

**Unternehmen:**

Senvion GmbH  
Überseering 10  
D-22297 Hamburg, Deutschland

**Interne Freigabe**


**Erstellt von:**

Construction Management

  
Sven Fischer

**Geprüft von:**

Logistics Solutions & Quality

  
Lars Ropers

**Freigegeben von:**

Head of Construction Planning

  
Katja Nielsen

**Gültig ab:** 2018-08-01

**Dokumentnummer:**

V-3.1-GP.00.05-A-B

**Seiten:** 24

**Construction Management**

**Spezifikation für  
Zuwegungen und  
Kranstellflächen im  
Windpark**

WEA SENVION

3.XM140 & 3.XM144

4.2M140 & 4.2M144

Nabenhöhen von 108m bis 160m Höhe

**Ort:**

Hamburg

**Autorisierte Empfänger:**

intern

extern

**Vertraulichkeitsstufe:**

allgemein

vertraulich

streng vertraulich

## 0.1 Inhalt

<b>0</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>2</b>
0.1	Änderungsverzeichnis	2
0.1	Inhalt	3
0.2	Abbildungsverzeichnis	4
<b>1</b>	<b>Ziel und Zweck</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Geltungsbereich</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Mitgeltende Dokumente</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Begriffe und Abkürzungen</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Projektplanung</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Anforderungen an die Zuwegung im Windpark</b>	<b>7</b>
6.1	Allgemeines	7
6.2	Fahrzeugmaße, Fahrbahnbreite und Lichtraumprofil	8
6.3	Anforderungen an den Boden im Zufahrtbereich	8
6.4	Längsradien (Kuppen- und Wannenhalmmesser)	8
6.5	Längsneigung und Querneigung	8
6.6	Begegnungsverkehr / Wendetrichter	9
6.7	Rückwärtsfahren auf Baustraßen	10
6.8	Schleppkurven / Überhang / Baumfreiheit	11
6.8.1	3.XM140 (alle Nabenhöhen):	11
6.8.2	3.XM144 (alle Nabenhöhen):	12
6.9	Temporäre Befestigungen für Kurventrichter	13
6.10	Rettungswege	13
6.11	Öffentliche Straßen	13
<b>7</b>	<b>Anforderungen an die Kranstellflächen</b>	<b>14</b>
7.1	Allgemeines	14
7.2	Kranstellfläche für 3.XM/140 und 3.XM/144 mit 110m / 130m Nabenhöhe	15
7.3	Kranstellfläche für 3.XM/140 und 3.XM/144 für 160m Nabenhöhe	16
7.4	Voranlieferung von Komponenten	16
7.4.1	Voranlieferung an der Kranstellfläche	16
7.4.2	Zentrale Voranlieferfläche	18
7.5	Bodenkennwerte	18
7.6	Neigung und Entwässerung	18
7.7	Erforderliche geotechnische Nachweise	18
7.8	Flächen für Baustelleneinrichtung	19
7.9	Zugang zur WEA für Monteure	19
7.10	Kraufbau	19
7.11	Errichtung mit der Rotor Assembly Plattform	20
7.12	Einzelblattmontage / Waldstandorte	23
7.13	Errichtung in bewaldeten Gebieten („Key-Hole-Errichtung“)	23

## 0.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Längsneigung (illustrative Funktion)	9
Abbildung 2: Querneigung (illustrative Funktion)	9
Abbildung 3: Wendebereich für Leerfahrzeuge	10
Abbildung 4: Ausweichflächen auf der Zuwegung	10
Abbildung 5: Schleppkurve für die 3.xM140 mit einer Rotorblattlänge von 68,5m	11
Abbildung 6: Schleppkurve für die 3.xM144 mit einer Rotorblattlänge von 70,5m	12
Abbildung 7: Temporäre Befestigungen für Kurvenrichter (illustrative Funktion)	13
Abbildung 8: projektspezifische TCI-Lösungen	14
Abbildung 9: Anforderungen an die Kranstellfläche (3.XM140 NH110m-130m - 3.XM144 NH108m-128m)	15
Abbildung 10: Anforderungen an die Kranstellfläche (3.XM140 und 3.XM144 NH 160m)	16
Abbildung 11: Beispiel für Voranlieferung der 3.2M/3.4M NH 123-143m	17
Abbildung 12: Beispiel für Voranlieferung der 3.2M/3.4M NH 93m	17
Abbildung 13: Mindestlänge der Fläche für die Montage des Kranauslegers (illustrative Funktion)	19
Abbildung 14: Mögliche Fundament- und Kranpositionen für die 3.0M122 (illustrative Funktion)	20
Abbildung 15: Illustration der RAP	20
Abbildung 16: Illustration der Plattform der RAP	21
Abbildung 17: Illustration des Fußes der RAP	21
Abbildung 18: Beispiel Kranstellfläche für RAP - 3.xM140 NH 130m (illustrative)	22
Abbildung 19: Einzelblattmontage (illustrative Funktion)	23
Abbildung 20: Errichtung in bewaldeten Gebieten (illustrative Funktion)	23

## 1 Ziel und Zweck

Die hier vorliegende Spezifikation der Zuwegungen und Kranstellflächen ist eine Richtlinie mit Mindestanforderungen für die Entwicklung eines Transport- und Errichtungskonzeptes. Ausnahmsweise können sich Abweichungen von in diesem Dokument festgelegten Planungsparametern durch projektspezifische Anforderungen ergeben. Diese müssen während einer Vorortbesichtigung durch Senvion bewertet werden und in einer projektspezifischen Freigabe durch Senvion freigegeben werden.

Eine Nichteinhaltung dieser Mindestanforderungen kann zu höheren Aufwendungen und Kosten führen und in besonders schweren Fällen sogar die Arbeitssicherheit bei der Installation einschränken und somit zu einem Baustopp führen.

## 2 Geltungsbereich

Senvion empfiehlt, die vorliegende Spezifikation schon frühzeitig bei der Planung der Baustelle, bzw. der Baustraßen zu berücksichtigen. So kann eine für beide Seiten optimale Lösung gefunden werden. Diese Spezifikation ist für Krane bis zu 750 Tonnen ausgelegt. Der Einsatz von Kranen über dieser Gewichtsklasse ist nur projektspezifisch und in Rücksprache mit Senvion möglich.

Dieses Dokument gilt für folgende Anlagentypen:

- 3.XM140 & 4.2M140 mit den Nabhöhen 110m, 130m und 160m;
- 3.XM144 & 4.2M144 mit den Nabhöhen 108m und 128m.

Dieses Dokument hat Gültigkeit in Deutschland und Österreich und dient auch weltweit als Basis für WEA-Projekte mit Logistik und Errichtung durch Senvion.

## 3 Mitgeltende Dokumente

Bezeichnung	Dokumenten - Nr.
-	-

## 4 Begriffe und Abkürzungen

Begriffe und Abkürzungen	Erläuterung
EBM	Einzelblattmontage
$E_{v1}$	Verformungsmodul (MN/mm <sup>2</sup> ) – Steifemodul 1. Lastzyklus, das mit der Plattendruckversuch erzielt werden kann
$E_{v2}$	Verformungsmodul (MN/mm <sup>2</sup> ) – Steifemodul 2. Lastzyklus, das mit der Plattendruckversuch erzielt werden kann
$E_{v2}/E_{v1}$	Verdichtungsverhältnis
NH	Nabenhöhe
Plattendruckversuch	Versuch zur Bestimmung der Druckfestigkeit und Tragfähigkeit von Böden und Materialien. Die Durchführung ist in der DIN-Norm DIN 18134 Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch geregelt
Proctordichte	Höchste unter definierter Verdichtungsarbeit erreichbare Dichte eines Bodens, die sich im genormten Versuch (Proctorversuch nach DIN 18127) bei optimalem Wassergehalt einstellt
RAP	Rotor Assembly Plattform
TCI	Transport, Crane, Installation
WEA	Windenergieanlage

## 5 Projektplanung

Die Planung der Transportwege und Kranstellflächen ist von signifikanter Bedeutung und die Voraussetzung für einen sicheren und kostengünstigen Baustellenablauf.

Neben der reinen Erreichbarkeit der einzelnen Standorte mit den eingesetzten Schwerlastfahrzeugen ist es notwendig, dass die verschiedenen Verkehre (z.B. Baufahrzeuge des Fundamentbaus, Transportfahrzeuge für Komponenten der Windenergieanlage, Fahrzeug des Bauleiters des Kunden) optimal nebeneinander funktionieren und es zu keinen gegenseitigen Behinderungen kommt.

Beim Transport der Windenergieanlagen ist mit einer Vielzahl an Transporten zu rechnen. Je nach Anlagentyp sind bis zu **150 Fahrzeuge pro Anlage** zu unterschiedlichen Zeiten auf der Baustelle im Einsatz:

- ca. 50 LKWs für den Fundamentbau
- ca. 35 - 50 LKWs für den Kran während der Errichtung
- ca. 60 LKWs für die Errichtung des Betonturms
- ca. 10-15 LKWs für die Anlieferung der Windenergieanlage (Turmteile, Maschinenhaus, Rotorblätter, Nabe, Triebstrang).

Die Planung der Zuwegungen im Windpark sollte dementsprechend auf diese Vielzahl an Begegnungsverkehr ausgelegt sein.

Weiterhin muss sichergestellt werden, dass die verschiedenen Transportfahrzeuge für Komponenten der Windenergieanlage sich nebeneinander auf dem Baustraßennetz bewegen können und es entsprechende Ausweich- und Wendemöglichkeiten gibt.

## 6 Anforderungen an die Zuwegung im Windpark

### 6.1 Allgemeines

Die Oberfläche der Baustraße muss so beschaffen sein, dass die Reifen von Transportfahrzeugen nicht beschädigt werden und keine gravierenden Spurrillen oder Verseifung entstehen.

Schwerlastfahrzeuge sind für den Verkehr auf befestigten Straßen konstruiert – sie sind keine geländegängigen Fahrzeuge.

Alle Schichten müssen lagenweise maschinell verdichtet werden. Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus.

Ein Aufstauen von Regenwasser auf der Oberfläche des Weges ist durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden (z.B. durch Mulden seitlich der Zuwegung, die das Wasser zügig abführen oder durch den Einbau einer Drainage entlang der Fahrbahn). Die Entwässerung des Erdplanums (Querneigung, Drainageleitung usw.) ist erforderlich, damit es nachträglich im Erdplanum durch eindringendes Oberflächenwasser nicht zu Aufweichungen und somit zu einer Reduzierung der Tragfähigkeit kommt.

## 6.2 Fahrzeugmaße, Fahrbahnbreite und Lichtraumprofil

Folgende Maße sind bei der Wegeplanung im Windpark zu berücksichtigen:

Max. Zuglänge (Blatttransport)	ca. 80 m
Lichtraumprofil* – Mind. Höhe	5,5 m
Lichtraumprofil* – Mind. Weite	6,5 m (Kranmast; Hybridtürme)
Nutzbare Fahrbahnbreite	4,5 m

\*Lichtraumprofil muss ab Mitte der Straße gemessen werden und muss sich an Kurvenradien anpassen.

## 6.3 Anforderungen an den Boden im Zufahrtsbereich

Folgende Bodenkennwerte sind auf den Zuwegungen im Windpark erforderlich und dem zuständigen Projektmanager rechtzeitig (4 Wochen vor Errichtungsbeginn) als Nachweis zur Verfügung zu stellen.

$E_{v2}$ (Oberkante des Untergrunds)	$\geq 45 \text{ MN/m}^2$
$E_{v2}$ (Oberkante der Tragschicht)	$\geq 80 \text{ MN/m}^2$
$E_{v2}/E_{v1}$ (Oberkante der Tragschicht)	$\leq 2.5$
Proctordichte	100%
Zahl von statischen Plattendruckversuchen	$\geq 1$ jede 100m Baustraße (an verschiedenen Stellen über die Breite der Straße: links, Mitte, rechts)
Maximale Achslast der Transporte	12.5 t
Maximale Achslast Kran	15.0 t
Maximales Fahrzeuggewicht	140.0 t

## 6.4 Längsradien (Kuppen- und Wannenhalmmesser)

Für Bergkuppen und hügeliges Gelände ist folgende Anforderung an die Längsradien bei der Wegeplanung zu berücksichtigen:

3.XM140, 3.XM144, 4.2M140, 4.2M144	$\geq 600 \text{ m}$
------------------------------------	----------------------

## 6.5 Längsneigung und Querneigung

Während der Bau- bzw. Anlieferphase der Großkomponenten der WEA muss eine feste und ebene Zuwegung bereit- und sichergestellt sein. Schlaglöcher, Aufhäufungen, Spurrinnen usw. müssen im Vorwege eines nachfolgenden Transportes ausgebessert werden. Die dafür erforderlichen Maßnahmen sind mit dem Senvion Bauleiter abzustimmen.

