

**Allgemeine Dokumentation**  
**Arbeitsschutz und Sicherheit in Nordex-  
Windenergieanlagen**

**Gültig für alle Windenergieanlagen**

**Rev. 11/31.05.2019**

Dokumentennr.:	NALL01_008535
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy GmbH, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokumentes im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy GmbH, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH ist untersagt.

© 2019 Nordex Energy GmbH, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

## 1. Grundsätze

Das Betreten der Windenergieanlage durch Unbefugte ist untersagt. Dies ist durch eine deutlich sichtbare und dauerhafte Beschilderung erkennbar. Der Turm ist durch eine Stahltür verschlossen.

Für alle Arbeiten auf Windenergieanlagen sind bei Nordex nur Mitarbeiter zugelassen, deren arbeitsmedizinische Tauglichkeit durch Untersuchung des Betriebsarzts nachgewiesen ist. Arbeiten dürfen grundsätzlich nur durch mindestens 2 Mitarbeiter gemeinsam an einer Windenergieanlage durchgeführt werden. Zu Arbeiten wird die Windenergieanlage außer Betrieb genommen und gegen Wiedereinschalten durch Fernzugriff gesichert. Beginn und Ende von Arbeiten, Probleme, Unfälle usw. werden in jedem Fall an die zentrale Fernüberwachung des Unternehmens fernmündlich mitgeteilt.

Es gelten die allgemeinen Grundsätze des Arbeitsschutzes (z. B. Sicherheitsschuhe, geeignete Bekleidung, Benutzen von Schutzausrüstung, Rauch- und Alkoholverbot). Zudem gelten die Vorschriften des jeweiligen Landes.

Vor möglichen Gefahrensituationen wird in der Windenergieanlage durch entsprechende Beschilderung gewarnt. Die Piktogramme und sonstige Hinweise auf Schildern sind verpflichtend.

## 2. Personenrettung

### 2.1 Notruf

Die Nordex-Mitarbeiter sind mit Sprechfunkgeräten und Mobiltelefonen ausgestattet. Der alleinige Aufenthalt in der Anlage ist verboten.

In Zusammenarbeit mit weiteren Unternehmen der Windkraftbranche wurde für Deutschland eine Datenbank initiiert ([www.wea-nis.de](http://www.wea-nis.de)), in dem die Lage, Zugangswege und Besonderheiten aller Windenergieanlagen verzeichnet sind. Dieses (**Windenergieanlagen-Notfallinformationssystem (WEA-NIS)**) ist zugänglich über das Internet: [www.wea-nis.de](http://www.wea-nis.de). Für Feuerwehren und Rettungskräfte entsteht dadurch eine zuverlässige Informationsquelle für deutsche Windenergieanlagen.

Weiterhin wird empfohlen, der örtlichen Feuerwehr (bzw. Höhenrettungsgruppe) die notwendigen Informationen vor Inbetriebnahme der Windenergieanlage zu übermitteln.

Für diese Datenbank ist jede Windenergieanlage eindeutig gekennzeichnet. In einer Schriftgröße von 20 cm befindet sich am Turm gut sichtbar in Richtung Zufahrtsweg die Anlagenummer des Herstellers, z. B. 'NX 81352'. Diese Nummer kann im [www.wea-nis.de](http://www.wea-nis.de) nachgeschlagen werden.

## 2.2 Erste Hilfe

In allen Montage- bzw. Service-Fahrzeugen von Nordex befinden sich jeweils ein Erste-Hilfe-Kasten und ein Abseilgerät an einer festgelegten Position (siehe Abbildung). Die Nordex-Mitarbeiter sind zu Ersthelfern ausgebildet und erhalten regelmäßig die Folgeunterweisungen. Zusätzlich befindet sich in jedem Maschinenhaus ein Erste-Hilfe-Kasten.

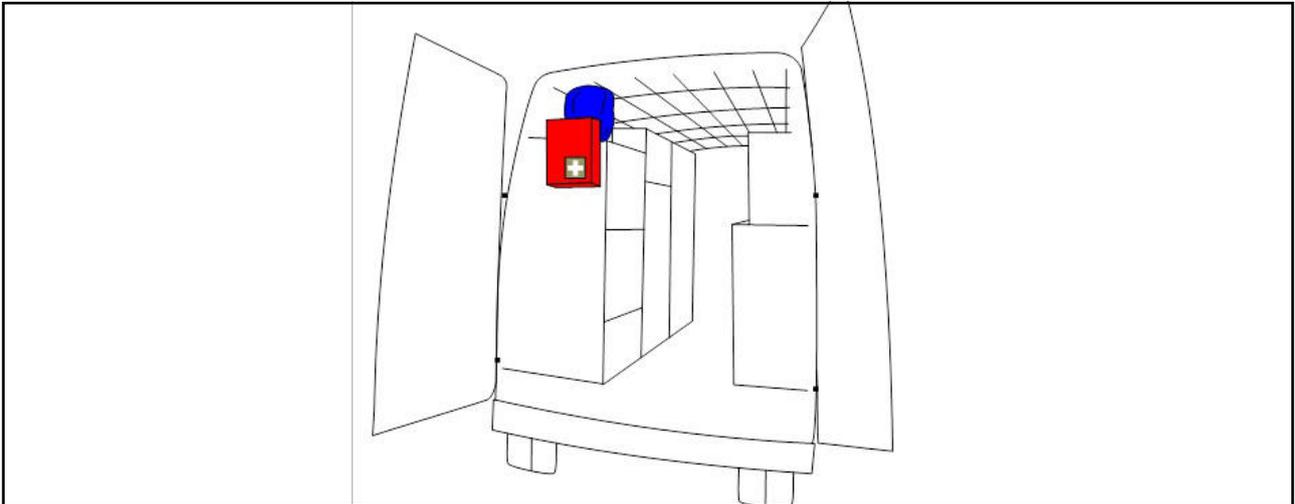


Abb. 1: Position des Erst-Hilfe-Kastens und eines Abseilgeräts

In jährlichen Höhenrettungstrainings werden die Nordex-Mitarbeiter in der Handhabung des Auffanggurts mit den dazugehörigen Verbindungsmitteln und des Rettungs- und Abseilgeräts sowie in den Besonderheiten bei Unfällen in Windenergieanlagen (z. B. Sturz in den Auffanggurt, Rettung aus der Leiter) unterwiesen. Sofern verschiedene Abseilgeräte zum Einsatz kommen, sind gleiche Funktionsweise und gleiche Handhabung der unterschiedlichen Typen sichergestellt. Die Geräte sind auch dazu geeignet, eine im Auffanggurt hängende Person anzuheben und zu befreien, um sie dann sicher abseilen zu können. Die von Nordex verwendeten Geräte werden einmal jährlich überprüft.

## 2.3 Flucht- und Rettungswege

Für die Tritt- und Rutschsicherheit sind alle Trittflächen rutschfest ausgeführt.

Als erster Fluchtweg steht die Steigleiter bzw. der Schacht der Leiter zur Verfügung. Die Tür im Turmfuß ist mit einem Schloss ausgestattet, das sich in jedem Fall von innen auch ohne Schlüssel öffnen lässt.

Als zweiter Fluchtweg ist das Abseilen von der Windenergieanlage vorgesehen.

Für jede WEA existiert ein Rettungskonzept, welches im Turmfuß und im Maschinenhaus als Plan aushängt.

### **3. Aufstieg, Schutz gegen Absturz**

#### **3.1 Personenanschlagpunkte**

In und auf der Windenergieanlage sind Personenanschlagpunkte entsprechend den gesetzlichen Vorgaben nach EN 795 angebracht. Alle Personenanschlagpunkte sind gelb gekennzeichnet.

#### **3.2 Steigleiter, Fallschutz**

Die Ausführung der Steigleiter und des Fallschutzes richtet sich nach den aktuell gültigen Normen. Gleiches gilt für die bei Nordex eingesetzte persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz.

Im Innern des Turms befindet sich eine durchgehende Steigleiter, die vom Turmfuß bis zur Plattform unterhalb des Maschinenhauses reicht. Auf dieser Leiter wird eine Befahranlage geführt. Der Aufstieg erfolgt in erster Linie mit dieser Befahranlage. Falls die Befahranlage nicht betriebsbereit ist, erfolgt der Aufstieg auf der Leiter. Unterhalb jeder Turmflanschverbindung ist eine Plattform angeordnet. Außerdem sind alle 9 m Ruhepodeste angebracht.

#### **3.3 Persönliche Schutzausrüstung**

Aufenthalt und Arbeiten in der WEA ist nur mit persönlicher Schutzausrüstung erlaubt – Handschuhe, Helm mit Kinnriemen, Schutzbrille und schwer entflammbare Arbeitsschutzbekleidung und Ausrüstung gegen Absturz (PSAgA). Folgende Komponenten sind in der Regel Teil der PSAaG:

- Auffanggurt mit Fallschutzöse an Brustöse und am Rücken
- Fallschutzläufer für das jeweilige Fallschutzsystem
- Verbindungsmittel (z. B. Y-Seil) mit Falldämpfer (Bandfalldämpfer bzw. Reibfalldämpfer)
- Verstellbares Halteseil

Die Mitarbeiter sind zur Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung verpflichtet.



Abb. 2: Beispiele für Teile der persönlichen Fallschutzausrüstung

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Auffanggurt                                   | 4 | Fallschutzläufer mit Stahlseil (Latchways)              |
| 2 | Verbindungsmittel mit Falldämpfer (Beispiele) | 5 | Fallschutzläufer mit fester Führung (Avanti)            |
| 3 | Fallschutzläufer mit fester Führung (HACA)    | 6 | Halte- oder Positionierungsseil für Arbeiten in der WEA |



Abb. 3: Notabseilausrüstung in der WEA

### **3.4 Befahranlage**

Alle Windenergieanlagen werden mit einer für den Anlagentyp spezifizierten Befahranlage ausgeliefert. Die Befahranlage ist für den Einsatz in Windenergieanlagen zur Beförderung von 2 Personen oder den Materialtransport mit einer gesamten, maximalen Zuladung von 250 kg ausgelegt. Die Befahranlage wird an der Leiter geführt und fährt mit einer Durchlaufwinde an einem Drahtseil auf und ab. Eine Fangvorrichtung sichert die Befahranlage mit einem zweiten Drahtseil.

Montage, Wartung und Betrieb der Befahranlage dürfen nur von eingewiesenen Personen durchgeführt werden. Auch bei Benutzung der Befahranlage besteht die Pflicht zur eigenen Sicherung mit der persönlichen Schutzausrüstung am gelb markierten Personenanschlagpunkt in der Kabine.

Die Befahranlage ist mit folgenden Sicherheitsausrüstungen ausgestattet:

- Not-Aus-Taster
- Phasenfolgerelais, das bei falscher Phasenfolge den Betrieb verhindert (Gefahr der falschen Zuordnung der Fahrrichtungen, Gefahr der Fehlfunktion/ Funktionslosigkeit von Endlagenschaltern und Hubkraftbegrenzer)
- Mechanischer Hubkraftbegrenzer im Seiltrieb schaltet bei Überlast (Überladung, Verhaken bei Aufwärtsfahrt) den Antrieb ab
- Not-Ablass und Handrad zum Handbetrieb bei Stromausfall
- Fangvorrichtung am Sicherheitsseil, mit Not-Stopp-Taster, schließt bei plötzlich auftretender Übergeschwindigkeit und sichert den Fahrkorb gegen Tragseilbruch und Versagen der Winde
- Endschalter für Aufwärtsfahrt (Betriebsendschalter, Notendschalter), für Abwärtsfahrt (Korbbodentaster), Türendschalter
- Die Leiterführung verhindert Dreh- und Pendelbewegungen

Für die Funktion der Fangvorrichtung ist es erforderlich, dass das Sicherheitsseil gespannt ist. Dazu ist ein Spannungsgewicht vorhanden. Regelmäßige Prüfungen der Befahranlage sind gesetzlich vorgeschrieben.

## **4. Schutz gegen herunterfallende Gegenstände**

In jeder Turmsektion des Turms befindet sich unterhalb des Flansches eine Plattform. Spalten in den Plattformen, soweit konstruktiv vorhanden, haben eine Breite von max. 20 mm. An Öffnungen für Durchführungen usw. ist eine Süllkante angebracht, durch die Gegenstände nicht über den Rand rollen können.

Eindeutige Verhaltensregeln verbieten, dass Gegenstände ungesichert mitgeführt werden. Es müssen verschließbare Taschen o. ä. benutzt werden. Bei allen Arbeiten besteht grundsätzlich Helmpflicht.

## **5. Materialtransport über Bordkran**

Die Windenergieanlage ist mit einem Bordkran ausgestattet, der zum Transport von Ersatzteilen, Werkzeug usw. verwendet werden kann. Lose Teile dürfen nur in den besonders dafür vorgesehenen Behältern gehoben werden.

## **6. Beleuchtung**

Alle Zugangs- und Arbeitsbereiche sind den gesetzlichen Vorgaben entsprechend CE konform ausgeleuchtet. In einigen Arbeitsbereichen ist für bestimmte Tätigkeiten eine zusätzliche Ausleuchtung notwendig. Notleuchten mit einer Leuchtdauer von min. 30 Minuten im Maschinenhaus und 60 min im Turm sorgen auch bei Stromausfall für eine ausreichende Beleuchtung, so dass ein sicherer Abstieg möglich ist. Die Batterien sind entweder in den Leuchten integriert oder die LED-Leuchten werden zentral über eine USV versorgt.

Die eingesetzten Leuchtentypen und die genaue Anordnung der einzelnen Leuchten sind je nach Turm und Hersteller leicht unterschiedlich.

## **7. Schutz gegen Lärm**

Bei lärmintensiven Arbeiten besteht eine Gehörschutzpflicht, z. B. bei Benutzung des Schlagschraubers.

## **8. Umgang mit gefährlichen Stoffen**

Für den Umgang mit gefährlichen Stoffen, z. B. Öle, Fette oder Farben, existieren besondere Betriebsanweisungen, von denen sich Kopien in jedem Nordex- Service-Fahrzeug befinden. Außerdem wird zusätzliche Schutzausrüstung, z. B. Hand-, Augen-, Atemschutz zur Verfügung gestellt.

## **9. Elektrische Anlage**

Arbeiten an der elektrischen Anlage dürfen ausschließlich von dazu ausgebildeten und beauftragten Mitarbeitern durchgeführt werden. Mitarbeiter, die einen Auftrag oder die notwendige Qualifikation nicht besitzen, dürfen weder Schalthandlungen noch Reparaturen oder Instandhaltungen ausführen.

Die Windenergieanlage gilt als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte. Daher werden alle auf einer WEA tätigen Nordex-Arbeiter regelmäßig über elektrische Gefährdungen informiert (elektrisch unterwiesene Personen).



Nordex Energy GmbH  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Germany  
info@nordex-online.com  
<http://www.nordex-online.com>

# **Sicherheitsanweisung Verhaltensregeln an, in und auf Windenergieanlagen**

## **Produktreihe Delta4000**



**Rev. 08/28.11.2019**

Dokumentennr.:	E0003937116
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy GmbH, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokumentes im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy GmbH, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH ist untersagt.

© 2019 Nordex Energy GmbH, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.8 N149/4.0-4.5 N149/5.X N163/5.X

## Änderungsindex

Rev.	Datum	AST/Bearbeiter	Kapitel	Änderung
08	28.11.2019	21465 und 22005/ J. Beyer/ TANNER AG	Alle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Layout-Anpassung an neues Template (inkl. redaktionelle Bearbeitung)</li> <li>Gültigkeitstabelle hinzugefügt.</li> <li>Bezeichnung „Anlagenklasse“ durch „Produktreihe“ ersetzt.</li> <li>Zahlreiche Querverweise im Dokument korrigiert/geändert</li> </ul>
			1.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abkürzung „LSC“ hinzugefügt.</li> </ul>
			1.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mitgeltende Dokumente hinzugefügt.</li> </ul>
			2.3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitel um Arbeiten im Turm ergänzt.</li> </ul>
			2.3.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorgaben für Aufenthalt bei Zuschaltung der Mittelspannung ergänzt.</li> </ul>
			2.3.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitel überarbeitet (inkl. Abb.).</li> </ul>
			2.3.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitel überarbeitet.</li> </ul>
			2.3.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neues Kapitel hinzugefügt.</li> </ul>
			2.3.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voraussetzungen für die Tätigkeiten an Mittelspannungsanlagen präzisiert.</li> </ul>
			6.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Öffnen des Leistungsschalters im Hauptumrichter hinzugefügt.</li> <li>Angaben für N149/5.X und N163/5.X hinzugefügt.</li> </ul>
			6.10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitel überarbeitet (Überschrift geändert und in 3 Unterkapitel gegliedert).</li> <li>Angaben für N149/5.X und N163/5.X hinzugefügt.</li> </ul>
			6.11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitel überarbeitet (Überschrift geändert und in 2 Unterkapitel gegliedert).</li> <li>Sicherheitsfahrt des Pitchsystems hinzugefügt.</li> </ul>
			6.13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitel inhaltlich überarbeitet.</li> </ul>
			6.14	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angaben für N149/5.X und N163/5.X hinzugefügt (inkl. Unterteilung in 2 getrennte Kapitel für N133/4.8 und N149/4.0-4.5 bzw. N149/5.X und N163/5.X).</li> </ul>
			7.3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hinweis zur Nordex-Notfall-Telefonnummer geändert.</li> </ul>

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zu dieser Anleitung .....</b>	<b>8</b>
1.1	Verwendungszweck.....	8
1.2	Zielgruppe .....	8
1.3	Inhalt.....	8
1.4	Verwendete Zeichen und Symbole .....	8
1.5	Gestaltung von Warnhinweisen .....	9
1.6	Abkürzungen und Begriffe.....	10
1.7	Mitgeltende Dokumente.....	11
<b>2.</b>	<b>Sicherheitsvorschriften .....</b>	<b>12</b>
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	12
2.2	Allgemeine Grundregeln .....	12
2.2.1	Zugang .....	12
2.2.2	Aufenthalt .....	12
2.2.3	Betrieb .....	13
2.2.4	Aufstieg im Turm und ins Maschinenhaus.....	14
2.2.5	Verlassen der WEA .....	19
2.2.6	Zusätzliche Hinweise für australische Projekte.....	19
2.3	Zusätzliche Sicherheitsvorschriften für Fachpersonal.....	20
2.3.1	Generelle Sicherheitsvorschriften.....	20
2.3.2	Arbeiten im Turmkeller und im Turm.....	22
2.3.3	Benutzen der Steigleiter während der Errichtung .....	22
2.3.4	Arbeiten im Maschinenhaus .....	23
2.3.5	Arbeiten innerhalb der Rotornabe, des Spinners und des Blattkellers .....	25
2.3.6	Arbeiten am Rotorblatt.....	26
2.3.7	Arbeiten im Rotorblatt.....	26
2.3.8	Arbeiten an der elektrischen Anlage .....	26
2.3.9	Arbeiten am Hydrauliksystem und mit hydraulischen Werkzeugen.....	27
2.3.10	Umgang mit Gefahrstoffen und Umweltschutz .....	28
2.3.11	Vorschriften für Hub- und Windenarbeiten .....	28
2.4	Besondere Pflichten des Eigentümers .....	29
<b>3.</b>	<b>Warn- und Sicherheitshinweise in der WEA.....</b>	<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>Restrisiken .....</b>	<b>33</b>
<b>5.</b>	<b>Sicherheitsausrüstung .....</b>	<b>34</b>
5.1	Arbeitsschutztechnische Grundausrüstung.....	34
5.2	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) .....	34
5.2.1	Prüfung/Wartung.....	35
5.2.2	Bestandteile der PSAgA.....	35
5.2.3	Handhabung des Auffanggurts .....	37
5.3	Abseilausrüstung .....	39

5.3.1	Ausstattung/Zubehör .....	39
5.3.2	Prüfung/Wartung.....	40
<b>6.</b>	<b>Sicherheitseinrichtungen .....</b>	<b>41</b>
6.1	Feuerlöscher .....	41
6.2	Erste-Hilfe-Kasten.....	41
6.3	Fallschutzsystem .....	41
6.3.1	Verwendete Fallschutzsysteme .....	41
6.3.2	Anbringen des Fallschutzläufers.....	42
6.4	Rotorarretierung .....	43
6.5	Schlüsseltransfersystem .....	43
6.6	Personenanschlagpunkte .....	44
6.7	Not-Halt-Schalter .....	44
6.8	Ausschalter Mittelspannung.....	45
6.9	Signalisierung von sicherheitsrelevanten Zuständen .....	46
6.9.1	Maschinenhaus/Nabe .....	46
6.9.2	Bottombox .....	47
6.10	Stoppen des Pitchsystems.....	48
6.10.1	N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Stillsetzen des Pitchsystems .....	48
6.10.2	N149/5.X und N163/5.X: Stillsetzen des Pitchsystems .....	49
6.10.3	Arretieren des Pitchsystems .....	49
6.11	Stoppen des Azimutsystems.....	50
6.11.1	Stillsetzen des Azmutsystems .....	50
6.11.2	Arretieren des Azimutsystems .....	50
6.12	Ruftaster Rotornabe .....	51
6.13	Wahlschalter Rotorbremse .....	51
6.14	Wahlschalter Leistungsschalter HU .....	52
6.14.1	N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Wahlschalter Leistungsschalter.....	52
6.14.2	N149/5.X und N163/5.X: Wahlschalter Leistungsschalter .....	52
6.15	Notbeleuchtung .....	52
<b>7.</b>	<b>Verhalten in besonderen Situationen .....</b>	<b>54</b>
7.1	Netzausfall.....	54
7.2	Gewitter .....	54
7.3	Feuer .....	55
7.3.1	Brand in der WEA.....	56
7.4	Unfall.....	57
7.5	Ölhavarie.....	58
7.6	Erdbeben.....	58
7.7	Verlassen des Maschinenhauses im Gefahrenfall .....	58
7.7.1	Abseilen direkt aus dem Maschinenhaus .....	59
7.7.2	Abseilen vom Dach des Maschinenhauses .....	59
7.7.3	Abseilen aus der Rotornabe .....	60

7.7.4 Abseilen einer verunfallten Person aus dem Maschinenhaus ..... 60

# 1. Zu dieser Anleitung

## 1.1 Verwendungszweck

Dieses Dokument dient der Gewährleistung des sicheren Betriebs, dem sicheren Durchführen aller notwendigen Arbeiten zur Errichtung, der Inbetriebnahme und der Wartung/Instandhaltung einer Nordex-Windenergieanlage (WEA).

## 1.2 Zielgruppe

Dieses Dokument ist bestimmt für Mitarbeiter der Nordex Energy GmbH, Beauftragte und Eigentümer/Betreiber der WEA.

## 1.3 Inhalt

Dieses Dokument enthält allgemeine Vorschriften und Hinweise sowohl für das sichere Betreiben als auch für das sichere Durchführen aller notwendigen Arbeiten zur Errichtung, Inbetriebnahme und Wartung/Instandhaltung einer Nordex-Windenergieanlage (WEA). Dieses Dokument gilt für eine WEA der Produktreihe Delta4000.

Die strikte Einhaltung und Beachtung dieser Vorschriften und Hinweise beugt möglichen Gefahrensituationen vor. Deshalb ist es zwingend notwendig, dass sich alle Personen, die Bedienhandlungen oder Arbeiten an einer WEA ausführen, sorgfältig mit diesem Dokument vertraut machen und danach handeln. Das Sicherheitshandbuch lesen und verstehen, um die Sicherheit beim Aufenthalt an, in und auf der WEA zu gewährleisten. Beim Auftreten von Fragen diese zunächst klären. Falls erforderlich, Rücksprache mit Nordex halten. Grundsätzlich auch die jeweiligen spezifischen Sicherheitshinweise in der technischen Dokumentation lesen und verstehen, in denen z. B. die Bedienung oder Wartung beschrieben wird.

Für Nordex-Mitarbeiter und Mitarbeiter von Vertragsunternehmen ist darüber hinaus das Dokument G0112P1 Arbeiten in, an und auf Windenergieanlagen in seiner gültigen Fassung bindend.

## 1.4 Verwendete Zeichen und Symbole

Zeichen/Symbol	Bedeutung
✓	Voraussetzung
➤	Handlungsanleitung ohne bestimmte Reihenfolge
1.	Handlungsanleitung mehrschrittig.
2.	Vorgegebene Reihenfolge beachten!
↪	Resultat zu Handlungsanleitungen
•	Aufzählungen ohne bestimmte Reihenfolge
-	Unterpunkt zu Handlungsschritten oder Aufzählungen

Zeichen/Symbol	Bedeutung
<i>Kursiver Text</i>	Kennzeichnung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienungsmodi der WEA</li> <li>• Bildschirm- und Anzeigetexten</li> <li>• Eigennamen, z. B. Herstellernamen</li> <li>• Parameternamen</li> <li>• Fehlermeldungen</li> </ul>
	Zusätzliche Informationen, Hinweise und Tipps
	Verweis auf Informationen in anderen Dokumenten

### SAP-Nr. mit Revisionsangabe

Darstellung einer SAP-Nr. mit Revisionsangabe, z. B.:

SAP-Nr. 1036116-XX

- **1036116**: Führende Stellen der SAP-Nummer
  - **-XX**: Ergänzung für die Revisionsziffern
- Die vollständige SAP-Nr. der jeweils gültigen Stückliste und/oder dem Fertigungsauftrag entnehmen.

## 1.5 Gestaltung von Warnhinweisen

Es gibt 4 Warnstufen, die nach dem Schweregrad der Gefahr gestaffelt sind. Die Warnstufen sind durch Signalworte und, bis auf „HINWEIS“, mit einem Gefahrenzeichen gekennzeichnet.

Warnstufe	Beschreibung
<b>GEFAHR</b>	Gefährdung mit hohem Risikograd, die zum Tod oder zu schwerer Verletzung führt, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>WARNUNG</b>	Gefährdung mit mittlerem Risikograd, die zum Tod oder zu schwerer Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>VORSICHT</b>	Gefährdung mit niedrigem Risikograd, die zu geringfügiger Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>HINWEIS</b>	Gefährdung mit niedrigem Risikograd, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

## 1.6 Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung	Benennung	Beschreibung
Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte	-	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten sind Räume oder Orte, die ausschließlich dem Betreiben elektrischer Anlagen dienen und unter Verschluss gehalten werden. Zutritt haben nur Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen. Personen ohne elektrotechnische Ausbildung dürfen diese Räume oder Orte nur in Begleitung einer der o. g. Personen betreten.
Befähigte Personen für persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz	-	<p>Befähigte Personen für persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz erfüllen folgende Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfassende Kenntnisse auf dem Gebiet der persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz aufgrund der fachlichen Ausbildung und Erfahrung</li> <li>• Sicherer Umgang mit den einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften sowie allgemein anerkannten Regeln der Technik</li> <li>• Kenntnisse zur Erstellung einer Beurteilung des arbeitssicheren Zustands und der sachgerechten Anwendung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz</li> </ul> <p>In Deutschland erfüllt diese Anforderungen, wer erfolgreich an einem Lehrgang nach dem BG-Grundsatz „Auswahl, Ausbildung und Befähigungsnachweis von Sachkundigen für persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz“ (BGG 906) teilgenommen hat.</p>
CCV	Cold climate version	(Kaltklimateausführung)
Elektrofachkraft	-	Elektrofachkraft ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage ist, die ihm übertragenen Arbeiten sicher zu beurteilen und mögliche Gefahren zu erkennen.
Elektrotechnisch unterwiesene Person	-	Als elektrotechnisch unterwiesene Person gilt, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleitet und über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.
Geschultes Fachpersonal	-	Zu geschultem Fachpersonal gehört, wer für die fachgerechte Ausführung von Arbeiten an der WEA ausgebildet, eingewiesen und befugt ist.

Abkürzung	Benennung	Beschreibung
HU	Hauptumrichter	-
LOTO-Verfahren	-	Lockout-Tagout-Verfahren, Verfahren zum Sichern vor unbefugtem Zugriff; z. B. vor Wiedereinschalten elektrischer Stromkreise
LSC	Netzseitiger Umrichter (line side converter)	-
MS-Transformator	Mittelspannungs-transformator	-
PAP	Personenanschlagpunkt	-
PSAgA	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz	-
TBA	Turmbefahr-anlage	-
WEA	Windenergie-anlage	-

## 1.7 Mitgeltende Dokumente

Dok.-Nr.	Dok.-Art	Titel
G0112P1 EUWI01 (Version 3.0)	Arbeitsanweisung	Inbetriebnahme und Arbeiten am Hauptumrichter der Windenergieanlage
G0125P1WI01	Verfahrensanweisung	LOTO
G0125P1WI02	Arbeitsanweisung	LOTO
G0125P2	Verfahrensanweisung	Sicherheitsregeln für Arbeiten im Elektrobereich
HSE_12 G0112P1	Arbeitsschutzanweisung	Arbeiten in an und auf WEAs
E0004345392	Wartungsanleitung	Allgemeine Wartungsanleitung Delta4000
NX_HS_0004	-	Unterweisung zur Ausführung von Arbeiten in und an Windenergieanlagen für die Mitarbeiter von Subunternehmen bzw. beauftragten Unternehmen der Nordex Energy
NX_HS_WI_0002	-	Sicherheit bei Arbeiten in und an Windenergieanlagen

## 2. Sicherheitsvorschriften

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die WEA wandelt die kinetische Energie des Winds in elektrische Energie um und speist diese in ein vorhandenes Elektroenergienetz ein.

Die Nutzung der WEA ist nur für den vorgesehenen Zweck innerhalb der festgelegten Leistungsgrenzen und Betriebsbedingungen erlaubt.

Eine darüber hinausgehende Nutzung ist nicht gestattet.

Für Schäden infolge nicht bestimmungsgemäßer Verwendung oder nicht eingehaltener Sicherheitsvorschriften übernimmt der Hersteller keine Haftung.

### 2.2 Allgemeine Grundregeln

Personen, die die WEA betreten, Bedienhandlungen vornehmen oder Arbeiten an der WEA ausführen, haben vorher dieses Sicherheitshandbuch, die Bedienungsanleitung der WEA und weitere mitgeltende Dokumente gelesen und verstanden.

Die enthaltenen Sicherheits- und Bedienvorschriften im Interesse der eigenen Sicherheit und der Sicherheit weiterer Personen strikt einhalten.



Der Eigentümer/Betreiber stellt sicher, dass das Sicherheitshandbuch und die aktuelle Bedienungsanleitung sowie die mitgeltenden Dokumente in einem gebrauchsfähigem Zustand und frei zugänglich ständig in der WEA zur Verfügung stehen.

#### 2.2.1 Zugang

Personen mit Herzschrittmacher ist das Betreten der Anlage verboten. In der WEA treten eventuell starke elektromagnetische Felder auf, die die Funktion von Herzschrittmachern ernsthaft stören und möglicherweise zu akuter Lebensgefahr für die betreffende Person führen.

Die WEA gilt als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte. Personen, die die WEA betreten oder Arbeiten in oder an der WEA ausführen, erfüllen besondere Anforderungen.

Zum zugangsberechtigten Personenkreis gehören:

- Elektrofachkräfte
- Elektrotechnisch unterwiesene Personen

Alle anderen Personen betreten die WEA nur in Begleitung einer der oben genannten Personen.

Wenn eine Person die WEA erstmalig betritt, erfolgt eine Vor-Ort-Einweisung durch eine Elektrofachkraft mit Anlagenkenntnissen.

Der Eigentümer der WEA trägt durch geeignete Maßnahmen, z. B. Schlüsselberechtigungen, dafür Sorge, dass Unbefugten der Zugang zur WEA verwehrt bleibt.

#### 2.2.2 Aufenthalt

Beim Aufenthalt in der WEA und in deren näherem Umfeld Schutzhelm und hohe Sicherheitsschuhe tragen.

Alle in der WEA angebrachten Warn- und Sicherheitshinweise sowie Bedienungsanweisungen strikt befolgen.

Während des Aufenthalts in der WEA diese gegen das Betreten durch Unbefugte sichern. Das erfolgt durch entsprechende Beschilderung.

Befinden sich mehrere Personen in der WEA oder in unmittelbarer Nähe, die Turmtür von innen verschlossen halten.

In diesen Fällen im verschlossenen Fahrzeug sichtbar einen Anlagenschlüssel deponieren, um den Zugang für Rettungskräfte zu ermöglichen. Ein funktionstüchtiges, eingeschaltetes Funkgerät im Turmfuß gesichert gegen einfachen Fremdzugriff deponieren.

Bei längerem Aufenthalt in der WEA, insbesondere bei Arbeiten im Maschinenhaus sowie an und in der Rotornabe, entsprechend der allgemeinen Wetterlage in angemessener Weise die Wetterveränderungen beobachten.

Diese Beobachtung ist erforderlich, um rechtzeitig Maßnahmen zur Verhinderung von Gefahrensituationen im Zusammenhang mit auffrischendem Wind oder einem aufziehenden Gewitter einzuleiten.

Beim Auftreten von Turmschwingungen mit ungewöhnlich großer und zunehmender Amplitude die WEA zügig verlassen.

Das Tragen von offenen langen Haaren, loser Kleidung oder Schmuck, die möglicherweise zu einer Gefährdung durch Hängenbleiben oder Einziehen in rotierende Teile führen, ist nicht gestattet.

Aufenthalt auf der untersten Turmplattform im Bereich der Turmbefahranlage vermeiden, um Verletzungen durch herabfallende Teile auszuschließen.

Das Rauchen in der WEA ist verboten.

### **2.2.3 Betrieb**

Die WEA ist nach dem Stand der Technik sowie nach anerkannten technischen Normen und Regeln konstruiert, gebaut und errichtet.

Durch fehlerhafte Nutzung entstehen eventuell Gefahrensituationen, die Gesundheit und Leben, die WEA oder andere Sachwerte gefährden.

Deshalb ist ein Betrieb der WEA nur unter folgenden Voraussetzungen zulässig:

- WEA wird nur bestimmungsgemäß verwendet.
- WEA ist in technisch einwandfreiem Zustand.
- Bedienungs- und Wartungsvorschriften werden eingehalten.

Der Eigentümer/Betreiber führt Bedienhandlungen an der WEA erst nach erfolgter fachlicher Unterweisung aus.

Nur geschultes Fachpersonal, das dafür ausgebildet, eingewiesen und befugt ist, bedient manuell die einzelnen Komponenten der WEA.

Anzulernendes Bedienpersonal arbeitet nur unter Aufsicht einer erfahrenen Person an der WEA. Eine abgeschlossene und erfolgreiche Einweisung schriftlich bestätigen.

Die WEA wird automatisch betrieben. Die Steuerung erkennt Störungen im Betrieb. Störungen führen zu entsprechenden Fehlermeldungen bis hin zur Abschaltung der WEA. Ausschließlich geschultes Fachpersonal identifiziert und behebt Störungen.

## 2.2.4 Aufstieg im Turm und ins Maschinenhaus



### GEFAHR

#### **Absturzgefahr durch nicht funktionstüchtige PSAgA**

Der Einsatz der PSAgA ist verboten, wenn:

- die Prüfplaketten oder Prüfnachweise der PSAgA abgelaufen sind,
  - die PSAgA beschädigt ist,
  - die PSAgA durch einen Absturz beansprucht wurde.
- PSAgA umgehend austauschen.
- Eine befähigte Person prüft die PSAgA.

#### **Allgemeines**

Der Aufstieg in das Maschinenhaus erfolgt nur durch Personen, die dazu körperlich in der Lage sind. Fachpersonal erfüllt zusätzlich weitere Voraussetzungen, siehe Kapitel 2.3 „Zusätzliche Sicherheitsvorschriften für Fachpersonal“.

Begibt sich eine Person in das Maschinenhaus, die kein Abseil- und Rettungstraining absolviert hat, halten sich mindestens 2 weitere Personen im Maschinenhaus der WEA auf, die ein solches Training absolviert haben.

Für einen Aufstieg gelten folgende Voraussetzungen und Regeln:

- Die Windgeschwindigkeit ist nicht größer als 20 m/s im 10-min-Mittel.
  - Keine Turmschwingungen mit ungewöhnlich großer Amplitude.
1. Zuständige Fernüberwachung über den beabsichtigten Aufstieg informieren.
  2. WEA stoppen.
  3. Fernzugriff auf die WEA unterbinden.

**Hinweis:** Dazu den Betriebsmoduswahlschalter an der Bottombox in die Stellung *Lokale Bedienung* oder *WEA stopp* schalten, siehe auch Bedienungsanleitung der WEA.

4. Notbeleuchtung im Turm testen.

**Hinweis:** Sind 2 aufeinander folgende Notleuchten defekt, diese vor dem Aufstieg in das Maschinenhaus reparieren.

5. Funktion der optischen Signalgeber und des akustischen Signalgebers testen.
6. Taster *Lampentest* betätigen.

Solange der Taster betätigt wird, leuchten die Signalgeber und ein akustisches Signal wird ausgegeben.

7. Lose Gegenstände aus den Taschen der Bekleidung nehmen und im Turmfuß zurücklassen oder gegen Herabfallen während des Aufstiegs sichern.
8. Sicherstellen, dass die Prüfplaketten und Prüfnachweise der PSAgA gültig sind und die PSAgA keine Beschädigungen aufweist.
9. Auffanggurt anlegen, siehe Kapitel 5.2.3 „Handhabung des Auffanggurts“.
10. Verunreinigungen des Fallschutzsystems, insbesondere Öl und Schmiermittel, gründlich beseitigen.

11. Befahranlage, Steigleiter und Fallschutzsystem so weit möglich einer Sichtkontrolle unterziehen und sicherstellen, dass keine sichtbaren Schäden vorliegen und dass der Prüfnachweis gültig ist.
12. Wenn der Prüfnachweis der Steigleiter abgelaufen ist oder Schäden festgestellt wurden, die Steigleiter für die Benutzung sperren.
13. Wenn der Prüfnachweis des Aufzugs abgelaufen ist oder Schäden festgestellt wurden, den Aufzug für die Benutzung sperren.

### **Kommunikation**

Vor Beginn der Arbeiten und während aller Arbeiten in und auf der WEA die Kommunikation und die Möglichkeit zum Absetzen eines Notrufs sicherstellen.

Die Kommunikation zwischen den Personen in der WEA, weiteren Personen im Windpark sowie im Notfall mit den Rettungsdiensten sicherstellen.

Beim Aufstieg in das Maschinenhaus mindestens ein mobiles Kommunikationsgerät (Funkgerät, Mobiltelefon) mitführen.

Verbleibt keine weitere Person am Boden, im Turmfuß ein gegen einfachen Fremdzugriff gesichertes, eingeschaltetes Funkgerät hinterlegen.

### **Benutzen der Befahranlage**

Beim Vorhandensein einer Befahranlage gelten folgende Regeln:

- Bei Automatikfahrt zum Materialtransport ist die gleichzeitige Benutzung der Leiter durch Personen bei allen TBA-Varianten verboten.
- Das gleichzeitige Benutzen von Befahranlage und Steigleiter ist wegen der damit verbundenen Gefahren verboten.
- Das Betreten der Befahranlage ist nur Personen erlaubt, die in der Bedienung und der täglichen Prüfung der Befahranlage unterwiesen wurden.
- Beim Benutzen der Befahranlage besteht generell Absicherungspflicht gegen Absturz. Dazu die PSAGa in Verbindung mit den Personenanschlagpunkten im Fahrkorb benutzen.
- Bei einem Brand die Befahranlage nicht benutzen.

Bei der Benutzung der Befahranlage wie folgt vorgehen:

1. Wenn noch nicht erfolgt, die arbeitstäglliche Überprüfung der Befahranlage durchführen und protokollieren.



Prüfplan und Protokoll befinden sich in der Befahranlage.

2. Tragstruktur der Kabine der Befahranlage auf Schäden prüfen.
3. Wenn bei den vorstehenden Prüfungen Unregelmäßigkeiten festgestellt wurden:
  - Befahranlage sofort gegen Benutzung sperren.
  - **Service-Mitarbeiter:** Non-Conformity-Report erstellen.
  - **Kunde:** Unter Angabe der Seriennummer der Befahranlage das Windparkmanagement informieren.
4. Beim Benutzen der Befahranlage besteht generell Absicherungspflicht gegen Absturz. Dazu die PSAGa in Verbindung mit den Personenanschlagpunkten im Fahrkorb benutzen.

5. Vor dem Benutzen der Befahranlage anhand der vor Ort befindlichen Bedienungsanleitung nochmals mit der Bedienung, insbesondere im Störfall, vertraut machen.
6. Wenn die Befahranlage in Ordnung ist, den Fahrkorb unter Mitnahme des für das Fallschutzsystem der Steigleiter zugelassenen Fallschutzläufers betreten.
7. Verbindungsmittel mit Falldämpfer an einem PAP im Fahrkorb anschlagen.
8. Fahrt beginnen.
9. Fahrweg bei Auf- und Abfahrt den kontrollieren.

### **Steigleiter**

Beim Benutzen der Steigleiter gelten folgende Regeln:

- Es besteht generell Absicherungspflicht gegen Absturz. Dazu die PSAgA in Verbindung mit dem Fallschutzsystem benutzen.
- Zur Sicherung im Turm und auf der WEA die PSA gegen Absturz benutzen, siehe Kapitel 5.2 „Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)“.
- Vor dem Benutzen der Steigleiter sicherstellen, dass die Befahranlage nicht gleichzeitig benutzt wird.
- Vor dem Benutzen der Steigleiter lose Gegenstände aus den Taschen der Bekleidung nehmen und zurücklassen oder gegen Herausfallen sichern. Größere und schwerere Gegenstände über den Bordkran in das Maschinenhaus transportieren.
- Vor und während des Aufstiegs Steigleiter und Fallschutzsystem visuell auf Schäden prüfen.
- Im Zweifelsfall den Aufstieg abbrechen und zusätzlich mit dem Verbindungsmittel mit Falldämpfer am Leiterholm sichern.
- Es befindet sich immer nur eine Person auf der Steigleiter im Bereich zwischen 2 Turmplattformen.
- Mögliche Einschränkungen hinsichtlich der maximalen Anzahl der Personen, die die Steigleiter gleichzeitig benutzen, den Benutzerhinweisen im Turmfuß entnehmen und einhalten.
- Falls der Durchstieg durch eine Turmplattform mit einer Luke versehen ist, Luke nach dem Durchsteigen schließen.

