

Technische Spezifikation

Zuwegung und Baustellenflächen

ENERCON Windenergieanlage

E-160 EP5 E3

166 m Hybridturm

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 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 | D02284867/3.0-de |
| Vermerk | Originaldokument |
| Vertraulichkeit | NUR ZUR PROJEKT-INTERNEN VERWENDUNG |

| Datum | Sprache | DCC | Werk / Abteilung |
|--------------|----------------|------------|--------------------------------------------------|
| 2022-11-14 | 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.

| Dokument-ID | Dokument |
|--------------------|---------------------------------------|
| D02108591 | Baustellenordnung |
| D02141655 | Nutzung von Flächen auf dem Fundament |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|-----------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Einleitung | 8 |
| 2 | Montage der Windenergieanlage | 9 |
| 2.1 | Anlieferung des Turms und der WEA-Komponenten | 9 |
| 2.2 | Montage des Turms | 9 |
| 2.3 | Montage der Gondel | 9 |
| 3 | Krantchnik | 10 |
| 3.1 | Eingesetzte Krantchnik | 10 |
| 3.2 | Aufbau des Krans mit Gittermast | 10 |
| 4 | Transport und Logistik | 11 |
| 4.1 | Generelles | 11 |
| 4.2 | Aufbau- und Logistikkonzept | 11 |
| 5 | Zuwegung | 12 |
| 5.1 | Trassierung | 12 |
| 5.1.1 | Kreuzungs- und Kurvenbereiche | 14 |
| 5.1.2 | Kuppen, Wannen und Steigungen | 15 |
| 5.1.3 | Lichtraumprofil | 17 |
| 5.2 | Aufbau der Zuwegung | 18 |
| 5.2.1 | Seitliches Gefälle: Scheitel und Überhöhung | 18 |
| 5.2.2 | Klassifizierung der Straßen | 19 |
| 5.2.3 | Anforderungen | 20 |
| 5.2.4 | Untergrund und Oberbau | 21 |
| 5.2.4.1 | Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen | 21 |
| 5.2.4.2 | Untergrund und Erdreich | 23 |
| 5.2.4.3 | Tragschicht | 23 |
| 5.2.4.4 | Deckschicht | 23 |
| 6 | Baustellenflächen | 25 |
| 6.1 | Arbeitsbereich am WEA-Standort | 25 |
| 6.1.1 | Baufläche | 28 |
| 6.1.1.1 | Material | 29 |
| 6.1.1.2 | Baugrund und Erdreich | 29 |
| 6.1.1.3 | Kranstellfläche | 30 |
| 6.1.1.4 | Montagefläche | 31 |
| 6.1.1.5 | Lagerfläche | 33 |
| 6.1.1.6 | Arbeitsebene (falls erforderlich) | 33 |
| 6.1.2 | WEA-Standorte in Waldgebieten | 34 |
| 6.2 | Kranauslegermontagefläche | 35 |

| | | |
|------------|------------------------------------|-----------|
| 6.3 | Rotorblattlagerfläche | 36 |
| 6.4 | Zentrale Anlaufstelle | 37 |

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

| | |
|------------|-----------------------------------------------|
| CM | Construction Manager (Gesamtbauleiter) |
| GOK | Geländeoberkante |
| GPM | General Project Manager (Gesamtprojektleiter) |
| GST | Großraum- und Schwertransport |
| 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 |

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.

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 Windpark-Infrastruktur. 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“

2 Montage der Windenergieanlage

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

2.1 Anlieferung des Turms und der WEA-Komponenten

Die Anlieferung erfolgt abhängig vom Aufbaukonzept auf die dafür vorgesehene Baustellenfläche. Die Turm-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 vom Turmtyp und Aufbaukonzept kann die Montage auf verschiedene Art erfolgen. Je nach Turmtyp kann eine Vormontage nötig sein. Dies geschieht in einem separaten Gewerk direkt auf der vorgesehenen Stellfläche. 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.



Ein projektspezifisches Aufbau- und Logistikkonzept kann durch den ENERCON GPM erstellt werden.

2.3 Montage der Gondel

Die Gondel-Komponenten werden direkt zu den vorgesehenen Stellflächen angeliefert (z. B. Montagefläche). Nach Abschluss der Vormontage wird die vormontierte Gondel mit der einzusetzenden 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 maximale Bodenpressung unterhalb der Kranketten bzw. Kranpratzen wird mit Lastverteilungsplatten begrenzt. Die maximal zulässige Bodenpressung ist durch geotechnische Berechnungen nachzuweisen. Beim Einsatz von Raupenkrantechnik ist es u. a. möglich eingerüstet von Standort zu Standort 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 im Laufe dieses Dokuments erläutert.

4 Transport und Logistik

4.1 Generelles

Für den Aufbau einer WEA wird eine große Anzahl von Schwertransporten benötigt. Diese Schwertransporte sind für die Anlieferung der Turmkomponenten, der Anlagenkomponenten, der Krantechnik, für Baugrundverbesserungsmaßnahmen und den Fundamentbau nötig. Diese zum Teil genehmigungspflichtigen Schwertransporte dürfen eine maximale Achslast von 12 t nicht überschreiten. Bei öffentlichen Straßen sind die Vorgaben der Behörden maßgeblich.

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.

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.



Eine unzureichende Bemessung oder Dimensionierung der Zuwegung kann die Logistik- und Aufbaukosten während des Projektverlaufs erheblich erhöhen. Außerdem steigt die Gefahr von Verzögerungen im Bauablauf. Die genannten Konsequenzen gehen zu Lasten des Auftraggebers.