Bei der **Längsneigung** sind folgende Anforderungen mindestens erforderlich:

Standard (mineralische Deckschicht)	$\leq 8\%$ Bei $>8\%$ sind zusätzliche Zugfahrzeuge erforderlich (Mehrkosten). Dann ist die befahrbare Mindestbreite von 4,50m einzuhalten. Es wird gegeben falls ein zusätzlicher Kurvenausbau notwendig sein.
-------------------------------------	--

Gebundene Deckschicht, zusätzlich spezielle Transporttechnik	>12%
Bodenfreiheit der Fahrzeuge	≥15cm

Sofern Steigungen und Neigungen die oben genannten Werte überschreiten, kann in Absprache mit dem Senvion Projektmanagement eine projektspezifische Lösung ausgearbeitet werden.

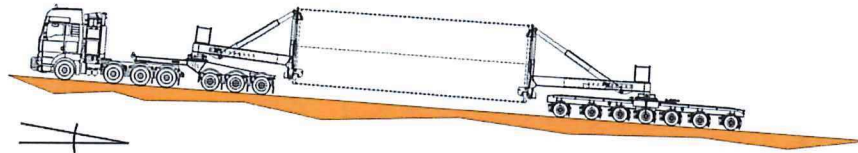


Abbildung 1: Längsneigung (illustrative Funktion)

Bei der **Querneigung** sind folgende Anforderungen mindestens erforderlich:

Seitliche Neigung der Fahrbahn bei gerader Deckschicht	≤2%
Seitliche Neigung beim Aufbau der Deckschicht als Dachprofil von Mitte Fahrbahn bis Außenkante	≤3%
Böschungswinkel	Je nach Vorgaben aus dem Bodengutachten

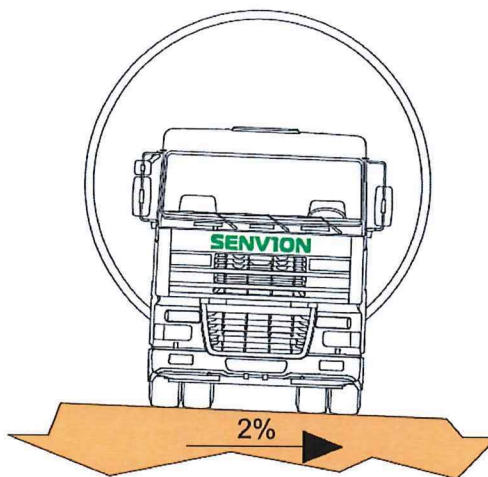


Abbildung 2: Querneigung (illustrative Funktion)

## 6.6 Begegnungsverkehr / Wendetrichter

Grundsätzlich gilt die Schwerlasttransportgenehmigung für die Last- und die Leerfahrt, d.h. die Leer-Transporte verlassen die Baustelle auf dem gleichen Weg, auf dem sie gekommen sind. Sollte das Wenden der Fahrzeuge auf der Baustelle nicht möglich sein, muss die Baustelleneinfahrt als Trichter ausgelegt sein, so dass die Transporte die gleiche Einfahrt vorwärts als auch rückwärts nutzen können.

In der Planung und Ausführung ist sicherzustellen, dass die verschiedenen Transportfahrzeuge sich nebeneinander auf dem Baustraßennetz im Windpark bewegen können und es entsprechende Ausweich- und Wendemöglichkeiten gibt. Grundsätzlich sollte ein Ringverkehr als Verkehrsführung eingeplant werden, da der Ringverkehr die einfachste Möglichkeit für die Regelung des Verkehrs im Windpark darstellt.



Für den Fall, dass aus bestimmten vor-Ort Gegebenheiten kein Ringverkehr möglich ist, sind zwei alternative Möglichkeiten für den Begegnungsverkehr zu berücksichtigen:

- Wendetrichter sind in ausreichender Anzahl und Dimension vorzuhalten;
- Ausbau von Passierbuchten erforderlich.

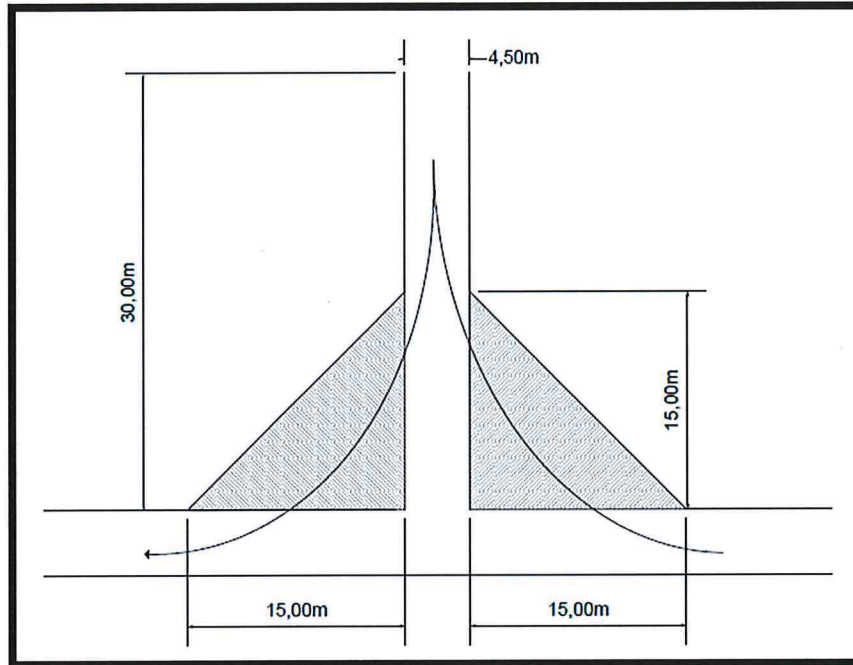


Abbildung 3: Wendebereich für Leerfahrzeuge

Im Innen- und Außenbereich der Kurven dürfen sich keine Hindernisse auf Wegniveau befinden. Die genaue Position der Wendetrichter und Passierbuchten sind projektspezifisch mit dem Projektmanagement abzustimmen.

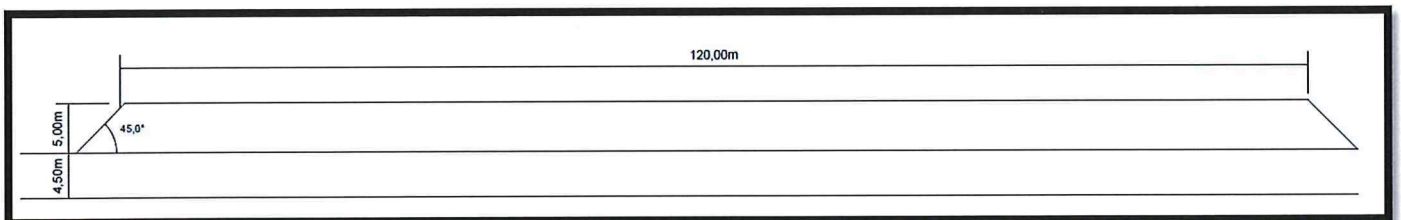


Abbildung 4: Ausweichflächen auf der Zuwegung

## 6.7 Rückwärtsfahren auf Baustraßen

Sollte aufgrund von projektspezifischen Rahmenbedingungen ein Rückwärtsfahren der Transporte erforderlich sein, sind folgende Mindestanforderungen einzuplanen:

<b>Straßenbreite</b>	4,5 m
<b>Steigung</b>	≤3%
<b>Anzahl der Einweiser</b>	1 (bei Tageslicht)
	1 vor und 1 hinter dem Transport (bei Nacht)

Diese Rahmenbedingungen gelten auch, wenn die Zufahrt zum Windpark von einer Öffentlichen Straße rückwärts zu erfolgen hat, muss dieses auch möglich sein

### 6.8 Schleppkurven / Überhang / Baumfreiheit

Folgende Angaben sind für die jeweiligen Anlagen in Bezug auf Schleppkurven, Überhang und Baumfreiheit zu beachten:

#### 6.8.1 3.XM140/ 4.2M140 (alle Nabenhöhen):

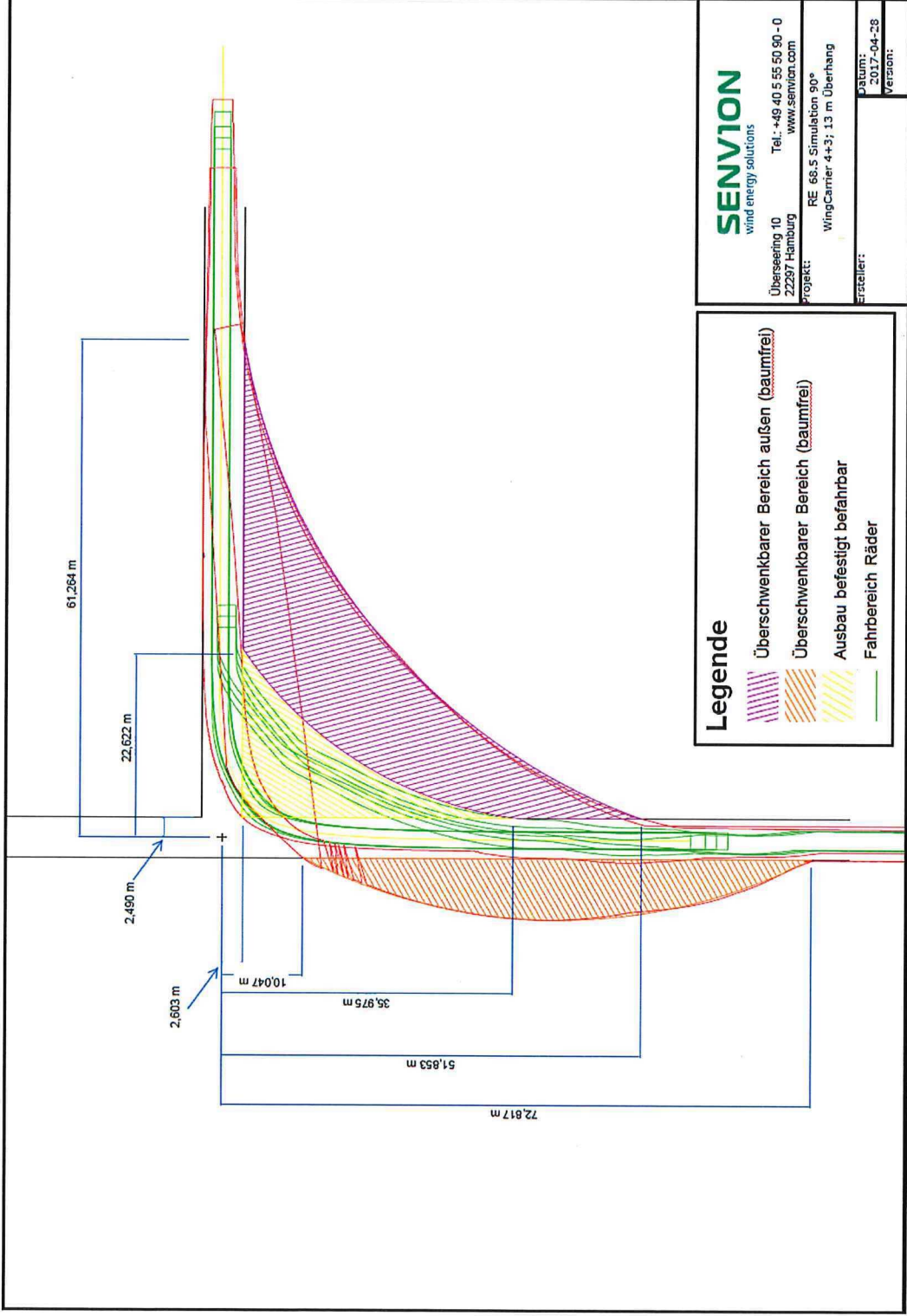


Abbildung 5: Schleppkurve für die 3.XM140 mit einer Rotorblattlänge von 68,5m

6.8.2 3.XM144/ 4.2M144 (alle Nabenhöhen):