### **Benutzen der Steigleiter mit Fallschutzsystem**



## **GEFAHR**

### **Absturzgefahr durch unsachgemäßes Benutzen der Steigleiter**

Lebensgefährliche Verletzungen

- Beim Aufstieg nicht mit dem ganzen Körpergewicht in den Fallschutzläufer hineinlegen.
- Stets an mindestens 3 Punkten mit der Steigleiter in Kontakt bleiben: 2 Füße und eine Hand oder 2 Hände und ein Fuß.

## HINWEIS

Die Steigleiter besitzt ca. alle 9 m ein klappbares Ruhepodest.

- Während des Aufstiegs Schutzhandschuhe tragen.
- Plattformen immer von der linken Seite der Steigleiter aus betreten, da nur dort ein PAP zur Verfügung steht.

1. Den für das Fallschutzsystem zugelassenen Fallschutzläufer mit der vorderen Auffangöse verbinden und sichern.
2. Fallschutzläufer am Fallschutzsystem anbringen, siehe Kapitel 6.3.2 „Anbringen des Fallschutzläufers“.
3. Funktionstüchtigkeit des Fallschutzläufers prüfen.
4. Korrekten Sitz der Schutzausrüstung prüfen und Hängeprobe durchführen.
5. Sicherstellen, dass sich keine weitere Person auf der Steigleiter im Bereich bis zur nächsten Plattform befindet.  
Ansonsten warten, bis sie die nächste Plattform erreicht hat.
6. Aufstieg beginnen.
7. Während des Aufstiegs immer wieder sicherstellen, dass Steigleiter und Fallschutzsystem funktionstüchtig sind und keine Schäden oder Verunreinigungen aufweisen.

### Benutzen der Steigleiter ohne Fallschutzsystem



## GEFAHR

### Absturzgefahr durch ungesichertes Benutzen der Steigleiter

Lebensgefährliche Verletzungen

- Steht das Fallschutzsystem nicht zur Verfügung, Verbindungsmittel mit Falldämpfer zum Absichern benutzen.
- Verbindungsmittel am Leiterholm anschlagen, die Leitersprossen sind als Anschlagpunkt nicht geeignet.

Bei Benutzung der Steigleiter, ohne dass das Fallschutzsystem zur Verfügung steht, wie z. B. während der Errichtung, erfolgt die Absicherung mit dem Verbindungsmittel mit Falldämpfer der PSAgA.

Dabei wie folgt vorgehen:

1. Aufstieg beginnen.
2. In einer Höhe von ca. 1 m Verbindungsmittel mit Falldämpfer mit einem Ende so hoch wie möglich am Leiterholm anschlagen.
3. Nur so weit auf der Steigleiter bewegen, dass der erste Karabinerhaken des Verbindungsmittels noch erreichbar bleibt.
4. Das zweite Ende des Verbindungsmittels so hoch wie möglich am Leiterholm anschlagen.
5. Ersten Karabinerhaken des Verbindungsmittels lösen.

6. Weiterbewegen auf der Steigleiter, wie beschrieben, und stets wechselseitig sichern.

### Verlassen der Steigleiter



## GEFAHR

### Absturzgefahr bei ungesichertem Ausstieg aus der Steigleiter

Lebensgefährliche Verletzungen

- Um eine Plattform von der Steigleiter aus zu betreten, die Steigleiter stets nach links verlassen. Nur dort steht ein PAP zur Verfügung.

1. Vor dem Verlassen der Steigleiter mit dem Verbindungsmittel mit Falldämpfer links an dem PAP an der Turmwand anschlagen.
2. Absicherung gegen Absturz von der Steigleiter lösen.  
Bei Benutzen eines Fallschutzläufers diesen von der Führung lösen und mitnehmen.
3. Steigleiter nach links auf die Plattform verlassen.

### Einstieg in das Maschinenhaus

Befahranlage und Steigleiter enden an einer Turmplattform unter der obersten Turmplattform auf der Liftplattform. Der Aufstieg auf die oberste Turmplattform erfolgt über eine weitere kurze Steigleiter.

1. Nach Erreichen der Plattform Befahranlage die Tür der Befahranlage öffnen und am PAP an der Turmwand anschlagen.
2. Vom PAP in der Befahranlage lösen und anschließend die Geländertür öffnen.
3. Aus der Befahranlage aussteigen.
4. Über die weiterführende Steigleiter unter Nutzung des Steigschutzsystems auf die oberste Turmplattform aufsteigen.
5. Am PAP im Bereich der Luke sichern und Läufer vom Steigschutzsystem lösen.
6. Aus der Steigleiter aussteigen.
7. Luke schließen.
8. Vom PAP lösen.
9. In das Maschinenhaus aufsteigen.
10. Funktion der optischen Signalgeber und des akustischen Signalgebers testen.
11. Taster *Lampentest* betätigen.

Solange der Taster betätigt wird, leuchten die Signalgeber und ein akustisches Signal wird ausgegeben.

### Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)

Für das Benutzen der PSAgA gelten folgende Regeln:

- Nur die eigene PSAgA benutzen.
- Ein Aufstieg in die WEA ist nur bei einem gültigen Prüfnachweis an der PSAgA oder als Eintrag im Dokument erlaubt.
- Vor der Benutzung die PSAgA auf Schäden prüfen.

- Die Benutzung einer durch Absturz beanspruchten PSAGa ist verboten. Eine befähigte Person prüft die PSAGa. Falls erforderlich, die PSAGa ersetzen.
- Eine befähigte Person prüft die PSAGa entsprechend den gesetzlichen Vorschriften regelmäßig, in Deutschland alle 12 Monate.

## 2.2.5 Verlassen der WEA

1. Vor dem Verlassen der WEA den betriebsgemäßen Zustand herstellen:
  - Den Wahlschalter Betriebsart auf *Automatikbetrieb* schalten.
  - Alle Luken und Zugänge in der WEA schließen und sichern.
  - Fernüberwachung über das Verlassen der WEA informieren.
  - WEA selbst starten, wenn sie vorher manuell gestoppt wurde.
  - Beleuchtung ausschalten.
  - Tür im Turmfuß abschließen.
2. Zusätzlich folgende Punkte sicherstellen:
  - Die Rotorarretierung ist gelöst.
  - Das Führungsseil und die Kette des Elektrokettenszugs sind eingeholt.
  - Die Rotorbremse, das Pitchsystem, das mobile Bedienterminal an der Topbox und das Azimutsystem sind mit den entsprechenden Wahlschaltern für den Automatikbetrieb freigegeben.
  - Die Steuerung der WEA ist in den betriebsbereiten Zustand versetzt.
  - Aufgetretene Verunreinigungen sind beseitigt und die WEA ist von Arbeitsmitteln und Verpackungen geräumt.
3. Wenn das Fachpersonal die WEA kurzzeitig verläßt, obwohl die auszuführenden Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind, muss zuvor Folgendes sichergestellt sein:
  - Ein Fernzugriff auf die Steuerung der WEA ist nicht möglich.
  - Die WEA befindet sich in einem sicheren Zustand.
  - Unbefugten Personen ist der Zugang zur WEA zuverlässig verwehrt.

## 2.2.6 Zusätzliche Hinweise für australische Projekte

### Aufstieg im Turm und ins Maschinenhaus



#### **GEFAHR**

##### **Absturzgefahr zwischen der öldichten Plattform und dem Maschinenhaus**

- Für den sicheren Auf- und Abstieg zwischen der öldichten Plattform und dem Maschinenhaus das Höhensicherungsgerät verwenden.



#### **VORSICHT**

##### **Verletzungsgefahr durch eingeschränkten Zugang zum Maschinenhaus**

- Beim Zugang zum Maschinenhaus besonders achtgeben.



## VORSICHT

### Verletzungsgefahr beim Überstieg von der Leiter auf die Turmplattform

Zwischen der Leiter und der Turmplattform ist ein größerer Abstand.

- Beim Überstieg von der Leiter auf die Turmplattform und umgekehrt auf den Abstand zwischen diesen beiden Bauteilen achten.

### Arbeiten an Schaltschränken

## HINWEIS

### Flucht- und Rettungswege freihalten

Geöffnete Schaltschranktüren können Flucht- und Rettungswege versperren.

- Bei Arbeiten an Schaltschränken die Schaltschranktür auf Position 180° mit einem Magneten oder einem Feststeller sichern.

### Vorschriften für Hub und Windenarbeiten

## HINWEIS

- Zum Kranen die Kranluke am Heck des Maschinenhauses nutzen.

## 2.3 Zusätzliche Sicherheitsvorschriften für Fachpersonal

### 2.3.1 Generelle Sicherheitsvorschriften

Nur geschultes Fachpersonal führt Arbeiten zur Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung der WEA aus.

Bei Arbeiten in der WEA sind grundsätzlich mindestens 2 Mitarbeiter vor Ort.

Bei Arbeiten mit funkenbildenden Werkzeugen hält sich eine zweite Person mit Feuerlöscher im Arbeitsbereich auf.

Bei Funkenflug temporäre Abdeckungen im Arbeitsbereich verwenden, um eine Entzündung zu vermeiden.

Die allgemein anerkannten Regeln für sicherheits- und fachgerechtes Arbeiten sowie die Unfallverhütungsvorschriften in der jeweils neuesten Fassung einhalten.

In allen Aufstellungsländern die bestehenden nationalen Vorschriften zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz berücksichtigen.

### Fachpersonal

Für das Fachpersonal, das Arbeiten an der WEA ausführt, gelten folgende Anforderungen:

- Regelmäßige Teilnahme am Rettungstraining und an Erste-Hilfe-Schulungen
- Besitz eines gültigen Nachweis der Höhentauglichkeit

### **Sicherheitsausrüstung**

- Jeder Mitarbeiter führt seine eigene PSaGA mit und benutzt nur diese.
- Bei Arbeiten im Turm und im Maschinenhaus ist das Tragen einer Schutzbrille vorgeschrieben.
- Bei der Durchführung von lärmintensiven Arbeiten, insbesondere im Turm, einen Gehörschutz benutzen.
- Während der Benutzung von Gehörschutz zwischen den anwesenden Personen eine zuverlässige Verständigung sicherstellen. Die Verständigung mithilfe vorher zu vereinbarenden Zeichengebung festlegen.
- Bei Arbeiten am Hydraulik- oder Kühlsystem eine Augenspülflasche mitführen.

### **Verantwortlichkeit und Kommunikation**

- Der verantwortliche Mitarbeiter hat für die Dauer der durchzuführenden Arbeiten die fachliche und disziplinarische Verantwortung für alle ihm unterstellten Mitarbeiter.
- Der verantwortliche Mitarbeiter weist die ihm unterstellten Mitarbeiter vor Beginn der Arbeiten in die zu beachtenden Sicherheitsvorschriften ein und setzt deren Einhalten durch.
- Der verantwortliche Mitarbeiter kennt die Telefonnummern der örtlichen Rettungsdienste und des Energieversorgungsunternehmens und hält diese ständig bereit. Sicherstellen, dass die Verbindung zum Rettungsdienst jederzeit verfügbar ist.
- Die reibungslose sprachliche Verständigung unter allen Beteiligten jederzeit gewährleisten (evtl. Dolmetscher einsetzen).
- Sicherstellen, dass ausreichend Funksprechgeräte mit einheitlichen Frequenzen bereitstehen.

### **Sicherung gegen Wiedereinschalten und Fernzugriff**

#### **HINWEIS**

Nur Nordex-Mitarbeiter: Beim Sichern gegen Wiedereinschalten das Lockout-Tagout-Verfahren (LOTO-Verfahren) anwenden, beschrieben in der Verfahrensanweisung G0125P1WI01 und der Arbeitsanweisung G0125P1WI02. Dabei die entsprechenden Lockout-Tagout-Geräte benutzen.

- Vor dem Beginn der Arbeiten an der WEA einen manuellen Stopp ausführen und den Fernzugriff auf die Steuerung unterbinden. Hierzu den Betriebsmoduswahlschalter auf *Lokal* stellen.

Das gilt auch für stillstehende WEA, da der Stillstand der WEA durch einen Fehler im Ruhezustand eingetreten sein kann. Liegt er nicht mehr an, läuft die WEA automatisch an.

- Wenn Teile der WEA oder die WEA insgesamt bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten ausgeschaltet sind, diese gegen automatisches oder unbeabsichtigtes Wiedereinschalten sichern.

### **Änderungen von Einstellungen und Reparaturen**

- Zur Gewährleistung der korrekten und sicheren Funktion der WEA herstellerseitig eingestellte Schaltepunkte an Überwachungs- und Steuerungskomponenten

ausschließlich für Testzwecke verändern, z. B. Druckwächter, Ventile, Drosseln oder Parameter der Steuerung.

- Nach Abschluss der Tests die vorgeschriebenen Werte einstellen.
- Reparaturen sind nur mit Original-Ersatzteilen vom Hersteller zulässig. Jede Verwendung von Teilen anderer Hersteller, die der Hersteller der WEA nicht ausdrücklich zulässt, ist verboten.

### **Demontage von Sicherheitseinrichtungen**

- Ist für die Durchführung von Arbeiten die Demontage von Sicherheitseinrichtungen notwendig, diese unmittelbar nach Abschluss der Arbeiten montieren und auf ihre Funktion prüfen.
- Das dauerhafte Deaktivieren oder Demontieren von Sicherheitseinrichtungen ist verboten.

### **Benutzen des Elektrokettzugs**

- Das Befördern von Personen mit dem Bordkran ist verboten.
- Der Aufenthalt unter schwebenden Lasten ist verboten.
- Am Boden ist der Bereich unterhalb der schwebenden Last weiträumig abzusichern.
- Der Kranhaken ist mit dem Führungsseil vom Boden aus zu sichern und vom Turm fernzuhalten.
- Ist ein sicheres Kranen aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen, z. B. bei starkem, böigem Wind, nicht möglich, muss das Kranen abgebrochen werden.
- Die Kommunikation zwischen den handelnden Personen im Maschinenhaus und am Boden ist sicherzustellen.

## **2.3.2 Arbeiten im Turmkeller und im Turm**

Bei Arbeiten im Turmkeller besteht die Gefahr, dass spannungsführende Kabel beschädigt werden. Deshalb gilt:

- Vor Beginn der Arbeiten sind die Kabel im Turmkeller vor mechanischen Beschädigungen zu schützen, z. B. mit Gummimatten.
- Kabel nicht betreten.
- Kabel in geeigneter Weise vor mechanischer Beschädigung schützen.
- Nach Abschluss der Arbeiten die Kabel auf Schäden prüfen.

Über die gesamte Dauer des Aufenthalts im Turmkeller den Fluchtweg freihalten. Die Befahranlage mithilfe des mobilen Bedienterminals ca. 2 m oberhalb der Luke positionieren und dort mit der mechanischen Sicherung (Transportsicherung) nach Bedienungsanleitung des Herstellers gegen Wiedereinschalten sichern.

Bei Arbeiten im Turm und auf den Turmplattformen das Mittelspannungskabel vor mechanischen Einwirkungen schützen.

## **2.3.3 Benutzen der Steigleiter während der Errichtung**

Während der Errichtung kann es vorkommen, dass das Fallschutzsystem noch nicht zur Verfügung steht oder noch nicht freigegeben ist.

Bei Benutzung der Steigleiter besondere Verhaltensregeln einhalten:

- Durch ein Schild an der Steigleiter darauf hinweisen, dass das Fallschutzsystem noch nicht zur Verfügung steht und sich der Aufsteigende mit dem Verbindungsmittel mit Falldämpfer gegen Absturz abzusichern hat.
- Die Absicherung gegen Absturz erfolgt abwechselnd mit den beiden Enden des Verbindungsmittels mit Falldämpfer an den Leiterholmen.

## 2.3.4 Arbeiten im Maschinenhaus

### HINWEIS

Wartungstätigkeiten am Triebstrang sind nur bei eingelegter Rotorarretierung durchzuführen.

Bei allen Arbeiten im Maschinenhaus die grüne, die gelbe und die rote Signalleuchte beobachten. Sicherstellen, dass die grüne Signalleuchte dauerhaft leuchtet und die gelbe sowie die rote Signalleuchte nicht leuchten, siehe Kapitel 6.9 „Signalisierung von sicherheitsrelevanten Zuständen“. Anderenfalls liegt ein sicherheitsrelevanter Zustand vor. In einem solchen Fall entscheidet der verantwortliche Mitarbeiter, welche Arbeiten abgebrochen werden.

### Zulässige Windstärken

Das Arbeiten im Maschinenhaus ist nur bis zu folgenden Windstärken zulässig:

- $\leq 9$  m/s im 10-min-Mittel: Arbeiten am unverkleideten Triebstrang, wenn der Triebstrang ausschließlich durch die Rotorbremse festgesetzt wurde
- $\leq 12$  m/s im 10-min-Mittel: Arbeiten am unverkleideten Triebstrang, wenn der Triebstrang durch die Rotorarretierung festgesetzt wurde
- $\leq 12$  m/s im 10-min-Mittel: Arbeiten im Gefahrenbereich der Rotornabe
- $\leq 20$  m/s im 10-min-Mittel: Arbeiten im Maschinenhaus

Das Überschreiten der zulässigen Windgeschwindigkeit wird akustisch und visuell signalisiert. In einem solchen Fall entscheidet der verantwortliche Mitarbeiter, welche Arbeiten abgebrochen werden.

### Nach dem Einstieg

Unmittelbar nach dem Einstieg in das Maschinenhaus und vor Beginn von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten folgende Handlung ausführen:

- Das im Servicefahrzeug mitzuführende Abseil- und Rettungsgerät in das Maschinenhaus befördern und griffbereit halten.

**Achtung:** Ist der Aufenthalt von mehr als 2 Personen im Maschinenhaus vorgesehen, eine ausreichende Anzahl von Abseilausrüstungen in das Maschinenhaus befördern.

### Feststehende, trennende Schutzeinrichtungen

Ist es erforderlich, im Rahmen von Instandhaltungstätigkeiten oder Reparaturen feststehende, trennende Schutzeinrichtungen (z. B. Abdeckung Generatorkupplung) zu demontieren, diese nach Abschluss der Tätigkeiten vollständig mit allen Verbindungsmitteln montieren.

### Arbeiten am Triebstrang

Liegt ein Fehler im Pitchsystem vor, sodass sich nicht alle Rotorblätter in der 95°-Position befinden, den Fehler vor Beginn der Arbeiten am Triebstrang beheben.

Bei Arbeiten am Triebstrang den Rotor grundsätzlich an der Rotorwelle arretieren. Nur wenn es für die Ausführung bestimmter Arbeiten notwendig ist, die Rotorbremse zum Festsetzen des Rotors benutzen.

### **Arbeiten auf dem Dach**

Arbeiten auf dem Dach des Maschinenhauses sind nur bis zu Windgeschwindigkeiten von maximal 12 m/s im 10-min-Mittel zulässig.

Nur besandete und farblich hervorgehobene Bereiche betreten. Bei Arbeiten auf dem Dach sichert sich der Mitarbeiter mit einem Verbindungsmittel mit Falldämpfer an einem der markierten Personenanschlagpunkte. Des Weiteren hält der Mitarbeiter regelmäßigen Sprech- oder Sichtkontakt zu einem zweiten Mitarbeiter. Falls erforderlich, leitet dieser in angemessener Zeit notwendige Rettungsmaßnahmen ein.

### **Einzelperson im Maschinenhaus**

Arbeitet ein Mitarbeiter allein im Maschinenhaus, hält der Mitarbeiter regelmäßigen Sprech- oder Sichtkontakt zu einem zweiten Mitarbeiter. Falls erforderlich, leitet dieser in angemessener Zeit notwendige Rettungsmaßnahmen ein.

### **Aufenthalt während des Betriebs**



## **GEFAHR**

### **Absturzgefahr durch starke Beschleunigung**

Lebensgefährliche Verletzungen durch Auslösen eines Bremsprogramms

- Während des Betriebs festen Stand sicherstellen.
- Mit beiden Händen an geeigneten Komponenten festhalten.

Der Aufenthalt im Maschinenhaus während des Betriebs ist grundsätzlich nicht erlaubt. Falls die Ausführung bestimmter Arbeiten den Aufenthalt im Maschinenhaus während des Betriebs erforderlich macht, wie z. B. bei Testläufen, folgende Arbeitsschritte befolgen:

- Sicherstellen, dass alle Schutzabdeckungen über rotierenden Teilen vorhanden sind.
- Sicherstellen, dass alle Fluchtwege frei von Hindernissen sind.
- Führungsseil und Kette des Bordkrans einholen.
- Eng anliegende Arbeitskleidung tragen.
- Während der Zuschaltung der Mittelspannung darf sich niemand im Maschinenhaus oder in der Rotornabe aufhalten. Der Aufenthalt unterhalb des Maschinenhauses ist möglich, z. B. auf der öldichten Plattform im Azimutbereich unterhalb des Maschinenträgers.
- Einen sicheren Standort zwischen Topbox und Generator einnehmen.
- Gehörschutz tragen und dabei zuverlässige Verständigung unter den anwesenden Personen sicherstellen.
- Testläufe nur im Betriebsmodus *Lokal Betriebsmodus* durchführen.

### 2.3.5 Arbeiten innerhalb der Rotornabe, des Spinners und des Blattkellers

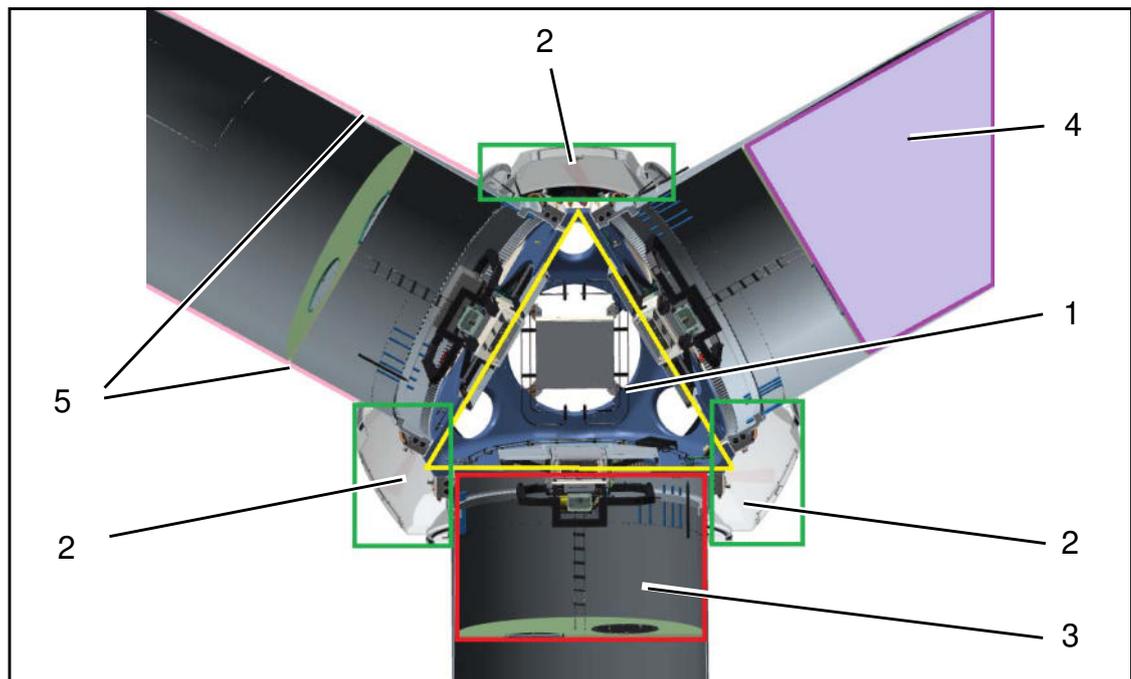


Abb. 1: Arbeitsbereiche

- |   |                                  |   |                                   |
|---|----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Innerhalb der Rotornabe (gelb)   | 2 | Innerhalb des Spinners (grün)     |
| 3 | Innerhalb des Blattkellers (rot) | 4 | Innerhalb des Rotorblattes (lila) |
| 5 | Außen am Rotorblatt (rosa)       |   |                                   |

Das Einsteigen in die Rotornabe und das Ausführen von Arbeiten innerhalb der Rotornabe, des Spinners und des Blattkellers, siehe Abb. 1, sind grundsätzlich nur gestattet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Windgeschwindigkeit beträgt nicht mehr als 12 m/s im 10-min-Mittel.
- Der Rotor ist an der Rotorwelle arretiert, siehe Kapitel 6.4 „Rotorarretierung“.
- Die Rotorarretierung ist nach dem LOTO-Verfahren gesichert, siehe Kapitel 2.3.1 „Generelle Sicherheitsvorschriften“ (Abschnitt „Sicherung gegen Wiedereinschalten und Fernzugriff“).
- Mit einem zweiten Mitarbeiter ist ein regelmäßiger Sicht- oder Sprechkontakt gewährleistet und dieser zweite Mitarbeiter kann in angemessener Zeit notwendige Rettungsmaßnahmen einleiten.
- In der Rotornabe befindet sich ein Abseilgerät.
- Bei Arbeiten in der Rotornabe wird die grüne Signalleuchte beobachtet.

Wenn die grüne Signalleuchte nicht dauerhaft leuchtet, ist ein sicherheitsrelevanter Zustand eingetreten. In diesem Fall entscheidet der verantwortliche Mitarbeiter, welche Arbeiten abgebrochen werden.

Das Einsteigen und Arbeiten im Blattkeller, siehe Abb. 1, ist grundsätzlich nur gestattet, wenn zuvor der jeweilige Pitchantrieb arretiert ist.

### 2.3.6 Arbeiten am Rotorblatt

Das Ausführen von Arbeiten außen am Rotorblatt, siehe Abb. 1, ist grundsätzlich nur gestattet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Windgeschwindigkeit beträgt nicht mehr als 12 m/s im 10-min-Mittel.
- Der Rotor ist an der Rotorwelle arretiert, siehe Kapitel 6.4 „Rotorarretierung“.
- Die Rotorarretierung ist nach dem LOTO-Verfahren gesichert ist, siehe Kapitel 2.3.1 „Generelle Sicherheitsvorschriften“ (Abschnitt „Sicherung gegen Wiedereinschalten und Fernzugriff“).
- Das Azimutsystem ist stillgesetzt, siehe Kapitel 6.11 „Stoppen des Azimutsystems“.
- Der betreffende Pitchantrieb ist freigeschaltet und arretiert, siehe Kapitel 6.11 „Stoppen des Azimutsystems“.
- Falls vorhanden ist das Anti-Icing-System sicher freigeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert.
- Mit einem zweiten Mitarbeiter ist ein regelmäßiger Sicht- oder Sprechkontakt gewährleistet und dieser zweite Mitarbeiter kann in angemessener Zeit notwendige Rettungsmaßnahmen einleiten.

### 2.3.7 Arbeiten im Rotorblatt

Das Ausführen von Arbeiten im Rotorblatt, siehe Abb. 1, ist grundsätzlich nur gestattet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Windgeschwindigkeit beträgt nicht mehr als 12 m/s im 10-min-Mittel.
- Der Rotor ist an der Rotorwelle arretiert, siehe Kapitel 6.4 „Rotorarretierung“.
- Die Rotorarretierung ist nach dem LOTO-Verfahren gesichert ist, siehe Kapitel 2.3.1 „Generelle Sicherheitsvorschriften“ (Abschnitt „Sicherung gegen Wiedereinschalten und Fernzugriff“).
- Das Azimutsystem ist stillgesetzt, siehe Kapitel 6.11 „Stoppen des Azimutsystems“.
- Der betreffende Pitchantrieb ist freigeschaltet und arretiert, siehe Kapitel 6.10 „Stoppen des Pitchesystems“.
- In der Rotornabe befindet sich ein Abseilgerät.
- Mit einem zweiten Mitarbeiter, der sich in der Rotornabe befindet, ist ein regelmäßiger Sicht- oder Sprechkontakt gewährleistet. Ein dritter Mitarbeiter befindet sich im Maschinenhaus.
- Bei Arbeiten in der Rotornabe wird die grüne Signalleuchte beobachtet.

Wenn die grüne Signalleuchte nicht dauerhaft leuchtet, ist ein sicherheitsrelevanter Zustand eingetreten. In diesem Fall entscheidet der verantwortliche Mitarbeiter, welche Arbeiten abgebrochen werden.

### 2.3.8 Arbeiten an der elektrischen Anlage

#### HINWEIS

Nur Nordex-Mitarbeiter: Beim Sichern gegen Wiedereinschalten das Lockout-Tagout-Verfahren (LOTO-Verfahren) anwenden, beschrieben in der Verfahrensanweisung G0125P1WI01 und der Arbeitsanweisung G0125P1WI02. Dabei die entsprechenden Lockout-Tagout-Geräte benutzen.

Nur Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen führen Arbeiten an der elektrischen Anlage der WEA aus.

Nur Elektrofachkräfte mit einer gültigen Schaltbefähigung und einem Schaltauftrag führen Tätigkeiten an Mittelspannungsanlagen aus.

Bei Arbeiten am Hauptumrichter folgende Vorgaben aus der Arbeitsanweisung G0112P1EUWI01 beachten:

- Zur Feststellung der Spannungsfreiheit einen Messpunkt wählen, der sich hinter einer Sicherung  $\leq 50$  A des Netzstrompfades befindet.
- Lastrenner, die ohne Vorsicherung direkt mit der Niederspannungsseite des WEA-Mittelspannungstransformators verbunden sind, dürfen nur betätigt werden, wenn vorher freigeschaltet wurde (am Transformatorfeld der Mittelspannungsschaltanlage).

Elektrische Einrichtungen, an denen Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden, vor Beginn der Arbeiten spannungsfrei schalten.

**Achtung:** Das Betätigen eines Not-Halt-Schalters stellt keine Spannungsfreiheit her.

Beim Herstellen der Spannungsfreiheit die 5 Sicherheitsregeln befolgen:

- Spannungsfrei schalten.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit feststellen.
- Erden und kurzschließen.
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

Zur Feststellung der Spannungsfreiheit zweipolige Spannungsprüfer nach EN 61243-3 (IEC 61243-3), Messkategorie CAT III 1000 V oder CAT IV 600 V, verwenden. Geräte nach dieser Norm ohne Einrichtung zur Strommessung vermeiden die Auslösung von Lichtbogenkurzschlüssen.

Nur schaltberechtigte Elektrofachkräfte führen das Feststellen der Spannungsfreiheit und das Messen von Spannungen an Umrichtern/Umrichter-Schaltschränken bis 1500 V DC durch. Die Prüfung erfolgt nur mit vollständiger und geeigneter PSA (Helm mit Gesichtsschirm, Isolierhandschuhe, Isolierjacke, Isoliermatte), wie sie für Schaltberechtigte vorgeschrieben ist.

Die elektrischen Schaltschränke immer verschlossen halten. Der Zugang ist nur befugten Personen mit Schlüssel oder Spezialwerkzeug erlaubt. Bei Arbeiten an einem Schaltschrank, der in eine Feuerlöschanlage eingebunden ist, die Feuerlöschanlage vor Beginn der Arbeiten deaktivieren.

Arbeiten an spannungsführenden Teilen oder Leitungen sind generell verboten. Einzige Ausnahme ist die Fehlersuche durch Fachpersonal mit geeigneten Messgeräten und Prüfadaptoren, Messkategorie CAT III 1000 V oder CAT IV 600 V.

Elektrische Einrichtungen nicht mit Wasser oder ähnlichen Flüssigkeiten reinigen.

### **2.3.9 Arbeiten am Hydrauliksystem und mit hydraulischen Werkzeugen**

Nur dafür ausgebildete Fachkräfte führen die Arbeiten am Hydrauliksystem der WEA aus.

Vor den Arbeiten alle hydraulischen Anlagenteile, einschließlich eventuell vorhandener Druckspeicher, drucklos und die Hydraulikpumpe unter Beachtung der 5 Sicherheitsregeln durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person spannungsfrei schalten lassen.

Bei Arbeiten am Hydrauliksystem auf äußerste Sauberkeit achten und das Eindringen von Schmutz oder Wasser in das System ausschließen.

Bei Arbeiten am Hydrauliksystem oder mit hydraulischen Werkzeugen (z. B. hydraulisches Vorspannen von Schraubverbindungen) Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen. Benutzer- und Sicherheitshinweise des Herstellers von hydraulischen Werkzeugen beachten.

### 2.3.10 Umgang mit Gefahrstoffen und Umweltschutz

Beim Umgang mit Gefahrstoffen, z. B. Fetten, Ölen, Kühlmitteln oder Reinigungsflüssigkeiten, die für das Produkt geltenden Sicherheits- und Gebrauchshinweise des Herstellers beachten. Diese Hinweise führt der verantwortliche Mitarbeiter mit. Die vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen anwenden, z. B. Tragen von Schutzhandschuhen oder Schutzbrille.

Bei allen Arbeiten an der WEA die Vorschriften zur Abfallvermeidung und zur ordnungsgemäßen Abfallverwertung und -beseitigung einhalten.

Insbesondere darauf achten, dass grundwassergefährdende Stoffe, z. B. Fette, Öle, Kühlmittel und lösungsmittelhaltige Reinigungsflüssigkeiten, nicht in den Boden, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen. Diese Stoffe in geeigneten Behältern auffangen, aufbewahren, transportieren und entsorgen.

Auftretende Ölleckagen zur Vermeidung von Rutschgefahr beseitigen.

Die Ursache für außergewöhnliche Leckagen ergründen und beheben. Ist das nicht möglich, die WEA stilllegen.

Betriebsinterne sowie gesetzliche Regelungen zur Meldung von umweltrelevanten Vorfällen einhalten.

Zur Vermeidung von Brandgefahr Reinigungsutensilien nach durchgeführter Tätigkeit fachgerecht entsorgen.

### 2.3.11 Vorschriften für Hub- und Windenarbeiten

#### HINWEIS

- Das Azimutsystem vor dem Kranen stillsetzen.

#### Allgemeines

Die Vorschriften für Hub- und Windenarbeiten unterscheiden sich von Land zu Land. Der geschulte und qualifizierte Mitarbeiter informiert sich vor Beginn der Arbeiten rechtzeitig über die landesspezifischen Vorschriften. Er belehrt die ihm unterstellten Mitarbeiter schriftlich über diese Vorschriften.

Sicherstellen, dass es eine Kontaktperson gibt, die diese Vorschriften kennt, um diese mit ihr zu besprechen.

#### Vorschriften zum Heben von Bauteilen

Zum Heben von Bauteilen nur geeignete, zugelassene und geprüfte Lastaufnahmeeinrichtungen mit ausreichender Tragkraft einsetzen.

Zur Vermeidung eines unkontrollierten Wegpendelns der Last beim Heben von Lasten den Kranhaken genau senkrecht über der Lastaufnahmeeinrichtung positionieren und anheben.

Sicherstellen, dass sich beim Heben von Teilen keine Personen unter der schwebenden Last befinden.

Alle Personen halten einen ausreichenden Sicherheitsabstand zu schwebenden Lasten ein, sodass Verletzungen durch herabfallende Teile ausgeschlossen sind.

Nur auf ausdrückliche Anweisung eines definierten Verantwortlichen sind spezielle Arbeiten unter schwebenden Lasten zulässig, deren Ausführung auf andere Weise nicht möglich ist. Voraussetzungen sind die eindeutige Absprache mit den Kranführern und ein Sicherungsposten.

### **Wetterlage**

Bei Gewitter die Kranarbeiten einstellen, da die Gefahr besteht, dass ein Blitz in den Kran oder in ein Bauteil einschlägt. Zum Verhalten bei Gewitter siehe Kapitel 7.2 „Gewitter“.

Beim Kranführer die Windgeschwindigkeit erfragen, ab der keine Kranarbeiten mehr durchgeführt werden.

Die Grenzwindgeschwindigkeit für Kranarbeiten ist abhängig vom Typ des Krans, seiner Konfiguration und den Windverhältnissen.

Der Kranführer hat die volle Verantwortung bei allen Kranarbeiten.

Der verantwortliche Mitarbeiter und der Kranführer bestimmen in einvernehmlicher Absprache, wann sie die Kranarbeiten aufgrund der Windverhältnisse abbrechen und wann sie die Kranarbeiten wieder aufnehmen.

## **2.4 Besondere Pflichten des Eigentümers**

Für die Gewährleistung einer hohen Sicherheit beim Betreiben der WEA und während des Aufenthalts von Personen in der WEA trägt der Eigentümer/Betreiber eine besondere Verantwortung.

Der Eigentümer gewährleistet folgende Punkte:

- Nur berechtigte Personen erhalten Zugang zur WEA, z. B. durch ein entsprechendes Schlüsselkonzept. Befinden sich keine berechtigten Personen in der WEA, wird die WEA verschlossen gehalten.
- Dieses Dokument und alle anderen Dokumente, die vom Hersteller in der WEA hinterlegt wurden, wie z. B. die Bedienungsanleitung der WEA und Schaltpläne, stehen ständig und in gebrauchsfähigem Zustand in der WEA zur Verfügung.
- Die Beschilderung an und in der WEA befindet sich in ordnungsgemäßem Zustand. Falls erforderlich, wird sie erneuert.
- Die für die Wartung der WEA erforderlichen Arbeiten werden rechtzeitig und entsprechend den Vorgaben des Herstellers organisiert und durchgeführt.
- Für seinen Aufenthalt in der WEA und den von Begleitpersonen wurde ein eigenes Sicherheitskonzept erarbeitet, das angewendet wird, insbesondere für die Rettung im Notfall.
- Die WEA wird bei Vereisungsgefahr rechtzeitig gestoppt und erst gestartet, wenn keine Gefahr von Eisabwurf besteht.

### **Prüfungen spezieller Ausrüstung**



E0004345392 Allgemeine Wartungsanleitung Delta4000

Für die Sicherheitsausrüstung der WEA, verschiedene Sicherheitseinrichtungen sowie Anlagenkomponenten bestehen in allen Aufstellungsländern besondere periodische Prüfpflichten.

### 3. Warn- und Sicherheitshinweise in der WEA

Entsprechende Beschilderung in der WEA warnt vor möglichen Gefahrensituationen, siehe folgende Tabelle.

Die an verschiedenen Anlagenteilen angebrachten Schilder enthalten Bedienungshinweise und Verhaltensregeln und sind zu befolgen.

#### HINWEIS

Es liegt in der Verantwortung des Eigentümers, dass die Beschilderung in und an der WEA in gebrauchsfähigem Zustand ist und ggf. erneuert wird.

Schild/Symbol	Bedeutung
	Warnung vor Absturzgefahr
	Warnung vor Quetschgefahr
	Warnung vor Handverletzungen
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung
	Warnung vor Rutschgefahr
	Warnung vor Stolpergefahr
	Warnung vor heißer Oberfläche
	Allgemeine Warnung
	Warnung vor ausgasenden Akkus

Schild/Symbol	Bedeutung
	Warnung vor automatischem Anlauf
	Offenes Feuer verboten
	Kein Zutritt für Personen mit Herzschrittmachern oder implantierten Defibrillatoren
	Zutritt für Unbefugte verboten
	Rauchen verboten
	Betreten der Fläche verboten
	Allgemeines Gebotszeichen
	Gehörschutz benutzen
	Kopfschutz benutzen
	Schutzhandschuhe benutzen
	Schutzbrille tragen
	Schutzkleidung tragen
	Durch Anseilen sichern

Schild/Symbol	Bedeutung
	Erste-Hilfe-Kasten
	Fluchtweg
	Feuerlöscher

## 4. Restrisiken

Nordex-WEA entsprechen dem aktuellen Stand der Technik und weisen einen hohen Sicherheitsstandard auf.

Dennoch bestehen beim Betreiben und insbesondere bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in und an einer WEA gewisse Restrisiken.

### **Rutschgefahr durch Eisglätte**

Bei Eisglätte besteht bei Annäherung an die WEA, insbesondere beim Betreten der Außentreppe, erhöhte Rutschgefahr.

Entsprechend vorsichtig bewegen und beim Aufsuchen der WEA unter solchen Witterungsbedingungen Abstumpfungsmittel mitführen und aufbringen.

### **Eisabwurf**

Restrisiken beim Betreiben der WEA bestehen hauptsächlich in der Gefahr des Eisabwurfs in der kalten Jahreszeit. Falls erforderlich, weist der Eigentümer durch eine entsprechende Beschilderung auf diese Gefahr hin, z. B. ein Schild im Zufahrtsbereich.

Der Eigentümer trägt dafür Sorge, dass bei Vereisungsgefahr die WEA gestoppt wird. Die WEA erst starten, wenn sich der Eigentümer/Betreiber vor Ort davon überzeugt hat, dass keine Gefahr von Eisabwurf mehr besteht.

Besteht die Gefahr von Eisabwurf, ist beim Annähern an die WEA besondere Vorsicht geboten. Den Aufenthalt unter den Rotorblättern vermeiden.

An Standorten mit erhöhter Vereisungsgefahr ist es empfehlenswert, die WEA mit einem Eissensor auszustatten, der als optionale Ausstattung zur Verfügung steht.

In diesem Fall wird die WEA bei Detektion von Eisansatz am Eissensor von der Steuerung automatisch gestoppt. Das entbindet den Eigentümer/Betreiber jedoch nicht von der Verantwortung, das Stillsetzen der WEA bei Eisansatz sicherzustellen.