5.1 Trassierung

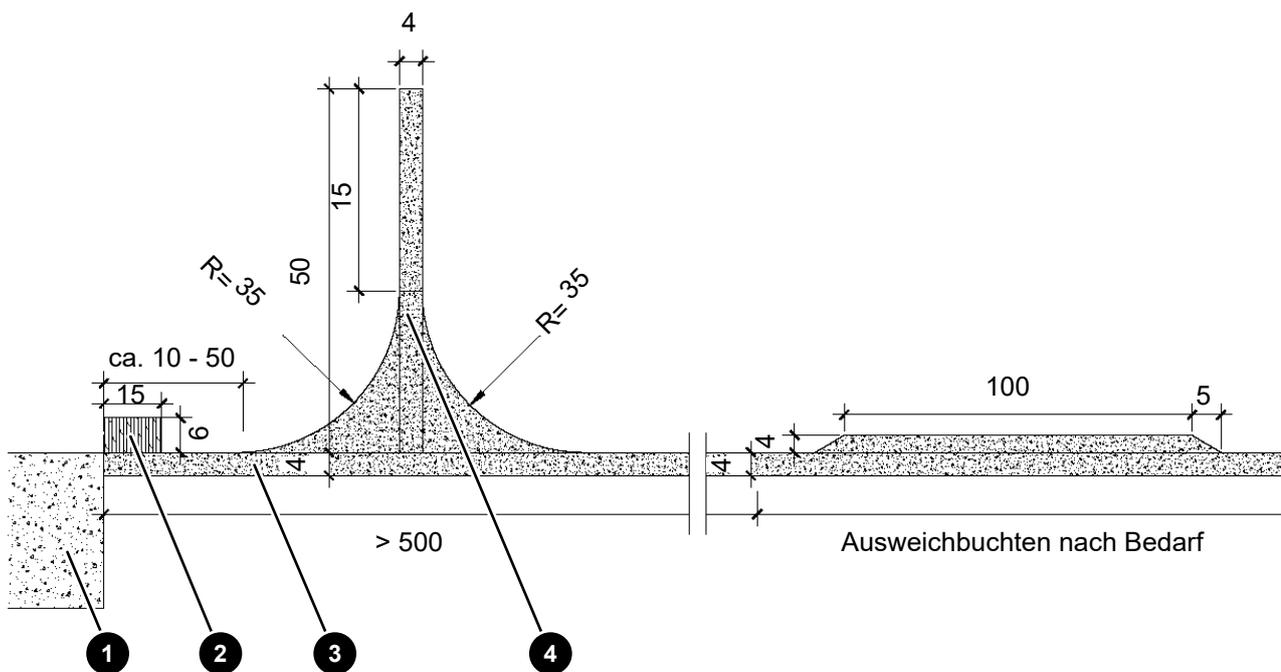


Abb. 1: Trassierungselemente (alle Maßangaben in Meter)

| | | | |
|---|-----------------|---|-------------|
| 1 | Kranstellfläche | 2 | Parkfläche |
| 3 | Zuwegung | 4 | Wendefläche |

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

Trassierungselemente Größtenteils werden zur Komponentenanlieferung Transportkombinationen mit Überbreite und hohem Gesamtgewicht eingesetzt. Aufgrund des enormen Transportaufwands und der Transportkosten wird die Trassierung der Windpark-internen 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.



Ausweichmöglichkeiten ermöglichen einen flüssigen Verkehrsfluss im Begegnungsverkehr und werden ebenso für freie Rettungswege bzw. Rettungsgassen benötigt.

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 je nach den örtlichen Gegebenheiten in Absprache mit dem ENERCON GPM zu prüfen.



Bei der Einfahrt von öffentlichen Straßen müssen mögliche behördliche Auflagen beachtet werden!

Parkplätze für Langtransporte Im Windpark oder in unmittelbarer Nähe müssen eine oder mehrere Flächen ausgewiesen werden, auf denen mindestens 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).

5.1.1 Kreuzungs- und Kurvenbereiche

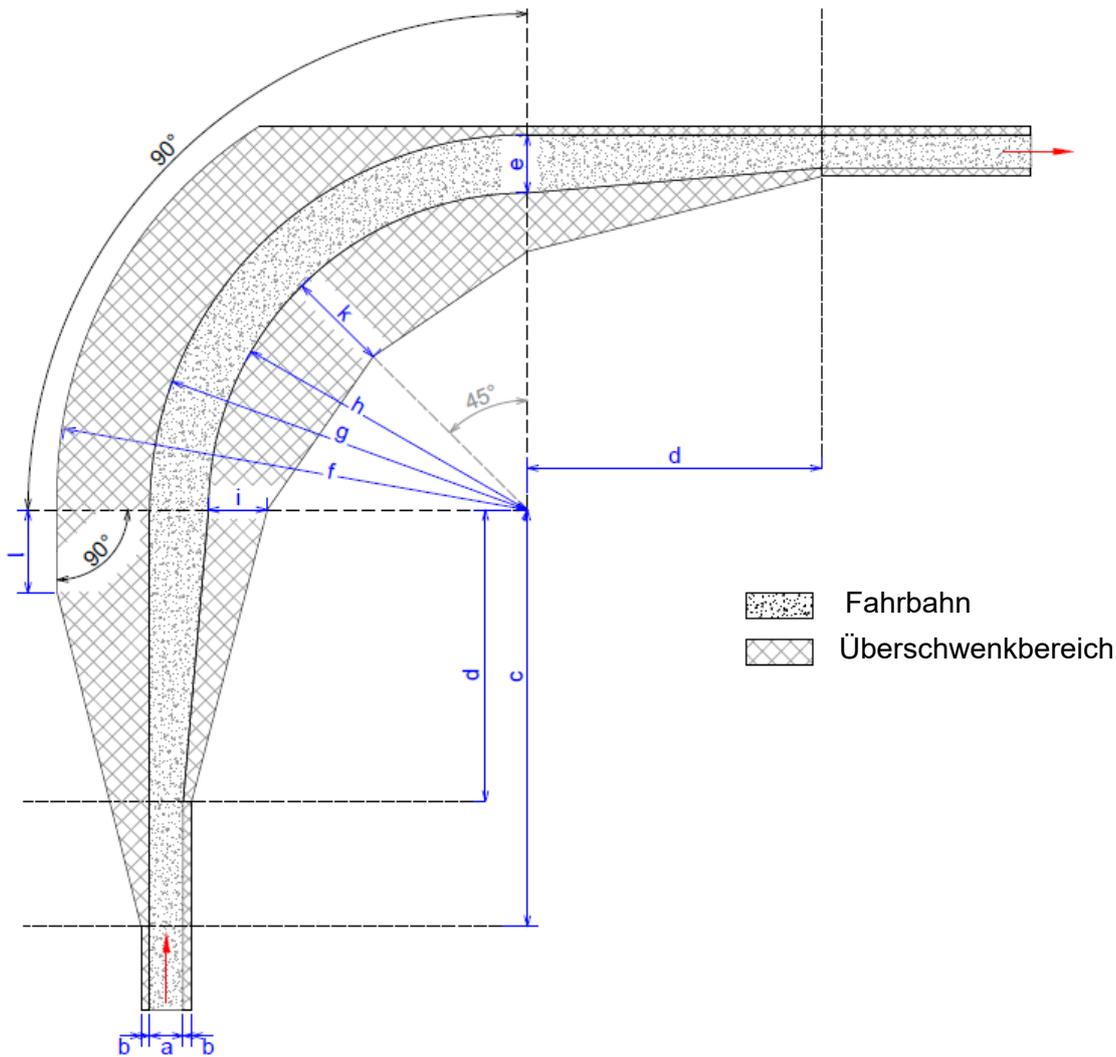


Abb. 2: 90-Grad-Kurve (Konstruktionsschema)

| | 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 Überschwenkbereich inkl. Sicherheitsabstand | |
| c | 60 m | | Start Kurveneinfahrt äußerer Überschwenkbereich | d | 40 m | Start Kurveneinfahrt innerer 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 Überschwenkbereich | k | 13 m | 11 m | Maß 2 innerer Überschwenkbereich |
| l | 10 m | 10 m | Maß 3 äußerer Überschwenkbereich | | | | |

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.