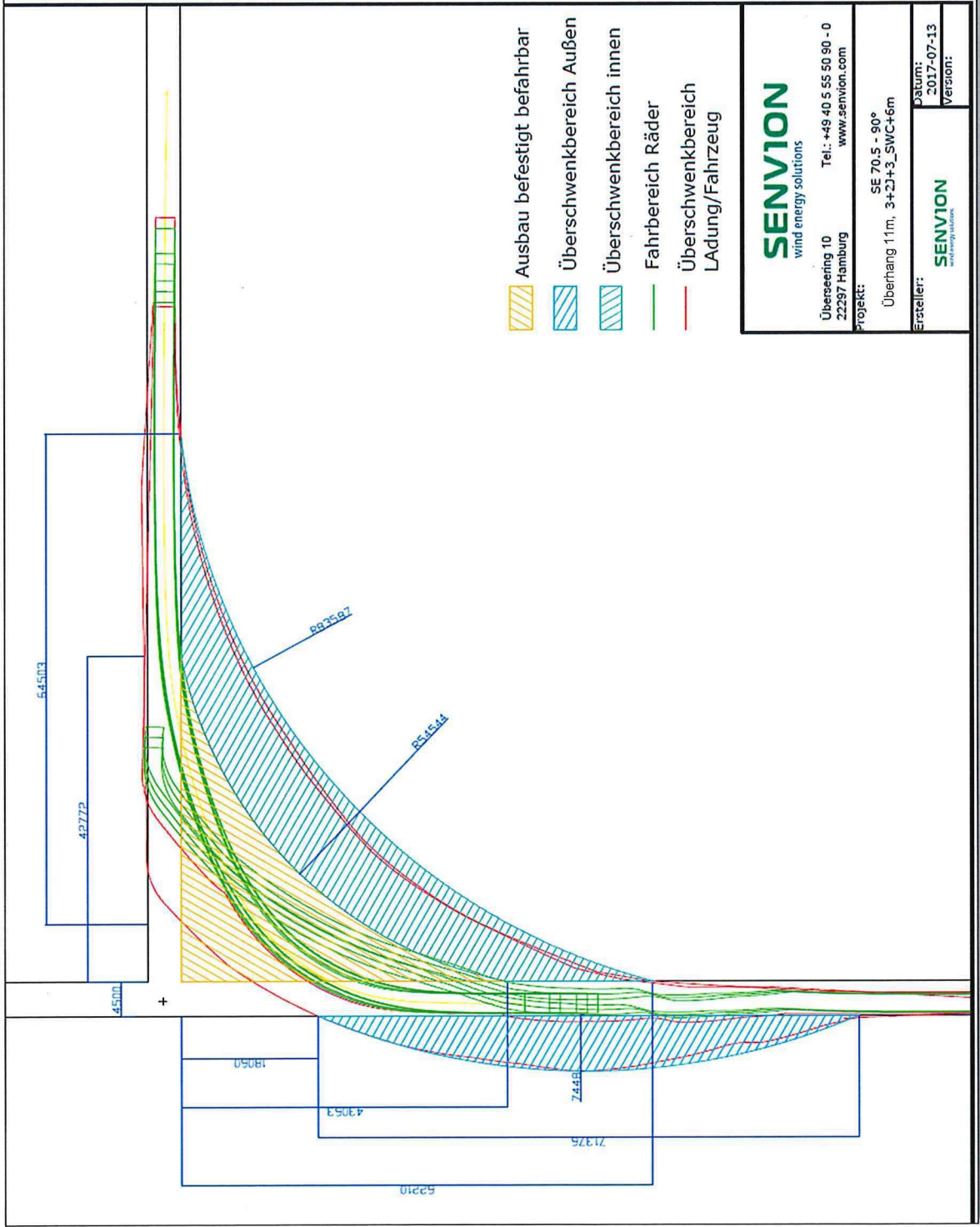


Abbildung 6: Schleppkurve für die 3.XM144 mit einer Rotorblattlänge von 70,5m

## 6.9 Temporäre Befestigungen für Kurventrichter

In vielen Fällen reicht es aus, Kurventrichter im Bereich der Anlieferwege temporär auszubauen. Dazu können Plattenstraßen oder ein temporärer Schotterausbau dienen.

Nach Beendigung der Errichtung können diese Maßnahmen bis auf einen Kurvenradius von 15 m zurückgebaut werden. Im Falle eines Großkomponententausches müssen diese Flächen durch den Käufer wieder entsprechend hergerichtet werden.

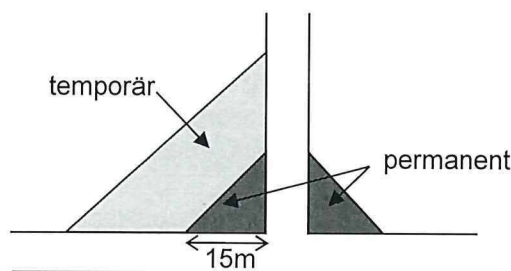


Abbildung 7: Temporäre Befestigungen für Kurventrichter (illustrative Funktion)

## 6.10 Rettungswege

Rettungswege müssen ausreichend dimensioniert, ausgeschildert und während der gesamten Dauer der Senvion Baustellenarbeiten stets frei und befahrbar sein, insbesondere für Projekte, die bei der Planung keine Ringstraße aufweisen, sondern die Zufahrt zu den Anlagenstandorten in einer Sackgasse endet.

Darüber hinaus ist es zu beachten, dass bei Waldstandorten im Gebirge der Einsatz eines Rettungshubschraubers nur bedingt möglich ist. Daher sollten auf Zufahrten abgestellte Transporte vermieden werden und immer genügend und den Transporten-angepassten Ausweichflächen zur Verfügung stehen.

## 6.11 Öffentliche Straßen

Die genaue Streckenführung und der genaue Liefertermin stehen erst nach Erteilung der Schwerlastgenehmigung und der terminierten Begleitzusage durch die begleitende Polizei fest. D.h. es können, auch kurzfristig, Verkehrslenkende Maßnahmen (Rückbau, Überbau von Verkehrsinseln, Laternen, Verkehrsschildern Leitplanken usw.) notwendig werden. Verkehrslenkende Maßnahmen können zu zusätzlichen Kosten führen und müssen rechtzeitig geplant werden, um Verzögerungen in der geplanten Anlieferung zu vermeiden.

Bei schlechten Witterungsbedingungen (Eis, Schnee, Nebel) kann es unter Umständen zu Transportverzögerungen kommen, da die Schwerlasttransporte behördlichen Auflagen und Regelungen unterliegen. Bei schwierigen Straßenverhältnissen kann eine Weiterfahrt untersagt werden. Außerdem kann es zu unvorhersehbaren Verzögerungen der Anlieferung durch erhöhtes Transportaufkommen auf den öffentlichen Straßen und Engpässen bei der Genehmigungserteilung durch die entsprechenden Behörden und der Polizei kommen.

Diese Ursachen können auch Auswirkungen auf die Transport- und Errichtungsplanungen im Windpark haben und sind bei der Planung zu berücksichtigen.

## Parken auf öffentlichen Straßen

Generell gilt: Die Schwerlastgenehmigung inkl. Polizeibegleitung endet an der Baustellenzufahrt, d.h. beim Verlassen der öffentlichen und nutzbaren Verkehrswege. Der Hin- und Rückweg der Transporte zur Baustelle über öffentliche Straßen wird vom Gesetzgeber in Form vorgeschriebener Strecken festgelegt.

Das Abparken der Transporte im öffentlichen Verkehrsraum vor der Baustelleneinfahrt ist nur in einzelnen und besonders genehmigten Ausnahmefällen möglich, d.h. innerhalb der Baustelle sind ausreichend Stauraum und ausreichende Passier- und Wendemöglichkeiten für die Transporte vorzusehen.

Ist ein Abstellen der Fahrzeuge im Bereich der Baustelle nicht möglich, ist eine Sperrung im öffentlichen Verkehrsraum notwendig, welche vom vertraglich Verantwortlichen bei der örtlichen Behörde vor Baubeginn zu beantragen ist. Eine Genehmigung hierzu ist nicht erzwingbar.

Es ist eine ausreichende Absicherung des Parkraumes sicherzustellen (Absperrungsschilder, Beleuchtung), um andere Verkehrsteilnehmer nicht zu behindern oder unerwarteten Gefahren auszusetzen.

## 7 Anforderungen an die Kranstellflächen

### 7.1 Allgemeines

Die Standorte werden zunehmend anspruchsvoller – eine Standardspezifikation wird nicht zu jedem Standort passen. Projektspezifische TCI-Lösungen werden mit wachsender Anlagengeneration und zunehmender Komplexität der Standorte in Zukunft erforderlich sein. Mit der Anlagenplattform 3.XM-EBC stellt Senvion verschiedene Möglichkeiten zur Errichtung zur Verfügung, die mit dem Senvion Projektmanagement projektspezifisch abgestimmt werden.

Somit ist es möglich, das Transport- und insbesondere das Errichtungskonzept flexibel an den jeweiligen Standort anzupassen.

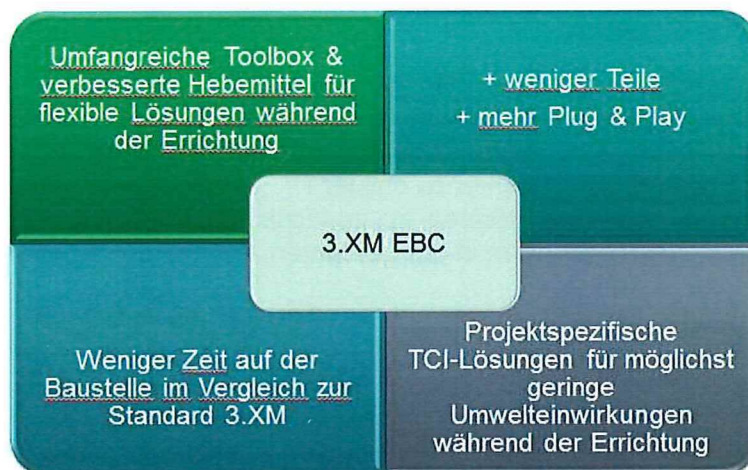


Abbildung 8: projektspezifische TCI-Lösungen

**Anmerkung:** Die in den folgenden Kapiteln dargestellten Zeichnungen und Dimensionierungen der Kranstellflächen stellen Mindestanforderungen dar (ausgefertigt ohne Kenntnis der projektspezifischen Vor-Ort Gegebenheiten). Dies ist bei der Projektplanung zu beachten.

Ausnahmsweise können sich Abweichungen von in diesem Dokument festgelegten Planungsparametern durch projektspezifische Anforderungen ergeben. Diese sind mit dem

Senvion Projektmanagement abzustimmen und erfordern eine projektspezifische Freigabe von Senvion.

Die Übergabe der Kranstellfläche vom Kunden an Senvion muss mit einer klar sichtbaren Markierung der Plattformgrenzen erfolgen.

## 7.2 Kranstellfläche für 3.XM140 & 4.2M140 und 3.XM144 & 4.2M144 mit NH 108m-130m

Folgende Anforderung an die Dimensionierung der Kranstellfläche ist bei der Planung der zu berücksichtigen:

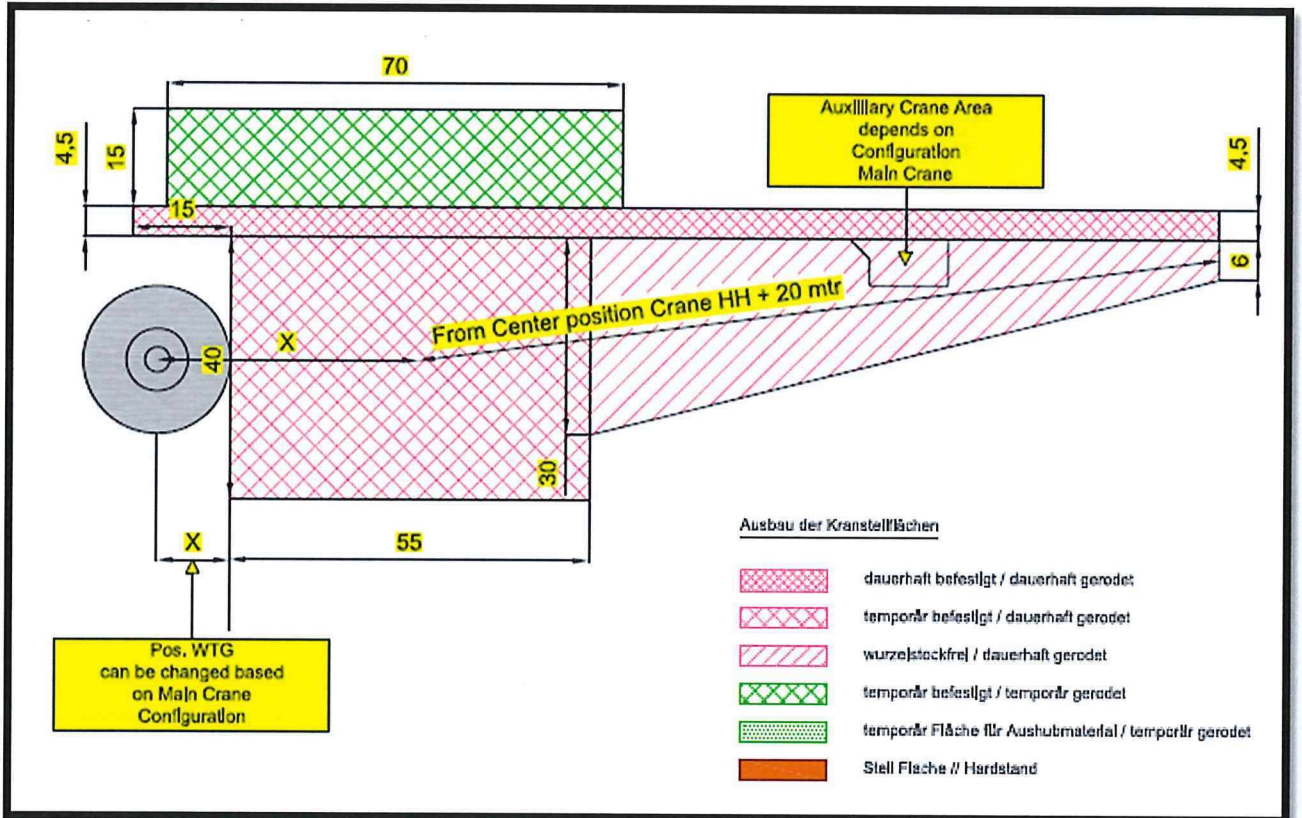


Abbildung 9: Anforderungen an die Kranstellfläche (3.XM140 & 4.2M140 - 3.XM144 & 4.2M144 NH108m-130m)