### **Herabfallende Gegenstände**

Bei Arbeiten in der Höhe ist nicht auszuschließen, dass unbeabsichtigt Gegenstände nach unten fallen.

Deshalb ist der Aufenthalt unter in der Höhe arbeitenden Personen verboten. Den betreffenden Bereich am Boden entsprechend absichern.

### **Fallen in den Auffanggurt**

Bei Arbeiten in der Höhe ist es trotz Einhaltung aller Verhaltensvorschriften möglich, dass die in der Höhe arbeitende Person in den Auffanggurt fällt.

In diesem Fall ist eine rasche Rettung erforderlich, um die Gefahr eines Hängetraumas und die damit verbundenen Gesundheitsgefährdungen für die betroffene Person zu vermeiden.

Das Mitführen von Rettungsgeräten ist hierzu zwingend notwendig.

### **Stolpern und Ausrutschen**

Im Maschinenhaus und in der Rotornabe besteht durch unterschiedliche Tritthöhen und Trittdauern sowie z. T. beengte Platzverhältnisse erhöhte Stolpergefahr.

Durch kleinere Leckagen, Verunreinigungen durch Fett oder Witterungseinflüsse besteht die Gefahr des Ausrutschens.

Deshalb ist beim Aufenthalt und beim Bewegen in der WEA besondere Umsicht geboten.

## 5. Sicherheitsausrüstung

Die WEA ist mit verschiedenen Sicherheitsausrüstungen ausgestattet, die ein sicheres Aufhalten und Bewegen in der WEA gewährleisten.

### HINWEIS

Eine befähigte Person prüft die Sicherheitsausrüstung regelmäßig entsprechend den Herstellerangaben.

Die Durchführung der Prüfungen liegt bei Sicherheitsausrüstungen, die sich dauerhaft in der WEA befinden, in der Verantwortung des Eigentümers/Betreibers.

### 5.1 Arbeitsschutztechnische Grundausrüstung

Personen, die die WEA betreten, verfügen über folgende arbeitsschutztechnische Grundausrüstung:

- Geeignete Arbeitsschutzkleidung
- Sicherheitsschuh, knöchelhoch, S3
- Schutzhelm mit Kinnriemen
- Schutzhandschuhe
- Schutzbrille
- Fluchthaube (bei Aufstieg)

Je nach Arbeitsaufgabe benötigen Personen weitere Ausrüstungen:

- Zusätzliche Lichtquelle für Arbeiten in Bereichen mit ungünstigen Lichtverhältnissen
- Gehörschutz für lärmintensive Arbeiten im Turm oder im Maschinenhaus
- Helm mit Gesichtsschirm, Isolierhandschuhe, Isolierjacke und Isoliermatte für das Ausführen von Schaltheandlungen auf der Mittelspannungsebene

Ist der Aufstieg im Turm, sei es unter Benutzung der Steigleiter oder der Befahranlage, oder der Aufenthalt in absturzgefährdeten Bereichen vorgesehen, zusätzlich die persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) benutzen, siehe Kapitel 5.2 „Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)“.

### 5.2 Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)

Neben der normalen Arbeitsschutzbekleidung, zu der mindestens Sicherheitsschuhe (knöchelhoch und S3), Schutzhandschuhe und Schutzhelm gehören, wird für das Benutzen der Steigleiter eine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) benötigt.

Sie dient als Schutz vor Absturz beim Aufenthalt und Bewegen in absturzgefährdeten Bereichen.

Der Erwerb der PSAgA für den Eigentümer und eine Begleitperson ist über Nordex möglich.

### HINWEIS

Der Lieferumfang der PSAgA ist vom jeweils gültigen Vertrag abhängig.

Bei vertraglich vereinbarter Lieferung von PSAGa ist der Eigentümer verpflichtet, die PSAGa sorgfältig aufzubewahren.

Sind in einem Windpark nicht alle WEA mit PSAGa ausgestattet, hinterlegt der Eigentümer in allen WEA eine geeignete Information über den Aufbewahrungsort der im Windpark zur Verfügung stehenden PSAGa.

### **5.2.1 Prüfung/Wartung**

Eine befähigte Person prüft die PSAGa entsprechend der lokalen Gesetzgebung, in Deutschland alle 12 Monate.

Der Eigentümer/Betreiber organisiert in eigener Verantwortung die Prüfung der PSAGa, siehe Kapitel 2.4 „Besondere Pflichten des Eigentümers“.

### **5.2.2 Bestandteile der PSAGa**

Die PSAGa für Fachpersonal besteht aus folgenden Teilen:

- 1 Auffanggurt, bestehend aus:
  - Auffangöse an Rücken und Brust,
  - Steigöse Brust und/oder
  - Bauchöse
- 1 Verbindungsmittel mit 2 Falldämpfern
- 1 Fallschutzläufer, zugelassen für das jeweilige Fallschutzsystem im Turm
- 1 verstellbares Halteseil
- 1 Bandschlinge
- 2 Karabinerhaken mit Trilock-Verschluss

In Mitgliedsländern der EU hat die PSAGa den Normen EN 361 (Auffanggurte), EN 353-1 (Steigschutzeinrichtungen), EN 354 (Verbindungsmittel) und EN 362 (Verbindungselemente) zu entsprechen.

#### **Auffanggurt**

Der Auffanggurt besitzt eine Auffangöse Brust z. B. zum Einhängen des Fallschutzläufers und eine Auffangöse Rücken z. B. für Rettungsmaßnahmen, siehe Abb.2.

An den beiden seitlichen Halteösen des Bauchgurts ist die Befestigung z. B. des verstellbaren Halteseils möglich.

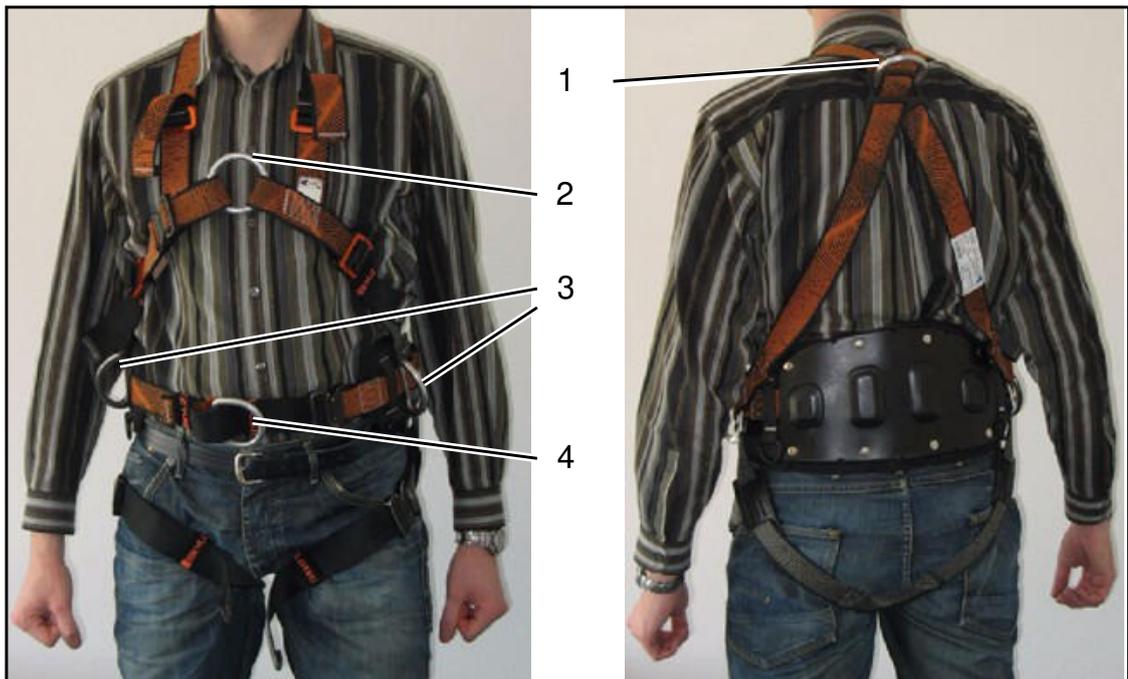


Abb. 2: Auffanggurt (Beispiel)

- |   |                     |   |                  |
|---|---------------------|---|------------------|
| 1 | Auffangöse Rücken   | 2 | Auffangöse Brust |
| 3 | Seitliche Halteösen | 4 | Bauchöse         |

### Verbindungselement mit Falldämpfer

Das Verbindungselement mit Falldämpfer dient zur Absicherung an einem festen Anschlagpunkt, wenn z. B. bei einem Ortswechsel Absturzgefahr besteht.

Das Verbindungselement mit Falldämpfer besitzt 2 große Karabinerhaken zum Anschlagen an einem Anschlagpunkt und einen kleinen Karabinerhaken zum Einhängen in die Auffangöse Rücken des Auffanggurts, siehe Abb.3.

Der Falldämpfer an beiden Hälften des Verbindungselements sorgt dafür, dass der Fall einer abstürzenden Person nicht ruckartig abbremst.



Abb. 3: Verbindungsmittel mit Falldämpfer (Beispiel Typ Shockyard V Flex)

Bei Verwendung eines Verbindungselements mit Falldämpfer vom Typ Shockyard V Flex die beiden Karabiner nicht auf gleicher Höhe anschlagen, da im Fall eines Absturzes keiner der beiden Falldämpfer auslöst.

### Verstellbares Halteseil

Ein weiteres Sicherungsmittel ist notwendig, um sich in ungünstigen absturzgefährdeten Positionen am Arbeitsplatz zu fixieren und z. B. beide Hände für erforderliche Arbeiten frei zu haben.

Dafür steht ein verstellbares Halteseil zur Verfügung, siehe Abb.4.

Das verstellbare Halteseil an den seitlichen Halteösen des Auffanggurts befestigen.



Abb. 4: Verstellbares Halteseil

### 5.2.3 Handhabung des Auffanggurts

#### HINWEIS

Die Handhabung der PSAgA wird hier an einem Beispiel erläutert. Der Ablauf ist prinzipiell auch für andere Ausführungen des Auffanggurts zutreffend.

➤ Benutzerhinweise des Herstellers beachten.

1. Verbindungsmittel mit Falldämpfer mit dem kleinen Karabinerhaken an der Auffangöse Rücken des Auffanggurts einhängen und sichern.
2. Große Karabinerhaken rechts und links in die seitlichen Halteösen einhängen.
3. Auffanggurt wie eine Jacke anlegen.
4. Rechten Brustgurt durch die Auffangöse Brust ziehen und im Verschluss einrasten.



Abb. 5: Angelegter Auffanggurt (Beispiel)

- |   |                      |   |                   |
|---|----------------------|---|-------------------|
| 1 | Auffangöse Brust     | 2 | Rechter Brustgurt |
| 3 | Verschluss Brustgurt |   |                   |
5. Bauchgurt zusammenstecken.
  6. Beinriemen von hinten zwischen den Beinen hindurchführen und in die seitlichen Verschlüsse einrasten.



Abb. 6: Angelegter Auffanggurt (Beispiel)

- |   |                      |   |                     |
|---|----------------------|---|---------------------|
| 1 | Verschluss Bauchgurt | 2 | Verschluss Beingurt |
|---|----------------------|---|---------------------|
7. Alle Gurte so festziehen, dass der Auffanggurt eng am Körper anliegt.

## HINWEIS

Faustregel für korrekte Gurtspannung:

Es ist erlaubt, dass eine flache Hand zwischen Gurt und Körper passt, eine Faust jedoch nicht.

## 5.3 Abseilrüstung

### HINWEIS

Zur Handhabung der Abseilrüstung siehe Kapitel 7.7 „Verlassen des Maschinenhauses im Gefahrenfall“.

Wenn die Benutzung der Befahranlage und der Leiter mit Fallschutzsystem zum Abstieg aus dem Maschinenhaus nicht möglich ist, Maschinenhaus durch Abseilen verlassen.

Auf Wunsch des Eigentümers/Betreibers ist die Ausstattung der WEA mit einer dafür benötigten Abseilrüstung möglich. Sie befindet sich verschweißt in einer verplombten Aluminiumkiste auf der Abdeckung der Rotorwelle in der Nähe der Einstiegs Luke.

Service-Mitarbeiter führen eine Abseilrüstung im Servicefahrzeug mit, die sie bei Arbeiten auf der WEA in das Maschinenhaus mitnehmen. Bis auf die Aluminiumkiste umfasst sie die gleichen Bestandteile wie die des Eigentümers/Betreibers der WEA.

### 5.3.1 Ausstattung/Zubehör

Die Abseilrüstung besteht aus einem Transportsack, dem Abseilgerät mit einem der Turmhöhe entsprechend langen Seil und einem 1,5 m langen Halteseil zum Anschlagen des Abseilgeräts, siehe Abb.7.

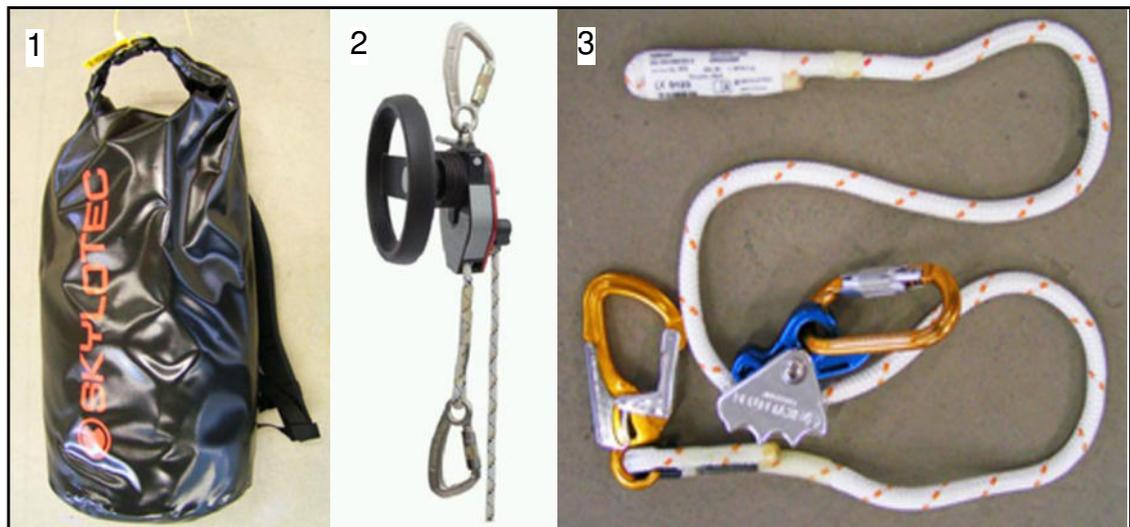


Abb. 7: Hauptbestandteile der Abseilrüstung

- |   |               |   |             |
|---|---------------|---|-------------|
| 1 | Transportsack | 2 | Abseilgerät |
| 3 | Halteseil     |   |             |

Als Zubehörteile gehören zur Abseilrüstung außerdem, siehe Abb.8:

- 1 U-förmiger Kantenschutz zur Führung des Seils über die Kante des Spinners
- 1 Kantenschutz für das Abseilen vom Dach des Maschinenhauses
- 2 Karabinerhaken
- 1 Seilklemme

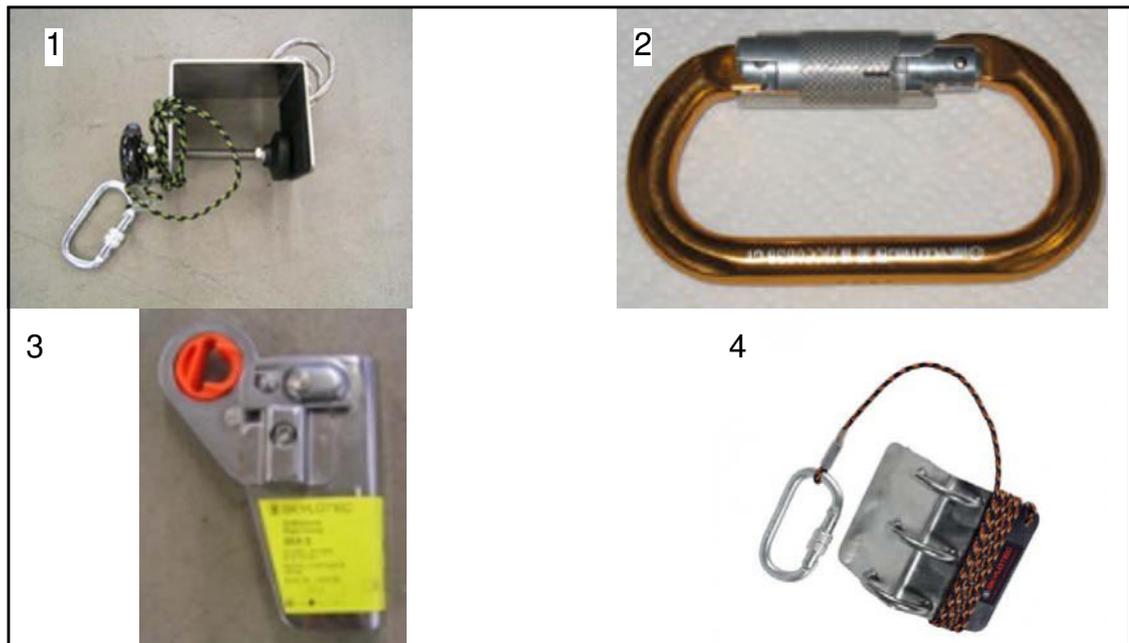


Abb. 8:      Zubehörteile der Abseilausrüstung

- |   |                         |   |  |
|---|-------------------------|---|--|
| 1 | U-Förmiger Kantenschutz | 2 | Karabinderhaken (2 x, Abb. ähnlich)                        |
| 3 | Seilklemme              | 4 | Kantenschutz für das Abseilen vom Dach des Maschinenhauses |

Die Ausführung einzelner Ausrüstungsteile unterscheidet sich eventuell, z. B. ist statt des Halteseils eine Bandschlinge zum Anschlagen möglich.

### 5.3.2 Prüfung/Wartung

Die Abseilausrüstung für den Service entsprechend der lokalen Gesetzgebung, in Deutschland einmal jährlich, durch eine befähigte Person entsprechend der Anweisung des Herstellers prüfen. Das optional in der WEA hinterlegte verplombte Rettungsgerät unterliegt einer vereinfachten Prüfung gemäß Herstellerangaben, die alle 12 Monate durchzuführen ist.

## HINWEIS

Organisation und Kontrolle der Prüfung des optional in der WEA hinterlegten verplombten Rettungsgeräts liegen in der alleinigen Verantwortung des WEA-Eigentümers/Betreibers, siehe Kapitel 2.4 „Besondere Pflichten des Eigentümers“.

## 6. Sicherheitseinrichtungen

Die WEA ist mit verschiedenen Sicherheitseinrichtungen ausgestattet, die das sichere Ausführen von Instandhaltungsarbeiten gewährleisten.

### 6.1 Feuerlöscher

Für die schnelle Bekämpfung eines Entstehungsbrands stehen in der WEA Feuerlöscher im Turmfuß und im Maschinenhaus zur Verfügung.

Sicherstellen, dass der Feuerlöscher dazu geeignet ist, brennende und flüssige Stoffe sowie Brände in elektrischen Anlagen über 1000 V zu löschen.

Anzahl und Position der Feuerlöscher sind in der WEA ausgemalteschildert.

Optional ist die WEA auch mit einer Brandmelde- oder Feuerlöschanlage ausgestattet.

### 6.2 Erste-Hilfe-Kasten

Für die Erstversorgung von Verletzungen befinden sich in der WEA zwei Erste-Hilfe-Kästen:

- 1 x im Turmfuß neben der Tür
- 1 x im Maschinenhaus

### 6.3 Fallschutzsystem

Die WEA ist mit einer Steigleiter ausgerüstet, die über ein Fallschutzsystem verfügt.

Eine befähigte Person prüft regelmäßig das Fallschutzsystem und die PSAgA.

Die Durchführung der Prüfungen organisiert der Eigentümer/Betreiber in eigener Verantwortung, siehe Kapitel 2.4 „Besondere Pflichten des Eigentümers“.

#### 6.3.1 Verwendete Fallschutzsysteme

Auf Nordex-WEA der Produktreihe Delta4000 wird das Fallschutzsystem der Fa. *Avanti* mit einer Fallschutzschiene in der Mitte der Steigleiter eingesetzt.

Beim Benutzen der Steigleiter nur den für das Fallschutzsystem zugelassenen Fallschutzläufer, siehe Abb. 9, benutzen. Nur in der Nutzung unterwiesene Personen benutzen den Fallschutzläufer. Den Fallschutzläufer mit der Auffangöse des Auffanggurts verbinden.

### HINWEIS

Der Bedienungsanleitung des Auffanggurts entnehmen, welche Auffangöse zum Verbinden mit dem Fallschutzläufer verwendet wird.

Im Fall eines Absturzes verklemmt sich der Fallschutzläufer bereits nach wenigen Zentimetern. Durch den verzögerten Eingriff erfahren die hohen Belastungen auf den Stürzenden eine Dämpfung und er wird sicher abgefangen.



Abb. 9: Fallschutzläufer

### 6.3.2 Anbringen des Fallschutzläufers

Der Fallschutzläufer ist aufklappbar. Es ist möglich, ihn an einer beliebigen Stelle der Fallschutzschiene einzusetzen oder zu entnehmen, siehe Abb. 11 und siehe Abb. 12. Er ist komplettiert mit einem Falldämpfer und einem Karabiner, siehe Abb. 10.



Abb. 10: Fallschutzläufer (Avanti Eagle<sup>DS</sup>)

1. Griff herausziehen und Hebel nach unten drehen, bis die Sperre aufgehoben ist.
2. Fallschutzläufer öffnen: Rechten Knopf drücken und gleichzeitig die beiden Teile des Läufers auseinanderziehen.
3. Fallschutzläufer an der Fallschutzschiene anbringen:
  - Sicherstellen, dass der Pfeil auf dem Fallschutzläufer nach oben zeigt.
  - Fallschutzläufer seitlich an die Fallschutzschiene anlegen.
  - Bremshebel anheben und die zweite Hälfte des Fallschutzläufers um die Fallschutzschiene legen.
  - Beide Hälften des Fallschutzläufers zusammendrücken, bis der Knopf rechts herauspringt.
  - ↪ Beide Hälften rasten mit einem gut hörbaren Klicken ein.

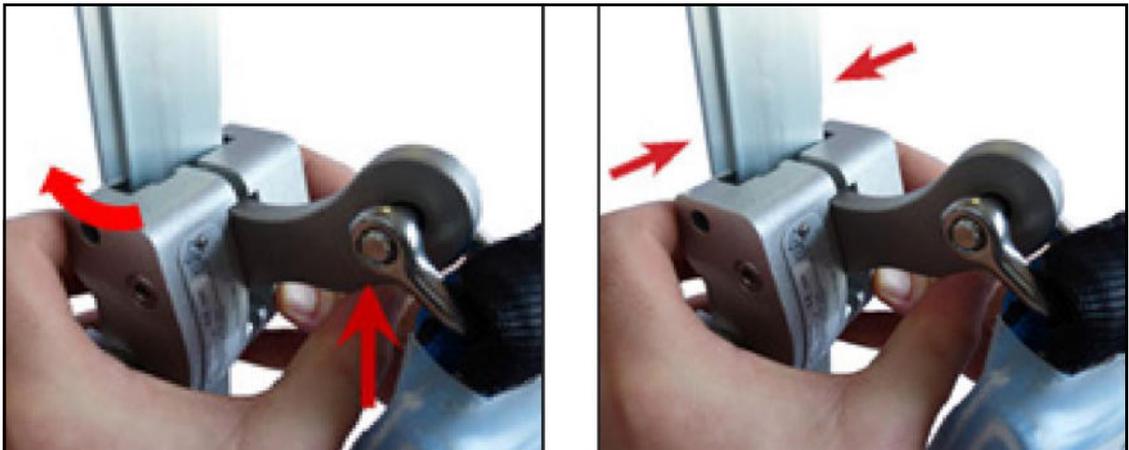


Abb. 11: Fallschutzläufer an die Fallschutzschiene angelegt

4. Griff herausziehen und Hebel nach oben drehen, bis die Sperre eingerastet ist.

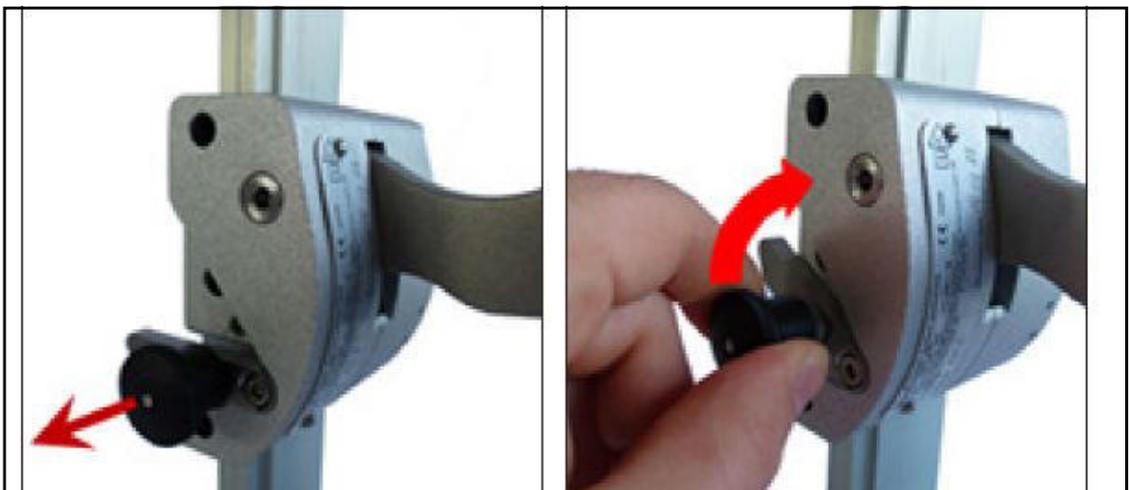


Abb. 12: Fallschutzläufer Sperre

5. Sicherstellen, dass der Läufer korrekt mit der Schiene verbunden ist.
6. Bremshebel nach unten ziehen.
  - ↳ Der Läufer sitzt fest an der Schiene.

## 6.4 Rotorarretierung

Die Rotorarretierung setzt den gesamten Triebstrang zuverlässig mechanisch fest. Sie verhindert die Gefährdung von Personen, die im Maschinenhaus und in der Rotornabe arbeiten, durch rotierende Teile des Triebstrangs.

Die WEA der Produktreihe Delta4000 sind mit einer Rotorarretierung an der Rotorwelle ausgestattet. Sie besteht aus einem Bolzen und der Rotorarretierungsscheibe, die sich auf der Rotorwelle befindet. Bei Stillstand des Rotors den Bolzen in eine der Bohrungen der Rotorarretierungsscheibe einführen.

Die Bedienung der Rotorarretierung ist nur geschultem Fachpersonal gestattet. Sie ist in der Bedienungsanleitung der WEA beschrieben.

## 6.5 Schlüsseltransfersystem

Zur Gewährleistung einer hohen Personensicherheit bei Arbeiten in der Rotornabe und im Bereich der Kupplung oder Generatorkupplung ist die Rotorarretierung in ein

spezielles Schlüsseltransfersystem eingebunden. Nur bei arretiertem Rotor werden am Arretiermechanismus 2 Schlüssel freigegeben, mit denen der Zugang zur Rotornabe und in den Bereich der Kupplung oder Generatorkupplung möglich ist.

Die Bedienung des Schlüsseltransfersystems ist in der Bedienungsanleitung der WEA beschrieben.

## 6.6 Personenanschlagpunkte

Für die Absicherung gegen Absturz sind in und auf der WEA Anschlagpunkte für die PSAgA festgelegt. Gelbe Farbe kennzeichnet die Personenanschlagpunkte (PAP).

Im Maschinenhaus ist zusätzlich die Benutzung der Hebeösen am Generator als PAP möglich.

## 6.7 Not-Halt-Schalter

In der WEA gibt es mehrere Not-Halt-Schalter. Sie haben die Aufgabe, mechanische Gefährdungen, z. B. Rotation des Triebstrangs, schnellstmöglich zu stoppen.

Durch die Betätigung eines Not-Halt-Schalters erfolgt jedoch kein Freischalten der elektrischen Energie der WEA oder von Anlagenteilen. Vor der Durchführung von Tätigkeiten an elektrischen Betriebsmitteln ist ein Freischalten mithilfe der dafür vorgesehenen Schaltgeräte erforderlich.

Das Betätigen eines Not-Halt-Schalters löst das Sicherheitssystem aus. Es löst eine Sicherheitsfahrt der Pitchantriebe aus, die Rotorbremse fällt nach Unterschreiten einer Drehzahl von 100 U/min ein und das Azimutsystem wird still gesetzt.

N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Außerdem werden der Leistungsschalter im Hauptumrichter und das Schütz *HU Zwischenkreisvorladung* nach Unterschreiten einer Drehzahl von 500 U/min geöffnet.

N149/5.X und N163/5.X: Außerdem werden der Leistungsschalter, das Schütz *HU Zwischenkreisvorladung* und die Statorschütze im Hauptumrichter nach Unterschreiten einer Drehzahl von 500 U/min geöffnet.

Die Not-Halt-Schalter sind rastend ausgeführt. Erst durch Rechtsdrehung (im Uhrzeigersinn) des Betätigungsknopfs kehrt der Schalter in seine Ausgangsposition zurück (Drehentriegelung).

Um die WEA in den betriebsbereiten Zustand zu versetzen, zusätzlich das Sicherheitssystem direkt vor Ort zurücksetzen.

Die Not-Halt-Schalter befinden sich an folgenden Stellen:

- Im Turmfuß links neben der Turmtür (vom Turminneren aus gesehen)

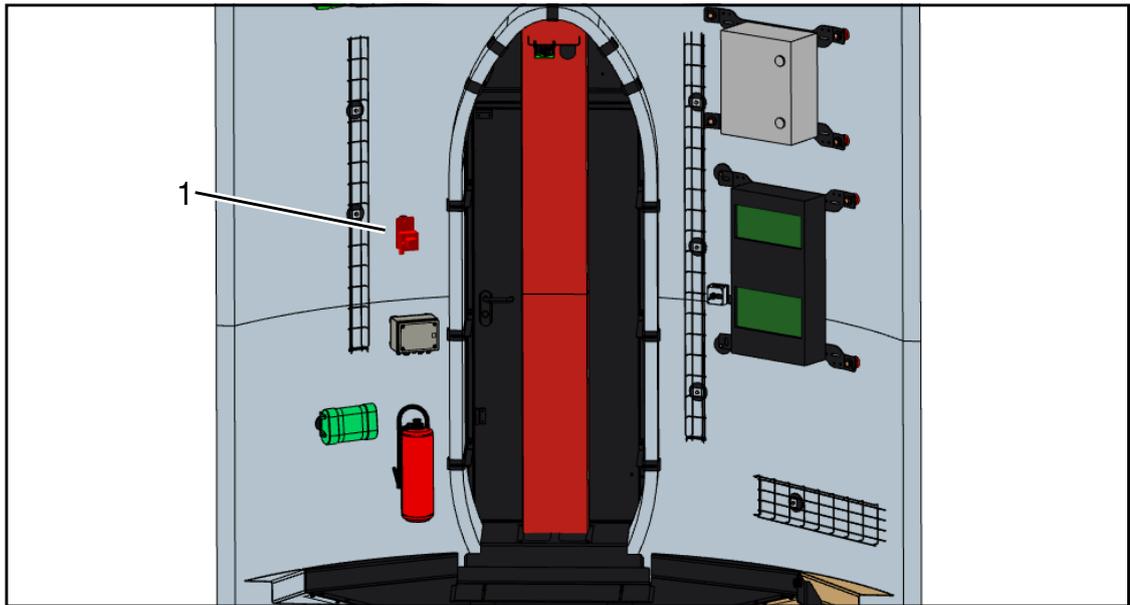


Abb. 13: Not-Halt-Schalter (1) im Turm

- An folgenden Positionen im Maschinenhaus:

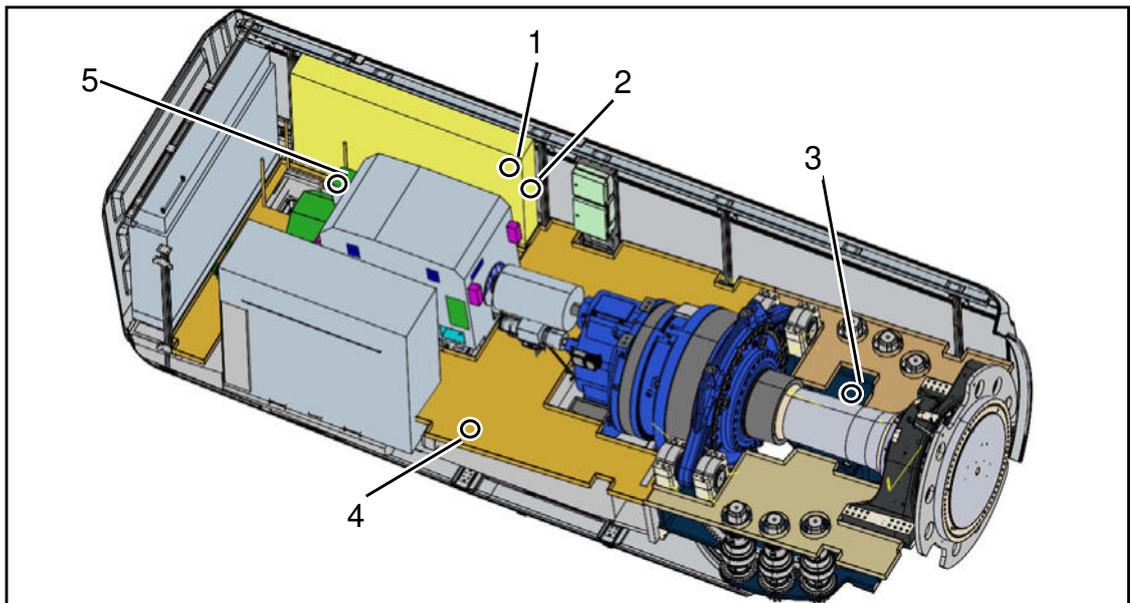


Abb. 14: Not-Halt-Schalter und Ausschalter MS im Maschinenhaus

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | An der Topbox                            | 2 | Am mobilen Bedienterminal                     |
| 3 | An der Aufstiegsleiter ins Maschinenhaus | 4 | An der Tragstruktur rechts neben der Kupplung |
| 5 | Position des Ausschalters Mittelspannung |   |   |

## 6.8 Ausschalter Mittelspannung

Des Weiteren gibt es im Maschinenhaus ausschließlich für den Brandfall den Ausschalter Mittelspannung MH. Er befindet sich auf dem Kettenspeicher des Elektrokettenszugs und ist ausgeführt als nicht-rastender Taster, siehe Abb. 14.

Mit dem Taster wird der Mittelspannungstransformator der WEA ausgeschaltet. Damit schaltet sich die WEA mit Ausnahme der Pitchantriebe, die noch über die Spannungsversorgung aus den Akkus verfügen, spannungsfrei. Zeitversetzt fährt auch die Steuerung herunter.

Eine erneute Zuschaltung der WEA ist nur über das Einschalten der MS-Schaltanlage durch eine Person mit entsprechender Schaltberechtigung möglich.

## 6.9 Signalisierung von sicherheitsrelevanten Zuständen

WEA der Produktreihe Delta4000 verfügen über verschiedene visuelle und akustische Signaleinrichtungen, die Personen während ihres Aufenthalts in der WEA auf sicherheitsrelevante Zustände aufmerksam machen. Die Signaleinrichtungen sind erst wirksam, wenn das Sicherheitssystem in Betrieb ist und der Betriebsmoduswahlschalter an der Bottombox nicht in Stellung *Automatik* steht.

### 6.9.1 Maschinenhaus/Nabe

Im Maschinenhaus und in der Nabe gibt es folgende Signaleinrichtungen:

- Jeweils eine grüne, gelbe und rote Signalleuchte auf der obersten Turmplattform
- Jeweils eine grüne, gelbe und rote Signalleuchte im Maschinenhaus
- Jeweils eine grüne und gelbe Signalleuchte in der Rotornabe
- Eine Hupe

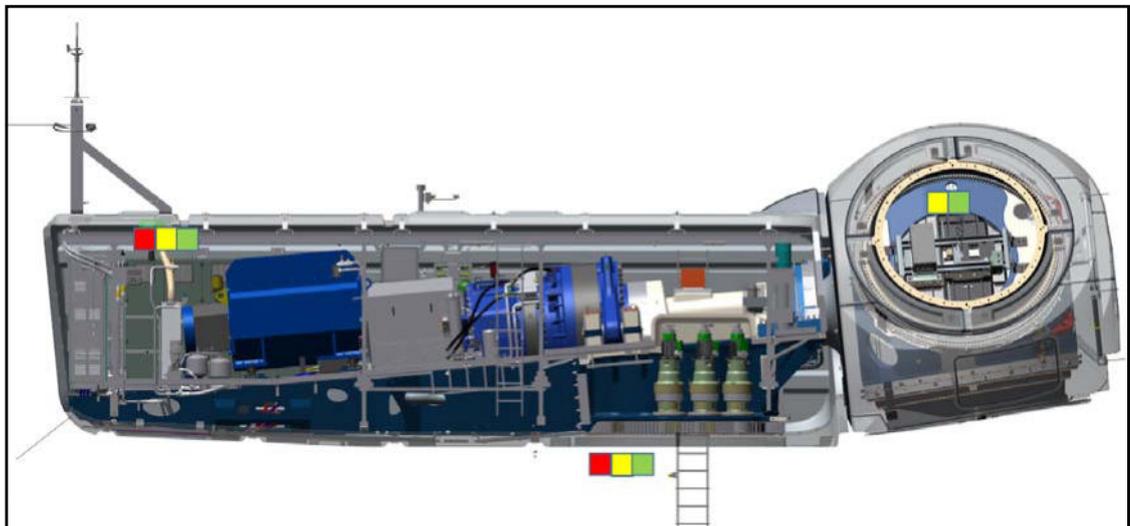


Abb. 15: Position der Signalleuchten

Die Bedeutung der einzelnen Signalmuster ist der folgenden Abbildung zu entnehmen, die sich auch auf einem Schild an der Topbox im Maschinenhaus befindet.

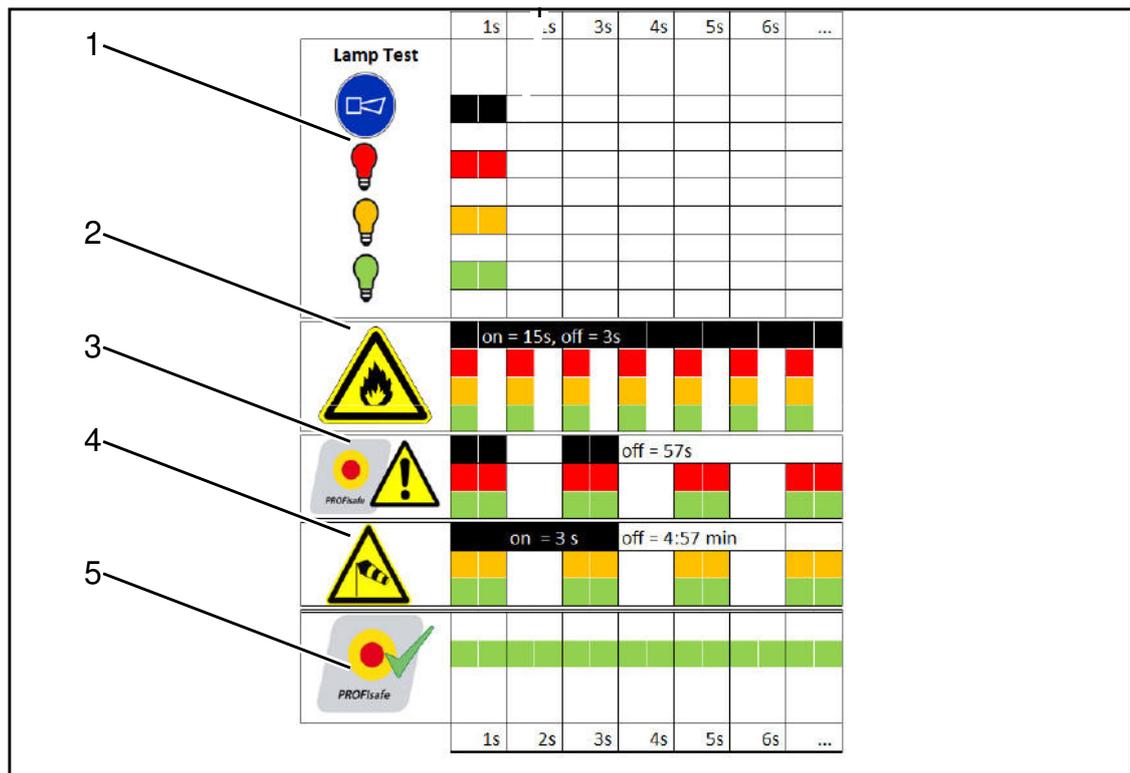


Abb. 16: Bedeutung der Signalmuster

- |                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| 1 Funktionstest                | 2 Feuer           |
| 3 Sicherheitsrelevanter Fehler | 4 Zu starker Wind |
| 5 Alles OK                     |                   |

Ein sicherheitsrelevanter Fehler ist z. B. Druckabfall an der Rotorbremse.

Die Warnung vor zu starkem Wind erfolgt, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Bei geschlossener Rotorbremse ist die Windgeschwindigkeit von 9 m/s im 10-min-Mittel überschritten.
- Bei geöffneter Rotorbremse und Rotordrehzahl 0 (Rotorlock ist eingelegt) ist die Windgeschwindigkeit von 12 m/s im 10-min-Mittel überschritten.
- Die maximal zulässige Windgeschwindigkeit zum Besteigen der WEA von 20 m/s im 10-min-Mittel ist überschritten.