5.1.2 Kuppen, Wannen und Steigungen

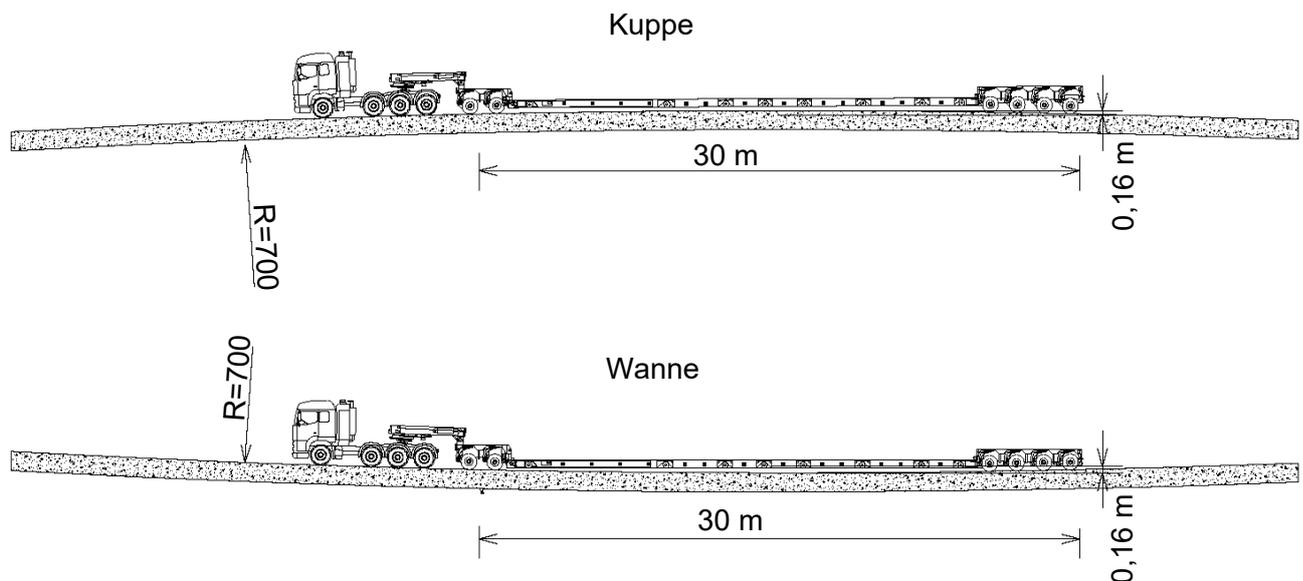


Abb. 3: Kuppe und Wanne, $R=700$ m

Für die Komponentenlieferung werden Fahrzeuge mit einer Gesamtlänge von bis zu 100 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.



Bei der Verwendung von Kuppen und Wannen in der Trasierung mit Radien zwischen $R=700$ m bis $R=400$ m ist mit dem ENERCON GPM Rücksprache zu halten.

Steigungen bzw. Gefälle Steigungen bzw. Gefälle auf der Zuwegung können nur bis zu einer max. Steigung von $\leq 12\%$ durch GST bewältigt werden. Ab einer Steigung von 7% wird eine gebundene Tragdeckschicht (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.

Tab. 1: Anforderungen an das Längsprofil der Zuwegung

| Parameter | Anforderung |
|-------------------------------------------------|-------------|
| Steigungen/Gefälle bei ungebundener Deckschicht | $\leq 7\%$ |
| Steigungen/Gefälle bei gebundener Deckschicht | $\leq 12\%$ |
| Steigungen innerhalb Kurven mit Seitenneigung | $\leq 4\%$ |
| Bodenfreiheit der Transportfahrzeuge | 0,10 m |
| Radius Bergkuppe/Talsole | 700 m |



Diese Werte sind nur in Vorwärtsrichtung gültig. Bei Rückwärtsfahrten ist mit dem ENERCON GPM Rücksprache zu halten.