### 7.3 Kranstellfläche für 3.XM140 & 4.2M140 und 3.XM144 & 4.2M144 für 160m Nabhöhe

Folgende Anforderung an die Dimensionierung der Kranstellfläche ist bei der Planung der zu berücksichtigen:

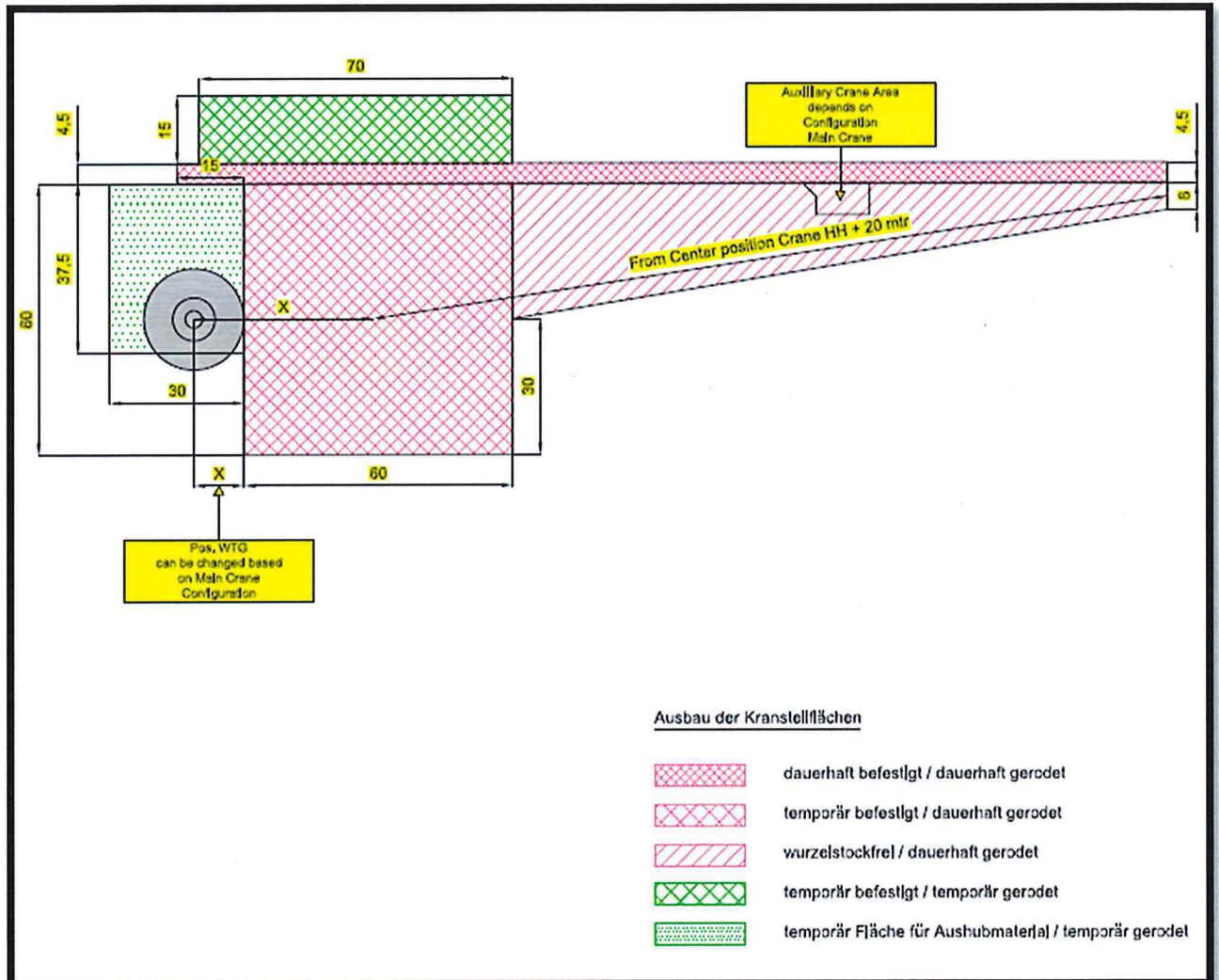


Abbildung 10: Anforderungen an die Kranstellfläche (3.XM140 & 4.2M140 und 3.XM144 & 4.2M144 NH 160m)

### 7.4 Voranlieferung von Komponenten

Aufgrund zunehmender Größe der Schwerlasttransporte und zunehmenden Behinderungen im öffentlichen Straßenverkehr liefert Senvion die Komponenten bereits vor Baustellenbeginn an. Bei der Voranlieferung handelt es sich um einen begrenzten Zeitraum von ca. 1-3 Wochen vor geplantem Errichtungsstart. Damit kann das Risiko von Mehrkosten und einer Verzögerung im Projekt deutlich minimiert werden (siehe auch Kapitel 6.11).

#### 7.4.1 Voranlieferung an der Kranstellfläche

Die zur Voranlieferung erforderlichen waagerechten Ablageflächen im Bereich der Kranstellfläche, sind Senvion temporär für die Anlagenerichtung zur Verfügung zu stellen. Hierfür sind angrenzend an die Kranstellfläche ca. 15m breite Streifen vorzusehen.

Im Folgenden sind Beispiele für mögliche Voranlieferflächen um die Kranstellfläche dargestellt.

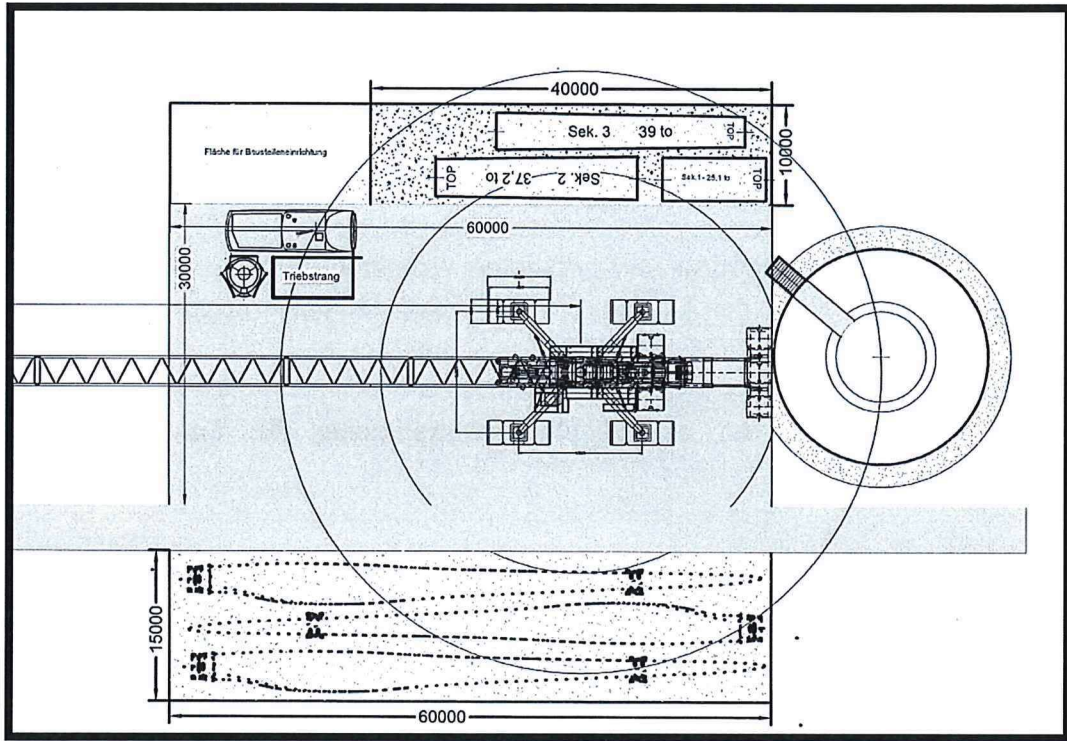


Abbildung 11: Beispiel für Voranlieferung der 3.2M/3.4M NH 123-143m

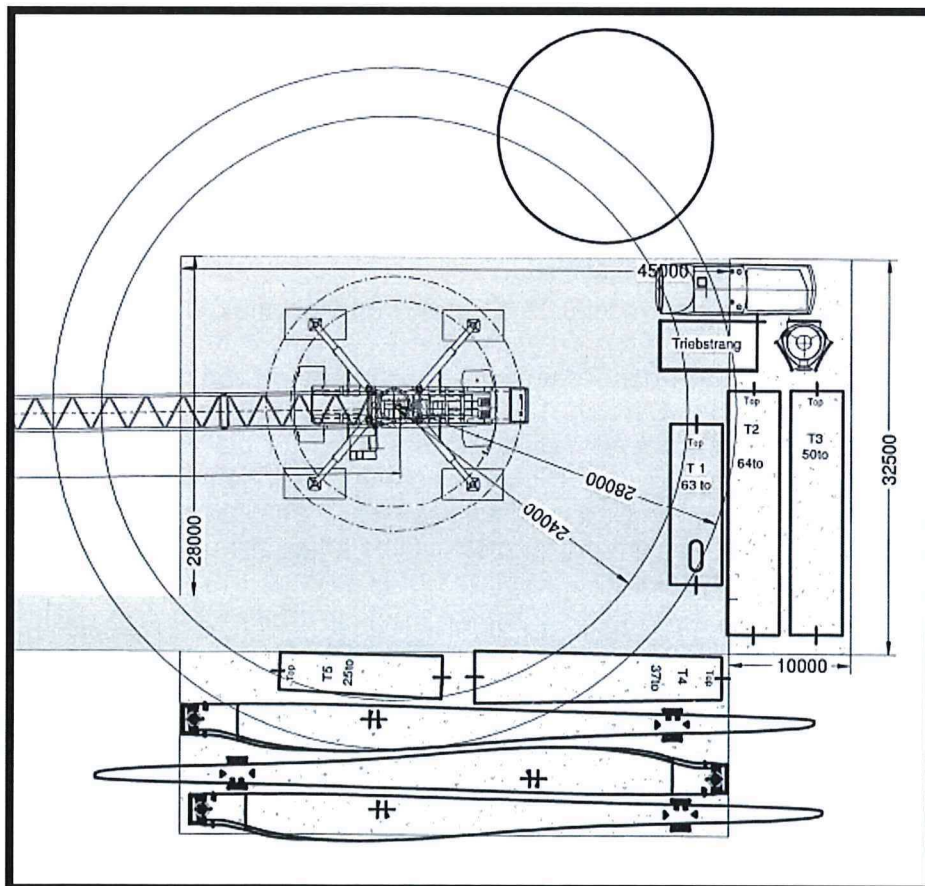


Abbildung 12: Beispiel für Voranlieferung der 3.2M/3.4M NH 93m



#### 7.4.2 Zentrale Voranlieferfläche

Sollte keine Voranlieferung an der Kranstellfläche möglich sein, ist eine zentrale Voranlieferfläche einzuplanen. Dies ist in aufgrund folgender Punkte in den meisten Fällen projektspezifisch zu betrachten und zu planen:

- Je nach Vor-Ort Gegebenheiten können entweder alle Hauptkomponenten auf einer zentrale Voranlieferfläche gelagert werden oder nur teilweise (z.B.: Turm, Gondel, Nabe, exklusive Blätter);
- Je nach Windparkgröße und geplantem Errichtungskonzept kann es erforderlich sein, dass die Komponenten für mehrere Windenergieanlagen gelagert werden.