Ist alles in Ordnung, leuchten die grünen Signalleuchten dauerhaft. Alle anderen Signalleuchten leuchten nicht.

Die sicherheitsrelevanten Zustände sind priorisiert. Es wird immer der Zustand mit der höheren Priorität signalisiert. Treten jedoch die Zustände *Sicherheitsrelevanter Fehler* und *Wind* gleichzeitig auf, blinken alle Signalleuchten.

## 6.9.2 Bottombox

An der Bottombox gibt es folgende Signaleinrichtungen:

- eine grüne Signalleuchte,
- eine Hupe.

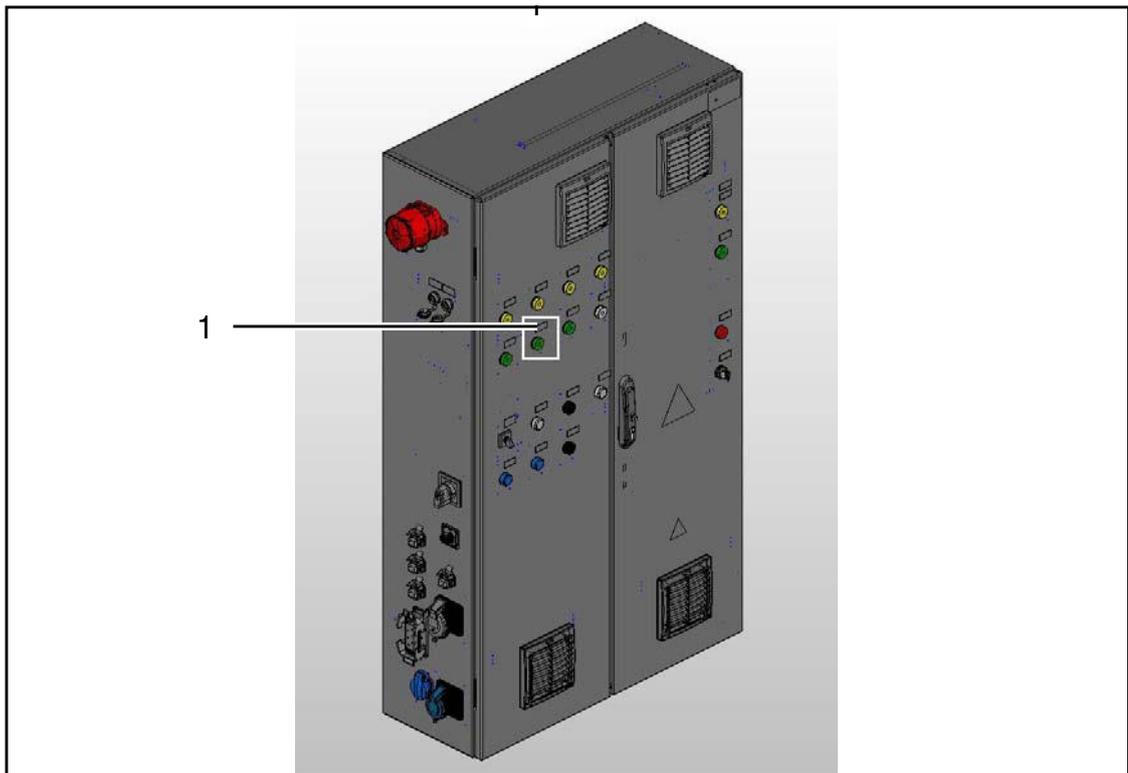


Abb. 17: Position der Signalleuchte

1 Aufstieg/Benutzung des Lifts erlaubt. Windgeschwindigkeit OK

Die Signalleuchte leuchtet grün, wenn die Windgeschwindigkeit OK ist.

Die Signalleuchte erlischt, wenn die maximal zulässige Windgeschwindigkeit im 10-min-Mittel von 20 m/s zum Besteigen der WEA überschritten wird.

## 6.10 Stoppen des Pitchsystems

Die Sicherheit bei Arbeiten in der Rotornabe, insbesondere an den Pitchantrieben, wird je nach Erfordernis auf unterschiedliche Weise sichergestellt.

### 6.10.1 N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Stillsetzen des Pitchsystems

Mit dem Wartungsschalter an der Centerbox, +CEB=APSELESUP-SF1, ist es möglich, die Versorgungsspannungen für alle 3 Pitchantriebe abzuschalten.

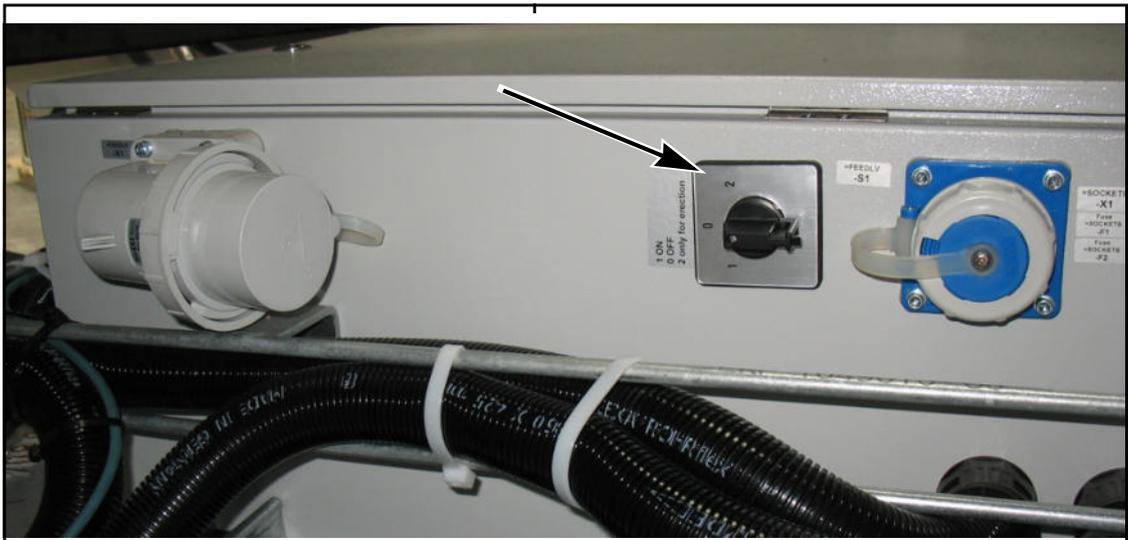


Abb. 18: Wartungsschalter (Abb. ähnlich)

Durch das Drehen des Wartungsschalters auf Position 0 (OFF) führen die Pitchantriebe eine Sicherheitsfahrt in die 95° Stellung aus.

Für das elektrische Stillsetzen den Akkutrennschalter der jeweiligen achseigenen Akkubox betätigen.

### 6.10.2 N149/5.X und N163/5.X: Stillsetzen des Pitchsystems

Mit dem Wartungsschalter an der Centerbox ist es möglich, die Versorgungsspannungen für alle 3 Pitchantriebe abzuschalten.

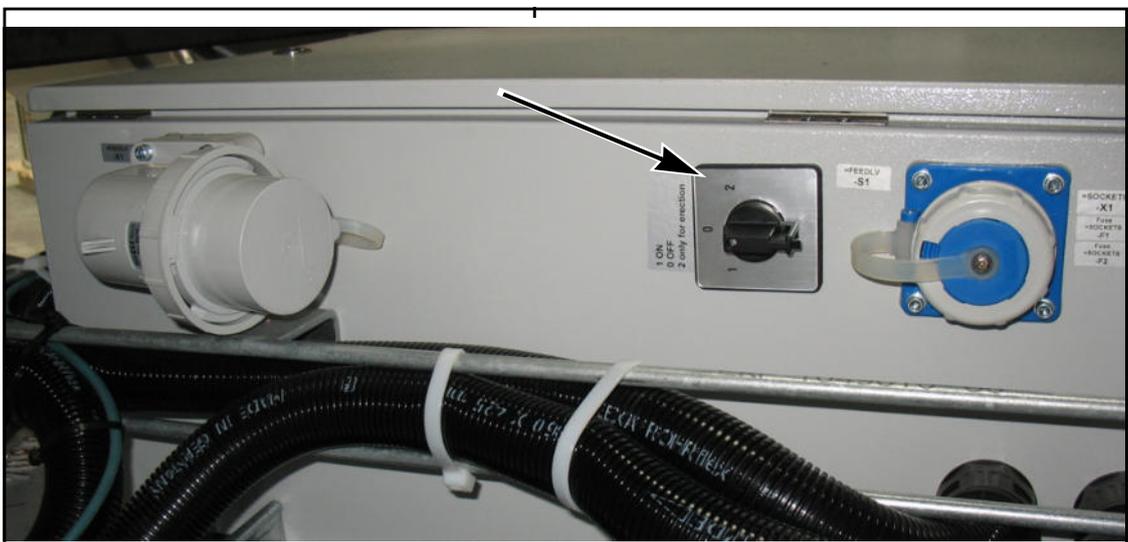


Abb. 19: Wartungsschalter (Abb. ähnlich)

Durch das Drehen des Wartungsschalters auf Position 0 (OFF) führen die Pitchantriebe eine Sicherheitsfahrt in die 95° Stellung aus.

Für das elektrische Stillsetzen den Akkutrennschalter der jeweiligen achseigenen Akkubox betätigen.

### 6.10.3 Arretieren des Pitchsystems

Der Pitchantrieb kann bei Bedarf zusätzlich mechanisch arretiert/blockiert werden.

Für eine zuverlässige Sicherung gegen Wiederanlauf wird der Pitchantrieb zusätzlich mechanisch blockiert.



Abb. 20: Pitcharretierung

Zum Blockieren eines Pitchantriebs das Arretierwerkzeug in die mit einer roten Kappe oder einer Verschlusschraube geschützte Bohrung bis zum Anschlag einschrauben. Pro Rotornabe ist ein Arretierwerkzeug verfügbar. Das Arretierwerkzeug wird in einem Halter am Maschinenträger am Zugang zur Rotornabe aufbewahrt.

## 6.11 Stoppen des Azimutsystems

Für bestimmte Arbeiten ist es erforderlich, das Azimutsystem stillzusetzen oder zu arretieren.

### 6.11.1 Stillsetzen des Azimutsystems

Dazu dient der Azimut-Stopp-Schalter an der Topbox.

Das Umschalten von *Auto* auf *Stopp* hat folgende Auswirkungen:

- Die Safe-Stopp-Funktion der Azimutantriebe wird aktiviert.
- Die elektromechanischen Bremsen der Azimutantriebe werden spannungsfrei geschaltet und somit geschlossen.
- Das Pitchsystem führt eine Sicherheitsfahrt aus.

Eine manuelle Bedienung der Azimutantriebe mithilfe des mobilen Bedienterminals ist dann nicht mehr möglich.

### 6.11.2 Arretieren des Azimutsystems

Für bestimmte Arbeiten ist das Stillsetzen durch den Wahlschalter nicht ausreichend. Für diese Arbeiten ist der entsprechende Antrieb mithilfe eines Arretierwerkzeugs mechanisch zu blockieren, siehe Kapitel 6.10.1 „N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Stillsetzen des Pitchsystems“ bzw. Kapitel 6.10.2 „N149/5.X und N163/5.X: Stillsetzen des Pitchsystems“. Die zu verwendende Art des Stillsetzens ist den entsprechenden Anleitungen zu entnehmen.

**Achtung:** Leuchtet die grüne Signalleuchte im Maschinenhaus und im Azimutbereich nicht dauerhaft, ist eventuell die Safe-Stopp-Funktion der Azimutantriebe beeinträchtigt, siehe Kapitel 6.9 „Signalisierung von

sicherheitsrelevanten Zuständen". In einem solchen Fall entscheidet der verantwortliche Mitarbeiter, welche Arbeiten abgebrochen werden.

## 6.12 Ruftaster Rotornabe

WEA der Produktreihe Delta4000 sind in der Rotornabe mit einem Ruftaster ausgestattet. Bei Betätigung eines Ruftasters ertönt im Maschinenhaus ein akustisches Signal. Damit macht eine Person, die sich in der Rotornabe befindetet, auf sich aufmerksam. Der Ruftaster befindet sich an der Centerbox.

## 6.13 Wahlschalter Rotorbremse

WEA der Produktreihe Delta4000 sind an der Topbox mit einem Wahlschalter Rotorbremse ausgerüstet.

Mit ihm erfolgt die Umschaltung des Betriebs der Rotorbremse zwischen den Zuständen *offen* und *geschlossen*. Der Wahlschalter steht normalerweise auf *offen*.

Mit dem Umschalten auf die Stellung *geschlossen* wird eine Pitch-Notfahrt ausgelöst und die Rotorbremse geschlossen, sofern die Drehzahl < 100 U/min ist.

Durch Betätigung des Tasters *Release Brake* wird die Rotorbremse geöffnet und die Pitch-Notfahrt aufgehoben. Beim Loslassen des Tasters *Release Brake* wird die Rotorbremse wieder geschlossen und eine Pitch-Notfahrt ausgelöst. Beim Betätigen der Taster fällt die Rotorbremse sofort mit maximalem Bremsmoment ein.

Die Anlagensteuerung hat keinen Zugriff auf die Rotorbremse.

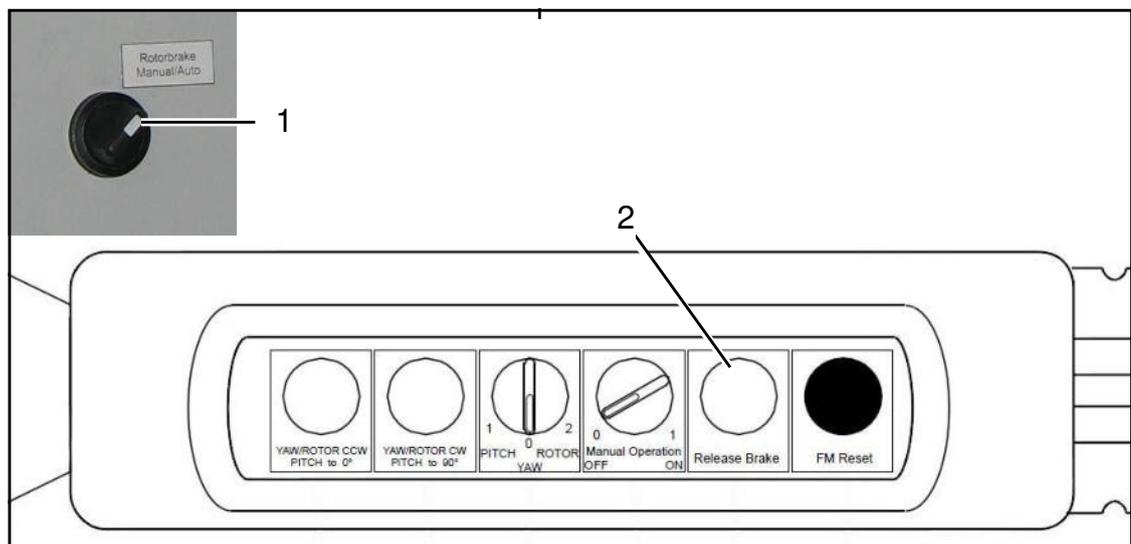


Abb. 21: Bedienelemente für manuellen Betrieb der Rotorbremse

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Wahlschalter Rotorbremse an der Topbox | 2 | Taster <i>Release Brake</i> am mobilen Bedienterminal |
|---|--|---|---|

**Achtung:** Leuchtet die grüne Signalleuchte im Maschinenhaus und im Azimutbereich nicht dauerhaft, ist eventuell das sichere Stillsetzen des Azimutsystems beeinträchtigt, siehe Kapitel 6.9 „Signalisierung von sicherheitsrelevanten Zuständen“. In einem solchen Fall entscheidet der verantwortliche Mitarbeiter, welche Arbeiten abgebrochen werden.

## 6.14 Wahlschalter Leistungsschalter HU

### 6.14.1 N133/4.8 und N149/4.0-4.5: Wahlschalter Leistungsschalter



Bei N133/4.8 und N149/4.0-4.5 ist der Leistungsschalter ein Hauptleistungsschalter.



#### GEFAHR

##### Lebensgefährliche Verletzungen durch elektrischen Schlag

Zum Freischalten des Hauptumrichters/Generators:

- Hauptleistungsschalter öffnen.
- Schütz *HU Zwischenkreisvorladung* öffnen.
- Trenneinrichtung (Motorschutzschalter: *Woodward -Q45/Vertiv -Q21*) im Hauptumrichter zur Unterbrechung der Zwischenkreisvoraufladung betätigen.
- Vor der Durchführung von Arbeiten die 5 Sicherheitsregeln beachten.

Mit dem Wahlschalter an der Topbox können der Hauptleistungsschalter und das Schütz *HU Zwischenkreisvorladung* geöffnet (Stellung *AUF*) oder deren Schließen (Stellung *ZU*) angefordert werden. Sind der Hauptleistungsschalter und das Schütz geöffnet worden, wird dies durch einen entsprechenden Leuchtmelder an der Topbox signalisiert.

### 6.14.2 N149/5.X und N163/5.X: Wahlschalter Leistungsschalter



Bei N149/5.X und N163/5.X ist der Leistungsschalter ein LSC-Leistungsschalter.



#### GEFAHR

##### Lebensgefährliche Verletzungen durch elektrischen Schlag

- Vor der Durchführung von Arbeiten die 5 Sicherheitsregeln beachten.

Mit dem Wahlschalter an der Topbox können der LSC-Leistungsschalter, die Statorschütze und das Schütz *HU Zwischenkreisvorladung* geöffnet (Stellung *AUF*) oder deren Schließen (Stellung *ZU*) angefordert werden. Sind der LSC-Leistungsschalter, die Statorschütze und das Schütz *HU Zwischenkreisvorladung* geöffnet, wird dies durch einen entsprechenden Leuchtmelder an der Topbox signalisiert.

## 6.15 Notbeleuchtung

Für den Fall, dass die Spannungsversorgung der WEA ausfällt, ist die WEA im Turm und im Maschinenhaus mit einer akkugestützten Notbeleuchtung ausgestattet.

Die Notbeleuchtung im Turm schaltet sich automatisch sofort nach einem Ausfall der Spannungsversorgung ein und gewährleistet die Beleuchtung im Turm für mindestens 40 Minuten. Dabei blinken die Leuchten 5-mal im Sekundentakt und

leuchten danach 5 Minuten dauerhaft. Der Vorgang wiederholt sich so lange, wie die Notbeleuchtung aktiv ist. Der Zustand der Akkus wird durch die USV überwacht.

Die Notbeleuchtung im Maschinenhaus schaltet sich automatisch mit einer Einschaltverzögerung von maximal 15 Sekunden ein und gewährleistet die Beleuchtung im Maschinenhaus und in der Nabe für mindestens 30 Minuten. Damit ist der sichere Abstieg aus dem Maschinenhaus gewährleistet.

Zum Testen der Notbeleuchtung die Sicherung für die Versorgung der Maschinenhausbeleuchtung ausschalten. Der Zustand des Akkus wird durch die USV überwacht.

## 7. Verhalten in besonderen Situationen

### 7.1 Netzausfall



#### GEFAHR

##### Absturzgefahr

Lebensgefährliche Verletzungen durch Benutzen der Steigleiter ohne ausreichende Beleuchtung

- Nach Ausfall der Netzspannung schnellstmöglich in den Turmfuß absteigen.

#### HINWEIS

Bei Netzausfall die TBA nicht benutzen. Netzausfall ist kein Notfall, der die Verwendung des Notablasses rechtfertigt. Der Abstieg erfolgt über die Steigleiter.

Bei Ausfall der Netzspannung wird die Beleuchtung in der WEA automatisch auf die Notbeleuchtung umgeschaltet. Die Notbeleuchtung ist für die Dauer von mindestens 30 Minuten gewährleistet.

Fällt die Netzspannung während der Durchführung von Servicearbeiten an der WEA aus, und ist deren Wiederkehr nicht absehbar, wie folgt vorgehen:

1. Alle Arbeiten schnellstmöglich unterbrechen.
2. In den Turmfuß absteigen.

### 7.2 Gewitter



#### GEFAHR

##### Gefahr durch Blitzschlag

Lebensgefährliche Verletzungen

- Bei aufziehendem Gewitter die WEA schnellstmöglich verlassen und nicht betreten.
- Nach dem Gewitter beim Nähern an die WEA auf knisternde Geräusche infolge elektrostatischer Aufladung achten.
- WEA erst betreten, wenn die Geräusche abgeklungen sind.

Eine WEA ist in hohem Maße der Gefahr durch Blitzeinschläge ausgesetzt.

Umfangreiche Blitzschutzmaßnahmen schützen die WEA vor Schäden. Personen, die sich innerhalb oder in unmittelbarer Nähe einer WEA aufhalten, sind dennoch gefährdet.

1. Alle Arbeiten schnellstmöglich unterbrechen.
2. In den Turmfuß absteigen.
3. WEA verlassen und verschließen.
4. Schutz suchen (z. B. in einem Fahrzeug).

## 7.3 Feuer



### GEFAHR

#### Gefahr durch herabfallende Anlagenteile

Bei Feuer im Turm, im Maschinenhaus oder am Rotor besteht die Gefahr, dass Anlagenteile herabstürzen.

- Einen Sicherheitsabstand von 500 m um die WEA einhalten.
- Die WEA nicht betreten.



### GEFAHR

#### Lebensgefahr durch unsachgemäße Löscheversuche

Teile des Hauptumrichters und des MS-Trafos stehen unter Hochspannung.

- Möglichst CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher mit ausreichendem Sicherheitsabstand einsetzen (bei Spannungen >1 kV bis 30 kV ist ein Abstand von 3 m erforderlich).
- Beim Löschen eines Brandes im Niederspannungsbereich (bis 1 kV), ebenfalls möglichst mit einem CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher, einen Sicherheitsabstand von 1 m einhalten.
- Den Einsatz von Pulverlöschern im Bereich der Hochspannung und der Niederspannung vermeiden.



### GEFAHR

#### Lebensgefahr durch Brandgase und CO<sub>2</sub>-Löschmittel

Brandgase können toxisch sein und verschlechtern die Atemluft.

Durch die Verdrängung von Sauerstoff und die Erhöhung gesundheitsgefährdender Gase durch Brandgase und CO<sub>2</sub> als Löschmittel in Feuerlöschern besteht erhebliche Gesundheitsgefahr.

- Die WEA verlassen.
- Erst nach ausreichender Frischluftzufuhr betreten.



### GEFAHR

#### Lebensgefahr beim Benutzen der Befahranlage im Brandfall

Bei Stromausfall bleibt die Befahranlage stehen. Die giftigen Brandgase breiten sich im Schacht aus und können zu Erstickungen führen.

- Bei Feuer in der WEA die Befahranlage nicht benutzen.

## HINWEIS

Die WEA ist für die Bekämpfung von Entstehungsbränden mit Feuerlöschern ausgestattet.

In der WEA befinden sich mindestens ein Feuerlöscher im Turmfuß in der Nähe der Tür und ein weiterer im Maschinenhaus in der Nähe der Topbox.

Mit den Feuerlöschern ist es möglich, brennende feste und flüssige Stoffe sowie Brände in elektrischen Anlagen über 1000 V zu löschen.

Für das Löschen der Hochspannungselemente sind diese Feuerlöcher nicht geeignet.

### 7.3.1 Brand in der WEA

1. Gefahrenbereich umgehend verlassen.
2. WEA umgehend freischalten, sofern dies gefahrfrei möglich ist.
3. Im Maschinenhaus dazu den Ausschalter Mittelspannung am Kettenkasten des Elektrokettenzugs benutzen.

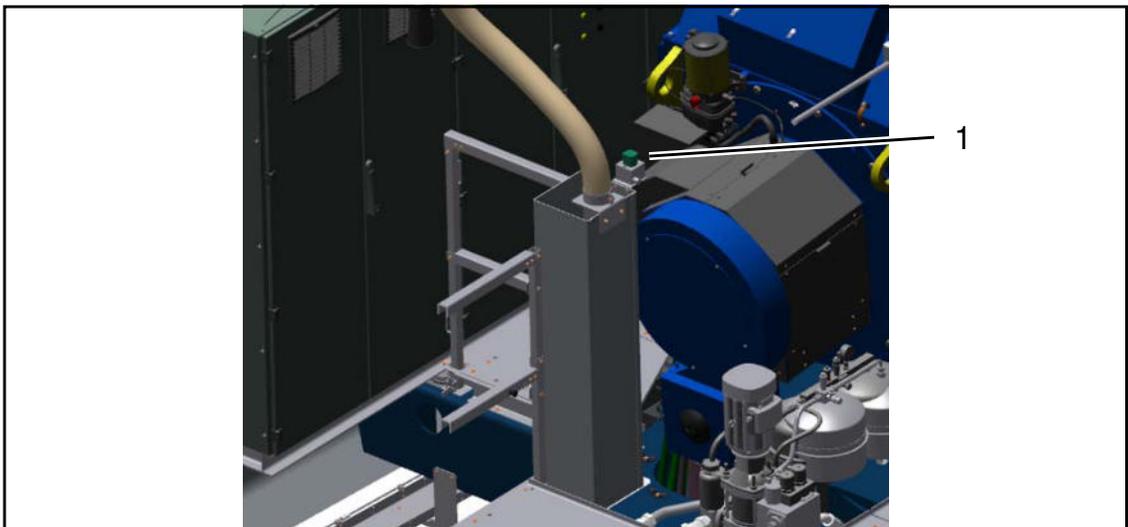


Abb. 22: Ausschalter Mittelspannung (1) am Kettenkasten Elektrokettenzug

4. Ist das nicht möglich, zuständiges Energieversorgungsunternehmen verständigen und von dort die Freischaltung veranlassen.
5. Brennendes Objekt, wenn möglich, vom elektrischen Netz trennen.
6. Bei Aussicht auf Erfolg den Brand mit eigenen Mitteln bekämpfen.
7. Ist das Löschen des Brands nicht möglich oder besteht keine Aussicht auf Erfolg, die Feuerwehr rufen.
8. Nordex-Notfall-Telefonnummer anrufen und Situation schildern:
  - Was brennt?
  - Wieviele Personen sind in Gefahr?
  - Wo brennt es?

## HINWEIS

Die Nordex-Notfall-Telefonnummer ist auf dem Flucht- und Rettungsplan gelistet. Flucht- und Rettungspläne befinden sich im Turmzugangsbereich und im Einstiegsbereich des Maschinenhauses.

9. WEA evakuieren.
10. Auch nach vollständig gelöschten Bränden den Gefahrenbereich umgehend verlassen.
11. Betreten der erkalteten Brandstelle nur nach Rücksprache mit dem Vorgesetzten und ggf. der Freigabe durch Experten.
12. WEA auch bei Kleinstbränden und nach dem Einsatz von CO<sub>2</sub> als Löschmittel vor dem Betreten gut durchlüften.
13. Tiefer liegende Räume, z. B. Keller, ggf. aktiv belüften, um abgesackte Gase zu entfernen.

## 7.4 Unfall

1. Ruhe bewahren.
2. Eigene Sicherheit beachten.
3. Verhindern, dass weitere Personen verletzt werden.
4. Den Verletzten aus dem Gefahrenbereich retten.
5. Erste Hilfe leisten.
6. Rettungsdienst informieren.
7. Nordex-Notfall-Telefonnummer anrufen und Situation schildern.
  - Was brennt?
  - Wieviele Personen sind in Gefahr?
  - Wo brennt es?

## HINWEIS

Die Nordex-Notfall-Telefonnummer ist auf dem Flucht- und Rettungsplan gelistet. Dieser befindet sich an den Schaltschränken der Top- und Bottombox.

### Elektrische Unfälle

1. WEA sofort spannungsfrei schalten.

**Hinweis:** Ist dies nicht möglich, ist der Energieversorger zu informieren, damit er die WEA spannungsfrei schaltet.
2. Nur elektrisch nicht leitende Hilfsmittel für die Rettung benutzen.
3. Ständige Kontrolle des Bewusstseins und der Atmung (Kreislauf) der verunfallten Person.
4. Auch bei leichten elektrischen Unfällen immer ärztliche Behandlung veranlassen.

## 7.5 Ölhavarie



### WARNUNG

#### Rutschgefahr

Verletzungen durch Ausrutschen auf ölverschmutzte Flächen

- Besonders vorsichtig bewegen und ölverschmutzte Flächen möglichst nicht betreten.
  
- WEA stoppen.

#### Weiterführende Maßnahmen nur für Fachpersonal

1. Austrittsstelle lokalisieren.
2. Austrittsstelle, wenn möglich, abdichten oder das Nachströmen von Öl anderweitig unterbinden.
3. Ausgetretenes Öl fachgerecht entfernen.
4. Schadhafte Teile auswechseln.
5. Aufgetretene Verschmutzungen beseitigen.
6. Wenn Öl ins Erdreich eingedrungen ist, die zuständige örtliche Behörde informieren und weitere Maßnahmen abstimmen.

## 7.6 Erdbeben

Befindet sich der Standort der WEA in einer Erdbeben-gefährdeten Zone, folgende besondere Verhaltensregeln beachten.

#### Erdbeben während der Durchführung von Arbeiten an der WEA

1. Unverzüglich WEA verlassen.
2. In sicherer Entfernung das Ende des Erdbebens abwarten.
3. WEA erst betreten, wenn sie auf Schäden geprüft wurde und keine Sicherheitsrisiken vorliegen.

#### Nach einem Erdbeben

1. WEA stoppen.
2. WEA, insbesondere Turm und Fundament, auf äußere Schäden prüfen.
3. Zuständige Fernüberwachung informieren und weiteres Vorgehen abstimmen.

## 7.7 Verlassen des Maschinenhauses im Gefahrenfall

Es gibt verschiedene Fluchtwege aus dem Maschinenhaus:

- Abstieg im Turm über die Steigleiter  
**Warnung:** Die Befahranlage nicht bei einem Brand oder Erdbeben benutzen.
- Abseilen vom Dach des Maschinenhauses
- Abseilen direkt aus dem Maschinenhaus durch die Kranluke
- Abseilen aus der Rotornabe durch die vordere Spinnerluke

Der Flucht- und Rettungsplan beschreibt die Fluchtwege. Der Flucht- und Rettungsplan ist in der WEA im Turmfuß und im Maschinenhaus angebracht.

Für das Verlassen des Maschinenhauses und die Rettung einer verunfallten Person im Gefahrenfall gibt es für Nordex-Mitarbeiter ein entsprechendes Rettungskonzept. Der Eigentümer/Betreiber der WEA erstellt, sofern nicht ohnehin gesetzlich vorgeschrieben, für seinen und den Aufenthalt von Begleitpersonen in der WEA ein eigenes Sicherheitskonzept. Dies gilt insbesondere für die Rettung im Notfall.

Im Folgenden sind daher nur einige anlagenspezifische Hinweise zum Verlassen des Maschinenhauses mithilfe des Abseilens gegeben.



## GEFAHR

### Gefahr durch Einzug

Lebensgefährliche Verletzungen durch drehenden Rotor

- Vor dem Abseilen sicherstellen, dass der Rotor festgesetzt ist und das Azimutsystem stillgesetzt ist.

### 7.7.1 Abseilen direkt aus dem Maschinenhaus

Das Abseilen direkt aus dem Maschinenhaus erfolgt durch die Kranluke im hinteren Teil der WEA.



## GEFAHR

### Absturzgefahr beim Anschlagen des Abseilgeräts

Lebensgefährliche Verletzungen

- Vor dem Anschlagen des Abseilgeräts an einem PAP in der Nähe der Kranluke sichern.

1. Abseilgerät oder Abfahrseil am PAP oberhalb der Kranluke anschlagen.
2. Klappe der Maschinenhausverkleidung unterhalb der Kranluke mithilfe des Zugmechanismus öffnen.
3. Hierfür das Geländer beidseitig schließen.

### 7.7.2 Abseilen vom Dach des Maschinenhauses



## GEFAHR

### Absturzgefahr bei Aufenthalt auf dem Dach des Maschinenhauses

Lebensgefährliche Verletzungen

- Vor dem Betreten des Dachs an einem PAP sichern.

1. Abseil- und Rettungsgerät oder Abfahrseil direkt mit dem Karabinerhaken an einen der PAP auf dem Dach anschlagen.
2. Bei laufendem Seil zum Schutz des Seils den L-förmigen Kantenschutz aus der Abseilausrüstung benutzen.

3. Kantenschutz mit seinem Sicherungsseil an geeigneter Stelle vor Herabfallen sichern.



Abb. 23: L-förmiger Kantenschutz

### 7.7.3 Abseilen aus der Rotornabe

1. Abseil- und Rettungsgerät oder Abfahrseil an einem PAP oberhalb der Rettungsluke, möglichst über dem Kopf, anschlagen.
2. Zum Öffnen der Rettungsluke die Spannmuttern per Hand lösen.
3. Wenn das Seil am Spinner vorbeiläuft, zum Schutz des Seils den U-förmigen Kantenschutz aus der Abseilausrüstung benutzen.
4. Kantenschutz mit seinem Sicherungsseil an geeigneter Stelle vor Herabfallen sichern.



Abb. 24 U-förmiger Kantenschutz

### 7.7.4 Abseilen einer verunfallten Person aus dem Maschinenhaus



#### **GEFAHR**

##### **Gefahr durch Hängetrauma**

Tod oder lebensgefährliche Verletzungen infolge eines Hängetraumas

- Die verunfallte Person bei Verdacht auf Hängetrauma auf keinen Fall sofort in die übliche Schocklagerung bringen.

Beim Abseilen einer verunfallten Person folgende Hinweise beachten:

- Immer externe Hilfe, z. B. Notarzt, Rettungs- oder andere Hilfskräfte, über die jeweils gültige Notrufnummer anfordern.
- Das Abseilen mit den auf der WEA zur Verfügung stehenden Rettungsmitteln erfolgt, wenn ein Einhängen im Auffanggurt und das Abseilen der Person möglich ist, d. h. sie keine schweren Verletzungen z. B. an Kopf oder Wirbelsäule oder innere Verletzungen erlitten hat.
- Anderenfalls Höhenrettungskräfte anfordern, die einen liegenden Transport gewährleisten.
- Verunfallte Person, sofern sie bei Bewusstsein ist, auffordern, während des Abseilens wenn möglich die Beine zu bewegen, um die Durchblutung aufrecht zu erhalten und das Eintreten eines Hängetraumas zu verhindern.
- Anzeichen für ein Hängetrauma sind:
  - Kribbeln in den Beinen, ähnlich wie bei „eingeschlafenen Füßen“
  - Blässe, Schwitzen, Kurzatmigkeit
  - Schwindel, Sehstörungen bis hin zum Zusammenbruch des Blutkreislaufs, was zur Bewusstlosigkeit führt
- Bei Verdacht auf ein Hängetrauma die verunfallte Person am Boden wie folgt behandeln:
  - Verunfallter ist bei Bewusstsein: Die Person in die Kauerstellung bringen, siehe Abb. 25.
  - Verunfallter ist nicht bei Bewusstsein: Die Person in die stabile Seitenlage mit stark angewinkelten Beinen bringen.
  - Auffanggurt im Brustbereich lockern.
  - Beingurte nur langsam öffnen.



Abb. 25: Verunfallte Person in Kauerstellung

- Nach ca. 20 Minuten die Beine des Verunfallten langsam strecken und den Verunfallten in liegende Lage bringen.
- Verunfallten zur ärztlichen Versorgung dem Notarzt übergeben.
- Notarzt ausdrücklich auf den Verdacht eines Hängetraumas hinweisen.

Nordex Energy GmbH  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Germany  
info@nordex-online.com  
<http://www.nordex-online.com>



## **QB04-Safety instruction**

# **Flucht- und Rettungsplan**

## **Produktreihe Delta4000 - Hybrid- und Betonturm**

### **Rev. 3 / 2020-04-21**

Dokumentennr.: E0004283818  
Status: Released  
Sprache: DE - German  
Vertraulichkeit: Nordex Public

	Flucht- und Rettungsplan	E0004283818 Rev. 3 / 2020-04-21
---	--------------------------	------------------------------------

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokumentes im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy GmbH, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH ist untersagt.

© 2020 Nordex Energy GmbH, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 -1000

Fax: +49 (0)40 300 30 -1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

Dokumentinformationen auf letzter Seite!

E0004283818 Rev. 3 /2020-04-21	Flucht- und Rettungsplan	
-----------------------------------	--------------------------	---

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.8, N149/4.0-4.5, N149/5.X, N163/5.X

	Flucht- und Rettungsplan	E0004283818 Rev. 3 / 2020-04-21
---	--------------------------	------------------------------------

## Änderungsindex

Rev.	Datum	Bearbeiter	Änderungsgrund / Kapitel	AST
3	08.04.2020	Nienberg	Inhalte in neues Template übertragen, Kapitel 2: Nummer des Sicherheitshandbuches aktualisiert, Rettungsplan aktualisiert, Anhang formatiert.	22005

[Der Änderungstext muss manuell gepflegt werden. Hier werden die Änderungen am Dokument eingetragen.]

E0004283818 Rev. 3 /2020-04-21	Flucht- und Rettungsplan	 
-----------------------------------	--------------------------	---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>6</b>
1.1	Verwendungszweck	6
1.2	Zielgruppe	6
1.3	Inhalt	6
1.4	Abkürzungen	6
1.5	Mitgeltende Dokumente	7
1.6	Hinweise und Informationen	7
<b>2</b>	<b>Sicherheitshinweise</b>	<b>8</b>
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	8
2.2	Größe der Elemente des Flucht- und Rettungsplanes	8
<b>3</b>	<b>Anbringung der Flucht- und Rettungspläne</b>	<b>9</b>
	<b>Anhang</b>	<b>10</b>
Anlage 1	Flucht- und Rettungsplan WEA Delta4000 Hybrid- und Betonturm	10

	Flucht- und Rettungsplan	E0004283818 Rev. 3 / 2020-04-21
---	--------------------------	------------------------------------

# 1 Allgemeines

## 1.1 Verwendungszweck

Die vorliegende Sicherheitsanweisung beschreibt die Gestaltung und den Umgang mit Flucht- und Rettungsplänen.

## 1.2 Zielgruppe

Diese Anweisung richtet sich an HSE-Mitarbeiter der Firma Nordex.

Die Zielgruppe können Mitarbeiter aus den Fachabteilungen oder Mitarbeiter externer, von Nordex zum Zweck der Sicherheitsanweisung beauftragter Unternehmen sein.

## 1.3 Inhalt

Diese Anleitung stellt das notwendige Handwerkzeug für die Entwicklung von Flucht- und Rettungsplänen bereit. Sie informiert über:

- Allgemeine Anforderungen,
- Gestaltungsgrundlagen,
- Aufbau und Größe der zu verwendenden Elemente,
- Inhalt und Darstellung und
- Anbringung und Standorte.

## 1.4 Abkürzungen

Abkürzung	Benennung / Beschreibung
GPS	Global Positioning System
n/a	Nicht anwendbar
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
WEA	Windenergieanlage
WGS 84	World Geodetic System 1984

E0004283818 Rev. 3 /2020-04-21	Flucht- und Rettungsplan	 
-----------------------------------	--------------------------	---

## 1.5 Mitgeltende Dokumente

Dokumentennr.	Titel
<b>Anleitungen</b>	
E0003937116	Sicherheitshandbuch Delta4000
G0112P1	Arbeiten in, an und auf Windenergieanlagen, Aktualisierung und Veröffentlichung im QUIS
<b>Weitere Dokumente</b>	
Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (ArbStättV)	
DIN ISO 23601 für international einheitliche Brandschutzzeichen, Fluchtpläne und Rettungspläne	
DIN EN ISO 7010 Norm für Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen	

## 1.6 Hinweise und Informationen



### HINWEIS

Zusätzliche Informationen, Hinweise und Tipps



### DOKUMENT BEACHTEN

Verweis auf Informationen in anderen Dokumenten

	Flucht- und Rettungsplan	E0004283818 Rev. 3 / 2020-04-21
---	--------------------------	------------------------------------

## 2 Sicherheitshinweise

### 2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

#### DOKUMENT BEACHTEN



- Sicherheitsanweisung E0003937116 Sicherheitshandbuch Delta4000
- Verfahrensanweisung G0112P1 Arbeiten in, an und auf Windenergieanlagen, Aktualisierung und Veröffentlichung im QUIS

Das Sicherheitshandbuch E0003937116 und die Verfahrensanweisung G0112P1 müssen gelesen und verstanden werden. Die Sicherheitshinweise müssen beachtet werden.

Voraussetzung zur Durchführung der beschriebenen Arbeiten ist die Einhaltung aller nationalen und von der Nordex Energy GmbH definierten sicherheitsrelevanten Normen und Vorgaben.

Grundlage für Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz bildet das ausführliche Verfahren zum Arbeitsschutz in der Nordex Energy GmbH.

Die geltenden Unfallverhütungsvorschriften müssen eingehalten werden.

Bei Verwendung von Betriebsstoffen müssen in jedem Fall die Hinweise der Hersteller auf bestehende Gesundheitsgefahren beachtet und eingehalten werden.

Allgemeine Sicherheitshinweise, z. B. für die Handhabung der jeweiligen Werk- und Hebezeuge, Verweise auf einschlägige Richtlinien und Arbeitsschutzvorschriften sowie allgemein übliche Handlungsabläufe sind nicht aufgeführt.

