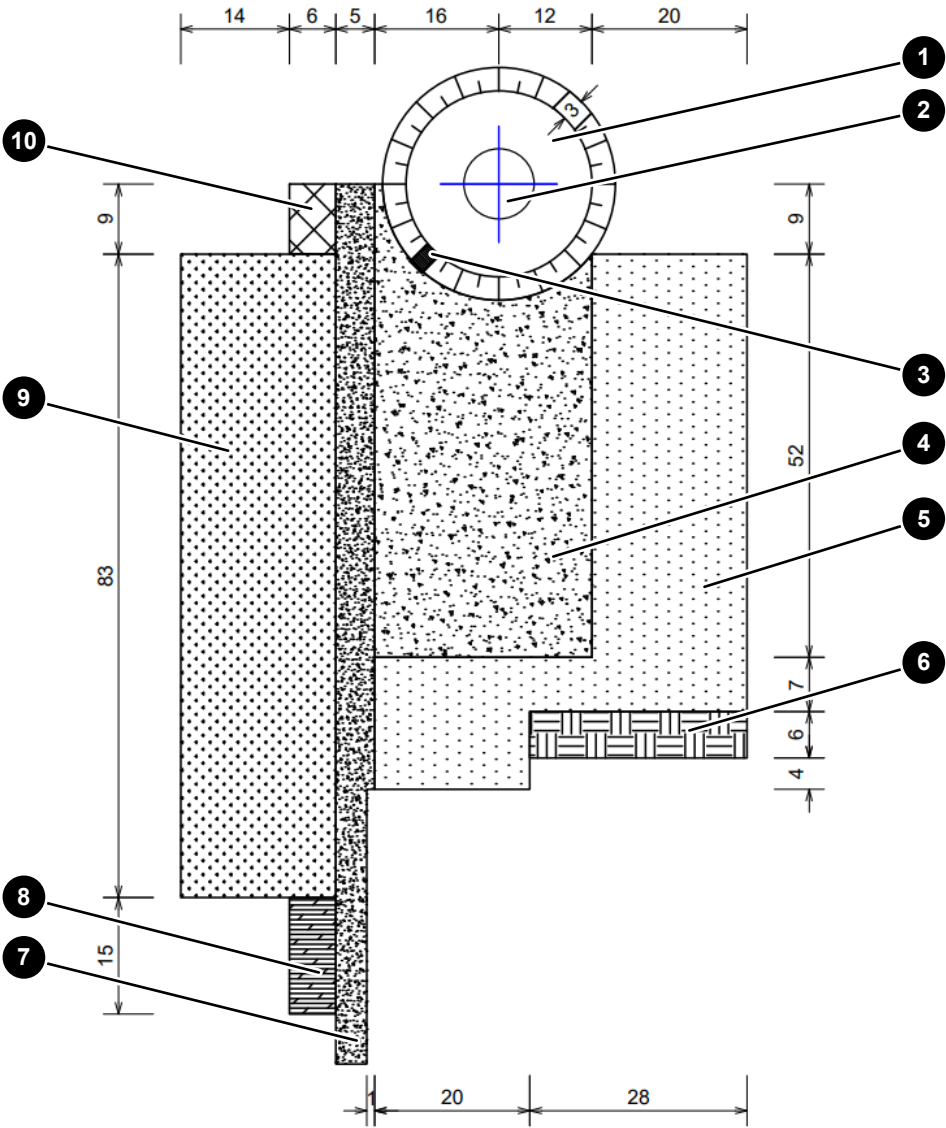


Abb. 14: Alternativer Arbeitsbereich am WEA-Standort, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

1	Fundament	2	Turm
3	Treppe	4	Kranstellfläche
5	Montagefläche	6	Containerfläche
7	Zuwegung	8	Parkfläche
9	Lagerfläche	10	Müllsammelplatz