5.1.3 Lichtraumprofil

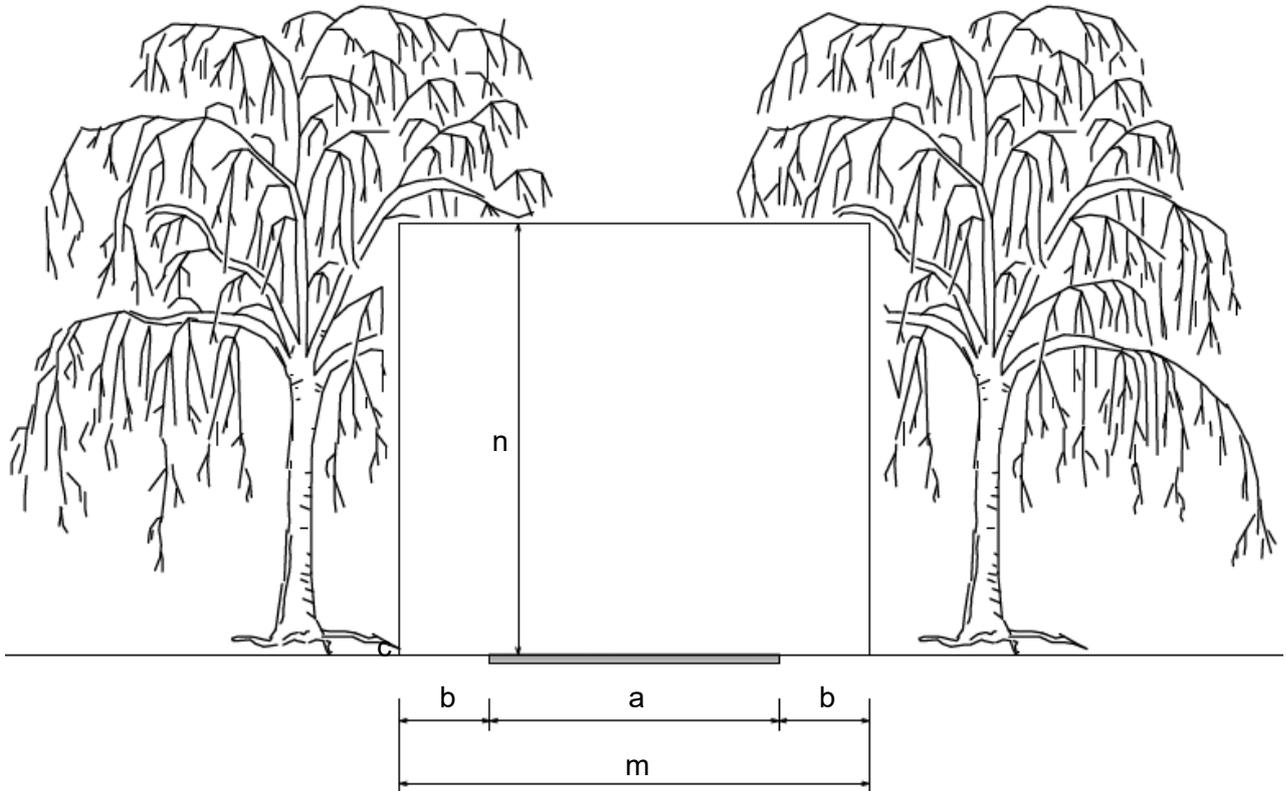


Abb. 4: Lichtraumprofil

| | | | | | |
|---|-----|--------------------------------------------|---|---------|--------------------------------------------------------|
| 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 |

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 Baumaßnahme 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.

5.2 Aufbau der Zuwegung

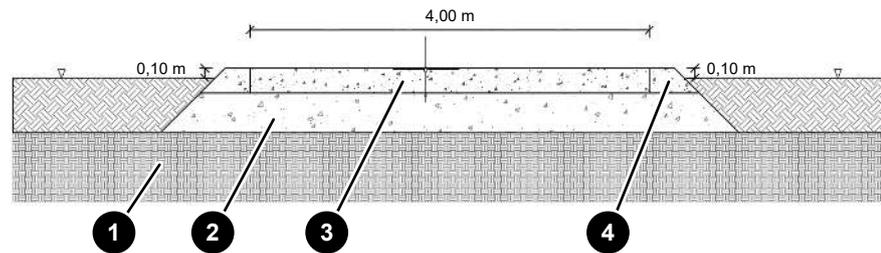


Abb. 5: Schematischer Aufbau der Zuwegung

| | | | |
|---|------------------------|---|-------------------------|
| 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 Lastabtragungswinkel der Tragschicht und Baugrund 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

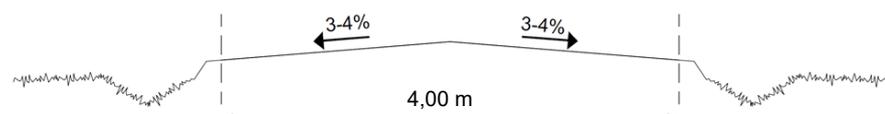


Abb. 6: Querneigung

Die Straßenoberfläche muss mit einer Überhöhung (abhängig von geraden oder gekrümmten Abschnitten) mit einer Neigung von 3-4 % gestaltet werden. Diese Querneigung der Straße sorgt dafür, dass Regenwasser von der Straßenoberfläche abfließt und verhindert Erosion, Schlaglochbildung und Spurrinnen. Ist die Oberfläche der Straße gepflastert (Beton oder Asphalt), sollte ein Quergefälle von 2 % ausreichen, um die Entwässerung der Plattform zu gewährleisten. Auf geraden Straßen wird die seitliche Neigung als Überhöhung angelegt.

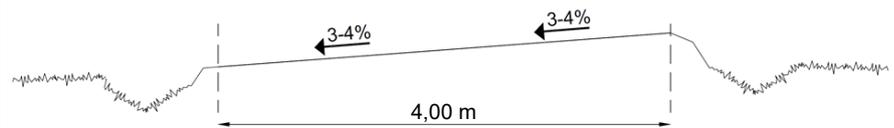


Abb. 7: Gefälle in Kurven

In Kurven wird eine seitliche Neigung in Form einer Überhöhung angebracht, um den Verkehrsteilnehmern das Befahren der Kurve zu erleichtern. Durch die Überhöhung wird die gesamte Straßenoberfläche in eine Richtung geneigt, sodass Wasser über die Straßenbreite als Schwallwasser zum Straßenrand abfließt.