### 2.2 Größe der Elemente des Flucht- und Rettungsplanes

Nach DIN ISO 23601 ergeben sich nachfolgende Anforderungen:

- Buchstaben:
  - gut lesbar,
  - Mindesthöhe: 2 mm.
- Überschrift:
  - Mindesthöhe: 7 %, bezogen auf die kürzere Blattseite.
- Buchstabenhöhe Überschrift:
  - mindestens 60 % der Höhe der Überschrift.
- Sicherheitszeichen:
  - Mindesthöhe von 7 mm.
- Linienbreite:

E0004283818 Rev. 3 /2020-04-21	Flucht- und Rettungsplan	
-----------------------------------	--------------------------	---

### 3 Anbringung der Flucht- und Rettungspläne

#### Anbringung

- Abheben von der Umgebung,
- zugänglich und gut lesbar,
- dauerhaft befestigt.

#### Standorte

- An Stellen, an denen die Nutzer der baulichen Anlage sich über die Fluchtmöglichkeiten informieren können,
- an strategischen Stellen des Fluchtweges.

#### Anbringungshöhen

- Flucht- und Rettungsplan sind in einer Höhe  $h = 1,65$  m (Planmitte) über der Standfläche des Betrachters anzubringen.

	Flucht- und Rettungsplan	E0004283818 Rev. 3 / 2020-04-21
---	--------------------------	------------------------------------

## Anhang

### Anlage 1 Flucht- und Rettungsplan WEA Delta4000 Hybrid- und Betonturm

# FLUCHT- UND RETTUNGSPLAN

Name und Lage des Windparkes

WEA-Nummer

GPS-Koordinaten (WGS 84)

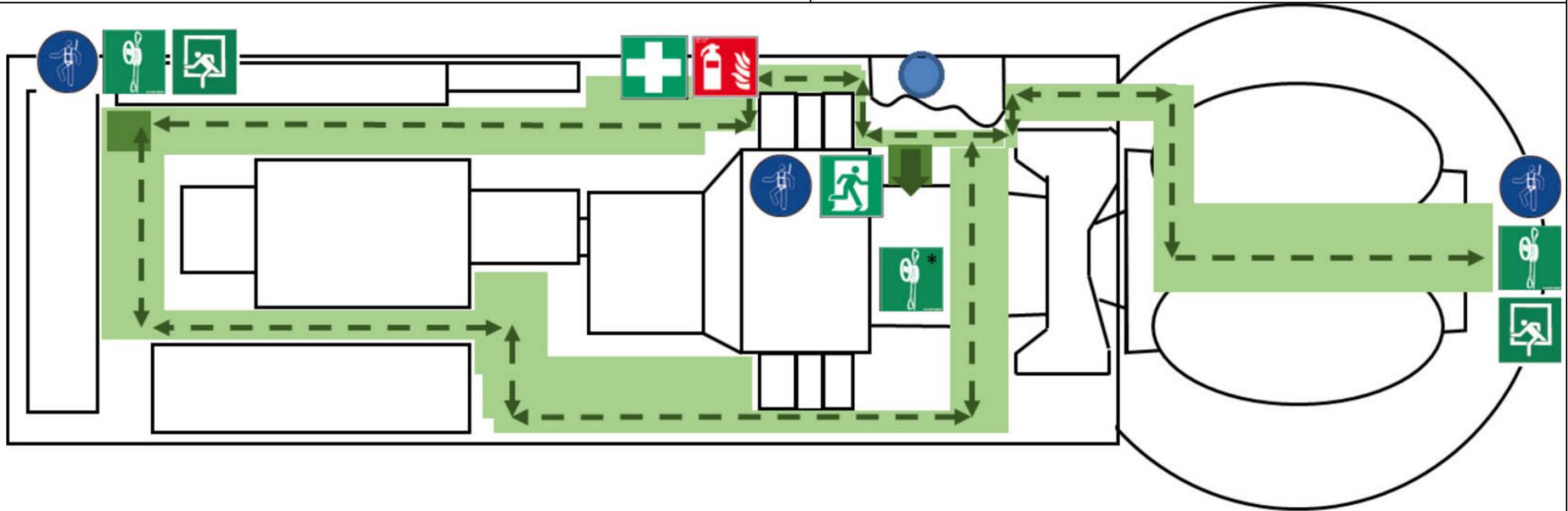
Breite°: [N/S 00.000000] \_\_\_\_\_

Länge°: [E/W 00.000000] \_\_\_\_\_

WINDPARK BETREIBER

Firmenname:

Telefonnummer:

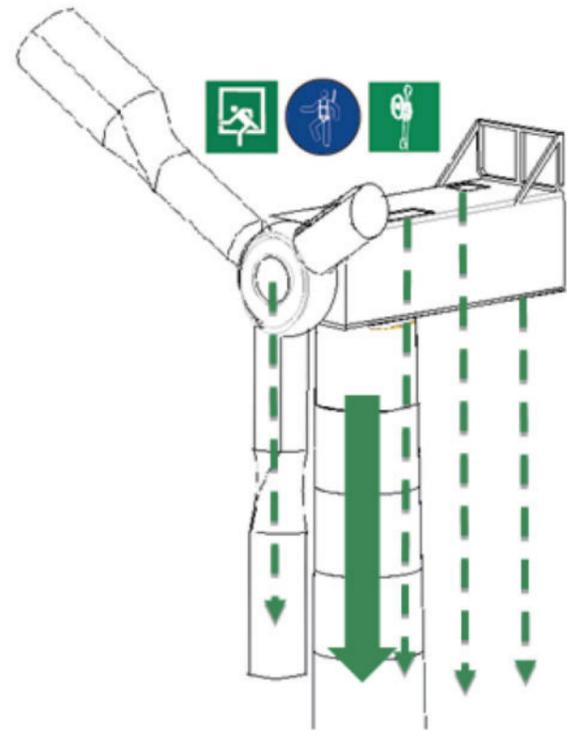


\*Das Rettungs- und Abseilgerät ist eine optionale Ausstattung

## Nordex Delta4000 Hybrid- und Betonturm

### Unfall

- Ruhe bewahren  
Hilfe rufen: 
  - Was ist passiert?
  - Wo ist es passiert? Tel.: \_\_\_\_\_
  - Wie viele Verletzte gibt es?
  - Welche Arten von Verletzungen liegen vor?
  - Wer meldet?
  - Anweisungen beachten, auf Rückfragen warten.
- Sofortmaßnahmen:
  - Erste Hilfe leisten
  - Gefahren beseitigen

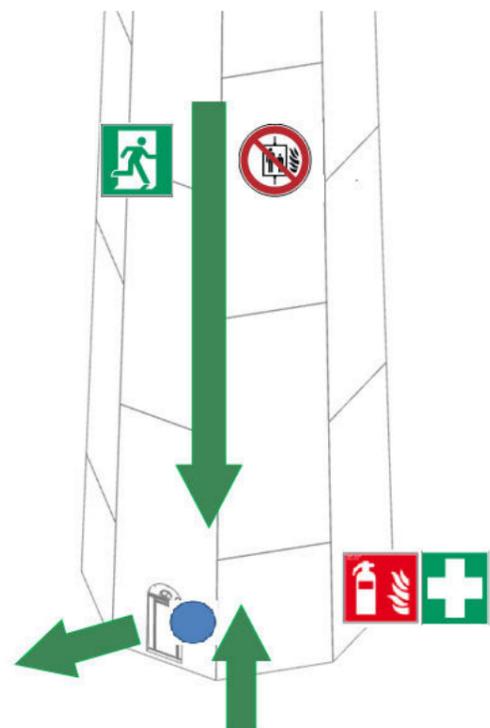


### Feuer

- Löschversuch unternehmen
- In Sicherheit bringen 
- Hilfe rufen:
  - Was ist passiert? Tel.: \_\_\_\_\_
  - Wo ist es passiert?
  - Wie viele Verletzte gibt es?
  - Welche Arten von Verletzungen liegen vor?
  - Wer meldet?
  - Anweisungen beachten, auf Rückfragen warten.

### Legende

	Ihr Standort		PSA gegen Absturz
	Notausgang / Fluchtrichtung		Feuerlöscher
	Erste-Hilfe-Ausrüstung		Aufzug im Brandfall nicht benutzen
	Rettungsgeräte/ Abseilausrüstung		Haupt- und Alternative Fluchtrouten
	Horizontale Bereiche		Vertikale Bereiche
	Notausgang über Abseilausrüstung		



## Freigabeblatt:

Titel des Dokuments:

**Flucht- und Rettungsplan**  
Rescue and evacuation plan**Dokumentnummer:** E0004283818**Revision:** 3**Ersteller/Datum:** Nienberg Bjoern:  
2020-04-15**Sprache:** DE**Abteilung:** Engineering/CPS**Prüfer/Datum:** Haufft Tobias:  
2020-04-15**Vertraulichkeit:** Nordex Public**Status:** Released**Freigeber/Datum:** Puttkammer Morten:  
2020-04-21**Führende AST:** 22005

Die Seite ist Teil des Dokumentes Flucht- und Rettungsplan, Rev. 3/2020-04-21 mit 12 Seiten  
Das Dokument wurde elektronisch erstellt und freigegeben.

**Bedienungsanleitung**  
**Bedienungsanleitung**  
**Produktreihe Delta4000**

**Rev. 08 / 16.01.2020**

Dokumentennr.:	E0004345155
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex internal purpose

- Originalbetriebsanleitung -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy GmbH, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokumentes im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy GmbH, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH ist untersagt.

© 2020 Nordex Energy GmbH, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.8 N149/4.0-4.5 N149/5.X N163/5.X

## Änderungsindex

Rev.	Datum	AST/Bearbeiter	Kapitel	Änderung
08	16.01.2020	22566 / T.Möller	5.5	Drehzahlen angepasst
			7.2.1	Beschreibung Meldeleuchte HU Hauptschalter aktualisiert
			7.2.2	HU Hauptschalter - Signalisierung über Meldeleuchte ergänzt
			7.5.2	Prozedur Modem ersetzt durch VPN-Zugang
			13.6	Hinweis zu Windgeschwindigkeiten aktualisiert

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zu dieser Anleitung .....</b>	<b>8</b>
1.1	Verwendungszweck.....	8
1.2	Inhalt.....	8
1.3	Zielgruppe .....	8
1.4	Verwendete Zeichen und Symbole .....	8
1.5	Gestaltung von Warnhinweisen .....	9
1.6	Abkürzungen und Begriffe.....	9
1.7	Mitgeltende Dokumente.....	10
<b>2.</b>	<b>Sicherheitshinweise .....</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>Bestimmungsgemäße Verwendung .....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Belastungen für Personen und Umwelt .....</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>Kurzbeschreibung und Aufbau .....</b>	<b>15</b>
5.1	Rotor .....	16
5.2	Maschinenhaus.....	16
5.3	Turm .....	18
5.4	Funktionsweise.....	18
5.5	Sicherheitssystem.....	19
5.6	Optionale Ausstattung .....	20
5.6.1	Hindernis- bzw. Gefahrenfeuer .....	20
5.6.2	Schattenwurf- und Fledermausmodul .....	20
5.6.3	Eissensor .....	20
5.6.4	Rotorblatt-Eiserkennungssystem .....	21
5.6.5	CCV-Windsensorik für NCV-Ausführung .....	21
5.6.6	Automatische Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtung .....	21
5.6.7	Condition Monitoring System .....	21
5.6.8	Anti-Icing-System .....	21
5.6.9	Einbruchmeldeanlage.....	22
5.6.10	Blitzerkennungssystem .....	22
5.6.11	Metallpartikelzähler .....	22
5.6.12	Statcom-Funktion.....	22
<b>6.</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>23</b>
6.1	Gewichte und Maße.....	23
6.2	Energieversorgung und -verbrauch .....	23
6.3	Betriebsstoffe.....	23
6.4	Umgebungsbedingungen .....	24
<b>7.</b>	<b>Bedienung .....</b>	<b>25</b>
7.1	Anzeige- und Bedienelemente an der Bottombox .....	25
7.1.1	Anzeigeelemente.....	25
7.1.2	Bedienelemente .....	27

7.2	Anzeige- und Bedienelemente an der Topbox .....	29
7.2.1	Anzeigeelemente an der Frontseite .....	29
7.2.2	Bedienelemente Frontseite .....	30
7.2.3	Bedienterminal an der Topbox.....	32
7.3	Betreteten der WEA .....	34
7.4	Ein- und Ausschalten.....	34
7.5	Einloggen in die Anlagensoftware .....	34
7.5.1	Einloggen mit einem Laptop in der WEA .....	35
7.5.2	Einloggen über eine Internetverbindung .....	35
7.5.3	Programm verlassen .....	36
7.6	WEA manuell stoppen .....	36
7.6.1	Manueller Stopp vor Ort .....	36
7.6.2	Manueller Stopp aus der Ferne .....	36
7.6.3	Stopp für Netzabschaltung.....	38
7.7	WEA starten.....	39
7.7.1	Starten vor Ort .....	39
7.7.2	Starten aus der Ferne .....	40
7.8	Betriebsdaten abfordern .....	40
7.8.1	Aktuelle Betriebsdaten anzeigen .....	40
7.8.2	Letzte Fehlermeldungen anzeigen .....	41
7.8.3	Berichte zusammenstellen .....	42
<b>8.</b>	<b>Aufenthalt in der WEA .....</b>	<b>44</b>
8.1	Aufstieg ins Maschinenhaus.....	44
8.2	Elektrokettenzug und Brückenkran benutzen .....	45
8.3	Verhalten bei längerem Stillstand.....	45
8.4	Verhalten bei Betriebsstörungen .....	45
8.5	Verlassen der WEA.....	46
<b>9.</b>	<b>Besondere Betriebsbedingungen .....</b>	<b>47</b>
9.1	Not-Halt .....	47
9.2	Pitch-Dämpfung .....	47
9.3	Trennen der Mittelspannung im Brandfall .....	48
9.4	Vereisung .....	49
9.4.1	Verhalten bei Vereisungsgefahr .....	49
9.4.2	Verhalten nach Abklingen der Vereisungsgefahr.....	49
9.5	Extreme Frostwetterlagen .....	49
9.6	Netzausfall.....	50
<b>10.</b>	<b>Wartung .....</b>	<b>51</b>
<b>11.</b>	<b>Melden von Schäden.....</b>	<b>52</b>
<b>12.</b>	<b>Weitere Unterlagen .....</b>	<b>53</b>
<b>13.</b>	<b>Anhang: Bedienhinweise für Servicepersonal.....</b>	<b>54</b>
13.1	Rotorbremse bei fehlendem Systemdruck bedienen .....	54

13.1.1	Rotorbremse schließen .....	55
13.1.2	Rotorbremse öffnen .....	55
13.2	Rotorbremse mit Systemdruck bedienen .....	56
13.3	Rotor bewegen .....	56
13.3.1	Rotor mit Hilfe des Pitchsystems bewegen .....	56
13.3.2	Rotor mit Hauptumrichter und Generator bewegen .....	57
13.4	Rotor positionieren .....	58
13.5	Rotorarretierung bedienen .....	60
13.6	Pitchantriebe manuell bedienen .....	65
13.6.1	Pitchantriebe mit dem mobilen Bedienterminal bedienen.....	65
13.6.2	Pitchantriebe direkt in der Rotornabe bedienen (N133/4.8 & N149/4.0-4.5) .....	67
13.6.3	Pitchantriebe direkt in der Rotornabe bedienen (N149/5.X & N163/5.X) .....	68
13.7	Azimutantriebe manuell bedienen .....	69
13.8	Gegenstände befördern .....	69
13.8.1	Benutzen des Elektrokettenszugs .....	70
13.8.2	Benutzen des Brückenkrans .....	71

# 1. Zu dieser Anleitung

## 1.1 Verwendungszweck

Dieses Dokument beschreibt die Bedienung der Windenergieanlagen (WEA) der Anlagenklasse Delta4000 von Nordex.

## 1.2 Inhalt

Dieses Dokument enthält Informationen und Instruktionen die für die Bedienung der WEA benötigt bzw. berücksichtigt werden müssen:

- Sicherheit
- Bestimmungsgemäße Verwendung
- Belastungen für Personen und Umwelt
- Kurzbeschreibung und Aufbau
- Technische Daten
- Bedienung
- Aufenthalt in der WEA
- Besondere Betriebsbedingungen
- Wartung
- Meldung von Schäden
- Bedienhinweise für Servicepersonal.

## 1.3 Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an alle Personen, welche die WEA betreten.

## 1.4 Verwendete Zeichen und Symbole

Zeichen/Symbol	Bedeutung
✓	Voraussetzung
➤	Handlungsanleitung ohne bestimmte Reihenfolge
1.	Handlungsanleitung mehrschrittig.
2.	Vorgegebene Reihenfolge beachten!
↪	Resultat zu Handlungsanleitungen
•	Aufzählungen ohne bestimmte Reihenfolge
-	Unterpunkt zu Handlungsschritten oder Aufzählungen
<i>Kursiver Text</i>	Kennzeichnung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienungsmodi der WEA</li> <li>• Bildschirm- und Anzeigetexten</li> <li>• Eigennamen, z. B. Herstellernamen</li> <li>• Parameternamen</li> <li>• Fehlermeldungen</li> </ul>

Zeichen/Symbol	Bedeutung
	Zusätzliche Informationen, Hinweise und Tipps
	Verweis auf Informationen in anderen Dokumenten

### SAP-Nr. mit Revisionsangabe

Darstellung einer SAP-Nr. mit Revisionsangabe, z. B.:

SAP-Nr. 1036116-XX

- **1036116**: Führende Stellen der SAP-Nummer
  - **-XX**: Ergänzung für die Revisionsziffern
- Die vollständige SAP-Nr. der jeweils gültigen Stückliste und/oder dem Fertigungsauftrag entnehmen.

## 1.5 Gestaltung von Warnhinweisen

Es gibt 4 Warnstufen, die nach Schweregrad der Gefahr gestaffelt sind. Die Warnstufen sind durch Signalworte und, bis auf „HINWEIS“, mit einem Gefahrenzeichen gekennzeichnet.

Warnstufe	Beschreibung
<b>GEFAHR</b>	Gefährdung mit hohem Risikograd, die zum Tod oder zu schwerer Verletzung führt, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>WARNUNG</b>	Gefährdung mit mittlerem Risikograd, die zum Tod oder zu schwerer Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>VORSICHT</b>	Gefährdung mit niedrigem Risikograd, die zu geringfügiger Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>HINWEIS</b>	Gefährdung mit niedrigem Risikograd, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

## 1.6 Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung/ Begriff	Definition
Bottombox	Schaltschrank im Turmfuß, inklusive Umrichter
BRS	Brandmeldesystem
CCV	Cold climate version (Kaltklimateausführung)
CCW	Counter Clock Wise
CFK	Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
CMS	Condition Monitoring System (Zustandsüberwachungssystem)
CSB	CWE-SCADA-BOX

<b>Abkürzung/ Begriff</b>	<b>Definition</b>
CW	Clock Wise
CWE	Combined Windfarm Management and Electrical System
DFÜ	Datenfernübertragung
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
FLS	Feuerlöschsystem
FRT	Fault Right Through
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
IEC	International Electrotechnical Commission
LED	Leuchtdiode (light emitting diode)
LOTO-Verfahren	Lockout-Tagout-Verfahren, Verfahren zum Sichern vor unbefugtem Zugriff; z. B. vor Wiedereinschalten elektrischer Stromkreise
MS	Mittelspannung
NC2	Nordex Control 2; Betriebsführungs- und Visualisierungssoftware für Nordex-WEA
NCV	Normal climate version (Normalklimaausführung)
PSAgA	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TBD	To be determined (noch offen)
TCS	Hybridturm mit Fertigteilbetonturm
TOB	Topbox
Topbox	Schaltschrank im Maschinenhaus
TS	Stahlrohrturm
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
WEA	Windenergieanlage

## 1.7 Mitgeltende Dokumente

<b>Dok.-Nr.</b>	<b>Titel</b>
E0003937116	Sicherheitshandbuch Verhaltensregeln an, in und auf Windenergieanlagen der Anlagenklasse Delta4000
E0004779536	Betriebsanleitung Bordkran - Nordex EBK 1000 - 3,968 mit Schiebefahrwerk
E0004796954	Betriebsanleitung Interlockingsystem Maschinenhaus Anlagenklasse delta4000
E0004857702	Bedienungsanleitung Freischalten Mittelspannungstrafo DELTA 4000

<b>Dok.-Nr.</b>	<b>Titel</b>
E0004345392	Allgemeine Wartungsanleitung Delta4000
K0813_032789	Betriebsanleitung Elektrokettenzug Star Liftket

## 2. Sicherheitshinweise



E0003937116 Sicherheitshandbuch Verhaltensregeln an, in und auf Windenergieanlagen der Anlagenklasse Delta4000

Die Windenergieanlage (WEA) ist nach dem Stand der Technik sowie nach anerkannten technischen Normen und Regeln gebaut und errichtet worden. Dennoch können durch fehlerhafte Nutzung erhebliche Gefahrensituationen entstehen, die Gesundheit und Leben bzw. die Anlage oder andere Sachwerte gefährden.

Für den sicheren und gefahrlosen Umgang mit der Windenergieanlage ist es zwingend notwendig, diese Bedienungsanleitung und das Sicherheitshandbuch E0003937116 sorgfältig gelesen und verstanden zu haben. Die darin enthaltenen Sicherheits-, Bedienungs- und Handlungsvorschriften sind im Interesse der eigenen Sicherheit und der Sicherheit der WEA strikt einzuhalten.

### **3. Bestimmungsgemäße Verwendung**

Die Windenergieanlage ist ausschließlich dazu bestimmt, die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umzuwandeln und diese in ein vorhandenes Elektroenergienetz einzuspeisen. Die WEA arbeitet dabei im automatischen Betrieb.

Die Nutzung der Windenergieanlage ist nur für den vorgesehenen Zweck innerhalb von der Firma Nordex Energy GmbH festgelegten Parameter bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Nutzung ist nicht gestattet.

Für Schäden auf Grund nicht bestimmungsgemäßer Verwendung und nicht eingehaltener Sicherheitsvorschriften übernimmt der Hersteller keine Haftung.

#### **Nicht bestimmungsgemäße Verwendung**

- Manipulation von Schutzeinrichtungen
- Änderung von betriebsrelevanten Parametern
- Nicht Einhalten von Sicherheitsvorschriften

## 4. Belastungen für Personen und Umwelt

Die Windenergieanlage Nordex Delta4000 wird automatisch betrieben. Die Steuerung erkennt Störungen im Betrieb. Störungen führen zu entsprechenden Fehlermeldungen oder der Abschaltung der WEA. Ausschließlich geschultes Personal identifiziert und behebt Störungen. Weiterhin sind nur im Rahmen einer Wartung Arbeiten an der WEA notwendig. Hierfür sind die mitgeltenden Wartungsanleitungen zu beachten.

Windenergieanlagen führen nur zu geringen Belastungen der Umwelt hinsichtlich Abfall, Bodenbedarf, Geräusche, Rohstoffbedarf und optische Einflüsse.

## 5. Kurzbeschreibung und Aufbau

Nordex-Windenergieanlagen der Klasse Delta4000 sind drehzahlvariable Anlagen.

Die Windenergieanlage Delta4000 hat einen Rotordurchmesser von 133 m bis 163 m und eine Nennleistung von 4000 kW bis 5700 kW. Projektabhängig und standortabhängig ist die Windenergieanlage ist für die Klasse S oder IIIS gemäß IEC 61400-1 bzw. Windzone S nach DIBt 2012 ausgelegt und wird in den Varianten für 50 Hz und 60 Hz angeboten.

### CCV-Ausführung

Neben der Standardausführung für normale Klimabedingungen (NCV) stehen Nordex-Windenergieanlagen auch in Varianten für extreme Klimabedingungen, Cold Climate Variante (CCV) zur Verfügung.

In der CCV-Ausführung sind Nordex-Windenergieanlagen für den Betrieb bei tiefen Umgebungstemperaturen geeignet. Durch die Verwendung höherwertiger Materialien und geeigneter Betriebsstoffe sowie durch eine angepasste Betriebsführung und lokal beheizte Komponenten ist der Betrieb der WEA bis  $-30\text{ °C}$  möglich.

### Aufbau

Eine Windenergieanlage der Klasse Nordex Delta4000 besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

- Rotor mit Rotornabe und drei Rotorblättern
- Maschinenhaus mit Triebstrang, Generator, Mittelspannungstransformator und Umrichter
- Stahlrohrturm oder Hybridturm mit MS-Schaltanlage auf einem Fundament

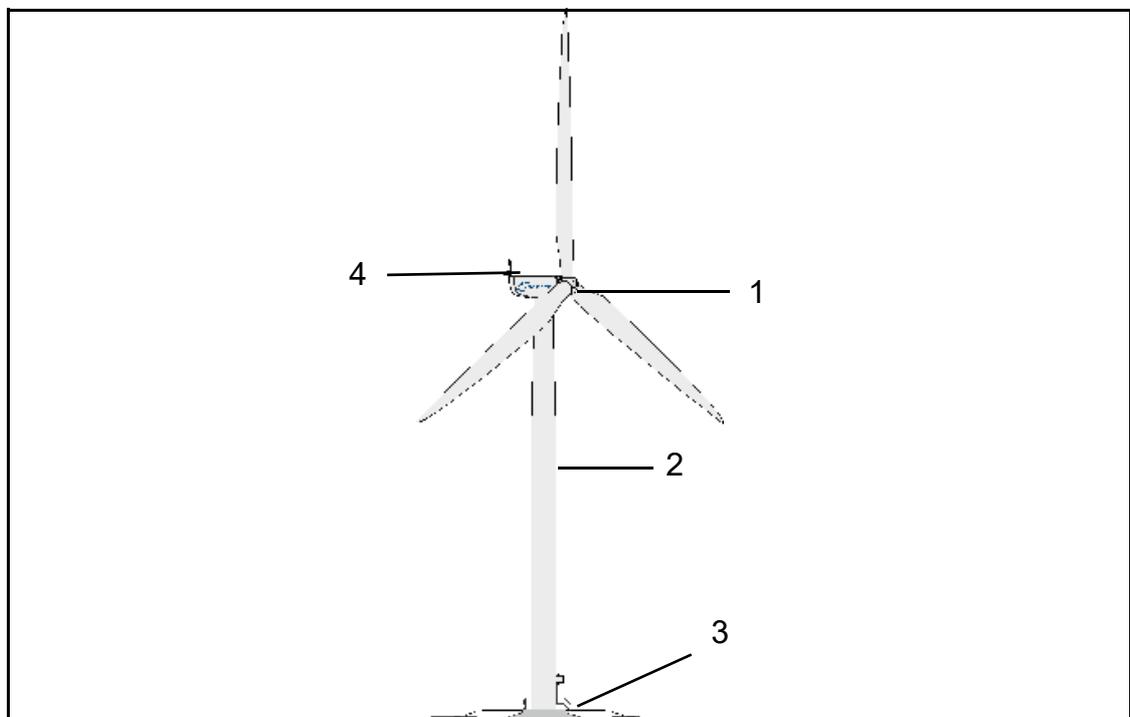


Abb. 1: Aufbau einer WEA

- |             |                 |
|-------------|-----------------|
| 1 Rotor     | 2 Turm          |
| 3 Fundament | 4 Maschinenhaus |

## 5.1 Rotor

Das charakteristische Merkmal einer WEA ist der sich drehende Rotor. Er besteht aus drei Rotorblättern und der Rotornabe.

Die Rotornabe besteht aus einem Grundkörper mit Tragsystem und Spinner. Der Grundkörper besteht aus einer steifen Gusskonstruktion, auf der die Pitchdrehverbindungen und die Rotorblätter montiert werden. Die Rotornabe ist verkleidet mit einem Spinner, der den direkten Zugang aus dem Maschinenhaus in die Rotornabe ermöglicht. Im Inneren des Grundkörpers befindet sich das Pitchsystem für die Rotorblattverstellung.

Die Rotorblätter sind aus einer Kombination von hochwertigem glasfaser- und kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff hergestellt. In jedem Rotorblatt befindet sich ein Blitzschutzsystem, das über das Maschinenhaus und den Turm elektrisch mit dem Erdpotential verbunden ist. Die Rotorblätter sind drehbar gelagert und besitzen jeweils einen Antrieb zur Blattverstellung.

Das Pitchsystem dient dem Einstellen des von der Steuerung vorgegebenen Rotorblattwinkels der Rotorblätter. Es besteht für jedes Rotorblatt aus einem elektromechanischen Antrieb mit Drehstrommotor, Planetengetriebe und Antriebsritzel sowie einer Steuereinheit mit Frequenzumrichter und Notstromversorgung. Spannungsversorgung und Signalübertragung erfolgen über einen Schleifringübertrager, der sich im Maschinenhaus befindet. Die drei Antriebe werden individuell geregelt und überwacht.

Der Rotor ist an die Rotorwelle montiert, die sich mit Getriebe und Generator im Maschinenhaus befindet.

## 5.2 Maschinenhaus

Das Maschinenhaus besteht aus einem Maschinenträger und der Kabine aus glasfaserverstärktem Kunststoff. Es ist auf dem Turm drehbar gelagert und beinhaltet wesentliche mechanische und elektrotechnische Komponenten der Windenergieanlage.

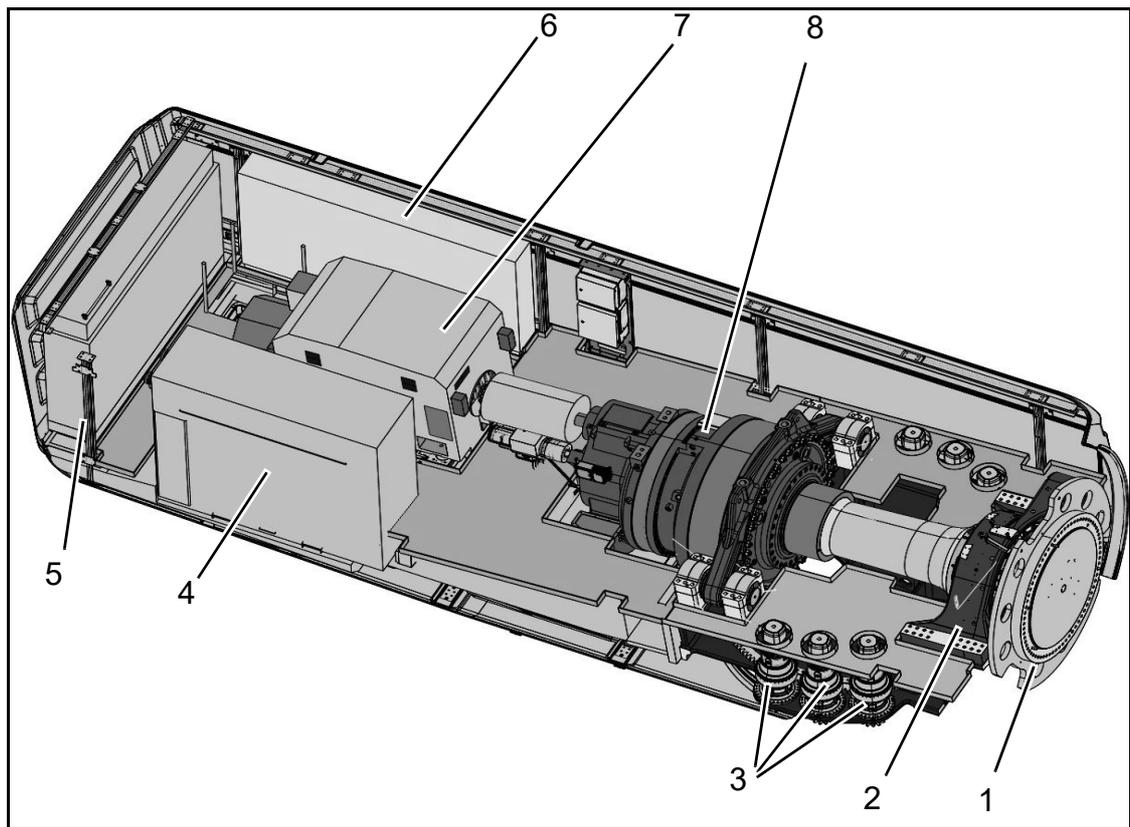


Abb. 2: Übersichtsgrafik

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| 1 Rotorarretierungsscheibe | 2 Rotorlager       |
| 3 Azimutantrieb            | 4 MS-Transformator |
| 5 Umrichter                | 6 Schaltschrank    |
| 7 Generator                | 8 Getriebe         |

Die Rotorwelle ist im Maschinenhaus im Rotorlager gelagert. Im Rotorlager ist eine Rotorarretierung integriert, mit welcher der Rotor zuverlässig mechanisch festgesetzt werden kann.

Das Getriebe erhöht die Drehzahl des Rotors auf die für den Generator erforderliche Drehzahl. Die Getriebelager und die Verzahnung werden kontinuierlich mit Öl versorgt. Für die Ölzirkulation sorgt eine Pumpe. Das Getriebeöl übernimmt neben der Schmierung auch die Funktion der Kühlung des Getriebes. Die Getriebekühlung ist über einen Öl/Wasser-Kühler realisiert, der sich direkt am Getriebe befindet. Die Rückkühlung des Kühlwassers erfolgt in Kombination mit dem Kühlwasser von Generator, Umrichter und MS-Transformator in einem Passivkühler auf dem Dach des Maschinenhauses.

An der Ausgangsseite des Getriebes ist die als mechanische Scheibenbremse ausgeführte Rotorbremse angeordnet. Mit ihr kann der Rotor zum Einlegen der Rotorarretierung festgehalten werden.

Der Generator ist eine 6-polige, doppelt gespeiste Asynchronmaschine. Der Generator besitzt einen aufgebauten Luft-Wasser-Wärmetauscher. Das Kühlwasser wird gemeinsam mit dem Kühlwasser der weiteren Großkomponenten in einem Passivkühler auf dem Dach des Maschinenhauses rückgekühlt.

Mit den Azimutantrieben wird das Maschinenhaus optimal in den Wind gedreht. Die Azimutantriebe befinden sich auf dem Maschinenträger im Maschinenhaus. Sie bestehen jeweils aus Drehstrommotor mit Haltebremse, mehrstufigem

Planetengetriebe und Antriebsritzel. Die Antriebsritzel greifen in die Außenverzahnung der Azimutdrehverbindung ein. In ausgerichteter Position wird das Maschinenhaus mit den Azimutantrieben festgesetzt.

Im Schaltschrank sind Teile der Steuerung und verschiedene Schalt- und Überwachungsgeräte untergebracht.

Im Heckteil des Maschinenhauses befindet sich der Umrichter, der den Rotorkreis des Generators speist.

Der MS-Transformator ist ebenfalls im Maschinenhaus untergebracht und wandelt die Generatorspannung in die erforderliche Mittelspannung um.

Im Maschinenhaus sind weitere Hilfssysteme angeordnet, die für den Betrieb notwendig sind. Eine Hydraulikpumpe stellt den nötigen Öldruck für die Rotorbremse bereit. Generatorlager, Rotorlager und die Verzahnung der Azimutdrehverbindung sind jeweils mit einem automatischen Schmiersystem ausgestattet. Im Maschinenhaus dient ein fest installierter elektrischer Kettenzug zum Heben von Werkzeugen, Bauteilen und sonstigem Arbeitsmaterial vom Erdboden in das Maschinenhaus. Eine Brückentraverse inkl. Schiebefahrwerk dient in Verbindung mit einem Handkettenzug (optional verbaut) zum Bewegen der Materialien innerhalb des Maschinenhauses.

Auf dem Dach des Maschinenhauses befinden sich die Windmess-Einrichtungen. Sie bestehen aus Geräten zur Messung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit. In Abhängigkeit von Aufstellungsort und Nabenhöhe können auf dem Dach Gefahrenfeuer zum Schutz tief fliegender Luftfahrzeuge installiert sein.

### 5.3 Turm

Der Turm der WEA ist entweder ein reiner Stahlrohrturm, ein Hybridturm oder ein reiner Betonturm.

Der Stahlrohrturm ist zylindrisch oder teilweise konisch und besteht aus mehreren Sektionen. Dieser Turm wird mit dem im Fundament einbetonierten Ankerkorb verschraubt.

Beim Hybridturm ist der untere Teil als Betonturm und nur der obere Teil als Stahlrohrturm ausgeführt. Der Betonturm besteht komplett aus Betonelementen.

Eine Befahranlage und zusätzlich eine Steigleiter mit Fallschutzsystem im Turminnenen ermöglichen einen wettergeschützten Aufstieg in das Maschinenhaus.

Im Turmfuß sind ein Niederspannungsschaltschrank mit Steuereinheiten und die MS-Schaltanlage integriert.

### 5.4 Funktionsweise

Die WEA arbeitet automatisch. Eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) überwacht mit einer Vielzahl an Sensoren ständig die Betriebsparameter, vergleicht die Ist-Werte mit den Soll-Werten und erteilt an die Anlagenkomponenten die erforderlichen Steuerbefehle. Die Betriebsparameter werden von Nordex vorgegeben und sind auf den jeweiligen Standort abgestimmt.

Bei Windstille bleibt die WEA im Ruhezustand. Nur verschiedene Hilfssysteme, wie Heizungen, Getriebeschmierung, und die SPS, welche die Daten der Windmesseinrichtung überwacht, sind in Betrieb oder werden nach Bedarf zugeschaltet. Alle anderen Systeme sind ausgeschaltet und verbrauchen keine Energie. Der Rotor trudelt. Wenn die optionale STATCOM-Funktion aktiviert ist, bleibt der Umrichter im Betrieb und ermöglicht die Speisung von Blindleistung in das Netz. Wird die Einschaltwindgeschwindigkeit erreicht, wechselt die WEA in den Zustand „Betriebsbereit“. Jetzt werden alle Systeme getestet, das Maschinenhaus nach dem Wind ausgerichtet und die Rotorblätter in den Wind gedreht. Sobald eine

bestimmte Drehzahl erreicht ist, wird der Generator ans Netz gekoppelt und die WEA produziert Energie.

Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten arbeitet die WEA im Teillastbetrieb. Dabei bleiben die Rotorblätter maximal in den Wind gedreht (Blattwinkel 0°). Die von der WEA abgegebene Leistung hängt ab von der Windgeschwindigkeit.

Bei Erreichen der Nennwindgeschwindigkeit geht die WEA in den Nennlastbereich über. Erhöht sich die Windgeschwindigkeit weiter, bewirkt die Drehzahlregelung eine Änderung der Rotorblattwinkel, sodass im Ergebnis die Rotordrehzahl und damit die Leistungsabgabe der WEA konstant gehalten werden.

Das Azimutsystem sorgt dafür, dass sich das Maschinenhaus stets optimal im Wind ausrichtet. Weicht die gemessene Windrichtung zu sehr von der Ausrichtung des Maschinenhauses ab, wird das Maschinenhaus aktiv nachgeführt. Die Nachführung erfolgt mithilfe von Getriebemotoren. Im Ruhezustand ist das Maschinenhaus mit den Haltebremsen der Getriebemotoren festgesetzt.

Das Maschinenhaus kann sich mehrmals um die eigene Achse drehen. Wird jedoch ein Grenzwert überschritten, startet die automatische Kabelentdrillung. Diese schaltet zunächst die WEA ab, dreht das Maschinenhaus zurück in die Ausgangsposition und startet anschließend die WEA neu.

## 5.5 Sicherheitssystem

Nordex-Windenergieanlagen sind mit umfangreichen Ausrüstungen und Einrichtungen ausgestattet, die dem Personen- und Anlagenschutz dienen und einen dauerhaften Betrieb gewährleisten.

Bei Überschreitung von bestimmten Parametern, die die Sicherheit der Anlage betreffen, wird die Anlage gestoppt und in einen sicheren Zustand versetzt.

Das Betätigen eines Not-Halt-Schalters bewirkt je nach Anlagentyp:

### **N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**

- eine Pitch-Sicherheitsfahrt
- das Stillsetzen des Azimut-Systems
- das Öffnen des Leistungsschalters (bei einer Drehzahl unter 500 rpm)
- das Öffnen des Schützes der Zwischenkreisvorladung Hauptumrichter
- das Schließen der Rotorbremse (bei einer Drehzahl unter 100 rpm)

### **N149/5.X & N163/5.X:**

- eine Pitch-Sicherheitsfahrt
- das Stillsetzen des Azimut-Systems
- das Öffnen des Leistungsschalters (bei einer Drehzahl unter 500 rpm)
- das Öffnen des Schützes der Zwischenkreisvorladung Hauptumrichter
- das Öffnen der drei Statorschütze (bei einer Drehzahl unter 500 rpm)
- das Schließen der Rotorbremse (bei einer Drehzahl unter 100 rpm)

Damit die WEA wieder starten kann, muss das Sicherheitssystem vorher zurückgesetzt werden. Das kann abhängig von der auslösenden Ursache entweder automatisch, aus der Ferne oder nur vor Ort erfolgen.

Bei Serviceeinsätzen, wenn also die WEA nicht im automatischen Betrieb arbeitet, sorgt das Sicherheitssystem dafür, dass bestimmte sicherheitsrelevante Zustände akustisch und visuell gemeldet werden.

## 5.6 Optionale Ausstattung

Auf Wunsch des Kunden oder auf Grund landes- bzw. ortsspezifischer Vorschriften und Bedingungen können Nordex-WEA mit zusätzlichen Ausrüstungen ausgestattet werden, die nicht zum Standardlieferungsumfang gehören.

Es können kundenspezifisch weitere Optionen dazukommen, die hier noch nicht aufgeführt werden konnten.

### 5.6.1 Hindernis- bzw. Gefahrenfeuer

In Abhängigkeit vom Aufstellungsort der WEA kann es erforderlich sein, die WEA mit Hindernis- bzw. Gefahrenfeuern zu kennzeichnen. Deren konkrete Ausführung wird bestimmt durch die entsprechenden am Aufstellungsort geltenden Vorschriften und kann sehr unterschiedlich sein. Mitunter kann auch eine spezielle Farbgebung einzelner Teile der WEA gefordert sein.