#### 7.5 Bodenkennwerte

Folgende Anforderungen an die Bodenkennwerte gelten für Senvion auf der gesamten Kranstellflächen:

$E_{v2}$ (Oberkante der Tragschicht)	$\geq 100 \text{ MN/m}^2$
$E_{v2}/E_{v1}$ (Oberkante der Tragschicht)	$\leq 2.5$
Proctordichte	100%
Maximale Flächenpressung	$250 \text{ kN/m}^2$
Zahl von statischen Plattendruckversuchen	$\geq 3$ je Stellfläche
Maximales Krangewicht aufgebaut (Mobil- oder Raupenkran)	660.0 t

Die Überprüfung der Tragfähigkeit von Wegen und Kranstellflächen muss durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 oder nach der entsprechenden länderspezifischen Norm erfolgen.

Der Kunde stellt Senvion auf Anfrage alle Berechnungen und Planunterlagen, die durch den Planer in seinem Auftrag erstellt wurden, zur Einsichtnahme zur Verfügung.

#### 7.6 Neigung und Entwässerung

Für die Kranstellfläche ist eine maximale Neigung von 0 bis max. 0,3% zulässig (Raupen- sowie Mobilkran).

Es ist darauf zu achten, dass das Regenwasser schnellstens von der Kranstellfläche abzuleiten ist und sich in keinem Bereich Regenwasser aufstauen kann. Das vorgesehene Unterhaltungskonzept soll sicherstellen, dass dies auch für die vorgesehene Nutzungsdauer der Kranstellflächen sichergestellt ist (Schottermaterial oder ähnlich). Eventuell sind weitere Maßnahmen erforderlich, um das Regenwasser abzuführen (Filtermembran, Drainage, Pumpensumpf). Die Tragfähigkeit der Kranstellfläche muss sowohl für trockene als auch für nasse Bodenverhältnisse geeignet sein.

#### 7.7 Erforderliche geotechnische Nachweise

Es gelten folgende Anforderungen für die Stabilität der Zuwegungen und Kranstellflächen:

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mind. 1 Stabilitäts- / Grundbruchnachweis mit Nachweis der 2-fachen Grundbruchsicherheit je 10 Stellflächen (für die kritischste Situation)</li> </ul>                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mind. 1 Stabilitätsnachweis (Nachweis der Grundbruchsicherheit) für besonders gefährdete Bereiche wie z.B. Baustraßen oder Kranstandorte mit steilen Böschungen</li> </ul> |

Im Rahmen des Grundbruchnachweises sind die zu erwartenden Setzungen zu ermitteln. Die maximale Setzung unter der Kranlast darf nicht größer als 3 cm sein.

Bei größeren Werten müssen Sondermaßnahmen ergriffen werden. Diese Berechnung auf Basis des geplanten Kranstellflächenaufbaus ist vor der Ausführung Senvion vorzulegen.

## 7.8 Flächen für Baustelleneinrichtung

Für die Aufstellung von Büro- und Materialcontainer, Sanitäranlagen etc. ist angrenzend an jede Kranstellfläche eine Fläche von ca. 12x20 m erforderlich. Als Parkstellfläche für PKW Baufahrzeuge werden weitere Flächen in der Nähe der Kranstellfläche benötigt.

Diese Flächen sind ggf. im Absprache mit der Senvion Projektleitung in geeigneter Weise zu befestigen.

## 7.9 Zugang zur WEA für Monteure

Es ist ein sauberer, sicherer und geschotterter Zugang von der Kranstellfläche zur WEA zu gewährleisten. Dieser soll in einer Breite von mindestens 2 m mit Material der Körnunggröße 0/32 hergestellt werden.

## 7.10 Kranaufbau

Zur Errichtung der WEA werden je nach Verfügbarkeit der Krantechnik Mobil- oder Raupenkräne in der erforderlichen Konfiguration eingesetzt.

Beim Einsatz eines Gittermastkranes (Raupen- oder Mobilkran) ist stets sicherzustellen, dass der Kranausleger in seiner vollen Länge je nach Anlagenhöhe abgelegt und mit dem Hilfskran montiert und demontiert werden kann. Die Montage und Demontage des Auslegers kann nur in der gegenüber liegende Achse Turm- Krandrehkranz oder im 90°-Winkel dazu erfolgen.

Die bereitgestellte Fläche muss flach und hindernisfrei sein. Die Mindestlänge der Fläche beträgt Nabenhöhe+20m, gemessen von Drehkranzmitte des Kranes.

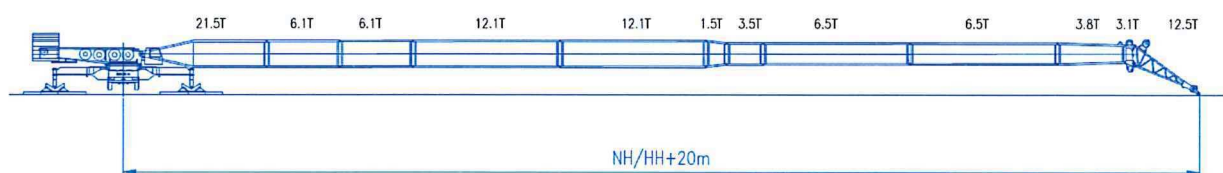


Abbildung 13: Mindestlänge der Fläche für die Montage des Kranauslegers (illustrative Funktion)

Es sollte die Montage und das Ablegen des Auslegers parallel zu einer ohnehin notwendigen Zuwegung geplant und durchgeführt werden. Für die Montage / Demontage des Gittermastes sind, je nach eingesetzter Krantechnik, ein, zwei oder drei Stellflächen für den Hilfskran vorzuhalten („Krantaschen“).

Wenn dieses nicht möglich ist, ist eine Zuwegung parallel zur Richtung bereitzustellen, in der der Mastaufbau geplant wird. Hierbei kann von einer separaten Plattenstraße Gebrauch gemacht werden. Es ist zu beachten, dass die Platten miteinander verbunden sein müssen und die Zuwegung die hierfür erforderliche Traglast aufweist.

In einem Radius von 50m im Kranbereich dürfen sich keine Hindernisse befinden. Materialaufschüttungen jeglicher Art, die sich im Bereich der Montagefläche befinden, sind in Rücksprache mit Senvion zu entfernen oder zu verlagern.

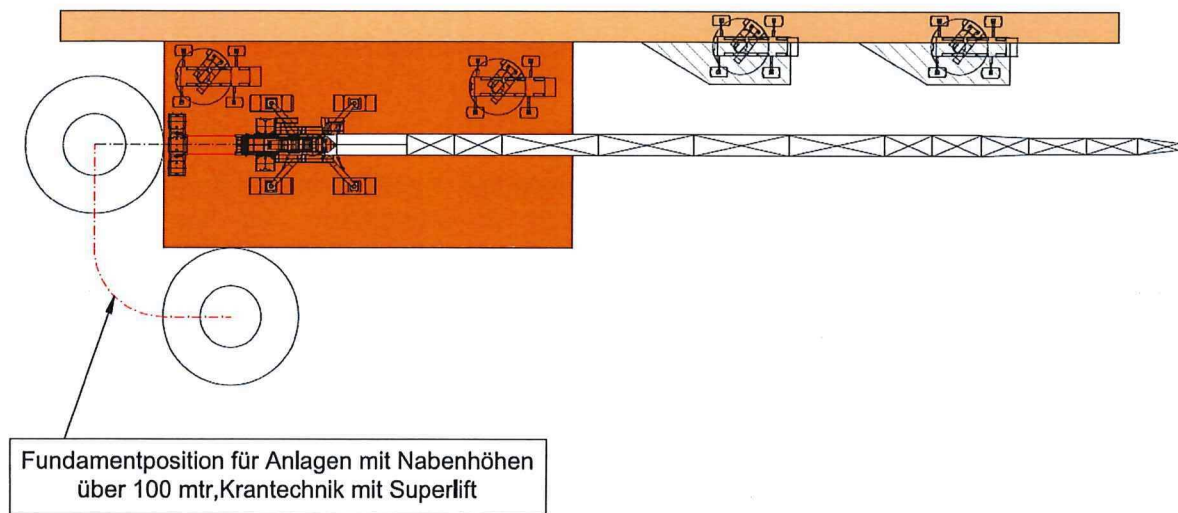


Abbildung 14: Mögliche Fundament- und Kranpositionen für die 3.0M122 (illustrative Funktion)

**Anmerkung:** Wegen der Höhenbegrenzung der gewählten Krankonfiguration, die für die vorhandene Nabenhöhe ausreicht, darf der Höhenunterschied zwischen der Kranstellfläche und der Oberkante des Fundamenteinbauteiles nicht mehr als 2,00 m betragen. Wenn dies aus technischen Gründen nicht sichergestellt werden kann, ist eine Kontaktaufnahme mit dem Senvion Projektmanagement für eine detaillierte Kranplanung erforderlich.

### 7.11 Errichtung mit der Rotor Assembly Plattform (RAP)

Für die Errichtung von Anlagen an schwierigeren Standorten könnte die Rotor Assembly Plattform zum Einsatz kommen.

#### Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die RAP wird auf die Kranstellfläche aufgebaut. Die genaue Positionierung der RAP auf die Kranstellfläche ist von Senvion projektspezifisch zu definieren.
- Der Flächendruck der RAP hält die von Senvion definierter Flächenpressung auf die Kranstellfläche (<math><250 \text{ kN/m}^2</math>).
- Die RAP hat am Boden eine Dimension von 10m x 10m.
- Die genaue Positionierung der RAP auf die Kranstellfläche muss auf eine Fläche von 12mx 12m waagrecht sein und eine Null Prozent (0%) Neigung vorweisen.