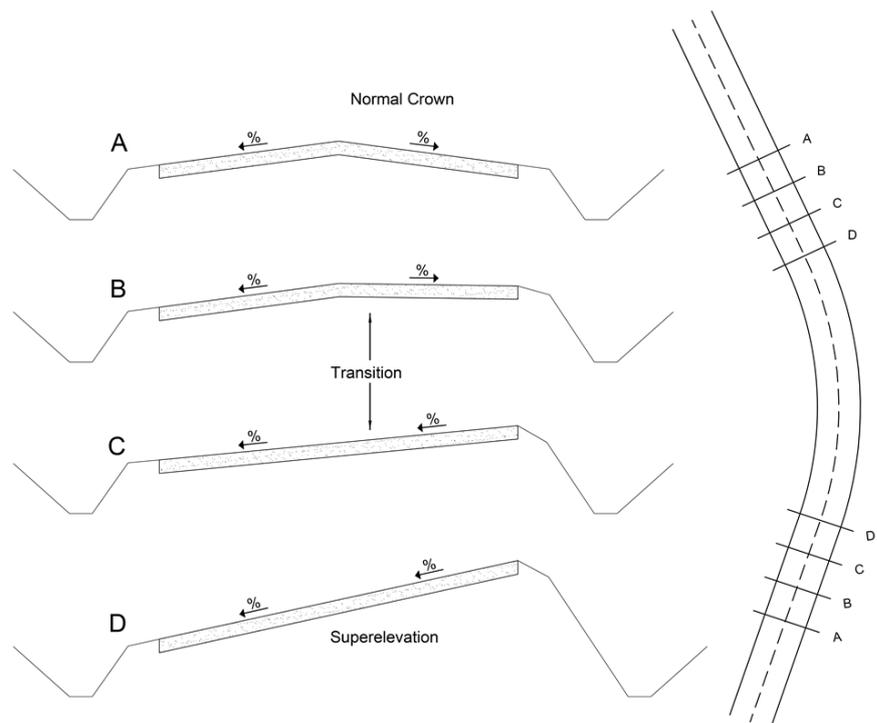


Abb. 8: Übergänge in Kurven

Beim Übergang von einem geraden Abschnitt zu einem Kurvenabschnitt muss der normale Scheitelquerschnitt herausgenommen werden und in einen überhöhten Querschnitt übergehen. Diese Form sollte über die gesamte Länge des Kurvenabschnitts gleichmäßig beibehalten werden. Sobald der Kurvenabschnitt beendet ist und ein neuer gerader Abschnitt beginnt, ist wieder ein sanfter seitlicher Neigungsübergang erforderlich. Dadurch kann die Oberfläche von der Überhöhung (höherer Punkt des Querschnitts an der Außenseite der Kurve) zur Kuppe (höherer Punkt des Querschnitts auf der Straßenachse) übergehen.

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:

| | |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 mind. 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: <ul style="list-style-type: none">■ Rodung■ Planierung■ Abtragen des Mutterbodens■ Erdarbeiten■ Angleichung der Schichten■ usw. |



Alle 3 Straßentypen müssen die Anforderungen an Form, Festigkeit und Tragfähigkeit aus diesem Dokument erfüllen.

5.2.3 Anforderungen

Erkundung Die bauliche Gestaltung der Zufahrtsstraße hängt von der Beschaffenheit des Untergrunds und der zu erwartenden Verkehrsbelastung ab. Der Baugrund muss durch Baugrunderkundungsbohrungen 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-Teile und die Montage der WEA entstehen. Zudem muss auch die Anzahl der auf dem jeweiligen Straßenabschnitt betriebenen WEA berücksichtigt werden. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen und der Verkehrsprognose wird die bauliche Gestaltung der Zufahrtsstraße festgelegt.

Gebrauchstauglichkeit Die Zufahrtswege werden unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verkehrsbelastungen mit ausreichender Tragfähigkeit angelegt, sodass sie während der gesamten Nutzungsdauer benutzbar bleiben. Die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit muss auch bei starken Regenfällen erhalten bleiben. Es ist darauf zu achten, dass die obere

Deckschicht dauerhaft frei von Schlaglöchern bleibt. Die maximale Spurrinntentiefe ist auf 7,5 cm begrenzt. Die Gestaltung der Baustellenbereiche muss auch eine Entwässerung der Zufahrtswege vorsehen. Bei Schneefall und Vereisung ist durch den Einsatz von Streu- und Räumdiensten für sichere Fahrverhältnisse zu sorgen.



Schneeräum- und Streudienst sind Aufgabe des Windparkbetreibers.



Die Ausführungsplanung sowie alle Vorgaben zur Prüfung, Untersuchungen, Auswertungen und Nachweise 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:

Tab. 2: Mindestanforderungen an die Zuwegung

| Parameter | Anforderung |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Befahrbare Breite der Zuwegung | 4 m |
| Maximal zulässige Spurrillentiefe | 7,5 cm |
| Seitenneigung der Zuwegung speziell in Kurven und an Steigungen | 3-4 % |
| Seitenneigung der Zuwegung (nur auf geraden Strecken mit flacher Steigung/flachem Gefälle) | ≤5 % |
| Maximales Seitengefälle der Zuwegung (Kurvenabschnitte) | ≤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 |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|
| Maximale Achslast | 12 t |
| Maximales Gesamtgewicht der Transportkombination | 210 t |
| Deckschicht Verformungsmodul | $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ |
| Deckschicht Proctordichte | $D_{Pr} \geq 100 \%$ |

| Parameter | Anforderung |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| 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, maximaler Druck, Belastungsstufen, EV-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.

Für bestehende Straßen in gutem Zustand wird empfohlen, die Tragfähigkeit der Straße durch Plattendruckversuche zu prüfen, wobei die gleichen 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 (lange Verkehrswege, schlechter Baugrund), die Zuwegung nicht auf Grundlage der vorgegebenen Verformungsmodul, sondern aufgrund der Verkehrsbelastung unter Berücksichtigung der Achsübergänge zu bemessen.



Eine befahrbare Breite der Zuwegung von 4,0 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 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 glat-