Das Gefahrenfeuer kann zusätzlich um ein Sichtweitenmesssystem ergänzt werden. Dieses reduziert die Leuchtstärke des Gefahrenfeuers in Abhängigkeit von der aktuellen Sichtweite.

### 5.6.2 Schattenwurf- und Fledermausmodul

Der sich drehende Rotor einer WEA erzeugt bei Sonnenschein einen bewegten, periodischen Schlagschatten. Dieser ist abhängig von der Wetterlage (Sonnenschein oder Wolken) und dem Sonnenstand (je nach Jahres- und Tageszeit).

Fällt der Schatten einer WEA z. B. auf ein Wohnhaus, können die Bewohner die ständigen Helligkeitsschwankungen als störend empfinden. Um solche Störungen auf ein erträgliches Maß zu reduzieren, kann die WEA optional mit einem Schattenwurfmodul ausgestattet werden.

Im Schattenwurfmodul sind die Standortkoordinaten der Immissionspunkte, z. B. die Wand eines Wohnhauses, gespeichert. Anhand von Datum und Uhrzeit berechnet das Modul, ob die Immissionspunkte durch Schattenwurf betroffen sind. Gleichzeitig prüft das Schattenwurfmodul die Strahlungsintensität der Sonne und ermittelt die kumulierten Zeiten, in denen die Immissionspunkte beschattet werden.

Sind die erlaubten Grenzwerte erreicht, wird die WEA von dem Modul gestoppt.

Der sichere Betrieb der Anlage wird dadurch nicht beeinträchtigt. Das separate, von der Steuerung der WEA unabhängige Modul wird witterungsgeschützt in der CWE-Scada-Box (CSB) montiert. Außerhalb befindet sich lediglich die Sensorik zur Messung der Strahlungsintensität der Sonne. Die Abschaltzeiten und die damit verbundenen Ertragseinbußen werden möglichst gering gehalten, indem die Abbildung eines Gebäudes über mehrere Koordinaten erfolgt.

Das Schattenwurfmodul kann um ein Fledermausmodul ergänzt werden. Mit diesem Modul kann die WEA in Zeiten, in denen der Flug von Fledermäusen zu erwarten ist, vorübergehend gestoppt werden. Das Fledermausmodul wiederum kann ergänzt werden um einen Klimasensor. Dieser setzt den Stopp-Befehl des Fledermausmoduls bei Niederschlag außer Kraft, da unter diesen Bedingungen kein Fledermausflug zu erwarten ist.

### 5.6.3 Eissensor

Optional kann die WEA mit einem Eissensor ausgestattet sein. Er befindet sich auf dem Maschinenhaus.

Der Eissensor überwacht die Witterungsumstände bezüglich Eisentstehung und meldet Eisansatz am Eissensor über ein entsprechendes Signal an die Steuerung. Die Steuerung stoppt die WEA und versetzt sie in den Trudelbetrieb.

Damit können vorbeugend gefährliche Situationen vermieden werden, die durch Wegschleudern von Eis entstehen können.

Solange der Eissensor Eisansatz feststellt, ist es nicht möglich, die WEA wieder zu starten. Sobald kein Eisansatz mehr auftritt, kann die WEA nur vor Ort gestartet werden, da vorher eine Sichtprüfung der WEA auf noch vorhandenes Eis durchgeführt werden muss.

#### **5.6.4 Rotorblatt-Eiserkennungssystem**

Das Rotorblatt-Eiserkennungssystem ist ein System zur Erfassung und Analyse von Messdaten, mit denen Eisansatz an den Rotorblättern der WEA erkannt werden kann. Die Funktionsweise beruht auf der Messung von Beschleunigung und Temperatur im Innern aller Rotorblätter. Diese Werte werden mit den aktuellen Betriebs- und Umweltbedingungen abgeglichen. Das System arbeitet autark. Es stoppt die Anlage bei Eisansatz auf den Rotorblättern und gibt diese nach Rückgang des Eisansatzes auch wieder zum Anfahren frei.

#### **5.6.5 CCV-Windsensorik für NCV-Ausführung**

Für WEA in NCV-Ausführung besteht die Möglichkeit, die Windsensorik in CCV-Ausführung zu verwenden. Das ist insbesondere unter klimatischen Bedingungen empfehlenswert, bei denen häufig mit Vereisung zu rechnen ist.

#### **5.6.6 Automatische Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtung**

Die automatische Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtung kann im Maschinenhaus installiert werden. Sie meldet einen partiell auftretenden Brand in der Topbox, im Hauptumrichter, im Maschinenhaus und kann bei Installation eines Löschsystems Brände in der Topbox und im Hauptumrichter löschen.

Ebenfalls kann im Turmfuß eine Brandmeldeeinrichtung installiert werden, diese meldet Brände im Turmfuß.

#### **5.6.7 Condition Monitoring System**

Nordex-WEA können optional mit einem Condition Monitoring Systemen (CMS) für den Triebstrang ausgestattet werden.

Mithilfe eines CMS können z. B. beginnende Verschleißerscheinungen an mechanischen Komponenten der WEA rechtzeitig erkannt und erforderliche Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen festlegt und geplant werden. Unvorhergesehene Schadensfälle und Stillstandszeiten lassen sich somit vorbeugend verhindern.

#### **5.6.8 Anti-Icing-System**

Nordex-WEA können insbesondere für Standorte in kalten Klimazonen mit einem Anti-Icing-System ausgestattet werden. Dieses System verhindert bis zu gewissen Grenzen, dass sich an der Vorderkante der Rotorblätter Eisansatz bildet. Dadurch ist es möglich, die WEA auch bei ungünstigen Wetterlagen optimal zu betreiben.

Das Anti-Icing-System besteht im Wesentlichen aus Heizelementen in den Rotorblättern, deren Spannungsversorgung, einer automatischen Steuerung und der erforderlichen Sensorik zum Erkennen von Wetterlagen, die zur Bildung von Eisansatz führen können.

Bei Vorliegen der entsprechenden Zugriffsrechte kann der Eigentümer/Betreiber Informationen über den Zustand des Anti-Icing-Systems abfragen. Die Vorgehensweise dazu ist in dem für die jeweilige Version der Steuerungssoftware gültigen Anti-Icing-Handbuch für den Kunden erläutert.

### **5.6.9 Einbruchmeldeanlage**

Nordex-WEA können mit einer Einbruchmeldeanlage ausgestattet werden. Diese erkennt einen unbefugten Zutritt zur WEA, signalisiert diesen akustisch vor Ort und sendet eine Meldung an die Fernüberwachung.

### **5.6.10 Blitzerkennungssystem**

Nordex-WEA können mit einem Blitzerkennungssystem ausgestattet werden. Dieses erkennt den Einschlag eines Blitzes in die WEA und erzeugt in der Steuerung eine Fehlermeldung. Durch Auslesen der Fehlermeldungen kann der Betreiber die Anzahl der Blitzeinschläge ermitteln. Damit ist es dem Betreiber möglich, Maßnahmen zur Schadensermittlung einzuleiten und Folgeschäden an der WEA vorbeugend zu verhindern.

### **5.6.11 Metallpartikelzähler**

Nordex-WEA mit einem CMS können zusätzlich mit einem Metallpartikelzähler ausgestattet werden. Dieser besteht aus einem Sensor im Ölkreislauf des Getriebes. Der Sensor stellt im Getriebeöl auftretende Metallpartikel fest und meldet diese an das CMS. Die absolute Anzahl der Partikel sowie die Veränderung der Anzahl der Partikel innerhalb einer Zeitspanne gibt Aufschluss über den Zustand des Getriebes.

### **5.6.12 Statcom-Funktion**

Mit der Statcom-Funktion wird auch dann Blindleistung zur Verfügung gestellt, wenn nicht genug Wind zum Produktionsbetrieb der WEA vorhanden ist. Somit kann bei Windstille der Einfluss der Windparkverkabelung auf das Energieversorgungsnetz minimiert bzw. es können auch weiterhin Systemdienstleistungen erbracht werden.

Wenn die Statcom-Funktion in der WEA aktiviert ist, kann die Windparksteuerung (CWE) auch dann Blindleistungswerte vorgeben, wenn die Anlage keine Wirkleistung ins Netz einspeist (Generator nicht netzgekoppelt).

Im Übergangsbereich zwischen Produktionsbetrieb und Statcom-Betrieb (z.B. bei abnehmendem Wind) wird die Blindleistungsbereitstellung nicht unterbrochen.

Das FRT-Verhalten der WEA im Statcom-Modus entspricht grundsätzlich dem Normalbetrieb, die maximale Blindleistungsbereitstellung ist dabei jedoch geringer.

## 6. Technische Daten

### 6.1 Gewichte und Maße

Modul	Abmessungen und Gewichte
Maschinenhaus	<p><b>Errichtet mit Nabe</b> Länge: ca. 17,30 m Breite: ca. 5,70 m Höhe: ca. 6,90 m (mit Dachaufbauten)</p> <p><b>Nur Maschinenhaus</b> Gewicht: max. 140,6 t</p>
Turm	<p>Durchmesser unten: 4,00 m bis 9,00 m Nabenhöhen: 78 m bis 164 m Stahltürme: bis 485 t (Stahl) Hybridtürme: max. 1650 t (Beton und Stahl) Betontürme: unter Konstruktion</p>
Rotor	<p>Durchmesser: 133 m bis 163 m Gewicht: max. 142,5 t (Nabe und Rotorblätter)</p>
Fundament	<p>Durchmesser: bis 27,00 m* Gewicht: bis 3150 t*</p>

\*projekt- und standortabhängig

### 6.2 Energieversorgung und -verbrauch

Die Windenergieanlage Nordex Delta4000 hat eine Nennleistung von 4000 kW bis 5700 kW, die standortabhängig angepasst werden kann.

Der Niederspannungseigenbedarf der Windenergieanlage im WEA-Stand-by-Betrieb und WEA-Einspeisebetrieb wird durch verschiedene Verbraucher angefordert. Langzeitmessungen zeigen, dass die durchschnittliche, auf das Jahr bezogene Grundlast (mittlere Wirkleistung) der Niederspannungseigenbedarfsanlage im WEA-Einspeisebetrieb bei ca. 15 kW liegt.

### 6.3 Betriebsstoffe

In der Windenergieanlage werden in den nachfolgend aufgeführten Baugruppen Schmier- oder Kühlmittel eingesetzt.

Baugruppe	Flüssigkeit	Menge
Kühlsystem Maschinenhaus	Kühlflüssigkeit	ca. 300 l
Generatorlager	Fett	ca. 12 kg
Getriebe	Synthetisches Öl	ca. 650 l
Hydrauliksystem	Mineralisches Öl	ca. 5 l
Rotorlager	Fett	ca. 60 kg
Pitchdrehverbindung	Fett	ca. 35 kg
Pitch- und Azimutgetriebe	Synthetisches Öl	ca. 165 kg

Baugruppe	Flüssigkeit	Menge
Azimutdrehverbindung	Fett	ca. 8 kg
Transformator	Transformatoröl	ca. 1850 l*

\*nur bei Einsatz eines Flüssigkeitstransformators

## 6.4 Umgebungsbedingungen

Technische Konzeption	
Überlebenstemperatur	-40 °C bis +50 °C
Betriebstemperaturbereich NCV	-20 °C bis +40 °C <sup>1)</sup>
Betriebstemperaturbereich CCV	-30 °C bis +40 °C <sup>1)</sup>
Stopp	Standard: -20 °C, Wiederanlauf bei -18 °C CCV: -30 °C, Wiederanlauf bei -28 °C
Max. Höhe über N.N.	2000 m <sup>2)</sup>

1) Nennleistung wird in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor bis zu definierten Temperaturbereichen erreicht.

2) Die Abschaltwindgeschwindigkeit kann projektspezifisch zur Sicherstellung der Standsicherheit reduziert werden.

## 7. Bedienung

Die WEA kann auf verschiedene Weise bedient werden:

- über einen direkt in der WEA an das WEA-Netzwerk angeschlossenen Laptop,
- über einen beliebigen PC mit Internetanschluss und entsprechend eingerichteter Netzwerkverbindung von einem beliebigen Ort aus,
- in eingeschränktem Umfang über die Bedientaster an den Schaltschränken.

Verschiedene Bedienhandlungen, insbesondere im Rahmen von Wartungs- und Reparaturarbeiten, sind des Weiteren über die Bedientasten des mobilen Bedienterminals am Schaltschrank im Maschinenhaus möglich.

Weitere Hinweise zur Bedienung einzelner, sicherheitsrelevanter Anlagenteile enthält das Kapitel am Ende dieses Dokuments, siehe "Anhang: Bedienhinweise für Servicepersonal" Seite 54. Diese Bedienhandlungen dürfen jedoch nur von geschultem Fachpersonal ausgeführt werden.

Die für die Bedienung und Visualisierung der Betriebsdaten eingesetzte Software *Nordex Control 2* (NC2) erlaubt die Zuweisung unterschiedlicher Zugriffsrechte. Aus Sicherheitsgründen kann der Eigentümer/Betreiber weder Daten löschen noch Betriebsparameter ändern. Ob ihm das Starten der Anlage möglich ist, hängt von seinen Zugriffsrechten ab. Folgende Zugriffsebenen sind möglich:

Zugriffsebene	Berechtigungen
0	Nur Beobachten der Anlagendaten, Ansehen und Exportieren von Meldungen und Berichten.
100	Zusätzlich zu den Berechtigungen der Ebene 0 kann die WEA gestartet und gestoppt werden.
200	Zusätzlich zu den Berechtigungen der Ebene 100 können das Maschinenhaus gedreht und weitere Daten eingesehen werden.

Weitere Zugriffsebenen mit darüber hinausgehenden Befugnissen sind dem Servicepersonal vorbehalten.

### 7.1 Anzeige- und Bedienelemente an der Bottombox

An der Frontseite der Bottombox befinden sich verschiedene Anzeige- und Bedienelemente sowie ein Not-Halt-Schalter.

#### 7.1.1 Anzeigeelemente

##### **HINWEIS**

Ist die WEA länger als 24 Stunden nicht betreten worden, sind alle Leuchten erloschen. Durch Betätigen des Tasters *Lampentest* können sie wieder aktiviert werden.

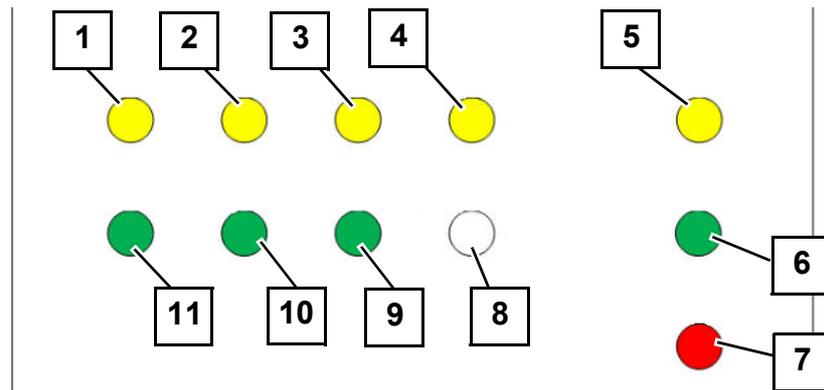


Abb. 3: Anzeigeelemente an der Bottombox

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 1 Fehler             | 2 Fehler Sicherheitssystem |
| 3 Isolationsfehler   | 4 Manueller Stopp          |
| 5 BRS/FLS Fehler     | 6 BRS/FLS Automatikbetrieb |
| 7 BRS/FLS Feueralarm | 8 Netzverbindung aktiviert |
| 9 Automatikbetrieb   | 10 Windgeschwindigkeit OK  |
| 11 System OK         |                            |

### 1 – Meldeleuchte Fehler

Diese gelbe Meldeleuchte leuchtet, wenn eine Fehlermeldung der Betriebsführung vorliegt, die ein Bremsprogramm ausgelöst hat.

### 2 – Meldeleuchte Fehler Sicherheitssystem

Diese gelbe Meldeleuchte leuchtet, wenn das Sicherheitssystem ausgelöst hat.

### 3 – Meldeleuchte Isolationsfehler

Diese gelbe Meldeleuchte blinkt, wenn durch den Isolationswächter eine Beschädigung der Turmkabel festgestellt wurde.



## GEFAHR

### Durch Isolationsfehler unter Spannung stehende Anlagenteile

Tod durch Stromschlag

- Bei Isolationsfehlern Anlage sofort abschalten und Fehler beheben.

### 4 – Meldeleuchte Manueller Stopp

Diese gelbe Meldeleuchte leuchtet, wenn die WEA manuell gestoppt wurde (FM6 oder FM7).

### 5 – Meldeleuchte BRS/FLS Fehler

Diese gelbe Meldeleuchte leuchtet, wenn das Brandmelde- und Feuerlöschsystem einen Fehler meldet.

## 6 – Meldeleuchte *BRS/FLS Automatikbetrieb*

Diese grüne Meldeleuchte leuchtet, wenn das Brandmelde- und Feuerlöschsystem aktiviert ist. Wird das Brandmelde- und Feuerlöschsystem für Wartungszwecke über den Schalter *BMS/FLS Ein/Aus* deaktiviert, blinkt diese Meldeleuchte.

## 7 – Meldeleuchte *BRS/FLS Feueralarm*

Diese rote Meldeleuchte leuchtet, wenn ein Feueralarm ausgelöst wurde. Gleichzeitig erfolgt eine akustische Signalisierung.

## 8 – Meldeleuchte *Netzverbindung aktiviert*

Diese weiße Meldeleuchte leuchtet, wenn der Generator an das Netz geschaltet ist.

## 9 – Meldeleuchte *Automatikbetrieb*

Diese grüne Meldeleuchte leuchtet, wenn sich die WEA im Automatikbetrieb befindet und ein Zugriff über die Nordex-Fernüberwachung möglich ist.

## 10 – Meldeleuchte *Windgeschwindigkeit OK*

Diese grüne Meldeleuchte leuchtet, wenn die Windbedingungen für Arbeiten auf der Anlage zulässig sind.

## 11 – Meldeleuchte *System OK*

Diese grüne Meldeleuchte leuchtet, wenn die Steuerung der WEA in System OK steht (FM0).

### 7.1.2 Bedienelemente

An der Frontseite der Bottombox befinden sich folgende Bedienelemente.

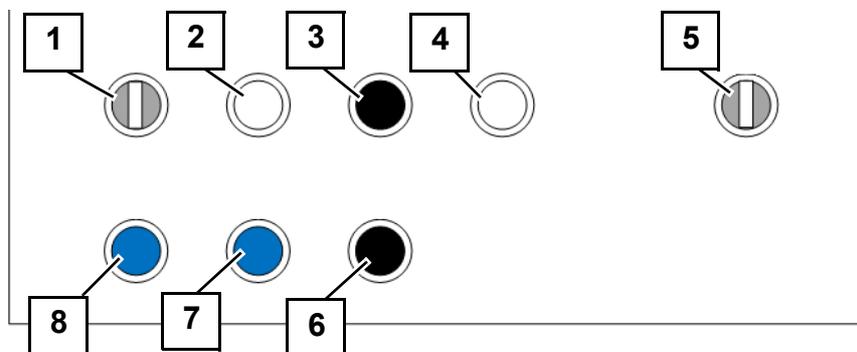


Abb. 4: Bedienelemente an der Bottombox

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | Wahlschalter <i>Betriebsmodus</i>            | 2 | Leuchttaster <i>Fernzugriff</i>          |
| 3 | Taster <i>Stopp</i>                          | 4 | Taster <i>Start</i>                      |
| 5 | Wahlschalter <i>BRS/FLS aktiviert</i>        | 6 | Taster <i>Lampen- und Hupentest</i>      |
| 7 | Taster <i>Zurücksetzen Sicherheitssystem</i> | 8 | Taster <i>Zurücksetzen Fehlermeldung</i> |

### 1 – Wahlschalter *Betriebsmodus*

**Hinweis:** Sofern die Pitchturmdämpfung, über Parameter P74.00=1, aktiviert ist, verfahren die Rotorblätter bei gestoppter Anlage in die Dämpfungsp position (ein Rotorblatt auf 11°).

Dieser Schalter hat drei Stellungen:

- *Automatikbetrieb*

Die WEA arbeitet im automatischen Betrieb. Zugriff durch die Fernüberwachung ist möglich. Die Bedienelemente im Maschinenhaus sind deaktiviert.

- *Lokale Bedienung*

Die WEA wird, bis auf die automatische Windnachführung, gestoppt, sofern das nicht bereits erfolgte. Die Bedienung über die NC2-Visu mittels Notebook innerhalb des WEA-Netzwerks ist weiterhin möglich. Der Zugriff von außen durch die Fernüberwachung oder durch Einwahl in das WEA-Netzwerk ist gesperrt, kann jedoch mit dem Leuchttaster *Fernzugriff* freigegeben werden.

- *WEA Stopp*

Die WEA wird gestoppt, sofern das nicht bereits erfolgte. Der Zugriff von außen durch die Fernüberwachung oder durch Einwahl in das WEA-Netzwerk ist gesperrt und kann auch mit dem Leuchttaster *Fernzugriff* nicht freigegeben werden. Innerhalb des WEA-Netzwerks können über die NC2-Visu nur Daten über den Zustand der WEA angezeigt, aber keinerlei Bedienhandlungen vorgenommen werden.

## **2 – Leuchttaster *Fernzugriff***

Dieser weiße Leuchttaster gibt im Betriebsmodus *Lokale Bedienung* den Fernzugriff frei oder sperrt ihn. Wenn die Freigabe erteilt ist, blinkt der Leuchttaster.

## **3 – Taster *Stopp***

Dieser schwarze Taster stoppt die WEA. Dabei wird das Bremsprogramm 1 „Sanftbremsen“ verwendet. Das Azimutsystem bleibt aktiv, solange der Betriebsartenwahlschalter nicht auf Stellung *WEA Stopp* steht.

Sofern die Pitchturmdämpfung, über Parameter P74.00=1, aktiviert ist, verfahren die Rotorblätter bei gestoppter Anlage in die Dämpfungsposition (ein Rotorblatt auf 11°).

## **4 – Taster *Start***

Dieser weiße Taster startet die WEA. Der Taster ist nur aktiv, wenn sich die WEA im Zustand *Lokale Bedienung* befindet, betriebsbereit ist und sich kein Schalter in der Stellung *lokal* befindet.

## **5 – Wahlschalter *BRS/FLS***

Dieser Schalter deaktiviert das Brandmelde- und Feuerlöschsystem. Das ist bei Arbeiten am Schaltschrank Topbox und am Umrichterschrank erforderlich. Das Brandmeldesystem bleibt hierbei aktiv, jedoch werden die Anlagenreaktionen und die Löschfunktion unterbunden.

## **6 – Taster *Lampen- und Hupentest***

Dieser schwarze Taster dient der Funktionsprüfung der Meldeleuchten an der Bottombox und der Hupe im Turm. Für die Dauer seiner Betätigung werden alle Meldeleuchten aktiviert und die Hupe im Turm kurz angesteuert.

Leuchtet eine Meldeleuchte nicht oder ertönt die Hupe im Turm nicht, ist sie defekt. In einem solchen Fall ist der zuständige Service-Assistent zu verständigen, der den Austausch des Bauteils veranlasst.

Nach dem Leuchtentest zeigen die Leuchten den aktuellen Zustand der WEA.

## 7 – Taster Zurücksetzen Sicherheitssystem

Dieser blaue Taster ist nur für den Service bestimmt. Mit ihm wird das Sicherheitssystem zurückgesetzt. Dazu muss jedoch vorher vom Service die Ursache für das Auslösen des Sicherheitssystems behoben werden. Bevor die Anlage wieder in Betrieb genommen werden kann, muss nach Auslösen einiger Sicherheitsfunktionen eine Inspektion vor Ort erfolgen.

## 8 – Taster Zurücksetzen Fehlermeldung

Dieser blaue Taster setzt alle manuell quittierbaren NC2-Alarmmeldungen zurück. Eine Alarmmeldung kann jedoch nur zurückgesetzt werden, wenn die Auslösebedingung für den Alarm nicht mehr vorliegt. Einige Alarmmeldungen können erst nach Anmeldung in der NC2-Visu zurückgesetzt werden.

## 7.2 Anzeige- und Bedienelemente an der Topbox

Die Topbox ist ein Schaltschrank im Maschinenhaus. An der Frontseite befinden sich verschiedene Anzeige- und Bedienelemente sowie ein Not-Halt-Schalter.

Diese Bedienelemente sind ausschließlich für das Ausführen spezieller Bedienhandlungen im Servicefall vorgesehen.

### 7.2.1 Anzeigeelemente an der Frontseite

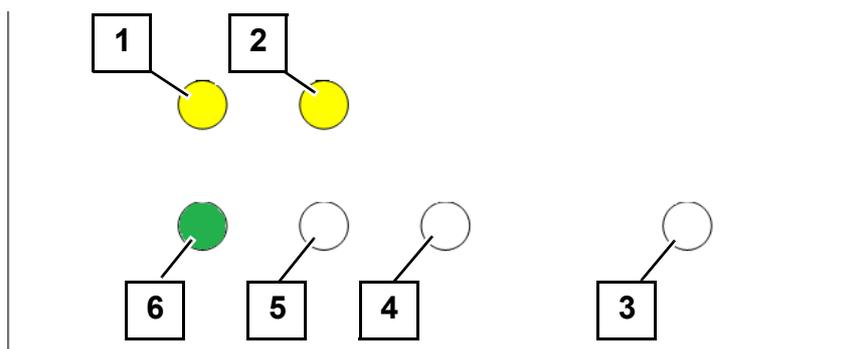


Abb. 5: Anzeigeelemente an der Topbox (schematisch)

- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 Fehler Sicherheitssystem | 2 Isolationsfehler       |
| 3 HU Hautschalter AUS      | 4 Stopp und Verriegelung |
| 5 Lokale Bedienung         | 6 Automatikbetrieb       |

### 1 – Meldeleuchte Fehler Sicherheitssystem

Diese gelbe Meldeleuchte leuchtet, wenn das Sicherheitssystem ausgelöst hat.

Wenn sie blinkt, liegt kein sicherheitsrelevanter Fehler mehr vor und das Sicherheitssystem kann über den Taster 8 Zurücksetzen Fehlermeldung, siehe Abb. 4, zurückgesetzt werden.

### 2 – Meldeleuchte Isolationsfehler

Diese gelbe Meldeleuchte blinkt, wenn durch den Isolationswächter eine Beschädigung der Turmkabel festgestellt wurde.



## GEFAHR

### Durch Isolationsfehler unter Spannung stehende Anlagenteile

Tod durch Stromschlag

- Bei Isolationsfehlern Anlage sofort abschalten und Fehler beheben.

### 3 – Meldeleuchte *HU Hauptschalter AUS*

#### **N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**

Diese weiße Meldeleuchte leuchtet, wenn das Öffnen des Leistungsschalters und des Schützes zur Zwischenkreisvorladung des Hauptumrichters manuell mit dem Wahlschalter "HU Hauptschalter" angefordert wurde und die Schaltgeräte den geöffneten Zustand melden.

#### **N149/5.X & N163/5.X:**

Diese weiße Meldeleuchte leuchtet, wenn das Öffnen des Leistungsschalters, des Schützes zur Zwischenkreisvorladung des Hauptumrichters und die drei Statorschütze manuell mit dem Wahlschalter "HU Hauptschalter" angefordert wurde und die Schaltgeräte den geöffneten Zustand melden sowie die Funktion der netzseitigen Überspannungableitstrecke gegeben ist.

### 4 – Meldeleuchte *WEA Stopp und Verriegelung*

Diese weiße Meldeleuchte leuchtet, wenn sich die WEA im Modus *Stopp und Verriegelung* befindet und ein Zugriff über die Nordex-Fernüberwachung oder die NC2-Visu nicht möglich ist.

### 5 – Meldeleuchte *Lokale Bedienung*

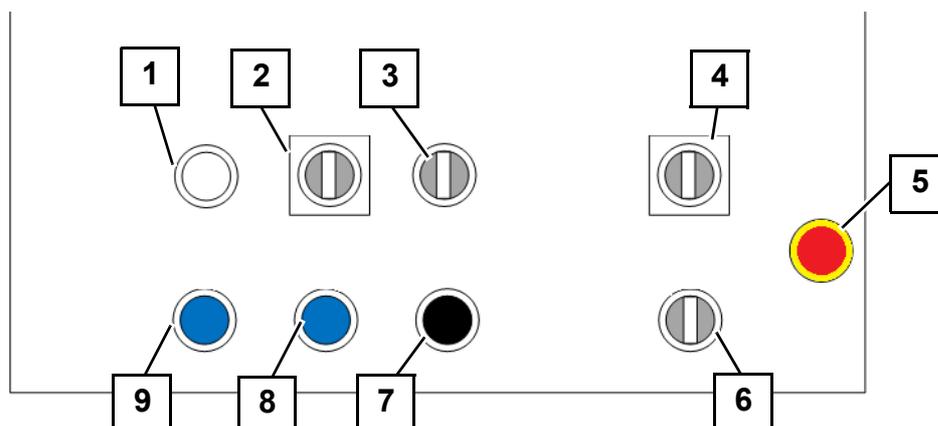
Diese weiße Meldeleuchte leuchtet, wenn sich die WEA im Modus *Lokale Bedienung* befindet. Der Fernzugriff auf die Steuerung ist unterbunden, kann jedoch bei Bedarf mit dem Leuchtetaster *Fernzugriff*, siehe Abb. 4, aktiviert werden.

### 6 – Meldeleuchte *Automatikbetrieb*

Diese weiße Meldeleuchte leuchtet, wenn sich die WEA im Automatikbetrieb befindet und ein Zugriff über die Nordex-Fernüberwachung möglich ist.

## 7.2.2 Bedienelemente Frontseite

An der Frontseite der Topbox befinden sich ein Not-Halt-Schalter und folgende weitere Bedienelemente.



**Abb. 6**      *Bedienelemente an der  
Topbox (schematisch)*

- |   |                                       |   |  |
|---|---------------------------------------|---|--|
| 1 | Leuchttaster <i>Fernzugriff</i>       | 2 | Wahlschalter <i>Azimuthsystem</i>                |
| 3 | Wahlschalter <i>Rotorbremse</i>       | 4 | Wahlschalter <i>HU Hauptschalter</i>             |
| 5 | Not-Halt-Schalter                     | 6 | Wahlschalter <i>BRS/FLS</i>                      |
| 7 | Taster <i>Lampen- und Hupentest</i>   | 8 | Taster <i>Zurücksetzen<br/>Sicherheitssystem</i> |
| 9 | Taster <i>Freigabe Endlage Azimut</i> |   |  |

### **1 – Wahlschalter *Azimut***

Dieser Schalter ist nur für den Service bestimmt. Im WEA-Betriebsmodus *Lokale Bedienung* wird mit dem Umschalten von *Auto* auf *Stopp* das Azimutsystem sicher stillgesetzt. Das Drehen des Maschinenhauses ist nicht mehr möglich.

Wenn dieser Wahlschalter im Automatikmodus der WEA auf *Stopp* geschaltet wird, wechselt die WEA in den Betriebsmodus *WEA Stopp*. Für die Rückkehr in den Automatikmodus muss der Wahlschalter *Betriebsmodus* an der Bottombox einmal kurz aus dem Automatikbetrieb herausgeschaltet, in *WEA Stopp und festgesetzt* und wieder zurückgeschaltet werden.

### **2 – Leuchttaster *Fernzugriff***

Dieser weiße Leuchttaster gibt im Betriebsmodus *Lokale Bedienung* den Fernzugriff frei bzw. sperrt ihn. Ist die Freigabe erteilt, blinkt der Leuchttaster.

### **3 – Wahlschalter *Rotorbremse***

Dieser Schalter ist nur für den Service bestimmt. Mit ihm kann die Rotorbremse manuell betätigt werden. Das Umschalten auf *close* bewirkt das Einfallen der Rotorbremse. Sie kann dann nur noch mit dem Taster *Release Brake* am mobilen Bedienterminal geöffnet werden oder durch das Umschalten auf *open*.

### **4 – Wahlschalter *HU Hauptschalter***

#### **N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**

Dieser Wahlschalter ist ausschließlich für den Service bestimmt. Durch Drehen des Wahlschalters in die Stellung *AUF* werden der Leistungsschalter und das Schütz zur Zwischenkreisvorladung des Hauptumrichters sicher ausgeschaltet. Wenn das Ausschalten erfolgreich war (Leistungsschalter und Zwischenkreisschütz melden „AUF“), wird dies über die Meldeleuchte „HU Hauptschalter AUS“ angezeigt. Durch Drehen des Wahlschalters in die Stellung *ZU* ist das Einschalten des Schützes zur Zwischenkreisvorladung und des Hauptschalters möglich.

Wenn der Wahlschalter im Automatikbetrieb der WEA auf *AUF* geschaltet wird, wechselt die WEA in den Betriebsmodus *WEA Stopp*. Für die Rückkehr in den Automatikbetrieb muss der Wahlschalter *Betriebsmodus* an der Bottombox einmal kurz aus dem Automatikbetrieb herausgeschaltet, in *WEA Stopp* und wieder zurückgeschaltet werden.

#### **N149/5.X & N163/5.X:**

Dieser Wahlschalter ist ausschließlich für den Service bestimmt. Durch Drehen des Wahlschalters in die Stellung *AUF* werden der Leistungsschalter, das Schütz der Zwischenkreisvorladung Hauptumrichter und die drei Statorschütze sicher ausgeschaltet. Wenn das Ausschalten erfolgreich war (Leistungsschalter, Statorschütze, Zwischenkreisschütz melden „AUF“), und die Funktion der netzseitigen Überspannungsableitstrecke gegeben ist, wird dies über die Meldeleuchte „HU Hauptschalter AUS“ angezeigt. Durch Drehen des Wahlschalters

in die Stellung *ZU* ist das Einschalten des Leistungsschalter, des Schützes der Zwischenkreisvorladung Hauptumrichter und der drei Statorschütze möglich.

Wenn der Wahlschalter im Automatikbetrieb der WEA auf *AUF* geschaltet wird, wechselt die WEA in den Betriebsmodus *WEA Stopp*. Für die Rückkehr in den Automatikbetrieb muss der Wahlschalter *Betriebsmodus* an der Bottombox einmal kurz aus dem Automatikbetrieb herausgeschaltet, in *WEA Stopp* und wieder zurückgeschaltet werden.

### **5 – Wahlschalter *BRS/FLS***

Dieser Schalter deaktiviert das Brandmelde- und Feuerlöschsystem. Das ist bei Arbeiten am Schaltschrank Topbox und am Umrichterschrank erforderlich. Das Brandmeldesystem bleibt hierbei aktiv, jedoch werden die Anlagenreaktionen und die Löschfunktion unterbunden.

### **6 – Not-Halt-Schalter**

#### **N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**

Dieser Schalter führt einen Nothalt durch. Das bedeutet, die Rotorblätter verfahren in Endlage, die Rotorbremse fällt nach Unterschreiten einer definierten Drehzahl ein und das Azimutsystem wird stillgesetzt. Unterhalb einer festgelegten Generatorzahl wird zudem der Leistungsschalter des Hauptumrichters ausgeschaltet.

#### **N149/5.X & N163/5.X:**

Dieser Schalter führt einen Nothalt durch. Das bedeutet, die Rotorblätter verfahren in Endlage, die Rotorbremse fällt nach Unterschreiten einer definierten Drehzahl ein und das Azimutsystem wird stillgesetzt. Unterhalb einer festgelegten Generatorzahl wird zudem der Leistungsschalter sowie die drei Statorschütze ausgeschaltet.

### **7– Taster *Lampen- und Hupentest***

Dieser schwarze Taster dient der Funktionsprüfung der Meldeleuchten an der Topbox, der Signalleuchten für das Signalisieren von sicherheitsrelevanten Zuständen im Maschinenhaus und im Azimutbereich sowie der Hupe im Maschinenhaus. Für die Dauer seiner Betätigung werden alle Leuchten aktiviert und die Hupe im Maschinenhaus kurz angesteuert.

Leuchtet eine Leuchte nicht oder ertönt die Hupe im Maschinenhaus nicht, ist sie defekt. In einem solchen Fall ist der zuständige Service-Assistent zu verständigen, der den Austausch des Bauteils veranlasst.

### **8 – Taster *Zurücksetzen Sicherheitssystem***

Dieser blaue Taster setzt das Sicherheitssystem zurück. Dazu muss vorher vom Service die Ursache für das Auslösen behoben werden. Bevor die Anlage wieder in Betrieb genommen werden kann, muss nach Auslösen einiger Sicherheitsfunktionen eine Inspektion vor Ort erfolgen.

### **9 – Taster *Freigabe Endlage Azimut***

Dieser blaue Taster ist nur für den Service bestimmt. Er wird benötigt, um nach Erreichen der maximalen Verdrillung des Kabelloops das Maschinenhaus aus der Endlage heraus zu drehen, damit anschließend die Kabelentdrillung manuell oder automatisch eingeleitet werden kann.

## **7.2.3 Bedienterminal an der Topbox**

An der rechten Seite der Topbox befindet sich ein mobiles Bedienterminal mit ca. 12 m Kabellänge, um Bedienhandlungen im Servicefall zu erleichtern.

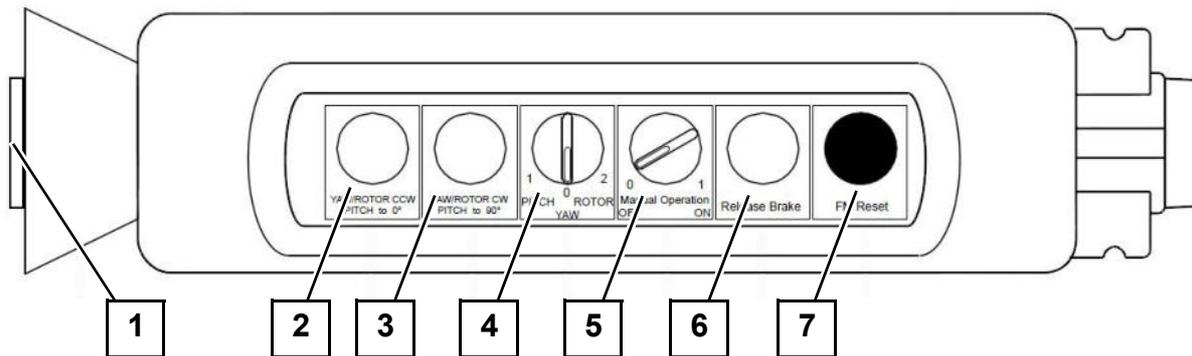


Abb. 7 Mobiles Bedienterminal

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Not-Halt                                    | 2 | Taster <i>Yaw/Rotor CCW/Pitch to 0°</i> |
| 3 | Taster <i>Yaw/Rotor CW/PITCH to 90°</i>     | 4 | Wahlschalter <i>Pitch/Yaw/Rotor</i>     |
| 5 | Wahlschalter <i>Manual Operation OFF/ON</i> | 6 | Taster <i>Release Brake</i>             |
| 7 | Taster <i>FM reset</i>                      |   |   |

### 2- Taster *Yaw/Rotor CCW/Pitch to 0°*

Je nachdem, welches System mit dem Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor* ausgewählt wurde, können mit diesem Taster entweder die Rotorblätter in Richtung 0° oder das Maschinenhaus bzw. der Rotor entgegen dem Uhrzeigersinn bewegt werden (Blick nach vorn Richtung Rotor).

### 3- Taster *Yaw/Rotor CW/PITCH to 95°*

Je nachdem, welches System mit dem Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor* ausgewählt wurde, können mit diesem Taster entweder die Rotorblätter in Richtung 90° oder das Maschinenhaus bzw. der Rotor im Uhrzeigersinn bewegt werden (Blick nach vorn Richtung Rotor).

### 4 - Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor*

Mit diesem Schalter kann gewählt werden, ob das Azimutsystem, die Pitchantriebe oder der Drehantrieb des Rotors manuell bedient werden sollen.

### 5 - Wahlschalter *Manual Operation OFF/ON*

Mit diesem Schalter können die Taster des mobilen Bedienterminals aktiviert werden, sofern der Wahlschalter *Betriebsmodus* an der Bottombox nicht auf *Automatik* steht. Der Not-Halt-Schalter und der Reset-Taster sind immer aktiv unabhängig von der Stellung des Wahlschalters *Betriebsmodus*.

### 6 - Taster *Release Brake*

Der Taster *Release Brake* öffnet die Rotorbremse, solange er gedrückt ist. Voraussetzung ist jedoch, dass der Wahlschalter Rotorbremse an der Topbox auf *Schließen* steht.

### 7 - Taster *FM reset*

Mit dem blauen Taster *FM reset* können alle manuell quittierbaren NC2-Alarmmeldungen zurückgesetzt werden. Eine Alarmmeldung kann jedoch nur

zurückgesetzt werden, wenn die Auslösebedingung für den Alarm nicht mehr vorliegt. Einige Alarmmeldungen können erst nach Anmeldung in der NC2-Visualisierung zurückgesetzt werden.

### 7.3 Betreten der WEA

Der Eigentümer hat sicherzustellen, dass unbefugten Personen der Zutritt zur WEA ohne Begleitung durch eine befugte Person verwehrt wird.



#### WARNUNG

##### **Stoß- und Stolpergefahr an Ecken, Kanten und durch herabfallende Gegenstände**

Lebensgefährliche Verletzungen

- Persönliche Schutzausrüstung verwenden: Schutzhelm, Sicherheitsschuhe.
- Gegenstände gegen Herabfallen sichern.

Zum Betreten der WEA wie folgt vorgehen:

1. Vor Annäherung an die WEA Schutzhelm aufsetzen und festes Schuhwerk anziehen.
2. Einbruchmeldeanlage, sofern vorhanden, deaktivieren.
3. Zugangstür aufschließen.
4. Wahlschalter *Betriebsmodus* auf *Lokale Bedienung* stellen.
5. Beleuchtung einschalten.