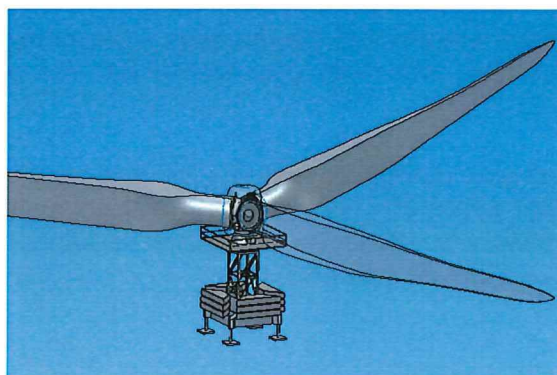


Abbildung 15:  
Illustration der RAP

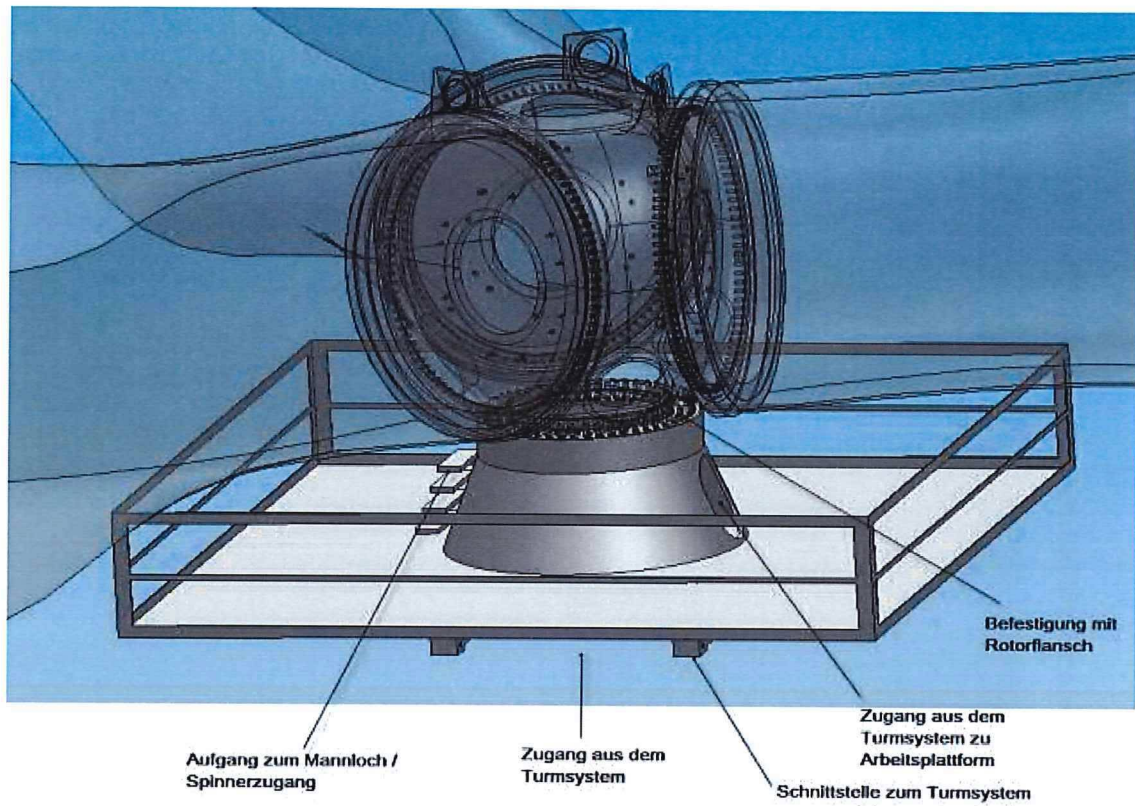


Abbildung 16: Illustration der Plattform der RAP

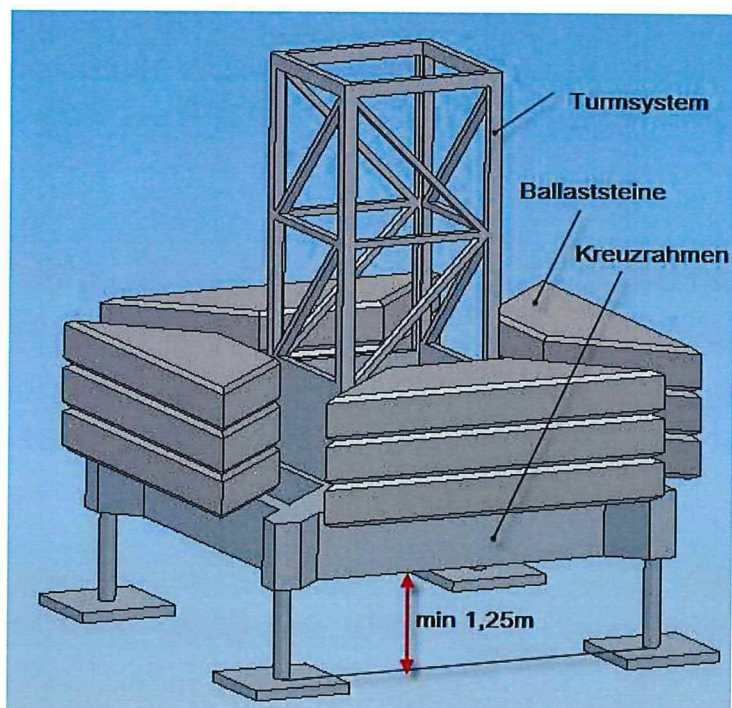


Abbildung 17: Illustration des Fußes der RAP

Beispiel für den Einsatz der Rotor Assembly Plattform für die Senvion 3.xM140 auf eine Nabenhöhe von 130m:

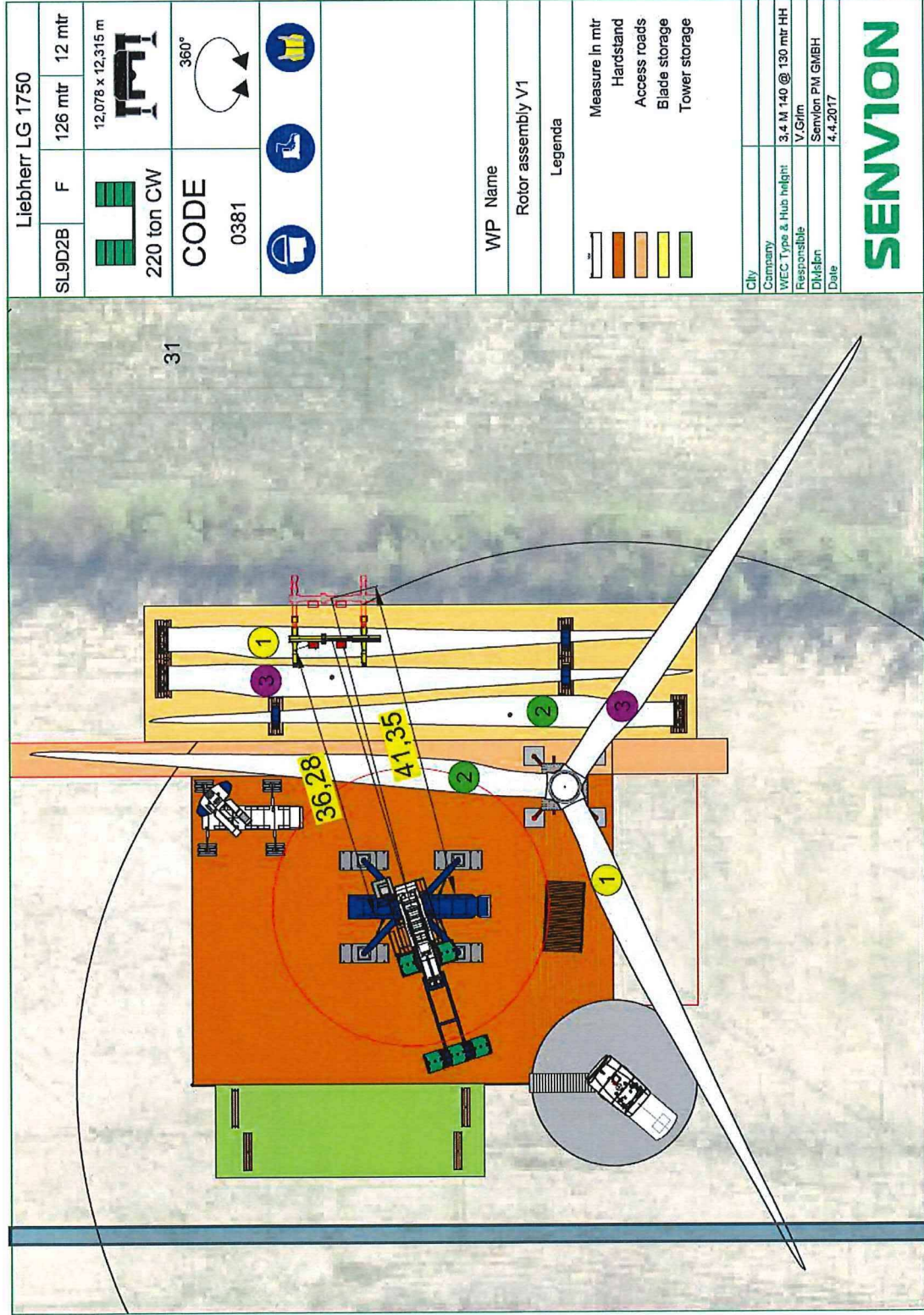


Abbildung 18: Beispiel Kranstellfläche für RAP - 3.xM140 NH 130m (illustrative)

### 7.12 Einzelblattmontage / Waldstandorte

Bei Einsatz von Einzelblattmontage ändert sich die Anforderung an die Kranstellfläche nicht. Es entfällt lediglich die Vormontage des Rotors mit den damit verbundenen Anforderungen.

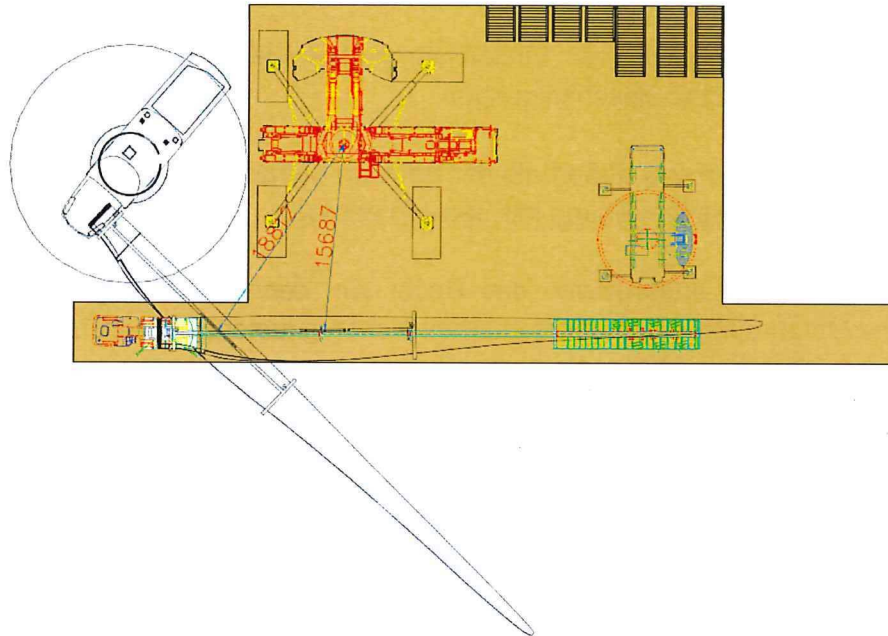


Abbildung 19: Einzelblattmontage (illustrative Funktion)

### 7.13 Errichtung in bewaldeten Gebieten („Key-Hole-Errichtung“)

Dieses Kapitel soll beratend unterstützen. Es zeigt eine Lösung für die Errichtung von WEA in stark bewaldeten Gebieten und den dazu notwendigen Rodungsarbeiten auf.

Die komplette Entfernung der Bäume ist erforderlich, um die Stellfläche und Fundamentbereich herzustellen. Der Umfang der notwendigen Abholungen im Umkreis der Blätter ist angezeigt mit den grünen Linien und hängt von der Blattlänge ab plus zusätzlich mindestens 5m.

Die beiden folgenden Grafiken zeigen Beispiele für die möglichen Positionen bei der Standard Rotormontage.

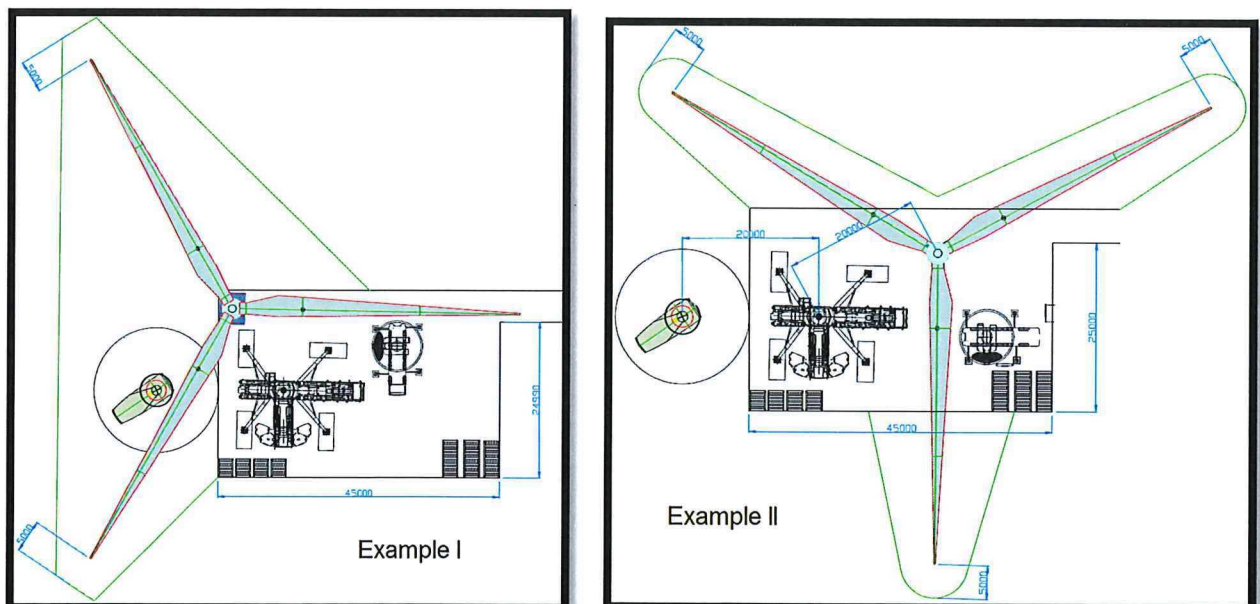


Abbildung 20: Errichtung in bewaldeten Gebieten (illustrative Funktion)

Die grünen Linien zeigen die benötigte freie Fläche um die Blätter. Es muss zudem die Möglichkeit bestehen, sich mit den Halte-Seilen zu bewegen, um den Rotor stabil zu halten. Die Länge dieser Seile ist abhängig von der Nabenhöhe der WEA plus ~25m.

**Anmerkung:** Im Vergleich zur Einzelblattmontage besteht bei dieser Art von Montage, ein erhöhtes Risiko von Blatt-Beschädigungen.

Da die aufgezeigte Lösung außerhalb der Senvion Spezifikation liegt, sollte eine projektspezifische gemeinsame Baustellenbegehung mit Senvion erfolgen.

Senvion behält sich ausdrücklich das Recht vor, die vorgeschlagenen Lösungen abzulehnen, wenn eine Gefährdung der Arbeitssicherheit nicht ausgeschlossen werden kann. Die Entscheidung von Senvion ist zu beachten.