te 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

6.1 Arbeitsbereich am WEA-Standort

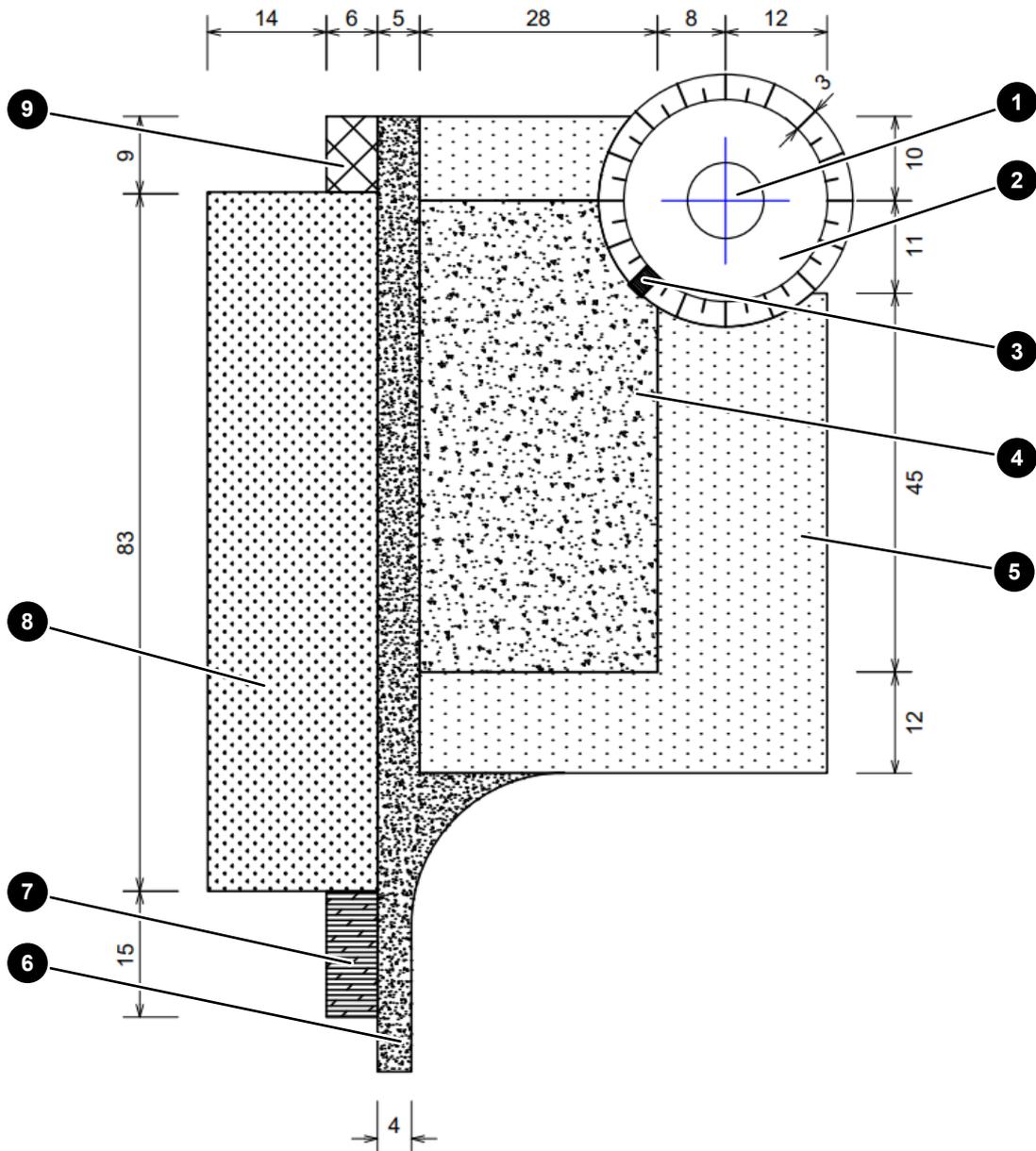


Abb. 9: Arbeitsbereich am WEA-Standort, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

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

Im Arbeitsbereich am Standort der zu errichtenden WEA werden unterschiedliche Tätigkeiten durchgeführt. Dies reicht vom Fundamentbau bis hin zum Aufsetzen der Gondel auf den Turm. Der Arbeitsbereich besteht aus verschiedenen Baustellenflächen zur Montage und Lagerung von WEA-Komponenten, für die unterschiedliche Anforderungen gelten. Ausreichend groß dimensionierte und tragfähige Baustellenflächen sind daher für einen sicheren und wirtschaftlichen Projektablauf zwingend notwendig.

Fundament Teilanschüttung mit Erdauflast

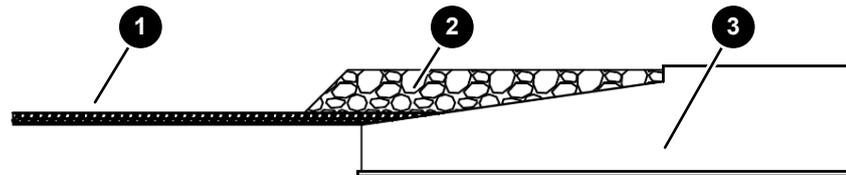


Abb. 10: Fundament Teilanschüttung mit Erdauflast

| | | | |
|---|-----------|---|--------------|
| 1 | GOK | 2 | Bodenauflast |
| 3 | Fundament | | |

Allgemeines

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:
 - 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 kurzzeitige Lagern von Mauerwerk, Naturstein oder Betonaufkantung
 - Das Aufstellen von Trafohäuschen usw.
- Erlaubte zusätzliche Belastungen:
 - Das Ablegen von Kabeln und Kleinwerkzeugen für die Montage
 - Der Aufenthalt von Montage- und Servicepersonal
 - Für modulare Stahltürme gilt für teilweise in den Baugrund eingebundene Flachgründungen mit einem Außendurchmesser von >25 m die Technische Mitteilung D02141655 „Nutzung von Flächen auf dem Fundament“ einschließlich der dort beschriebenen zusätzlichen Belastungen. Die betroffenen Flachgründungen sind hierfür entsprechend konstruktiv verstärkt.

Bauablauf bei Fundamenten mit Teilanschüttung mit Erdauflast

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 Fundamentaflast nach Vorgaben, wobei der Außendurchmesser Böschung nicht größer als Fundamentaußenkante +<3 m sein darf.

4. Herstellung 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 im Bereich 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.



Die Fundamentanschüttung und die Treppe sind vor Baustart zu errichten. Die Anschüttung darf das Maß Fundamentaußenkante $+<3$ m nicht überschreiten.

Wird die Baufläche in der Höhe abweichend von der GOK ausgeführt, muss dies mit dem ENERCON GPM abgestimmt werden.

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. Gegebenenfalls ist die Fläche zu vergrößern, um die erforderliche Nutzfläche herzustellen.
- Zwischen 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 örtlichen Gegebenheiten erforderlich, wird dies mit dem ENERCON GPM abgesprochen.

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. 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.

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 in einem Mindestabstand zum Turmfuß positioniert, der der 1 – 1,5-fachen Turmhöhe in Metern entspricht.

Der Windenstandort muss mit einem Teleskoplader erreichbar sein. Die Eigentümer der betroffenen Flurstücke sind über die Tätigkeiten zu informieren, ggf. ist eine Erlaubnis einzuholen. Abhängig von der lokalen Beforstungsdichte können zusätzliche Rodungsschneisen nötig sein.



Abweichungen von den hier beschriebenen Standards können sich auf das Aufbau- und Logistikkonzept auswirken. Dies führt zu Mehrkosten, längeren Bauzeiten und ggf. Verzögerungen im Projektverlauf. Anpassungen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten sind mit dem ENERCON GPM abzustimmen und vom Auftraggeber zu tragen.

6.1.1 Baupläche

Erkundung

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 erkunden. 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 mit ausreichender Tragfähigkeit unter Berücksichtigung der zu erwartenden Belastungen so angelegt, dass sie während der gesamten Nutzungsdauer einsetzbar bleiben. Auch bei starken Regenfällen müssen Nutzbarkeit und Tragfähigkeit gewährleistet sein. Die maximale Spurrinnentiefe muss auf 7,5 cm begrenzt sein. Die Gestaltung der Flächen muss auch eine Entwässerungsmöglichkeit vorsehen. Bei Schneefall und Vereisung muss durch den Einsatz von Streu- und Schneeräumdiensten für sichere Fahrbedingungen gesorgt werden.