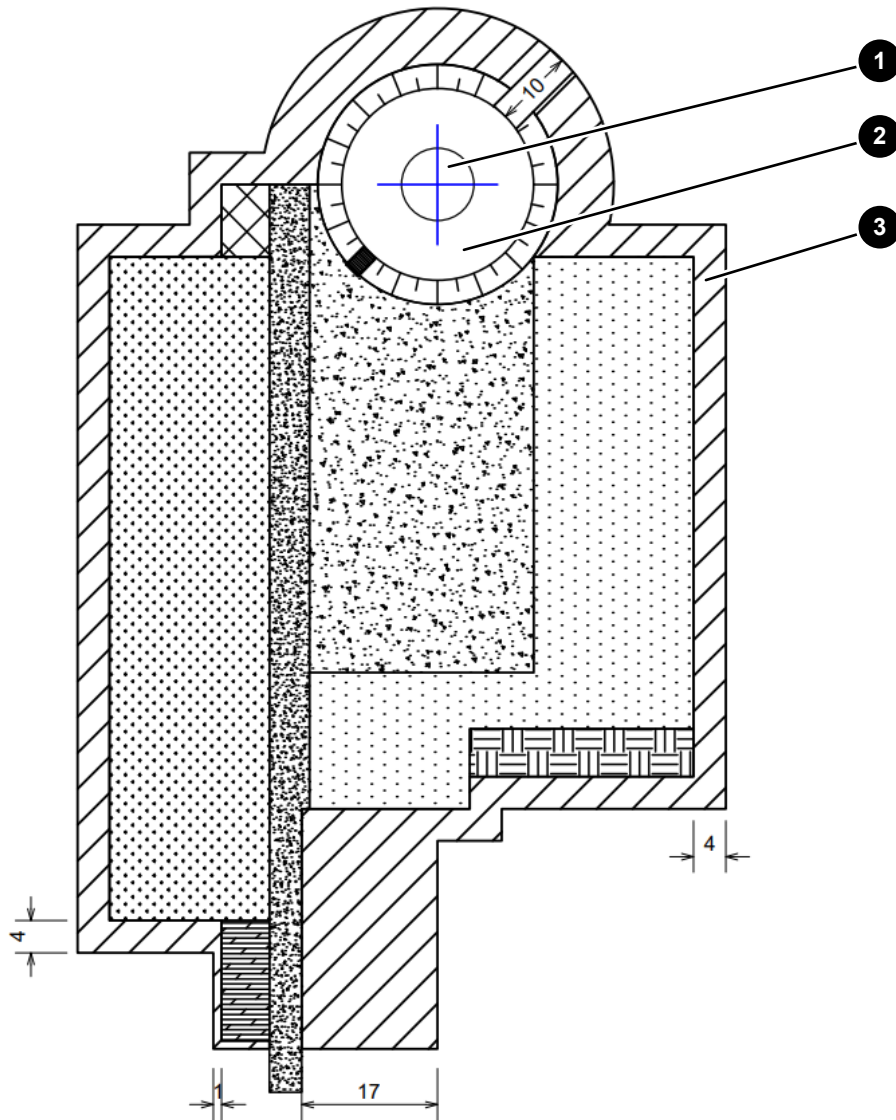


Abb. 15: Alternativer Rodungs- und Sicherheitsbereich, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

1	Turm	2	Fundament
3	Rodungs- und Sicherheitsbereich		

Die hier dargestellten alternativen Bauflächen erfüllen bei der Anlieferung und Montage die gleichen Anforderungen wie der gezeigte Standard (Abb. 11, S. 26 und Abb. 12, S. 32). Einschränkungen gibt es in der Montagerichtung des Kranauslegers, welcher hier nur in entgegengesetzter Richtung vom Turm montiert werden kann. Wenn die alternativen Bauflächen angewendet werden sollen, ist dies mit ENERCON abzustimmen.

6.4 Optionale Rotorblattlagerfläche

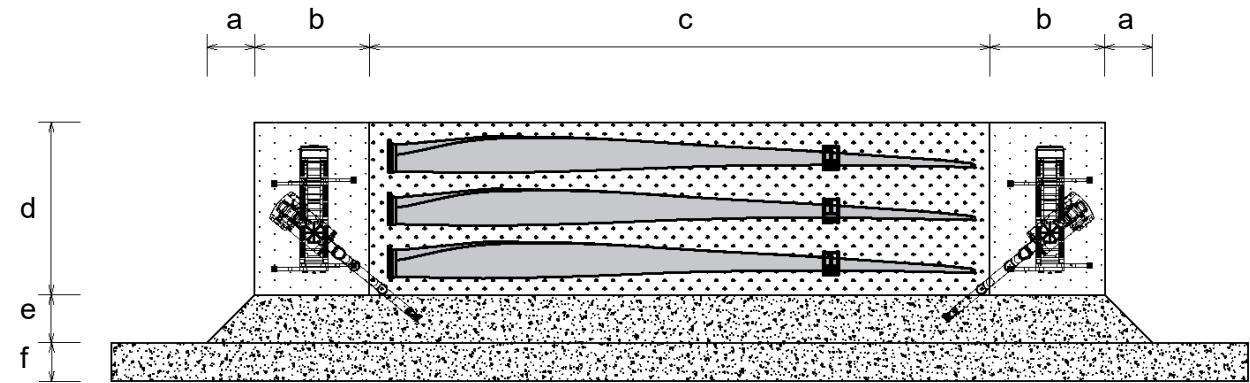


Abb. 16: Rotorblattlagerfläche (Konstruktionsschema)

a	5 m	Länge Trichter Ausweichbucht	b	12 m	Breite Hilfskranstellfläche
c	83 m	Länge Rotorblattlagerfläche	d	18 m	Breite Rotorblattlagerfläche/Länge Hilfskranstellfläche
e	5 m	Breite Ausweichbucht	f	4 m	Befahrbare Breite der Fahrbahn

Die Rotorblattlagerfläche ist ein Zwischenlager für Rotorblätter. Außerdem kann die Fläche zum Umladen von Rotorblättern verwendet werden. Die Rotorblattlagerfläche befindet sich an einer Ausweichbucht entlang der Zuwegung. Die Lagerfläche ist wurzelstockfrei. An den Stirnseiten der Lagerfläche steht jeweils ein Hilfskran zum Umsetzen der Rotorblätter. Die Rotorblattlagerfläche ersetzt nicht die verpflichtend auszuweisenden Parkplätze für Langtransporte (vgl. *Parkplätze für Langtransporte*, S. 12).