<p><b>Unternehmen:</b> Senvion GmbH Überseering 10 D-22297 Hamburg, Deutschland</p> <p><b>Interne Freigabe</b></p> <p><b>Erstellt von:</b> Hauke Braasch _____ Unterschrift</p> <p><b>Geprüft von:</b> Lars Ropers _____ Unterschrift</p> <p><b>Freigegeben von:</b> Volker Sieben _____ Unterschrift</p> <p><b>Gültig ab:</b> 2018-06-29 <b>Dokumentnummer:</b> V-3.20-GN.HT.02-A-A <b>Seiten:</b> 12</p>	<p><b>LWSQ – Logistics Solutions &amp; Quality</b></p> <p><b>Transportspezifikation – Straße – 3.xM/4.xM EBC – Gondel, Nabe und Triebstrang</b> Logistikspezifikation</p> <p>Anweisung</p> <p><b>Ort:</b> Hamburg, Deutschland</p>
	<p><b>Autorisierte Empfänger:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> intern</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> extern</p> <p><b>Vertraulichkeitsstufe:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> allgemein</p> <p><input type="checkbox"/> vertraulich</p> <p><input type="checkbox"/> streng vertraulich</p>

**Änderungsverzeichnis**

Dokumentnummer	Änderungen	Datum
V-3.20-GN.HT.02-A-A	Erstausgabe	2018-06-29

Änderungen sind im Dokument grau hinterlegt



## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Ziel und Zweck</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Geltungsbereich</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Mitgeltende Dokumente</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Begriffe und Abkürzungen</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Arbeitssicherheit</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Verladung</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Transport</b>	<b>4</b>
8.1	Gondel	5
8.1.1	Flächenpressung	5
8.1.2	Sicherungsrechnung	5
8.1.3	Ladungssicherungs-Anordnung	6
8.2	Gondel mit Triebstrang	7
8.2.1	Flächenpressung	7
8.2.2	Sicherungsrechnung	7
8.2.3	Ladungssicherungs-Anordnung	8
8.3	Triebstrang	9
8.3.1	Flächenpressung	9
8.3.2	Sicherungsrechnung	9
8.3.3	Ladungssicherungs-Anordnung	10
8.4	Nabe	11
8.4.1	Flächenpressung	11
8.4.2	Sicherungsrechnung	11
8.4.3	Ladungssicherungs-Anordnung	12

## 1 Ziel und Zweck

Dieses Dokument und die darin enthaltenen Verladeanweisungen gelten für alle Senvion-Werke und Verlade- und Umschlagplätze sowie Spediteure und Frachtführer, die für die Senvion GmbH und die Senvion Tochterunternehmen Ladung transportieren.

## 2 Geltungsbereich

Siehe Grundwerk Ladungssicherung

## 3 Mitgeltende Dokumente

Nr.	Dokumententitel	Dokumentennummer
/1/	Transportspezifikation-Straße-Grundwerk_Ladungssicherung	V-0.0-GP.HT.08-A
/2/	Kontrollblatt für Verlader zur Ladungssicherung	G-0.0-GP.HT.01-A
/3/	Gondel – Transport Dokument (ohne TS)	10000076202
/4/	Gondel – Transport Dokument (mit TS)	10000113390
/5/	Triebstrang – Transport Dokument	10000076203
/6/	Rotornabe – Transport Dokument	10000076205

Tabelle 1 Mitgeltende Dokumente

## 4 Begriffe und Abkürzungen

Begriffe	Erläuterung
WEA	Windenergie-Anlage, wandelt die Energie des Windes in elektrische Energie
BL	Bruchlast, auch statische Festigkeit, ist in der Festigkeitslehre die mechanische Spannung, die unter gleichmäßiger Steigerung der Belastung bei einem Bauteil zum Bruch führt
WLL	Working Load Limit, auch Nenntagfähigkeit oder maximale Arbeitslast, ist ein Maß für die Tragfähigkeit bzw. für die zulässige Arbeitslast
LC	Lashing capacity, aufnehmbare Kraft, beschreibt die maximale Kraft die in ein Zurrmittel bei einer gerade Zugbelastung einwirken darf

Tabelle 2 Begriffserläuterungen

Abkürzung	
RH-Matten	Rutschhemmende Matten

Tabelle 3 Abkürzungen

## 5 Arbeitssicherheit

### Verwendete Signalwörter

Beim Arbeiten stets umsichtig handeln, um Unfälle, Personenschäden und Sachschäden zu vermeiden!

#### **GEFAHR**

Weist auf eine unmittelbar gefährliche Situation hin, die bei Nichtbeachtung zum Tod oder schweren Verletzungen führt.

#### **WARNUNG**

Weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die bei Nichtbeachtung zum Tod oder schweren Verletzungen führen kann.

#### **VORSICHT**

Weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die bei Nichtbeachtung zu geringfügigen oder leichten Verletzungen führen kann.

#### **ACHTUNG**

Weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die bei Nichtbeachtung zu Sachschäden führen kann.

## 6 Produktbeschreibung

Siehe /3/, /4/, /5/, /6/

## 7 Verladung

Befolgen Sie vor Beginn der Verladearbeiten die nachstehenden Schritte, um eine sichere Arbeitsumgebung zu gewährleisten:

- 1) **Persönliche Schutzausrüstung tragen**  
Helm, Sicherheitsschuhe, Handschuhe und geeignete Arbeitskleidung
- 2) **Säubern Sie die Flächen auf denen Sie arbeiten werden**  
Entfernen Sie Öl, Fett, Frost, Eis, Sandüberreste
- 3) **Platzieren Sie RH-Matten in ihrer Nähe**  
Prüfen Sie die Matten auf Beschädigungen und/oder Verformungen
- 4) **Verwenden Sie nur Hebe/Laschmittel, welche in einem einwandfreien Zustand sind.**  
Prüfen Sie die Label, Verformungen und Beschädigungen
- 5) **Entfernen Sie untaugliche Ausrüstung aus dem Arbeitsbereich**

## 8 Transport

Der Frachtführer bestimmt selbst sein Fahrzeug unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen.

### **ACHTUNG**

**Es müssen ausreichend dimensionierte Anti-Rutschmatten (mind.  $\mu = 0,5$ ) unter der Ladung positioniert werden**

## 8.1 Gondel

### 8.1.1 Flächenpressung

Fläche Gestell – hinten:	2,38 m <sup>2</sup> = 2.380.000 mm <sup>2</sup>
Fläche Gestell – vorne:	6,21 m <sup>2</sup> = 6.210.000 mm <sup>2</sup>
Gesamt:	8,59 m <sup>2</sup> = 8.590.000 mm <sup>2</sup>

Durch verschiedene Tests hat sich gezeigt, dass die Anlage nicht immer vollständig auf der Ladefläche aufliegt. Deswegen wird aus Sicherheitsgründen nur die halbe Fläche berechnet!

$$4.295.000 \text{ mm}^2$$

$$65.000 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 637.650 \text{ N}$$

$$637.650 \text{ N} / 4.295.000 \text{ mm}^2 = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

RH – Matten mit einer Flächenpressung von mind. 0,14 N/mm<sup>2</sup> werden benötigt

**Hinweis an den Verloader: RH-Matten dürfen sich nicht mehr als 1/3 stauchen!**

### 8.1.2 Sicherungsberechnung

#### Gewichtskraft

$$F_G = m \times g$$

$$F_G = 65.000 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 637.650 \text{ N} = 63.765,0 \text{ daN}$$

#### Massenkraft

$$F = \text{Gewichtskraft} \times c_{x,y}$$

Vorne:	63.765 daN × 0,8 = 51.012 daN
Quer:	63.765 daN × 0,5 = 31.882,5 daN
Hinten:	63.765 daN × 0,5 = 31.882,5 daN

#### Reibungskraft

$$F_F = \mu_D \times m \times g$$

$$F_F = 0,5 \times 65.000 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 31.882,5 \text{ daN}$$

#### Sicherungskraft

$$F_S = F - F_F$$

In Fahrtrichtung:	$F_S = 51.012 \text{ daN} - 31.882,5 \text{ daN} = 19.129,5 \text{ daN}$
In Querrichtung:	$F_S = 31.882,5 \text{ daN} - 31.882,5 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$
Nach hinten:	$F_S = 31.882,5 \text{ daN} - 31.882,5 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$

### 8.1.3 Ladungssicherungs-Anordnung

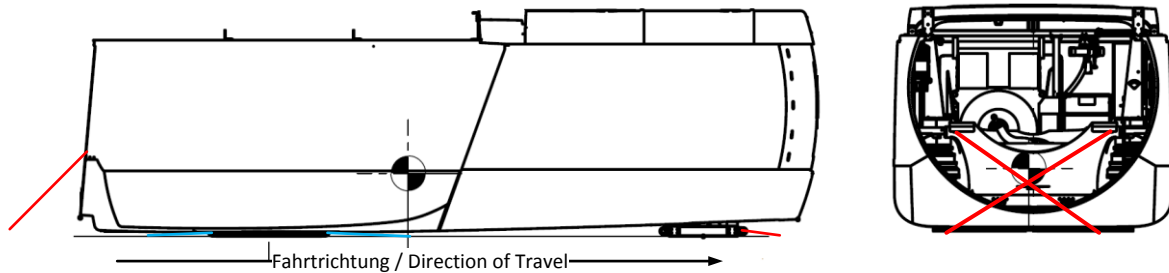


Abbildung 1-Ladungssicherung Gondel

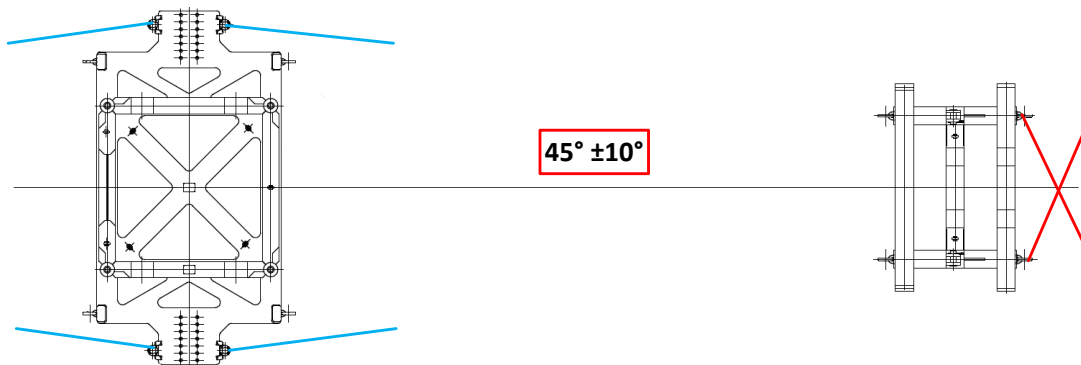


Abbildung 2-Ladungssicherung Gondel - Transportrahmen



Stk.	Ausrüstung	WLL	Symbol
4	Zurrketten	10.000 daN	
4	Zurrketten	10.000 daN	
2	Wirbelbock M48		



Abbildung 3-Gondel Ladungssicherung (vorne)

## 8.2 Gondel mit Triebstrang

### 8.2.1 Flächenpressung

Fläche Gestell – hinten:	2,38 m <sup>2</sup> = 2.380.000 mm <sup>2</sup>
Fläche Gestell – vorne:	6,21 m <sup>2</sup> = 6.210.000 mm <sup>2</sup>
Gesamt:	8,59 m <sup>2</sup> = 8.590.000 mm <sup>2</sup>

Durch verschiedene Tests hat sich gezeigt, dass die Anlage nicht immer vollständig auf der Ladefläche aufliegt. Deswegen wird aus Sicherheitsgründen nur die halbe Fläche berechnet!

$$4.295.000 \text{ mm}^2$$

$$135.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1.329.255 \text{ N}$$

$$1.329.255 \text{ N} / 4.295.000 \text{ mm}^2 = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

RH – Matten mit einer Flächenpressung von mind. 0,31 N/mm<sup>2</sup> werden benötigt

**Hinweis an den Verlader: RH-Matten dürfen sich nicht mehr als 1/3 stauchen!**

### 8.2.2 Sicherungsberechnung

#### Gewichtskraft

$$F_G = m \times g$$

$$F_G = 135.500 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1.329.255 \text{ N} = 132.925,5 \text{ daN}$$

#### Massenkraft

$$F = \text{Gewichtskraft} \times c_{x,y}$$

Vorne:	132.925,5 daN × 0,8 = 106.340,4 daN
Quer:	132.925,5 daN × 0,5 = 66.462,75 daN
Hinten:	132.925,5 daN × 0,5 = 66.462,75 daN

#### Reibungskraft

$$F_F = \mu_D \times m \times g$$

$$F_F = 0,5 \times 135.500 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 66.462,75 \text{ daN}$$

#### Sicherungskraft

$$F_S = F - F_F$$

In Fahrtrichtung:	$F_S = 106.340,4 \text{ daN} - 66.462,75 \text{ daN} = 39.877,65 \text{ daN}$
In Querrichtung:	$F_S = 66.462,75 \text{ daN} - 66.462,75 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$
Nach hinten:	$F_S = 66.462,75 \text{ daN} - 66.462,75 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$