Schneeräum- und Streudienst sind Aufgabe des Windparkbetreibers.



Die Ausführungsplanung sowie alle Vorgaben zur Prüfung, Untersuchungen, Auswertungen und Nachweise sind dem ENERCON GPM unaufgefordert zur Prüfung vorzulegen.

6.1.1.1 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.

6.1.1.2 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 Deck-

schicht 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.

6.1.1.3 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 | ≤ 0,25 % |
| Mindestbelastbarkeit | 220 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 | $D_{Pr} \geq 100 \%$ |
| Verhältnis E_{V2} / E_{V1} | ≤ 2,3 |

Die Tragfähigkeit der Kranstellfläche ist durch Grundbruchberechnungen bzw. bei Hanglagen durch Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4017 nachzuweisen. Setzungsberechnungen sind erforderlich, um zu verhindern, dass die maximal zulässige Neigung des Krans nach DIN 4019 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,

maximaler Druck, Belastungsstufen, EV-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

6.1.1.4 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 ist dann mit dem ENERCON GPM abzustimmen.

Tab. 5: Mindestanforderungen an die Montagefläche

| Parameter | Anforderung |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| Oberflächenebenheit | ≤ 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} | ≤ 2,3 |

Die Tragfähigkeit der Montagefläche ist durch Grundbruchberechnungen bzw. bei Hanglagen durch Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4017 nachzuweisen. Setzungsberechnungen sind erforderlich, um zu verhindern, dass die maximal zulässige Neigung des Krans nach DIN 4019 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 m x 8 m
- 3 m x 8 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, maximaler Druck, Belastungsstufen, EV-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

6.1.1.5 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 gewährleis-
 tet sein.



Bei Nichteinhaltung der oben gegebenen Eigenschaften be-
 hält sich ENERCON vor, Mehrkosten durch Ertüchtigungs-
 maßnahmen beim Betreiber geltend zu machen.

6.1.1.6 Arbeitsebene (falls erforderlich)

Auf der Arbeitsebene steht das Trägergerät zur Erstellung von Pfahl-
 gründungen oder Baugrundverbesserungsmaßnahmen durch Rüttel-
 stopfverdichtung oder Rütteldruckverdichtung.

Tab. 6: Mindestanforderungen an die Arbeitsebene

| Parameter | Anforderung |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Form: Kreis | Absprache mit dem ENERCON GPM |
| Oberflächenebenheit | ≤1 % |
| Mindestbelastbarkeit | Absprache mit dem ENERCON GPM |
| Verformungsmodul untere Trag- schicht | $D_{Pr} \geq 100 \% / E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3/$ |

Folgende Prüfungen sind durchzuführen und zu protokollieren:

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

6.1.2 WEA-Standorte in Waldgebieten

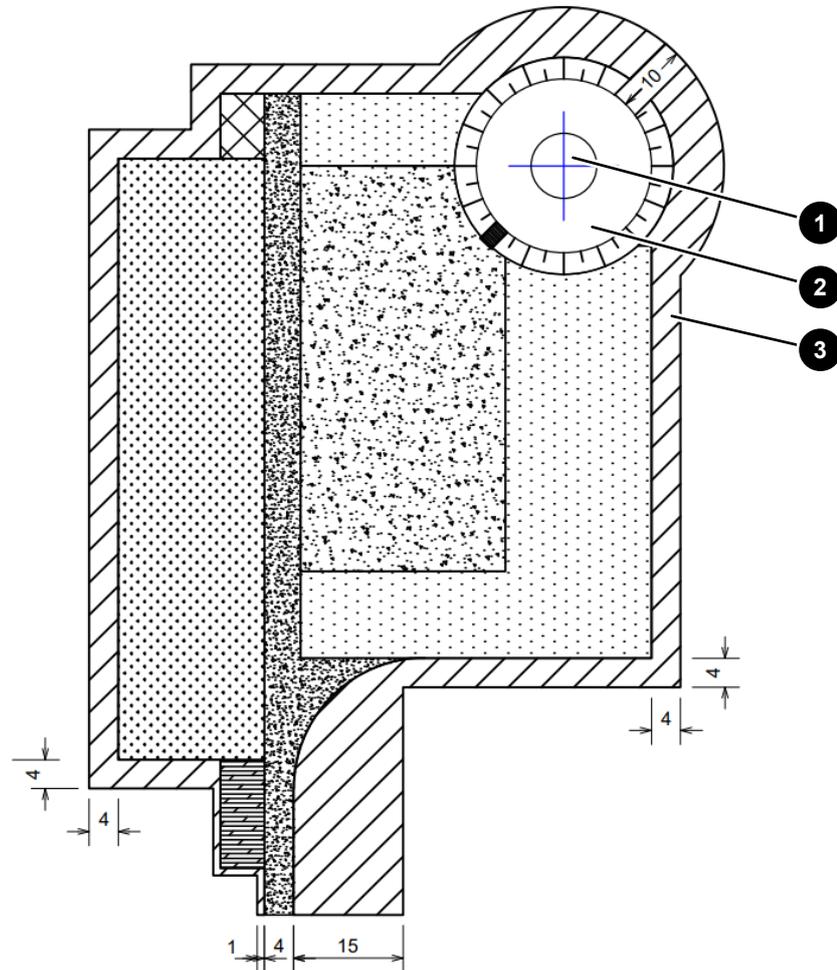


Abb. 11: Arbeitsbereich am WEA-Standort in Waldgebieten, Baumaß (alle Maßangaben in Meter)

| | | | |
|---|-------------|---|-----------|
| 1 | Turm | 2 | Fundament |
| 3 | Rodungszone | | |

Bei der Errichtung von WEA in Waldgebieten wird rings um den Arbeitsbereich am WEA-Standort und um das Fundament eine Fläche freigehalten bzw. gerodet. Während der Bauarbeiten darf kein Erdaushub in der Rodungszone gelagert werden. Die Rodungszone kann zum Teil nach der Errichtung der WEA wieder aufgeforstet werden. Im Fall eines Komponententauschs oder Rückbaus muss ein Teil dieser Fläche wieder gerodet werden. Größe und Abmessungen sind dann mit dem ENERCON GPM abzustimmen.

Um die Rotorblätter während des Hubvorgangs zu führen, werden sie mittels Seilen und Winden abgespannt und in Position gebracht. Die Fixierung der Winden erfolgt am Boden in einem Mindestabstand von 1x Turmhöhe in Metern zur Rotorblattspitze. Abhängig von der loka-

len Befestigungsdichte können zusätzliche Rodungsschneisen zur Abspannung nötig sein (vgl. *Standorte für Winden*, S. 27). Dies wird mit dem ENERCON GPM abgestimmt.