Der Lichtschalter befindet sich im Turm links neben der Tür.

### 7.4 Ein- und Ausschalten

Die WEA wird vollständig in Betrieb genommen und eingeschaltet übergeben. Späteres Ausschalten im Sinne von Spannungsfreischalten und Wiedereinschalten der kompletten Anlage erfordert das Öffnen der Bottombox und das Ausführen verschiedener Schalthandlungen. Daher ist das Ein- und Ausschalten der WEA nur Fachpersonal gestattet.



#### GEFAHR

##### **Gefahr durch spannungsführende Teile**

Tod durch Stromschlag

- Das Ausführen von Arbeiten an Teilen der elektrischen Anlage ist ausschließlich unterwiesenen und geschulten Elektrofachkräften unter Beachtung der 5 Sicherheitsregeln gestattet.

### 7.5 Einloggen in die Anlagensoftware



Dokumentation der jeweiligen Softwareversion der WEA beachten.

Das Einloggen in die Anlagensoftware ist auf unterschiedliche Weise möglich:

- Mit einem Laptop direkt in der WEA.
- Alternativ über eine entsprechend eingerichtete Netzwerkverbindung von einem PC mit Internetanschluss an einem beliebigen anderen Ort.

### 7.5.1 Einloggen mit einem Laptop in der WEA

1. Laptop mittels Netzkabel über die RJ45-Buchse an der Bottombox mit dem WEA-Netzwerk verbinden.
2. Auf dem Laptop den Internet Explorer öffnen.
3. In der Adresszeile die IP 192.168.130.3 eingeben und Enter drücken.  
↳ Das Dialogfenster *Login* wird angezeigt.
4. Benutzername und Passwort eingeben.
5. Schaltfläche *Login* betätigen.

### 7.5.2 Einloggen über eine Internetverbindung

Voraussetzungen:

- eingerichteter Netzwerkzugang über das Internet mit Netzwerk-Login



Das Einrichten des Netzwerkzugangs ist im NC2-Handbuch beschrieben. Dieses gehört zum Lieferumfang der WEA.

1. PC einschalten.
2. VPN-Verbindung zur WEA bzw. zum Windpark herstellen.
3. Benutzername und Kennwort für den Netzwerkzugang eingeben.
4. Internet Explorer starten.
5. IP-Adresse der WEA bzw. des Windparks eingeben und Verbindung mit der Taste *Enter* herstellen.  
↳ Das Dialogfenster *Login* wird angezeigt.

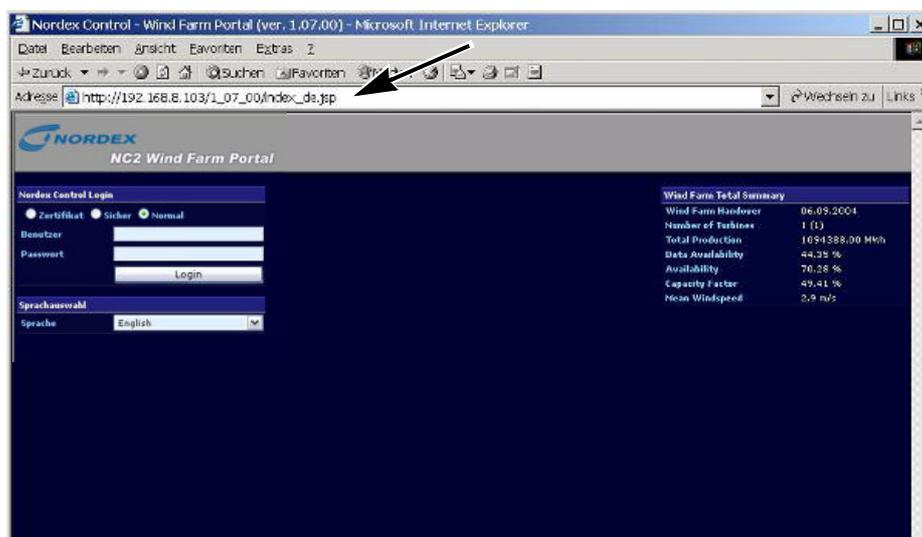


Abb. 8: Dialogfenster *Login* (Abb. ähnlich)

6. Benutzername und Passwort eingeben.

7. Schaltfläche *Login* betätigen.

### 7.5.3 Programm verlassen

1. Schaltfläche *Start* am linken Bildschirmrand betätigen.

↳ Das Dialogfenster *Start/Login* wird angezeigt.

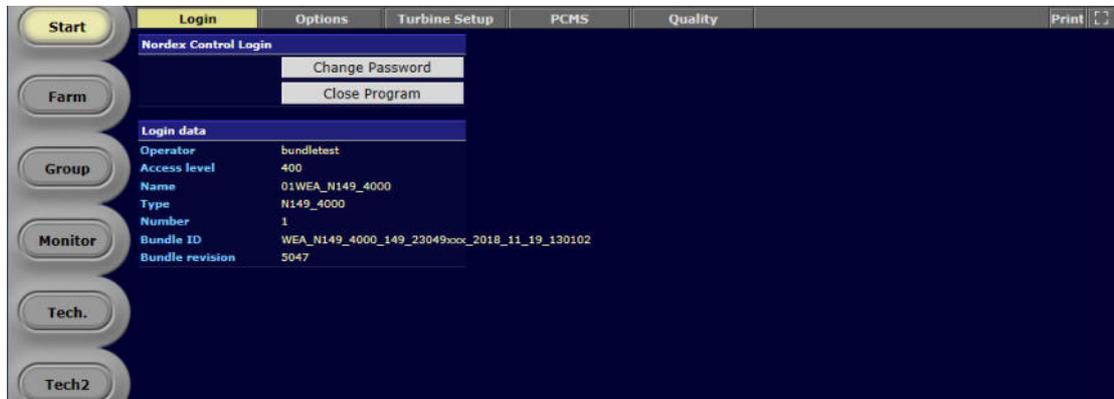


Abb. 9: Dialogfenster *Start/Login*

2. Schaltfläche *Programm schließen* betätigen.

## 7.6 WEA manuell stoppen

Die WEA kann auf verschiedene Weise manuell gestoppt werden, je nachdem, zu welchem Zweck sie gestoppt werden soll.

Nach einem „Manuellen Stopp“ werden die Rotorblätter langsam auf 87° verfahren. Der Rotor bremst ab und die WEA verbleibt im Zustand „Trudeln“.

### 7.6.1 Manueller Stopp vor Ort

Der manuelle Stopp vor Ort ist insbesondere vorgesehen, wenn:

- Der Aufstieg ins Maschinenhaus beabsichtigt ist oder
- Wartungsarbeiten durchgeführt werden sollen.

Zum manuellen Stop vor Ort wie folgt vorgehen:

1. Nordex-Fernüberwachung über den beabsichtigten Anlagenstopp informieren.
2. Den Wahlschalter *Betriebsmodus* in die Stellung *Lokale Bedienung* oder *WEA stopp* schalten. Nur so kann sichergestellt werden, dass die WEA nicht unbeabsichtigt von Dritten bedient oder gestartet wird, und die Personen vor Ort gefährdet.

↳ Die Bedienung der WEA aus der Ferne ist unterbunden.

Zu den Unterschieden zwischen den beiden Schalterstellungen siehe "1 – Wahlschalter Betriebsmodus" Seite 27.

**Hinweis:** Sofern die Pitchturmdämpfung, über Parameter P74.00=1, aktiviert ist, verfahren die Rotorblätter bei gestoppter Anlage in die Dämpfungsposition (ein Rotorblatt auf 11°).

### 7.6.2 Manueller Stopp aus der Ferne

Die WEA kann aus der Ferne in den manuellen Stopp versetzt werden. Dazu wie folgt vorgehen:

1. Nordex-Fernüberwachung über den beabsichtigten Anlagenstopp informieren.

2. In die Anlagensoftware einloggen (siehe "Einloggen in die Anlagensoftware" Seite 34).

3. Schaltfläche *Farm* betätigen

↳ Die Seite *Farm/Übersicht* mit einer Übersicht über alle WEA des Windparks wird angezeigt.

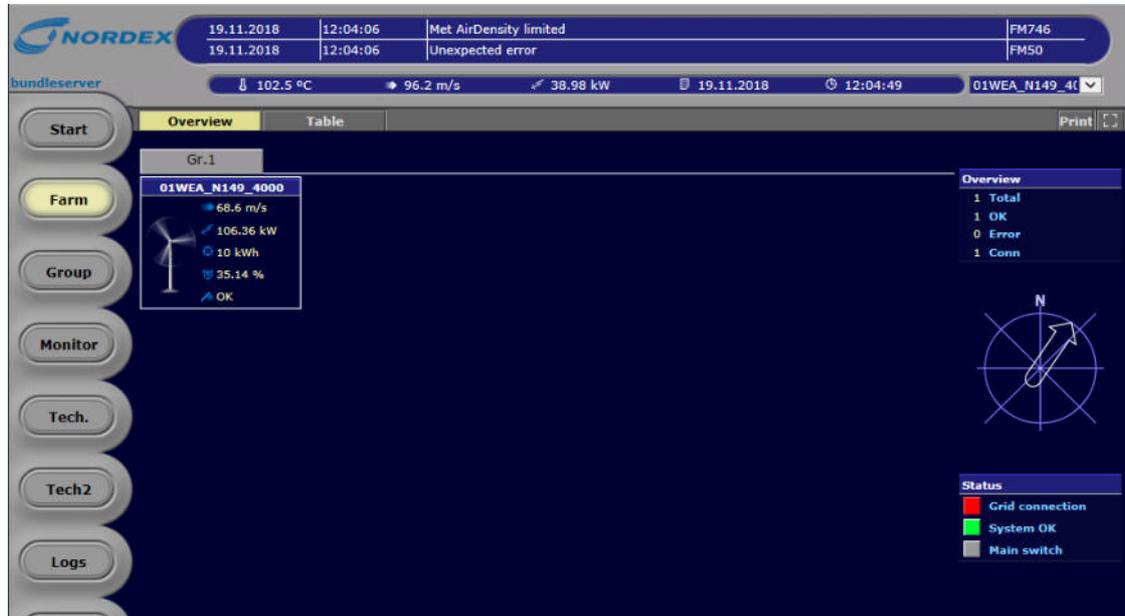


Abb. 10: Seite *Farm/Übersicht*

4. WEA durch Markieren auswählen.

5. Schaltfläche *Monitor* betätigen.

↳ Die Seite *Monitor/Übersicht* mit einer Übersichtsdarstellung der ausgewählten WEA wird angezeigt.

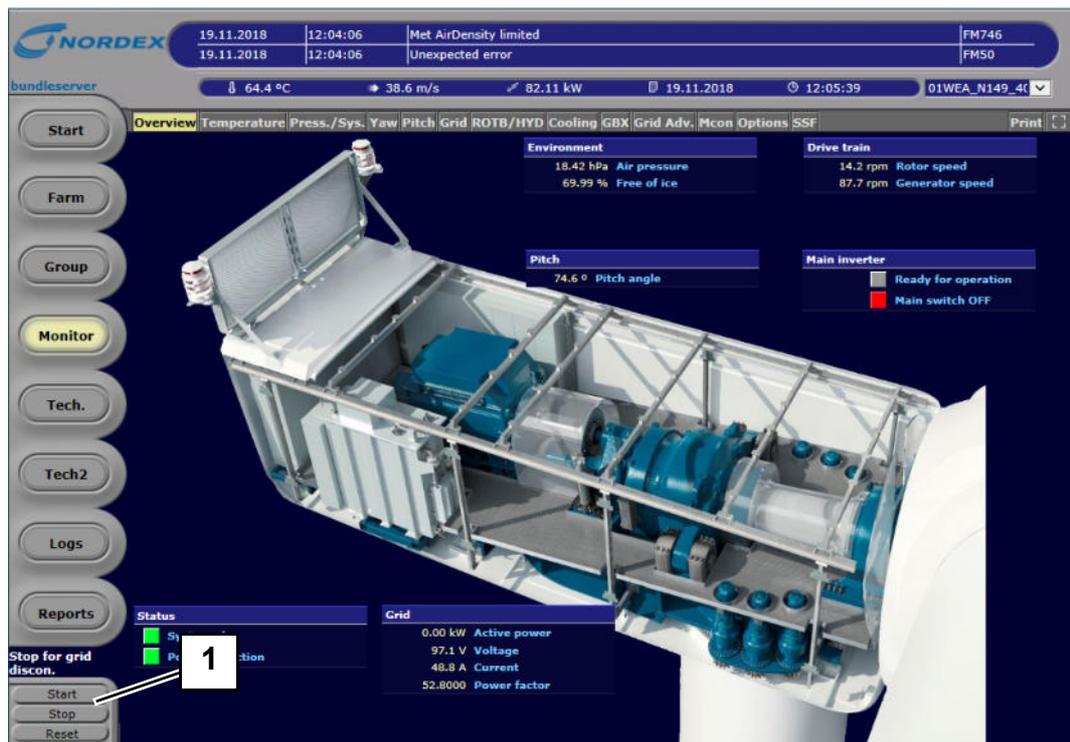


Abb. 11: Seite Monitor/Übersicht

- 1 Schaltfläche zum Anfordern der Bedienrechte

## HINWEIS

Sind die Bedienrechte erteilt, ist die Fernbedienung der WEA durch Dritte unterbunden. Die Fernbedienung der WEA, während man sich innerhalb der WEA befindet, ist möglich.

6. Um die Bedienrechte anzufordern, die Schaltfläche mit dem Schlosssymbol (1) anklicken.
7. Schaltfläche *Stopp* betätigen und mit *Enter* bestätigen.
8. Programm verlassen.

### 7.6.3 Stopp für Netzabschaltung

Die Netzspannung kann in der Anlagensoftware über den Befehl „Stopp für Netzabschaltung“ abgeschaltet werden.

Dieser Befehl ermöglicht im Gegensatz zum „Manuellen Stopp“, dass die gestoppte WEA nach dem Abschalten der Netzspannung im Trudelbetrieb verbleibt.

Zum Stopp für Netzabschaltung wie folgt vorgehen:

1. Nordex-Fernüberwachung über den beabsichtigten Anlagenstopp informieren.
2. In die Anlagensoftware einloggen, siehe "Einloggen in die Anlagensoftware" Seite 34.
3. WEA auswählen und Bedienrechte anfordern, siehe "Manueller Stopp aus der Ferne" Seite 36.
4. Auf der Seite *Monitor/Netz* den Befehl „Stopp für Netzabschaltung“ aktivieren.

Dazu unter *Netzabschaltung* die Schaltflächen *Wechsel* und dann *Enter* betätigen.

- ↪ Die Aktivierung des Befehls „Stopp für Netzabschaltung“ wird auf der Seite *Monitor/Netz* links unten über dem Bedienschlüssel weiß-rot-blinkend signalisiert.

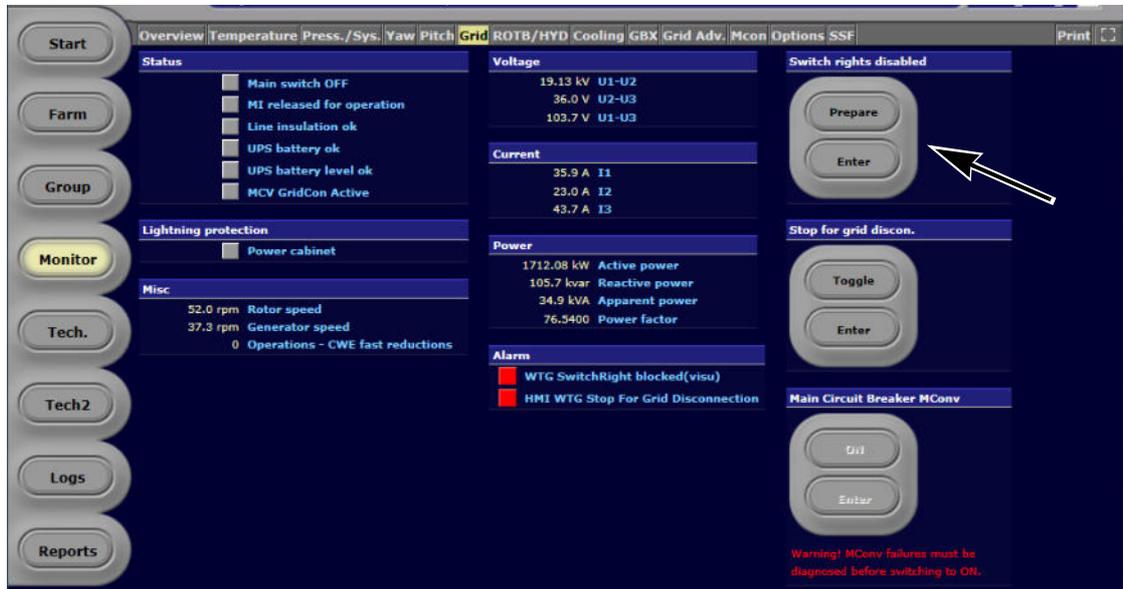


Abb. 12: Schaltflächen für Stopp für Netzabschaltung

Nach Wiederkehr der Netzspannung muss zum Starten der WEA der Befehl deaktiviert werden. Dazu wieder die Schaltflächen *Wechsel* und dann *Enter* betätigen.

## HINWEIS

Vor Verlassen der Anlage müssen die Bedienrechte wieder abgegeben werden.

## 7.7 WEA starten

### HINWEIS

Das Starten der WEA ist in der Regel nur aus dem manuellen Stopp heraus möglich. Lag vorher ein Stopp in Folge eines Fehlers vor, muss der Service zunächst die Ursache des Fehlers beseitigen und die WEA mit der Reset-Funktion zurücksetzen.

Das Starten der WEA kann sowohl vor Ort als auch aus der Ferne erfolgen.

#### 7.7.1 Starten vor Ort

1. Nordex-Fernüberwachung über das beabsichtigte Starten der WEA informieren.
2. Sicherstellen, dass der Wahlschalter Betriebsmodus auf *Lokale Bedienung* steht.
3. Den Taster *Start* an der Bottombox betätigen.
  - ↪ Die WEA geht in den automatischen Betrieb über.
4. Schalter Betriebsmodus beim Verlassen der WEA wieder auf Automatik stellen.

## 7.7.2 Starten aus der Ferne

Voraussetzungen:

- Die WEA befindet sich im manuellem Stopp.
- Es liegen keine Fehlermeldungen vor.

Zum Starten der WEA wie folgt vorgehen:

1. Nordex-Fernüberwachung über das beabsichtigte Starten der WEA informieren.
2. In die Anlagensoftware einloggen, siehe "Einloggen in die Anlagensoftware" Seite 34.
3. WEA auswählen und Bedienrechte anfordern, siehe "Manueller Stopp aus der Ferne" Seite 36.
4. Schaltfläche *Start* betätigen und mit *Enter* bestätigen.
5. Programm verlassen.

## 7.8 Betriebsdaten abfordern

Die Nordex-Software NC2 ermöglicht eine komfortable Visualisierung wichtiger Betriebsdaten der WEA. Dazu direkt in der WEA oder über die Modemverbindung von einem beliebigen geeigneten PC einwählen.

Folgende Möglichkeiten stehen u. a. zur Verfügung:

- Anzeige der aktuellen Werte wichtiger Betriebsdaten
- Anzeige von Listen mit aufgetretenen Fehlermeldungen
- Zusammenstellung von verschiedenen Berichten

Erfolgte die Einwahl von einem anderen PC aus, können die Listen und Berichte mithilfe der Exportfunktion heruntergeladen und beliebig weiter verarbeitet werden.

Die Möglichkeiten der Nordex-Software werden ausführlich im NC2-Handbuch erläutert, das zum Lieferumfang der WEA gehört. Im Folgenden wird nur ein grober Überblick gegeben.

### 7.8.1 Aktuelle Betriebsdaten anzeigen

Voraussetzung:

- Der Bediener ist in die Anlagensoftware eingeloggt.
- Eine WEA ist ausgewählt.

Zum Anzeigen der aktuellen Betriebsdaten wie folgt vorgehen:

1. Schaltfläche *Monitor* am linken Bildschirmrand betätigen.
  - ↳ Die Seite *Monitor/Übersicht* wird angezeigt.



Abb. 13: Seite Monitor/Übersicht

Diese Seite zeigt eine Übersicht der Komponenten im Maschinenhaus, Angaben über deren Zustand und verschiedene aktuelle Messwerte.

Mit den Reitern am oberen Seitenrand können weitere Daten angezeigt werden.

## 7.8.2 Letzte Fehlermeldungen anzeigen

Voraussetzung:

- Der Bediener ist in die Anlagensoftware eingeloggt.
- Eine WEA ist ausgewählt.

Zum Anzeigen der letzten Fehlermeldungen wie folgt vorgehen:

1. Schaltfläche *Logs* am linken Bildschirmrand betätigen.
  - ↳ Die Seite *Logs/Alarm Log/Darstellung* wird angezeigt.

Index	Date	Time	Oper	Name	Message	Group	Status
1	19.11.2018	12:13:03:843	0	FM1296	Pit 3 Box Temp CableBreak	ALM	ON
2	19.11.2018	12:13:18:417	1	FM1296	Pit 3 Box Temp CableBreak	ALM	OFF
3	19.11.2018	12:13:20:486	2	FM845	GBX BearTemp 2(Rot) H Warn	ALM	ON
4	19.11.2018	12:13:34:624	3	FM845	GBX BearTemp 2(Rot) H Warn	ALM	OFF
5	19.11.2018	12:13:48:453	4	FM2203	Ctrl DLL Timeout	ALM	ON
6	19.11.2018	12:13:57:898	5	FM2203	Ctrl DLL Timeout	ALM	OFF
7	19.11.2018	12:14:03:376	6	FM1300	Vib Nacelacc const	ALM	ON
8	19.11.2018	12:14:15:533	7	FM1300	Vib Nacelacc const	ALM	OFF
9	19.11.2018	12:14:23:679	8	FM10778	PN TOB M7 Configuration failed	ALM	ON
10	19.11.2018	12:14:36:582	9	FM10778	PN TOB M7 Configuration failed	ALM	OFF
11	19.11.2018	12:14:49:230	10	FM365	Pit PowerVolt SwitchOff manual	ALM	ON
12	19.11.2018	12:14:49:384	11	FM365	Pit PowerVolt SwitchOff manual	ALM	OFF
13	19.11.2018	12:15:01:368	12	FM1655	Pit 2 DVB CMS 1 CableBreak	ALM	ON
14	19.11.2018	12:15:17:441	13	FM1655	Pit 2 DVB CMS 1 CableBreak	ALM	OFF
15	19.11.2018	12:15:25:271	14	FM5008	SIS SF07 Pit Speed Nok	ALM	ON
16	19.11.2018	12:15:30:158	15	FM5008	SIS SF07 Pit Speed Nok	ALM	OFF
17	19.11.2018	12:15:43:515	16	FM1004	CWE WTG SwitchRight canceled	ALM	ON
18	19.11.2018	12:15:55:118	17	FM1004	CWE WTG SwitchRight canceled	ALM	OFF
19	19.11.2018	12:16:04:904	18	FM5161	SIS Pit Blade Encoder Failure	ALM	ON
20	19.11.2018	12:16:17:610	19	FM5161	SIS Pit Blade Encoder Failure	ALM	OFF
21	19.11.2018	12:16:26:362	20	FM5199	SIS AIS Sensor Subsystem invalid	ALM	ON
22	19.11.2018	12:16:36:306	21	FM5199	SIS AIS Sensor Subsystem invalid	ALM	OFF
23	19.11.2018	12:16:47:210	22	FM412	Wind DirSlanting Stop(at Sectorav.)	ALM	ON
24	19.11.2018	12:16:53:099	23	FM412	Wind DirSlanting Stop(at Sectorav.)	ALM	OFF
25	19.11.2018	12:17:05:655	24	FM1110	Pit 1 DC link voltage fault	ALM	ON

Abb. 14: Seite Logs/Alarm Log/Darstellung

Diese Seite zeigt eine Übersicht der letzten Fehlermeldungen. Die Übersicht kann durch Betätigen der Schaltfläche *Export* heruntergeladen werden.

Mit dem Reiter *Auswahl* kann ein Dialogfenster aufgerufen werden, in dem der Bediener selbst bestimmen kann, welche Fehlermeldungen angezeigt werden sollen.

### 7.8.3 Berichte zusammenstellen

Voraussetzung:

- Der Bediener ist in die Anlagensoftware eingeloggt.
- Eine WEA ist ausgewählt.

Um einen Bericht zusammenzustellen, wie folgt vorgehen:

1. Schaltfläche *Berichte* am linken Bildschirmrand betätigen.
  - ↳ Die Seite *Berichte/WEA/Auswahl* wird angezeigt.



Abb. 15: Seite Berichte/WEA/Auswahl

Hier können die Art des Berichts und der zu betrachtende Zeitraum ausgewählt werden. Zur Anzeige des ausgewählten Berichts den Reiter *Darstellung* auswählen. Der Bericht kann durch Betätigen der Schaltfläche *Export* heruntergeladen werden.

## 8. Aufenthalt in der WEA

### 8.1 Aufstieg ins Maschinenhaus

#### HINWEIS

Der Aufstieg darf nur nach einem manuellen Stopp der WEA erfolgen und wenn sich der Wahlschalter Betriebsmodus in der Stellung *Lokale Bedienung* oder *WEA stopp* befindet.

Wenn der Wahlschalter Betriebsmodus nach einem manuellen Stopp in Stellung *Automatik* verbleibt, kann die WEA unerwartet aus der Ferne gestartet werden.

#### HINWEIS

Der Lichtschalter für das Maschinenhaus befindet sich im Einstiegsbereich.

Der Auf- und Abstieg im Turm sowie der Aufenthalt im Maschinenhaus erfolgen grundsätzlich auf eigene Gefahr.

Eine Besteigung der Anlage darf nur durch Personen erfolgen, die dazu körperlich in der Lage sind und einen gültigen Nachweis ihrer Höhentauglichkeit besitzen. Während des Auf- und Abstiegs besteht die Pflicht zur Absicherung gegen Absturz. Dazu ist die persönliche Schutzausrüstung in Verbindung mit entsprechenden Anschlagpunkten in der Befahranlage bzw. dem Fallschutzsystem der Steigleiter zu verwenden.

Bei einem Aufstieg ins Maschinenhaus ist zu gewährleisten, dass für zwei Personen jeweils ein Abseil- und Rettungsgerät zur Verfügung steht.

Für den Auf- und Abstieg ist grundsätzlich die Befahranlage zu benutzen.



#### WARNUNG

##### Absturzgefahr

Lebensgefährliche Verletzungen

- Befahranlage immer zu zweit benutzen oder sicherstellen, dass sich eine Person mit Abseilgerät zum möglichen Retten oberhalb der Befahranlage befindet.



#### WARNUNG

##### Funktionsausfall bei starkem Frost

Bauteilschäden durch unsachgemäße Bedienung

- WEA in CCV-Ausführung sind für den Betrieb bei tiefen Temperaturen bis  $-30^{\circ}\text{C}$  ausgelegt. Das Anziehen von Schraubverbindungen auf Anziehmoment ist nur bis  $-20^{\circ}\text{C}$  gestattet.

Die Befahranlage darf nur von unterwiesenen Personen bedient werden. Die vor Ort vorhandene Bedienungsanleitung der Befahranlage ist zu beachten. Die gleichzeitige Benutzung von Befahranlage und Steigleiter ist nicht gestattet. Vor dem Benutzen der Befahranlage muss deren arbeitstägliche Überprüfung erfolgreich durchgeführt worden sein.

Beim Aufstieg ins Maschinenhaus ist eine Notleuchte mitzuführen.



Eine detaillierte Erläuterung der erforderlichen Vorgehensweise beim Benutzen der Befahranlage oder der Steigleiter ist dem Sicherheitshandbuch *E0003937116* zu entnehmen.

## 8.2 Elektrokettenzug und Brückenkran benutzen

Die WEA ist mit einem Elektrokettenzug und einem Brückenkran ausgestattet. Diese sind für die Unterstützung von Wartungs- und Reparaturarbeiten vorgesehen.

### HINWEIS

#### Unsachgemässe Bedienung

Anlagenschäden

- Die Bedienung von Elektrokettenzug und Brückenkran ist nur unterwiesenen und beauftragten Personen gestattet.

Die Vorgehensweise beim Benutzen des Elektrokettenzugs und Brückenkrans ist im Anhang beschrieben, Kapitel 13.8 „Gegenstände befördern“.

## 8.3 Verhalten bei längerem Stillstand

Bei längerem Stillstand der WEA sind einige Maßnahmen umzusetzen, um mögliche Schäden an mechanischen Baugruppen zu verhindern.

Soll die WEA länger als 4 Wochen stillgelegt werden, wie folgt vorgehen:

- WEA stoppen (siehe "WEA manuell stoppen" Seite 36).
  - ↪ Die Rotorblätter verfahren langsam auf 87°.
  - ↪ Der Rotor bremst ab.
  - ↪ Die WEA verbleibt im Zustand *Trudeln*.

## 8.4 Verhalten bei Betriebsstörungen



### WARNUNG

#### Unsachgemässes Beheben von Störungen

Personengefährdung und Anlagenschäden

- Anlagenstörungen dürfen nur von geschultem und eingewiesenem Fachpersonal behoben werden.

Die Steuerung registriert alle Störungen während des automatischen Betriebs der WEA. In Abhängigkeit von der Art des Fehlers generiert sie Steuerbefehle an die

Anlagenkomponenten als Reaktion auf die Störung. Gleichzeitig erzeugt sie Fehlermeldungen, die automatisch sowohl an die Nordex-Fernüberwachung übermittelt als auch in einer Datei abgespeichert werden.

## **8.5 Verlassen der WEA**

Vor dem Verlassen der WEA den betriebsgemäßen Zustand wieder herzustellen. Das heißt insbesondere:

1. Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz vollständig und ordnungsgemäß an ihrem Platz verwahren.
2. Fernüberwachung über das beabsichtigte Verlassen der WEA informieren.
3. WEA ggf. selbst wieder starten, wenn sie vorher manuell gestoppt wurde.
4. Am Anlagen-PC abmelden.
5. Fernzugriff auf die Steuerung wiederherstellen.
6. Beleuchtung ausschalten.
7. Tür im Turmfuß verschließen.
8. Einbruchmeldeanlage, sofern vorhanden, wieder aktivieren.
9. Betriebsmodus auf "Automatik" stellen, oder falls ein nicht behebbarer Fehler vorliegt, auf "WEA Stopp" stellen.

## 9. Besondere Betriebsbedingungen

### 9.1 Not-Halt

An verschiedenen Stellen der WEA befinden sich Not-Halt-Schalter, mit denen die WEA im Falle eines Notfalls oder zur Überprüfung der Funktion während der Wartung stillgesetzt werden kann.

#### HINWEIS

##### Höhere Belastungen beim mechanischen Stillsetzen

Beanspruchungen mechanischer Komponenten

- Not-Halt nur bei einem Notfall oder zur Überprüfung der Funktion während der Wartung betätigen.

##### Auslösen eines Not-Halts

- Nächstgelegenen Not-Halt-Schalter betätigen.

Durch Betätigen eines Not-Halt-Schalters wird bei laufender Anlage ein Not-Halt ausgelöst. Das heißt:

- das Sicherheitssystem löst aus,
- die Rotorblätter verfahren schnellstmöglich,
- die Rotorbremse fällt nach Unterschreiten einer definierten Drehzahl ein und
- das Azimutsystem wird stillgesetzt,
- **N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**  
Der Leistungsschalter des Hauptumrichters wird nach Unterschreiten einer definierten Drehzahl geöffnet.
- **N149/5.X & N163/5.X:**  
Der Leistungsschalter und die drei Statorschütze werden nach Unterschreitung einer definierten Drehzahl geöffnet.

Ein betätigter Not-Halt-Schalter rastet in der Betätigungsstellung ein.

**Achtung:** Die Spannungsfreiheit kann nicht durch das Betätigen eines Not-Halt-Schalters erreicht werden.

##### Wiederauffahren nach einem Nothalt

Dazu wie folgt vorgehen:

- Betätigungsknopf des eingerasteten Not-Halt-Schalters durch Drehung im Uhrzeigersinn/CW entriegeln.

Bevor die WEA gestartet werden kann, muss das Sicherheitssystem in der WEA vor Ort zurückgesetzt werden.

### 9.2 Pitch-Dämpfung

Mit der Pitch-Dämpfung kann ein Aufschwingen der WEA verhindert werden. Hierfür wird ein Rotorblatt auf 10° gepitcht die beiden anderen bleiben in der Fahnenstellung. Die WEA wird dann freigesetzt und trudelt.

Dazu wie folgt vorgehen:

- Bei arretiertem Rotor vorzugsweise ein oberes Blatt in 10°-Position pitchten.

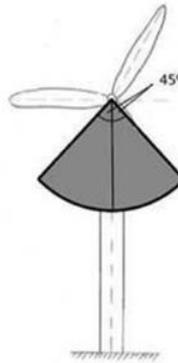


Abb. 16: Pitch-Dämpfung

- Sicherstellen, dass sich das Rotorblatt in der 10°-Stellung nicht im markiertem Bereich der oberen Abbildung befindet.
- Arretierung lösen um Stillstandsmarkierungen zu vermeiden.
- Ein Rotorblatt entsprechend der Markierungen auf 10°-Pitchwinkel fahren.
- Zwei Rotorblätter entsprechend den Markierungen auf 90°- Pitchwinkel fahren.

### 9.3 Trennen der Mittelspannung im Brandfall



E0004857702 Bedienungsanleitung Freischalten Mittelspannungstrafo DELTA 4000

Am Kettenspeicher des Elektrokettenzugs befindet sich ein Aus-Schalter, der bei Betätigung die Mittelspannung im Maschinenhaus trennt.

#### HINWEIS

Nur bei Brandgefahr betätigen.

Bei Betätigung des Schalters wird die Mittelspannung im Maschinenhaus komplett freigeschaltet. Das Maschinenhaus muss sofort verlassen werden. Bei einer Fehlbedienung des Schalters muss durch qualifiziertes und geschultes Personal mit Schaltberechtigung an der Schaltanlage im Turmzugangsbereich die Trennung von der Mittelspannung aufgehoben werden.

Bei Betätigung des Schalters ist der Aufzug nicht mehr funktionsfähig. Eine Abwärtsfahrt ist nur noch als Notfahrt möglich.

## 9.4 Vereisung

Der Eigentümer/Betreiber der WEA hat sicherzustellen, dass von der WEA bei Eisansatz keine Gefährdungen durch weggeschleuderte Eisstücke auftreten können.



### WARNUNG

#### Gefahr durch herabfallende Eisstücke

Lebensgefährliche Verletzungen

- Bei Eisansatz den Aufenthalt in der WEA meiden bzw. sich mit besonderer Vorsicht der WEA nähern.

### 9.4.1 Verhalten bei Vereisungsgefahr

- Wetterlage in der kalten Jahreszeit aufmerksam beobachten.
- Sobald die Gefahr von Eisansatz besteht, veranlassen, dass die WEA gestoppt bzw. das Wiederaufahren einer gestoppten WEA unterbunden wird.

Ist die WEA mit einem optionalen Eissensor ausgestattet, wird die WEA bei Detektion von Eisansatz am Eissensor von der Steuerung automatisch gestoppt und in den Trudelbetrieb versetzt.

### 9.4.2 Verhalten nach Abklingen der Vereisungsgefahr

Der Eigentümer/Betreiber muss sicherstellen, dass die WEA nur gestartet wird, wenn die Rotorblätter eisfrei sind.

Das gilt auch für den Fall, dass die WEA mit einem Eissensor ausgestattet ist.

Nach Abklingen der Vereisungsgefahr wie folgt vorgehen:

- Vor Ort prüfen, dass sich kein Eis an den Rotorblättern befindet.
- Falls erforderlich, Reset an der Bottom Box ausführen und anschließend die WEA starten.

## 9.5 Extreme Frostwetterlagen

Bei extremen Frostwetterlagen sind besondere Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz der mechanischen Baugruppen erforderlich.

Dazu überwacht die Steuerung die Außentemperatur und die Temperatur an verschiedenen Anlagenkomponenten mit Messfühlern. Sinkt die Außentemperatur bei NCV-Ausführung unter  $-20\text{ °C}$  bzw. bei CCV-Ausführung unter  $-30\text{ °C}$ , veranlasst die Steuerung automatisch einen Anlagenstopp.

Des Weiteren unterbindet die Steuerung das Aufahren der WEA, solange die Temperaturwerte im kritischen Bereich sind.

## 9.6 Netzausfall

Bei Ausfall der Netzspannung wird die Beleuchtung in der WEA automatisch auf Notbeleuchtung umgeschaltet. Damit ist die Beleuchtung der WEA für mindestens 30 min gewährleistet.



### GEFAHR

#### Unzureichende Beleuchtung der Steigleiter

Lebensgefährliche Verletzungen durch Abstürzen

- Nach Ausfall der Netzspannung umgehend das Maschinenhaus verlassen und in den Turmfuß absteigen.

Für den Eigentümer/Betreiber ergeben sich bei einem Ausfall der Netzspannung keine weiteren Maßnahmen.

Die WEA reagiert nach einem Ausfall der Netzspannung und bei Wiederkehr der Netzspannung unterschiedlich.

#### Netzausfall während des automatischen Betriebes

Bei Ausfall der Netzspannung während des automatischen Betriebes reagiert die WEA wie folgt:

- Die WEA wird mit Bremsprogramm 2 „Schnellbremsung“ gestoppt. Die Rotorblätter werden verfahren.
- 120 s nach Netzausfall beginnt der Anlagen-PC herunterzufahren.
- 400 s nach Netzausfall wird die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) ausgeschaltet und die WEA komplett spannungslos.

Die WEA befindet sich im Zustand „Trudeln“.

Nach Wiederkehr der Netzspannung laufen in der WEA automatisch folgende Prozesse ab:

- Die Steuerung fährt hoch.
- Die normale Beleuchtung schaltet sich wieder ein.
- Alle Folgefehler des Netzausfalls werden automatisch quittiert.
- Ist die WEA fehlerfrei, startet sie automatisch 10 min nach Netzwiederkehr.
- Beim Startvorgang der WEA wird der Hauptschalter eingeschaltet.

### HINWEIS

Unmittelbar bevor der Hauptschalter eingeschaltet wird, ertönt für ca. 15 s die Warnhupe.

#### Netzausfall bei manuellem Stopp

Befand sich die WEA vor dem Netzausfall bereits im manuellen Stopp:

Nach Wiederkehr der Netzspannung laufen die gleichen Vorgänge ab, wie oben beschrieben, mit dem Unterschied, dass die WEA nicht gestartet wird.

## 10. **Wartung**



### **WARNUNG**

#### **Unsachgemäße Wartungsarbeiten**

Personengefährdung und Anlagenschäden

- Wartungsarbeiten dürfen nur von geschultem und eingewiesenem Fachpersonal ausgeführt werden.



E0004345392 Allgemeine Wartungsanleitung Anlagenklasse Delta4000

Eine Windenergieanlage ist eine komplexe technische Anlage zur Erzeugung von Elektroenergie. Um deren zuverlässigen, fehlerfreien und sicheren Betrieb zu gewährleisten, muss sie regelmäßig entsprechend den Vorgaben des Herstellers gewartet werden.

Zur WEA gehören weiterhin verschiedene Ausrüstungen, für die in Deutschland spezielle Prüfungen gesetzlich vorgeschrieben sind. Diese Prüfungen müssen durch befähigte Personen ausgeführt und vom Eigentümer entsprechend den landesspezifischen gesetzlichen Bestimmungen und in Übereinstimmung mit den zur jeweiligen Ausrüstung gehörenden Begleitunterlagen organisiert werden.

Für die Planung, Organisation und fristgemäße Durchführung sowohl der eigentlichen Wartungsarbeiten als auch der Prüfungen prüfpflichtiger Ausrüstungen ist der Eigentümer/Betreiber der WEA verantwortlich.

Maßgebend für den Eigentümer/Betreiber ist dabei die Allgemeine Wartungsanleitung E0004345392.

## 11. Melden von Schäden

Werden beim Aufenthalt in der WEA Auffälligkeiten oder Schäden festgestellt, müssen diese, während der Vertragslaufzeit, umgehend der Nordex Energy GmbH mitgeteilt werden. Das betrifft insbesondere:

- Ölleckagen
- Auffällige Geräusche, z. B. an Getriebe, Generator, Rotorlager, Rotorblättern
- Rost oder Risse an tragenden Bauteilen, wie z. B. Turm, Maschinenträger
- Risse im Fundament
- Risse, Schmauchspuren oder starker Schmutz an den Rotorblättern
- Lockere Schraubverbindungen
- Wasser, größere Mengen Staub oder Sand in der Anlage
- Risse und Versprödungen an Elastomerlagern oder Schläuchen

## 12. Weitere Unterlagen



E0003937116 Sicherheitshandbuch Verhaltensregeln an, in und auf Windenergieanlagen der Anlagenklasse Delta4000

Diese Bedienungsanleitung gilt nur in Verbindung mit dem Sicherheitshandbuch E0003937116. Das Sicherheitshandbuch enthält wichtige Sicherheits-, Bedienungs- und Handlungsvorschriften, die beim Aufenthalt in der WEA im Interesse der eigenen Sicherheit und der Sicherheit der WEA strikt einzuhalten sind. Es ist stets zusammen mit der Bedienungsanleitung aufzubewahren.

Ergänzend zu dieser Bedienungsanleitung gibt es spezielle Anleitungen für Zusatzausrüstungen sowie weitere Unterlagen. Diese müssen stets an der jeweiligen Ausrüstung angebracht sein und bei Bedarf verfügbar sein.

Alle anderen Unterlagen einschließlich dieser Bedienungsanleitung sind an geeigneter Stelle sicher aufzubewahren.