Die Rotorblattlagerfläche wird eingeplant, wenn am WEA-Standort keine Lagerfläche gebaut werden kann oder wenn aufgrund des Aufbau- und Logistikkonzepts keine Just-in-Time-Anlieferung der Rotorblätter möglich ist. Die Größe der Rotorblattlagerfläche und die Lage im Windpark ergeben sich aus dem Aufbau- und Logistikkonzept und werden mit dem ENERCON GPM abgestimmt. Die logistischen Mehrkosten trägt der Auftraggeber. Vertraglich vereinbarte Termine müssen ggf. vom Auftragnehmer angepasst werden.

Tab. 8: Anforderungen an die Rotorblattlagerfläche

Parameter	Anforderung
Tragfähigkeit der Ausweichbucht	12 t Achslast
Mindestbelastbarkeit der Hilfskranstellflächen	min. 135 kN/m ²

Technische Änderungen vorbehalten.

7 Zentrale Anlaufstelle

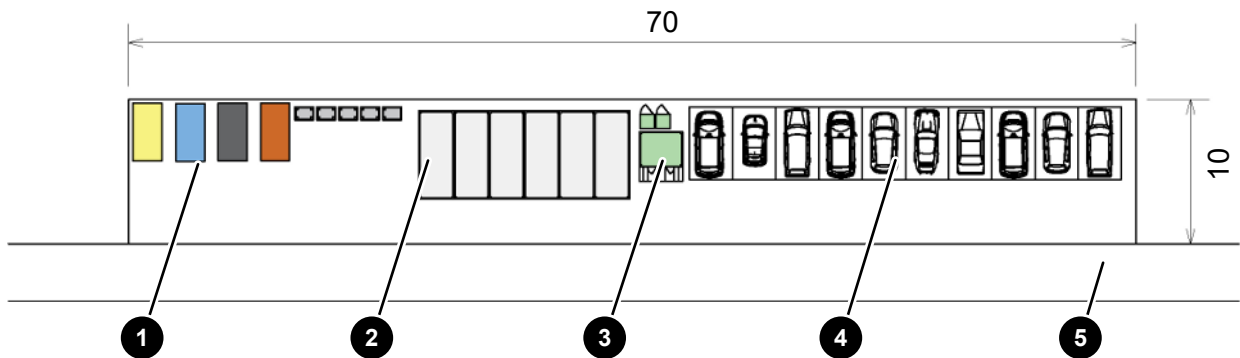


Abb. 17: Zentrale Anlaufstelle (alle Maßangaben in Meter)

1	Müllsammelbehälter	2	Baustellencontainer
3	Sanitäreinrichtungen	4	PKW-Parkplätze
5	Zuwegung		

In jedem Windpark wird zentrale Infrastruktur benötigt. Zur zentralen Infrastruktur zählen unter anderem das Containerbüro des ENERCON CM, PKW-Parkplätze, Müllsammelbehälter und Sanitäreinrichtungen. Dafür kann eine eigene Fläche als zentrale Anlaufstelle geschaffen werden. Es können auch bestehende Flächen genutzt werden, die ggf. angepasst werden müssen. Die Containerbüros und die Müllsammelbehälter müssen nicht auf derselben Fläche stehen. Die Müllsammelbehälter müssen zum Be- und Entladen von LKW erreichbar sein.

Die Fläche der zentralen Anlaufstelle ist geschottert oder mit Stahl- oder Verbundplatten ausgelegt. Die Tragfähigkeit der Fläche wird für Fahrzeuge mit einer Achslast von 12 t dimensioniert.

Die Baustellenausstattung, die Lage im Windpark sowie Abmessungen und Abstände auf der Fläche werden projektspezifisch mit dem ENERCON GPM abgestimmt. Lokale Gegebenheiten und länderspezifische Vorschriften sind zu berücksichtigen.

Technische Änderungen vorbehalten.

Nach Inbetriebnahme der WEA benötigt der Service einen Zugang (Rampe) für Servicefahrzeuge, um schwere Komponenten, wie z. B. Azimutgetriebe, an die Anlage zu bringen. Diese Rampe kann im Zuge des Rückbaus der temporären Montageflächen errichtet werden. Hierzu ist die Technische Spezifikation D02768819 „Anforderungen Zusatzbelastung Fundamentanschüttung und Fundamentaustausch für Servicetätigkeiten“ zu beachten, die nur für den Service nach Inbetriebnahme der WEA gilt.

Eine Rampe in der Montagephase ist nicht zulässig!