### 8.2.3 Ladungssicherungs-Anordnung

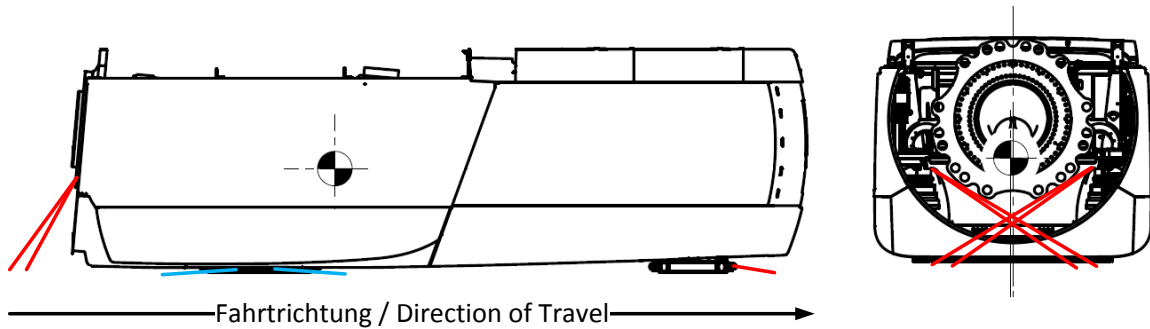


Abbildung 4-Ladungssicherung Gondel mit Triebstrang (Front & Seitenansicht)

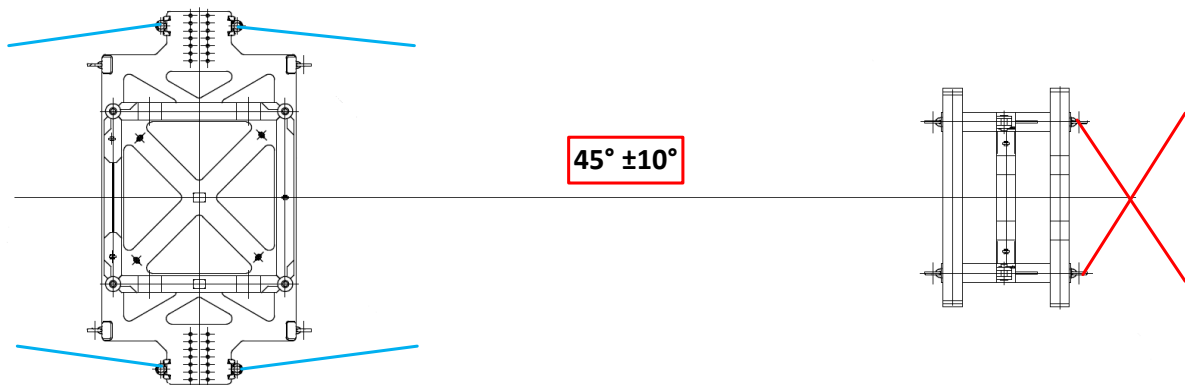


Abbildung 5-Ladungssicherung Gondel mit Triebstrang - Transportrahmen



Stk.	Ausrüstung	WLL	Symbol
6	Zurrkette	10.000 daN	
4	Zurrkette	10.000 daN	
2	Wirbelbock M48		



Abbildung 6-Gondel Ladungssicherung (Heck)

## 8.3 Triebstrang

### 8.3.1 Flächenpressung

Fläche Gestell:  $26,00 \text{ m}^2 = 26.000.000 \text{ mm}^2$

Durch verschiedene Tests hat sich gezeigt, dass die Anlage nicht immer vollständig auf der Ladefläche aufliegt. Deswegen wird aus Sicherheitsgründen nur die halbe Fläche berechnet!

$74.000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 725.940 \text{ N}$

$725.940 \text{ N} / 26.000.000 \text{ mm}^2$

RH – Matten mit einer Flächenpressung von mind.  $0,03 \text{ N/mm}^2$  werden benötigt

**Hinweis an den Verlader: RH-Matten dürfen sich nicht mehr als 1/3 stauchen!**

### 8.3.2 Sicherungsberechnung

#### Gewichtskraft

$$F_G = m \times g$$

$$F_G = 74.000 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 725940 \text{ N} = 72.594,0 \text{ daN}$$

#### Massenkraft

$$F = \text{Gewichtskraft} \times c_{x,y}$$

Vorne:  $72.594,0 \text{ daN} \times 0,8 = 58.075,2 \text{ daN}$

Quer:  $72.594,0 \text{ daN} \times 0,5 = 36.297 \text{ daN}$

Hinten:  $72.594,0 \text{ daN} \times 0,5 = 36.297 \text{ daN}$

#### Reibungskraft

$$F_F = \mu_D \times m \times g$$

$$F_F = 0,5 \times 74.000 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 36.297 \text{ daN}$$

#### Sicherungskraft

$$F_S = F - F_F$$

In Fahrtrichtung:  $F_S = 58.075,2 \text{ daN} - 36.297 \text{ daN} = 21.778,2 \text{ daN}$

In Querrichtung:  $F_S = 36.297 \text{ daN} - 36.297 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$

Nach hinten:  $F_S = 36.297 \text{ daN} - 36.297 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$



### 8.3.3 Ladungssicherungs-Anordnung

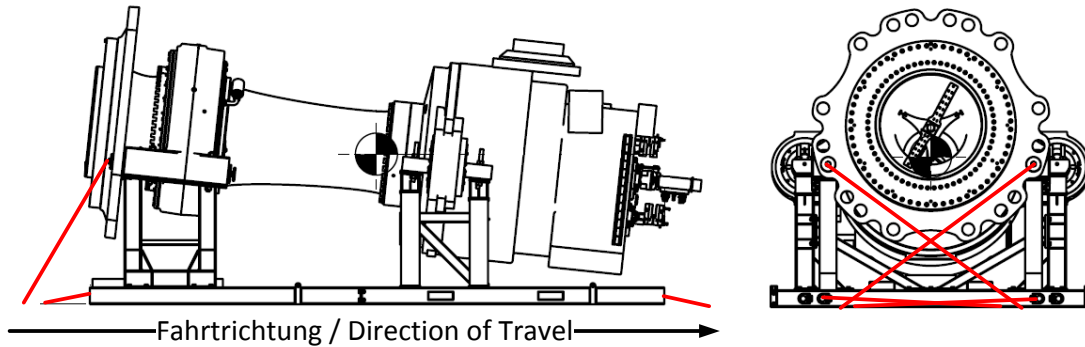


Abbildung 7-Ladungssicherung Triebstrang (Front- und Seitenansicht)

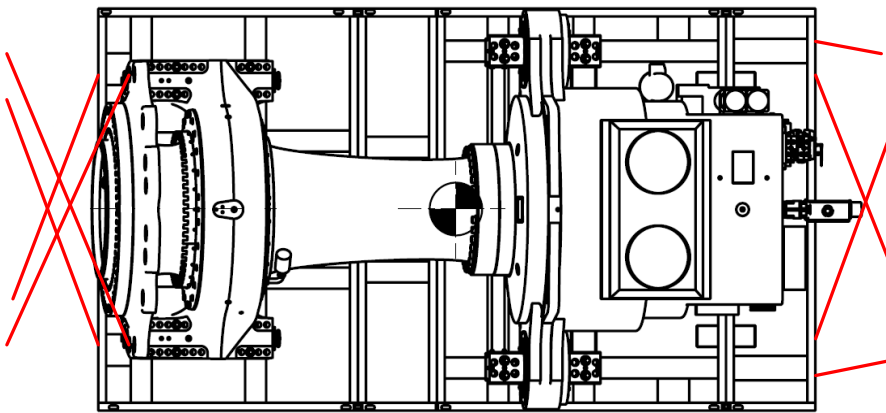


Abbildung 8-Ladungssicherung Triebstrang (Draufsicht)


Stk.	Ausrüstung	WLL	Symbol
8	Zurrkette	10.000 daN	
2	M36 Wirbelbock		



Abbildung 9-Triebstrang Sicherung (Front)

## 8.4 Nabe

### 8.4.1 Flächenpressung

Fläche Gestell:  $5,72 \text{ m}^2 = 5.720.000 \text{ mm}^2$

Durch verschiedene Tests hat sich gezeigt, dass die Anlage nicht immer vollständig auf der Ladefläche aufliegt. Deswegen wird aus Sicherheitsgründen nur die halbe Fläche berechnet!

$49.000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 480.690 \text{ N}$

$480.690 \text{ N} / 5.720.000 \text{ mm}^2$

RH – Matten mit einer Flächenpressung von mind.  $0,08 \text{ N/mm}^2$  werden benötigt

**Hinweis an den Verloader: RH-Matten dürfen sich nicht mehr als 1/3 stauchen!**

### 8.4.2 Sicherungsberechnung

#### Gewichtskraft

$$F_G = m \times g$$

$$F_G = 49.000 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 480.690 \text{ N} = 48.069,0 \text{ daN}$$

#### Massenkraft

$$F = \text{Gewichtskraft} \times c_{x,y}$$

Vorne:  $48.069,0 \text{ daN} \times 0,8 = 38.455,2 \text{ daN}$

Quer:  $48.069,0 \text{ daN} \times 0,5 = 24.034,5 \text{ daN}$

Hinten:  $48.069,0 \text{ daN} \times 0,5 = 24.034,5 \text{ daN}$

#### Reibungskraft

$$F_F = \mu_D \times m \times g$$

$$F_F = 0,5 \times 49.000 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 24.034,5 \text{ daN}$$

#### Sicherungskraft

$$F_S = F - F_F$$

In Fahrtrichtung:  $F_S = 38.455,2 \text{ daN} - 24.034,5 \text{ daN} = 14.420,7 \text{ daN}$

In Querrichtung:  $F_S = 24.034,5 \text{ daN} - 24.034,5 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$

Nach hinten:  $F_S = 24.034,5 \text{ daN} - 24.034,5 \text{ daN} = 0 \text{ daN}$

### 8.4.3 Ladungssicherungs-Anordnung

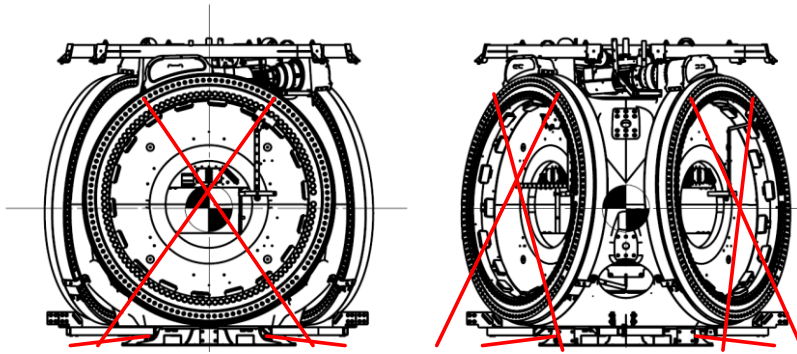


Abbildung 10-Ladungssicherung Nabe - Seitenansicht

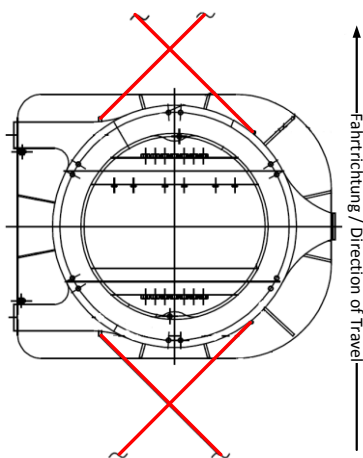


Abbildung 11-Ladungssicherung Nabe - Transportrahmen


Stk.	Ausrüstung	WLL	Symbol
8	Zurrkette	10.000 daN	



Abbildung 12-Rotornabe Sicherung

## ACHTUNG

**Für die Blattlager können Gurte verwendet werden, am Transportrahmen dürfen nur Ketten verwendet werden!**

## Auf- und Abtragsmassen

<i>Anlage</i>	<i>Auftrag</i>	<i>Abtrag</i>
<b>VHS 01</b>	13.649 m <sup>3</sup>	9.110 m <sup>3</sup>
<b>VHS 02</b>	1.911 m <sup>3</sup>	1.689m <sup>3</sup>
<b>VHS 03</b>	2.247 m <sup>3</sup>	5.414 m <sup>3</sup>
<b>VHS 04</b>	17.783 m <sup>3</sup>	22.045 m <sup>3</sup>
<b>VHS 05</b>	17.345 m <sup>3</sup>	9.736 m <sup>3</sup>

## Massen Teil 1

Weg Schotterdeckschicht 1500 m<sup>3</sup>

Weg Schottertragschicht 7000 m<sup>3</sup>

Erdabtrag 6500 m<sup>3</sup>

Erdauftrag 3000 m<sup>3</sup>

## Massen Teil 2

Asphalt	500 m <sup>3</sup>
Schotter unter Asphalt	3000 m <sup>3</sup>
Grobschotter Wegverbreiterung	800 m <sup>3</sup>
Erdabtrag	13000 m <sup>3</sup>
Erdauftrag	50 m <sup>3</sup>