6.2 Kranauslegermontagefläche

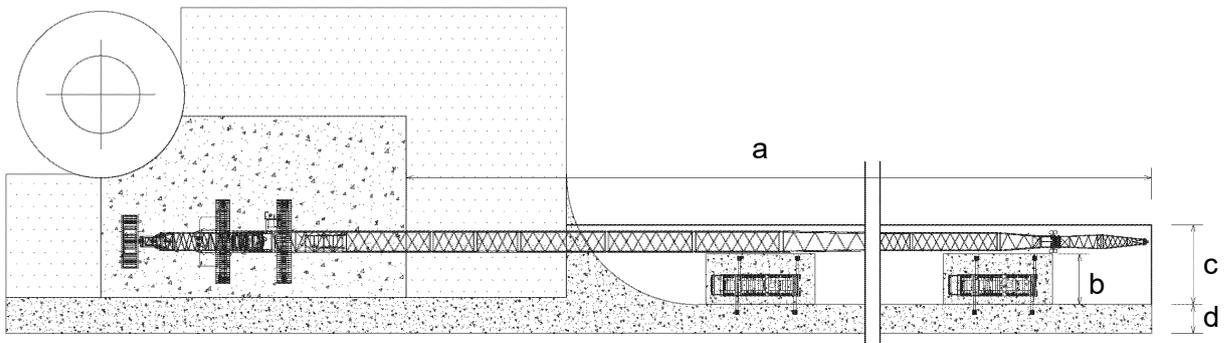


Abb. 12: Kranauslegermontagefläche

| | | | | | |
|---|-------|----------------------------------------------------|---|------|--------------------------------|
| a | 180 m | Länge Kranauslegermontagefläche ab Kranstellfläche | b | 10 m | Breite Hilfskranstellfläche |
| c | 15 m | Gesamtbreite Kranauslegermontagefläche | d | 4 m | Befahrbare Breite der Fahrbahn |

Der Gittermastausleger des Hauptkrans wird aus Einzelkomponenten zusammengesetzt. 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. 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. 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.

Tab. 7: Anforderungen an die Kranauslegermontagefläche

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



Der Bau einer temporären und provisorischen Behelfsstraße zur Gittermastmontage kann eine behördliche Genehmigung voraussetzen. Dies muss vom **Auftraggeber** vorab geprüft werden.

6.3 Rotorblattlagerfläche

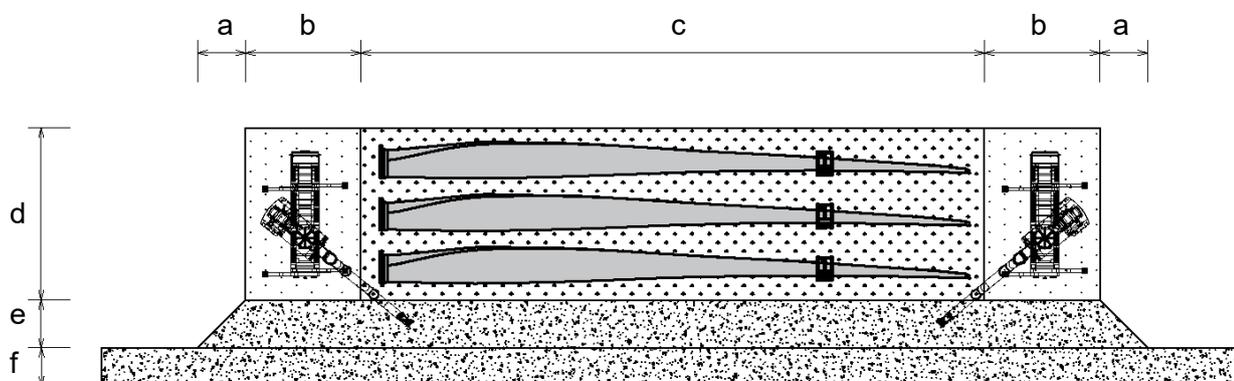


Abb. 13: Rotorblattlagerfläche (Konstruktionsschema)

| | | | | | |
|---|------|------------------------------|---|------|-----------------------------------------------------------|
| 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 Umladen der Rotorblätter.

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 |

| Parameter | Anforderung |
|------------------------------------------------|----------------------------|
| Mindestbelastbarkeit der Hilfskranstellflächen | min. 135 kN/m ² |



Die Rotorblattlagerfläche ersetzt nicht die verpflichtend auszuweisenden Parkplätze für Langtransporte (vgl. *Parkplätze für Langtransporte*, S. 13).

6.4 Zentrale Anlaufstelle

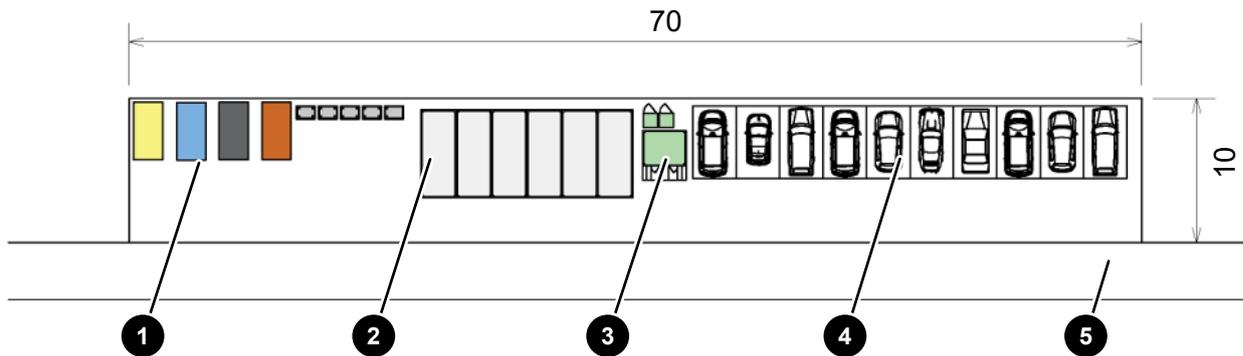


Abb. 14: Zentrale Anlaufstelle (alle Maßangaben in Meter)

| | |
|------------------------|-----------------------|
| 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. Gegebenenfalls sind lokale Gegebenheiten und länderspezifische Regularien zu berücksichtigen.