## 13. Anhang: Bedienungshinweise für Servicepersonal

Im Folgenden werden Hinweise zur Bedienung einzelner Komponenten der WEA gegeben, die für die Ausführung von Servicearbeiten notwendig sind. Die hier beschriebenen Handlungen dürfen ausschließlich von befähigtem und unterwiesenem Fachpersonal ausgeführt werden.

### 13.1 Rotorbremse bei fehlendem Systemdruck bedienen

Die aktive mechanische Rotorbremse ist bei fehlendem Systemdruck geöffnet und kann nicht mehr automatisch geschlossen werden. Sie kann nur manuell mithilfe der Handpumpe am Hydraulikaggregat geschlossen und mit einem Ventil wieder geöffnet werden.

Es können zwei verschiedene Hydraulikaggregate verbaut sein, entweder von *HYDAC* oder von *HAWE*. Die Vorgehensweise unterscheidet sich geringfügig.

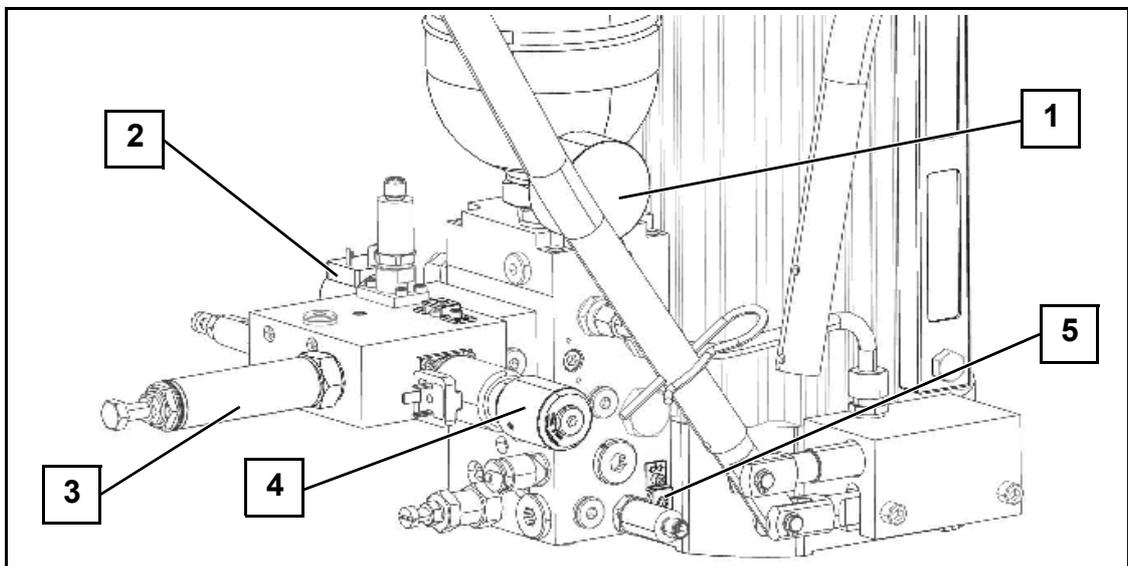


Abb. 17: Hydraulikaggregat HAWE

- |   |                            |   |                                 |
|---|----------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | Manometer (150)            | 2 | MV1 (111)                       |
| 3 | DMV1 (100.g)               | 4 | MV2 (100.a) mit Handrad (100.b) |
| 5 | Druckablassventil AV1 (60) |   |                                 |

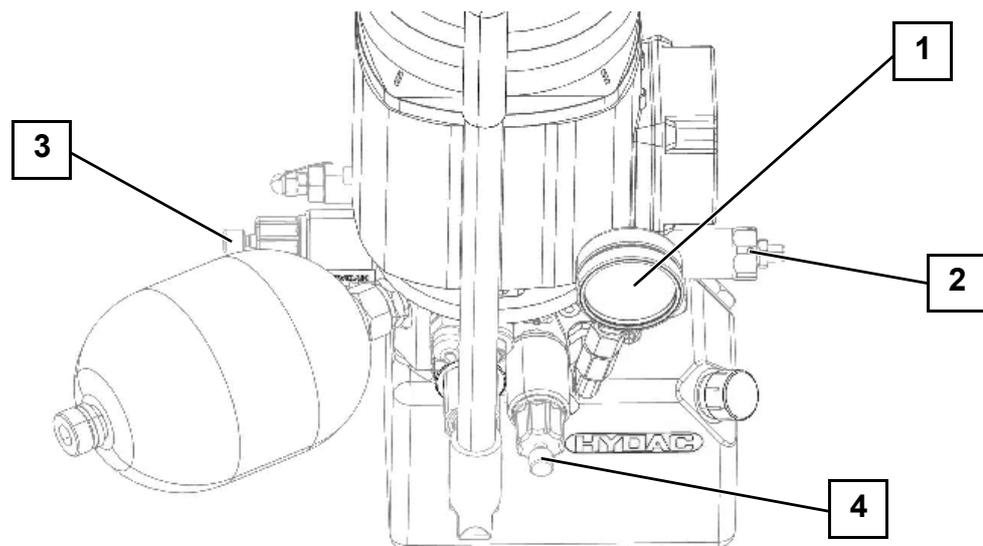


Abb. 18: Hydraulikaggregat HYDAC

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 1 Manometer (30)              | 2 DMV1 (7) |
| 3 MV1 / Druckablassventil (3) | 4 MV2 (4)  |

### 13.1.1 Rotorbremse schließen

- Sicherstellen, dass folgendes Magnetventil in der Ausgangsstellung ist:

Ventil	Pos. HYDAC	Pos. HAWE
MV2 (Rotorbremse)	4	100.a / 100.b

- Magnetventil nicht bestromt
- Handrad (HAWE), bzw. Rändelschraube (HYDAC) nach links gedreht

## HINWEIS

### Druck mit Manometer prüfen.

- Mit der Handpumpe Druck aufbauen, bis der erforderliche Haltedruck erreicht ist.  
↪ **Sollwert:** 76 bar

### 13.1.2 Rotorbremse öffnen

#### HAWE

1. Ventil 100.a durch Rechtsdrehen des Handrads 100.b langsam öffnen.
2. Druckabfall am Manometer, Position 150, prüfen.
3. Ventil 100.a durch Linksdrehen des Handrads 100.b schließen.

#### HYDAC

1. Ventil 4 durch Rechtsdrehen der Rändelschraube langsam öffnen.
2. Druckabfall am Manometer, Position 30, prüfen.
3. Ventil 4 durch Linksdrehen der Rändelschraube schließen.

## 13.2 Rotorbremse mit Systemdruck bedienen

### HINWEIS

Die Hydraulik ist nur in Betrieb, wenn der Wahlschalter auf *Lokale Bedienung* steht.

Wenn das Hydraulikaggregat betriebsbereit ist, kann die Rotorbremse durch das Umschalten des Wahlschalters *Rotorbremse Manuell/Auto* an der Topbox auf Manuell in den manuellen Betrieb versetzt werden.

Nach dem Umschalten auf manuellen Betrieb wird die Rotorbremse geschlossen. Anschließend kann die Rotorbremse mit dem Taster der Release brake am mobilen Bedienterminal geöffnet werden. Nach Freigabe des Tasters wird die Rotorbremse sofort wieder geschlossen.

## 13.3 Rotor bewegen

Der Rotor kann für die Ausrichtung des zu wartenden Rotorblattes auf unterschiedliche Weise bewegt werden:

- Mithilfe des Pitchsystems,
- Mithilfe des Generator-Umrichter-Systems.

### 13.3.1 Rotor mit Hilfe des Pitchsystems bewegen

Bei ausreichendem Wind kann der Rotor mithilfe des Pitchsystems bewegt werden.

Voraussetzungen:

- Die WEA befindet sich im Zustand manueller Stopp.
  - Der Wahlschalter Betriebsart an der Bottombox steht auf *Lokale Bedienung*.
  - Der Rotor ist nicht arretiert.
  - Die Rotorbremse ist geöffnet bzw. wird sie für diesen Vorgang über den Taster *Release Brake* geöffnet.
- Am mobilen Bedienterminal den Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor* in Stellung *Pitch* umschalten.
- ↩ Das Pitchsystem ist für die manuelle Bedienung ausgewählt.



Abb. 19: Mobiles Bedienterminal (Abb. ähnlich)

- Am mobilen Bedienterminal den Wahlschalter *Man. Op. OFF/ON* in Stellung *ON* umschalten.
  - ↪ Die manuelle Bedienung mit dem mobilen Bedienterminal ist aktiviert.
- Mit dem Taster *Yaw/Rotor CCW/Pitch to 0°* den Pitchwinkel entsprechend den Windverhältnissen verändern, sodass der Rotor anfängt, sich langsam zu bewegen.
- Vor Erreichen der gewünschten Position den Wahlschalter *Rotorbremse Manuell/ Auto* auf *Manuell* schalten.
  - ↪ Die Rotorbremse wird geschlossen.
- Rotor fein positionieren.

**Achtung:**  
Da nach Freigabe des Tasters *Release brake* die Rotorbremse sofort mit vollem Bremsdruck beaufschlagt wird, darf sich der Rotor nur sehr langsam bewegen.  
Bei einer Generatordrehzahl über 100 rpm wird die Bremse nicht geschlossen.  
Falls erforderlich, Rotorbremse mit dem Taster *Release brake* am mobilen Bedienterminal mehrmals öffnen, den Rotor weiter drehen lassen und wieder schließen.
- Nachdem der Rotor erfolgreich positioniert wurde, am mobilen Bedienterminal den Wahlschalter *Man. Op. OFF/ON* wieder in Stellung *OFF* umschalten.
  - ↪ Die manuelle Bedienung mit dem mobilen Bedienterminal ist wieder deaktiviert.

### 13.3.2 Rotor mit Hauptumrichter und Generator bewegen

Wenn Hauptumrichter und Generator betriebsbereit sind, kann der Rotor mit deren Hilfe manuell bewegt werden.

Voraussetzungen:

- Die WEA befindet sich im Zustand manueller Stopp.
  - Die Rotorblätter befinden sich in Fahnenstellung.
  - Der Wahlschalter Betriebsart an der Bottombox steht in Stellung *2 Lokale Bedienung* oder *3 WEA stopp und festsetzen*.
  - Der Rotor ist nicht arretiert.
  - Die Rotorbremse ist geöffnet.
- Am mobilen Bedienterminal den Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor* in Stellung *Rotor* umschalten.
    - ↪ Der Rotor ist für die manuelle Bedienung ausgewählt.

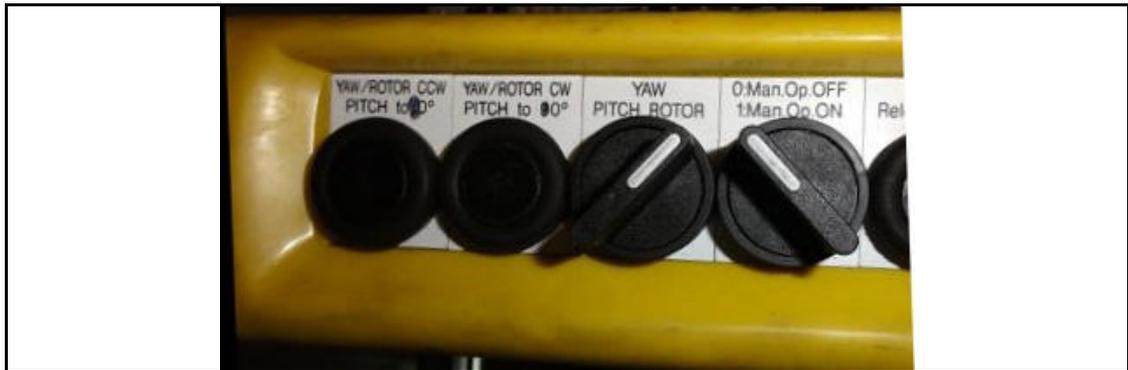


Abb. 20: Mobiles Bedienterminal (Abb. ähnlich)

- Am mobilen Bedienterminal den Wahlschalter *Man. Op. OFF/ON* in Stellung *ON* umschalten.
  - ↪ Die manuelle Bedienung mit dem mobilen Bedienterminal ist aktiviert.
  - ↪ In Abhängigkeit vom Typ des Hauptumrichters ist nach ca. 5 ... 45 s am Generator ein Fiepton zu hören.
  - ↪ Sollte der Rotor noch trudeln, wird die Drehzahl auf 0 U/min abgebremst und gehalten. Der Hauptumrichter ist betriebsbereit.
- Rotor mit den Tastern *Yaw/Rotor CW/Pitch to 95°* bzw. *Yaw/Rotor CCW/Pitch to 0°* positionieren.

**Hinweise:**

- Bei dauerhafter Betätigung eines dieser Taster beschleunigt der Generator langsam bis auf ca. 30 U/min.
  - Wird der Taster freigegeben, regelt der Hauptumrichter die Drehzahl langsam wieder auf 0 U/min. Es ist also ein gewisser Nachlauf des Rotors zu berücksichtigen.
  - Wird innerhalb von ca. 60 s keiner der beiden Taster betätigt, wird der Hauptumrichter ausgeschaltet und der Generator erzeugt auch kein Haltemoment mehr.
  - Wenn der Hauptumrichter nach 60 s Inaktivität ausgeschaltet wurde, kann er wieder aktiviert werden, indem am mobilen Bedienterminal die manuelle Bedienung kurz aus- und wieder eingeschaltet wird.
- Rotor fein positionieren durch Tipbetrieb.
  - Nachdem der Rotor erfolgreich positioniert wurde, den Wahlschalter *Rotorbremse Manuell/Auto* auf *Manuell* schalten.
    - ↪ Die Rotorbremse wird geschlossen.
  - Am mobilen Bedienterminal den Wahlschalter *Man. Op. OFF/ON* in Stellung *OFF* schalten.
    - ↪ Die manuelle Bedienung mit dem mobilen Bedienterminal ist deaktiviert.

## 13.4 Rotor positionieren

Der Rotor kann mit der auf der Rotorwelle sitzenden Rotorarretierungsscheibe und dem im Rotorlagergehäuse integrierten Rotorarretierungsbolzen zuverlässig in verschiedenen definierten Positionen festgesetzt werden. Dazu sind in der Rotorarretierungsscheibe insgesamt neun Bohrungen für die Aufnahme des Rotorarretierungsbolzens vorhanden.

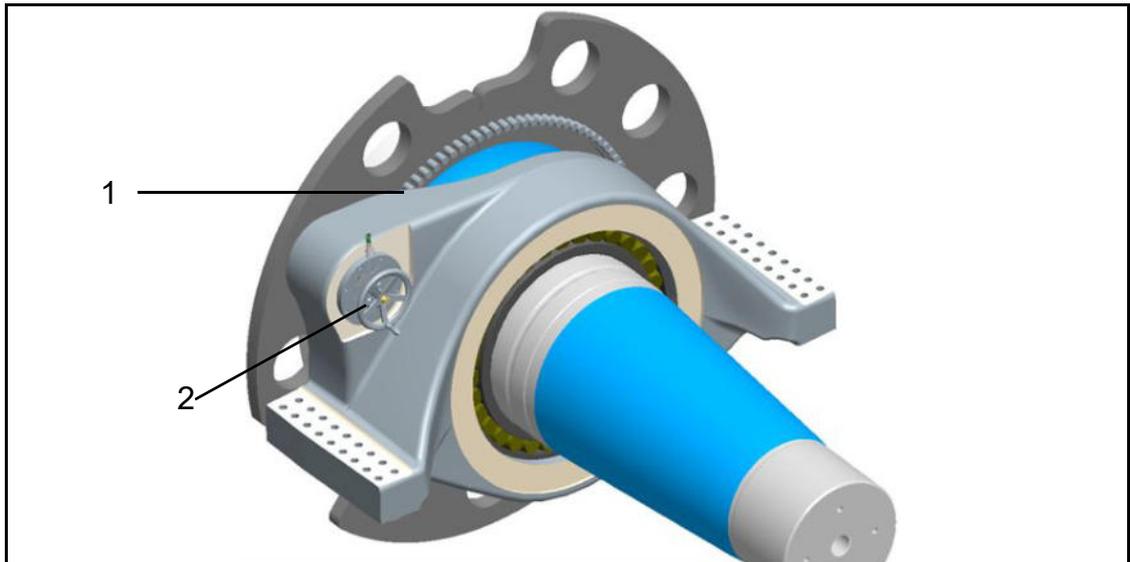


Abb. 21: Rotorarretierung an der Rotorwelle

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1 Rotorarretierungsscheibe | 2 Betätigungsmechanismus des Rotorarretierungsbolzens |
|----------------------------|---|

Zum Positionieren des Rotors sind auf der Rotorarretierungsscheibe Markierungen und am Rotorlagergehäuse neben dem Betätigungsmechanismus des Rotorarretierungsbolzens ein Zeiger angebracht. Drei dieser Markierungen sind mit den Ziffern 1, 2, 3 beschriftet.

Steht der Zeiger z. B. auf der 1, befindet sich das Rotorblatt der Pitchachse 1 in senkrechter Position nach unten.



Abb. 22: Zeiger Rotorarretierung

Zum genauen Positionieren muss der Zeiger exakt über der Markierung stehen.

Soll das Rotorblatt der Pitchachse 1 aus der senkrechten Position nach unten in eine waagerechte Position gebracht werden, muss der Rotor um 90° oder 270° weiter gedreht werden. Dazu muss die übernächste Markierung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn unter dem Zeiger positioniert werden, siehe folgende Abbildung.

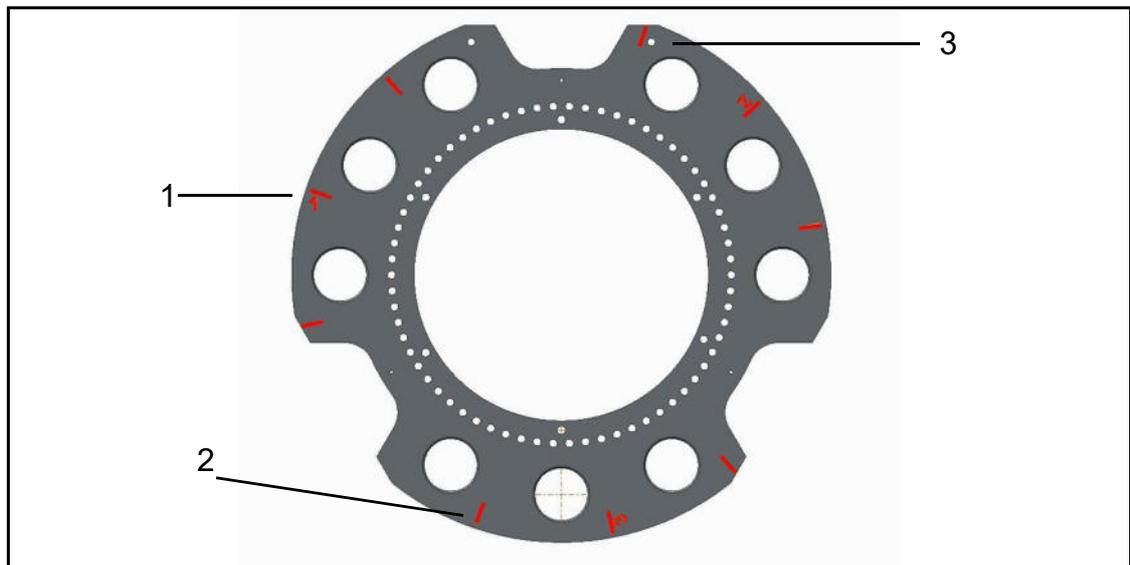


Abb. 23: Rotorarretierungsscheibe mit Markierungen (Abb. ähnlich)

- 1 Markierung mit der Ziffer 1                      2 9-Uhr-Position für Rotorblatt  
 3 3-Uhr-Position für Rotorblatt

### 13.5 Rotorarretierung bedienen

Die Rotorarretierung ist eine Vorrichtung zum zuverlässigen mechanischen Festsetzen des Rotors. Sie verhindert die Gefährdung von Personen in der Rotornabe und im Maschinenhaus durch rotierende Teile des Triebstrangs.

#### HINWEIS

##### Schäden an der Rotorarretierung

Die Rotorarretierung darf nur gesetzt werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Windgeschwindigkeit beträgt maximal 12 m/s im 10-min-Mittel.
- Mindestens zwei Rotorblätter befinden sich in der 95°-Position.
- Die Umgebungstemperatur unterschreitet nicht  $-20\text{ °C}$ .

Diese Bedingungen müssen über die gesamte Dauer der Arretierung erfüllt werden. Die Dauer der Arretierung darf eine Woche nicht überschreiten.

Bei der Rotorarretierung mit Handrad wird der Rotorarretierungsbolzen werkzeuglos mithilfe eines Handrads bewegt.

Der Zustand der Rotorarretierung ist an der Anzeige des Schlüsseltransfersystems zu erkennen. Grün signalisiert, dass der Rotor arretiert ist. In dieser Stellung kann der Rotorarretierungsbolzen durch das Schlüsseltransfersystem verriegelt werden, sodass ein ungewolltes Lösen der Rotorarretierung unterbunden ist. Zum Entriegeln des Schlüsseltransfersystems muss der Bügel am Schlüsseltransfersystem gezogen und gleichzeitig das Handrad mindestens eine Umdrehung im Uhrzeigersinn gedreht werden.

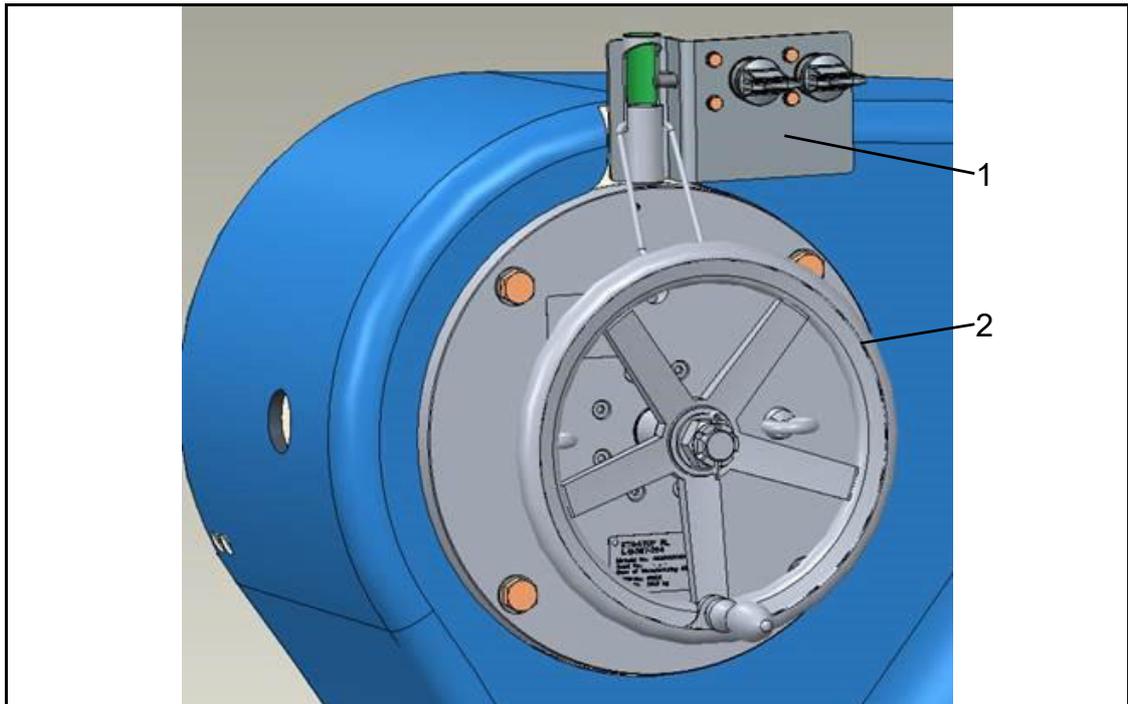


Abb. 24: Rotorarretierung

1 Schlüsseltransfersystem

2 Handrad

### Rotor arretieren

## HINWEIS

### Getriebschäden

Ist der Rotor länger als 24 Stunden arretiert, folgendes sicherstellen:

- Alle Rotorblätter befinden sich in Fahnenstellung.
- WEA muss vorrangig trudelfähig gemacht werden.
- Ist Trudeln nicht möglich, nur die Arretierung an der Rotorwelle für max. 1 Woche einlegen.
- Getriebe nicht länger als 3 h mit der Rotorbremse schließen.
- Bei WEA mit geschlossener Rotorbremse (z. B. bei Anlagefehlern) binnen 3 h:
  - die Betriebsbereitschaft wieder herstellen oder
  - die Rotorarretierung an der Rotorwelle einlegen und die Rotorbremse öffnen.
- Getriebeölpumpe im Intervallbetrieb laufen lassen.
- Getriebeölstand gemäß Betriebsanleitung prüfen.

Rotor so positionieren, dass eine Markierung an der Rotorarretierungsscheibe mit dem Zeiger übereinstimmt.

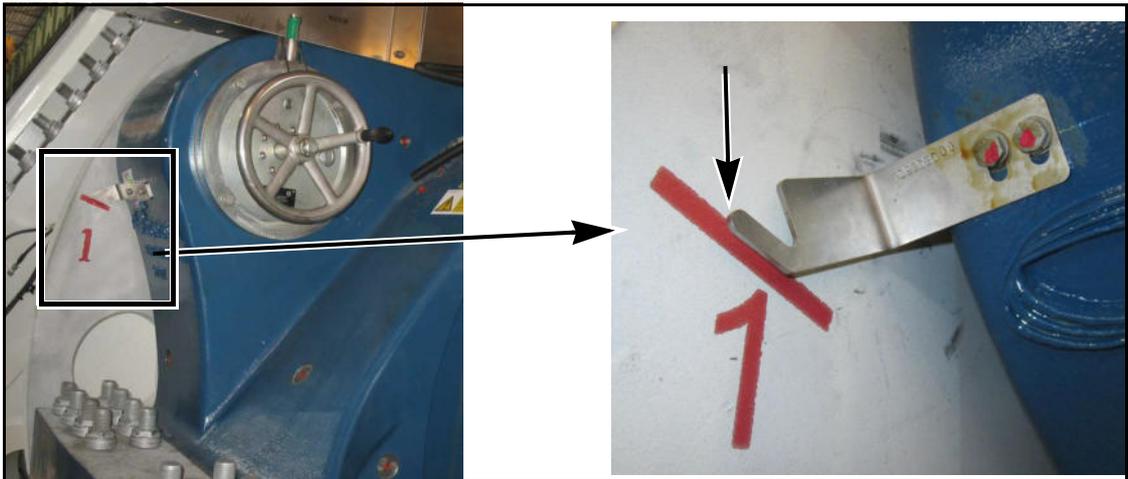


Abb. 25: Zeiger über der Markierung (Abb. ähnlich)

- Rotorbremse schließen.
- Handrad entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, bis ein merklicher Widerstand auftritt.

Stellung der Einstellhülse prüfen.

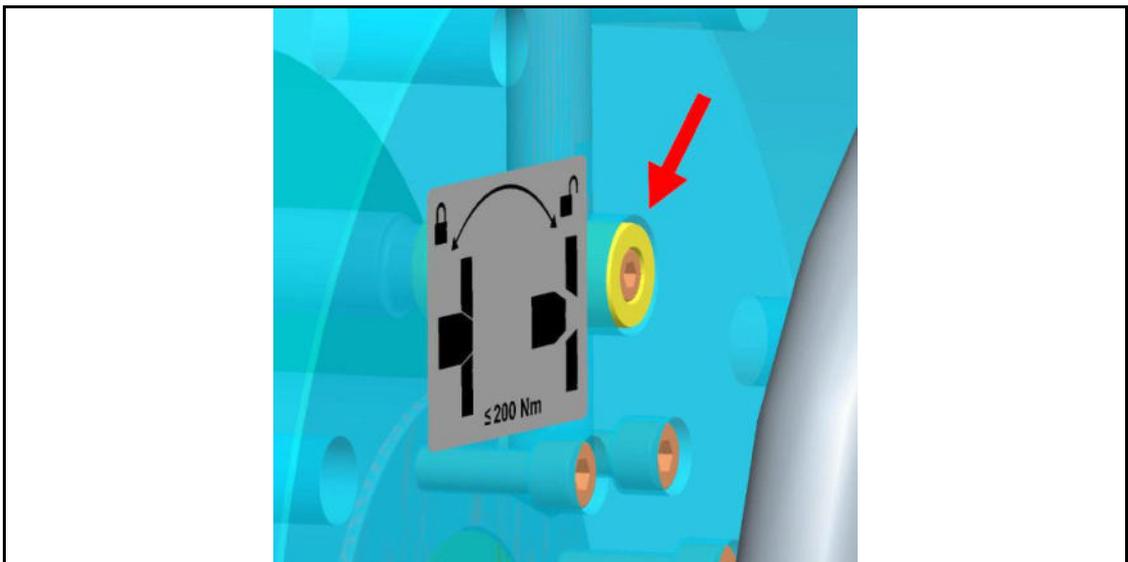


Abb. 26: Einstellhülse schließt bündig ab

- Wenn die Einstellhülse nicht bündig mit der Anschlussplatte abschließt, Rotorarretierungsbolzen vollständig zurückfahren und Rotor neu positionieren.

## HINWEIS

### SCHÄDEN AN DER ROTORARRETIERUNG

Schließt die Einstellhülse nicht bündig mit der Anschlussplatte ab und steht noch etwas über, ist der Rotorarretierungsbolzen noch nicht weit genug in die Rotorarretierungsscheibe eingefahren. Das Lösen der Rotorbremse und weiteres Betätigen des Handrads können die Rotorarretierung beschädigen.

- Rotorarretierungsbolzen vollständig zurückfahren und Rotor neu ausrichten.

- Wenn die Einstellhülse bündig mit der Anschlussplatte abschließt, Handrad weiter entgegen dem Uhrzeigersinn drehen.

## HINWEIS

### Schäden an der Rotorarretierung

Handrad nicht mit Gewalt oder mit Hilfsmitteln bewegen.

- Zustandsanzeige des Schlüsseltransfersystems prüfen.
  - ↪ Die Zustandsanzeige muss auf Grün gesprungen sein. Die Einstellhülse hat sich weiter in die Anschlussplatte hinein bewegt.
- Nach dem Wechsel der Zustandsanzeige auf Grün das Handrad entgegen dem Uhrzeigersinn weiterdrehen, bis das Handrad nicht weiter mittels Handkraft gedreht werden kann.

Der Rotor ist **spielfrei** arretiert.

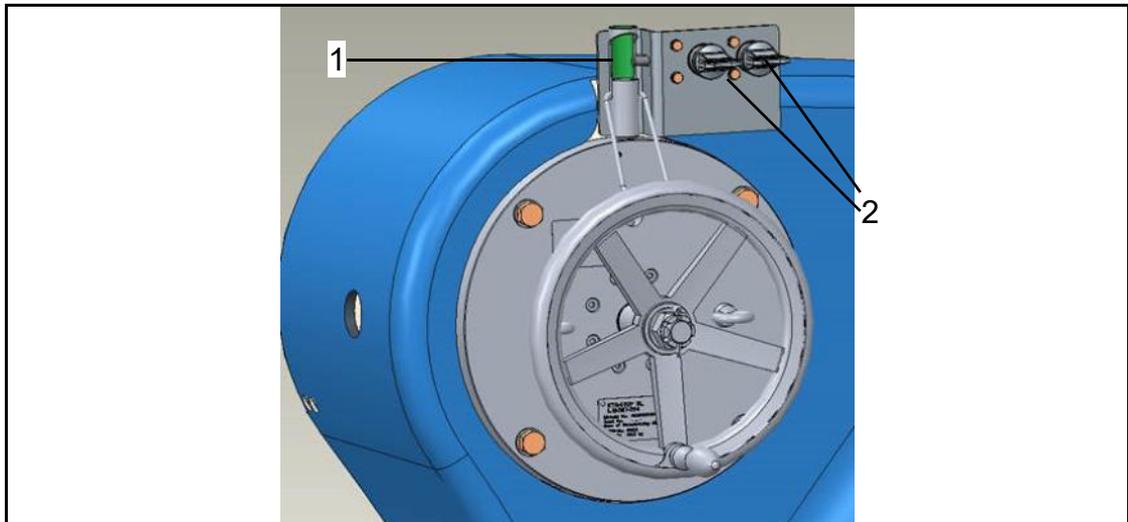


Abb. 27: Zustandsanzeige grün

- |   |                      |   |  |
|---|----------------------|---|--|
| 1 | Zustandsanzeige grün | 2 | Schlüssel für Luke über dem Zugang zum Maschinenhauskeller und die Umhausung der schnellen Welle |
|---|----------------------|---|--|
- Arretierten Zustand nach dem LOTO-Verfahren durch Einhängen eines Schlosses in das Schlüsseltransfersystem sichern.
  - Falls erforderlich, können jetzt die beiden Schlüssel für die Luke über dem Zugang zum Maschinenhauskeller und die Umhausung der schnellen Welle durch Drehen in den Schlössern entnommen werden.



Das Schlüsseltransfersystem der Rotorarretierung ist in ein spezielles Schlüsselkonzept zur Gewährleistung eines sicheren Arbeitens in der Rotornabe und an der schnellen Welle eingebunden, siehe "Schlüsseltransfersystem bedienen" Seite 64.

Die Luke über dem Zugang zum Maschinenhauskeller und die Umhausung der schnellen Welle können jeweils nur mit einem Schlüssel geöffnet werden. Diese Schlüssel stecken in einem Schloss, das am Schlüsseltransfersystem so angebracht ist, dass die Schlüssel nur bei arretiertem Rotor freigegeben werden.

### Schlüsseltransfersystem bedienen



E0004796954 Betriebsanleitung Interlockingsystem Maschinenhaus  
 Anlagenklasse delta4000



Der Zugang zu Rotornabe und Kupplung ist in der Betriebsanleitung E0004796954 beschrieben. Schlüsselaufplan in der Betriebsanleitung beachten.

- Sicherstellen, dass die Rotorarretierung geschlossen ist.
  - ↪ Zustandsanzeige ist grün, siehe Abb. 27.
- Schlüsseltransfersystem gemäß Betriebsanleitung E0004796954 verwenden.

### Rotorarretierung lösen

- Eingehängtes Schloss entfernen und in den Bügel einhängen.
- Sicherstellen, dass die Rotorbremse geschlossen ist.

Bügel der Sicherheitsbaugruppe herausziehen, sodass die Anzeige auf Rot wechselt und gleichzeitig das Handrad im Uhrzeigersinn drehen.

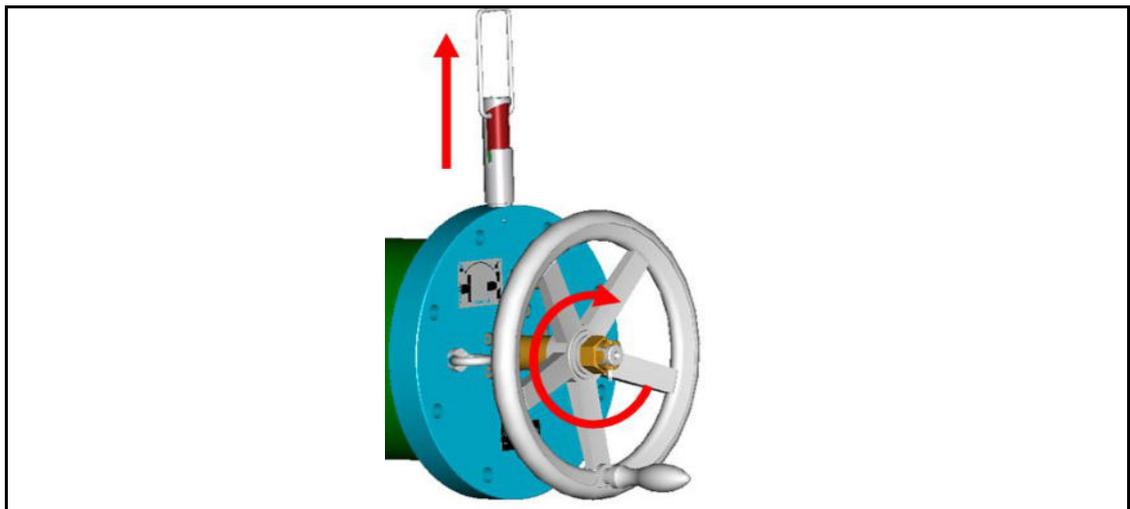


Abb. 28: Rotorarretierung entriegeln (Abb. ähnlich)

- Nach einer Umdrehung des Handrads den Bügel loslassen und das Handrad weiter drehen, bis die Einstellhülse vollständig herausgetreten und die Kante des Führungsstiftes sichtbar ist. Weiterdrehen, bis ein Widerstand auftritt und nicht weiter mittels Handkraft gedreht werden kann. Der Rotorarretierungsbolzen befindet sich jetzt in der Ausgangsstellung.

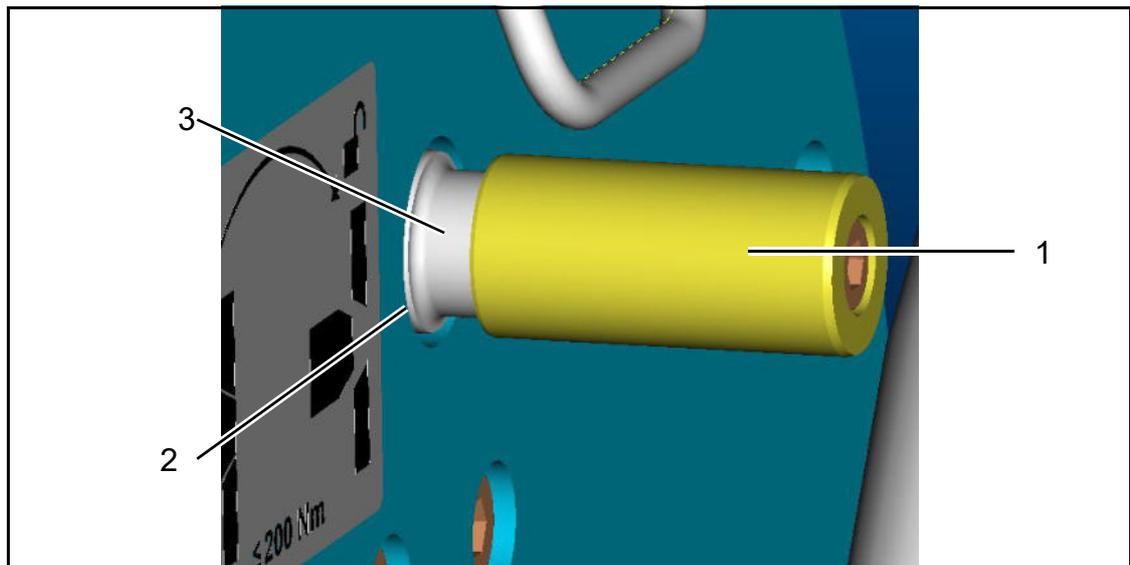


Abb. 29: Führungstift und Einstellhülse

- |   |               |   |                       |
|---|---------------|---|-----------------------|
| 1 | Einstellhülse | 2 | Kante am Führungstift |
| 3 | Führungstift  |   |                       |

## 13.6 Pitchantriebe manuell bedienen

Die Rotorblätter können für die Durchführung von Servicearbeiten manuell verstellt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- über die NC2-Visu, dazu muss der Wahlschalter *Betriebsmodus* an der Bottombox in der Stellung *Lokale Bedienung* stehen.
- mit dem mobilen Bedienterminal im Maschinenhaus sowie entsprechend dem Anlagentyp:
- **N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**  
Mit Schaltern und Tastern direkt an den Pitchboxen in der Rotornabe
- **N149/5.X & N163/5.X:**  
Mit den Bedientasten an der Bedienflasche.

Im Folgenden werden nur die drei letzten Möglichkeiten erläutert.

### HINWEIS

#### ÜBERLASTUNG DES ROTORARRETIERUNGSBOLZENS

- Wenn der Rotor arretiert ist, darf bei einer Windgeschwindigkeit bis 12 m/s maximal 1 Blatt aus der Endlage verfahren werden.
- Oberhalb 12 m/s Windgeschwindigkeit müssen alle Blätter in Endlage stehen.

### 13.6.1 Pitchantriebe mit dem mobilen Bedienterminal bedienen

Mit dem mobilen Bedienterminal können nur alle drei Rotorblätter gemeinsam verstellt werden. Wie weit die Rotorblätter verstellt werden können, hängt von der Betriebsart der Rotorbremse ab.

Falls der Rotor nicht stillgesetzt ist, wird von der Betriebsführung zusätzlich die Rotordrehzahl überwacht. Überschreitet die Drehzahl an der schnellen Welle einen kritischen Wert, löst die Betriebsführung verschiedene Reaktionen aus.

Der mögliche Verstellbereich der Rotorblätter, die maximal zulässige Drehzahl an der schnellen Welle und die Reaktion der Betriebsführung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Betriebsart Rotorbremse	Verstellbereich	Max. zulässige Drehzahl schnelle Welle	Reaktion bei Überschreiten der max. zulässigen Drehzahl
Automatik	90° bis 0°	500 U/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deaktivieren der Taster</li> </ul>
Manuell	90° bis 70°	200 U/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auslösen BP 1</li> <li>Verfahren auf 87°</li> <li>Freigabe der Taster</li> </ul>

Zum manuellen Verstellen der Rotorblätter mithilfe des mobilen Bedienterminals wie folgt vorgehen:

- Sicherstellen, dass die Pitchversorgungsspannung eingeschaltet ist.
- Wahlschalter *Manueller Betrieb* auf *ON* schalten.
- Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor* am mobilen Bedienterminal auf *Pitch* schalten.

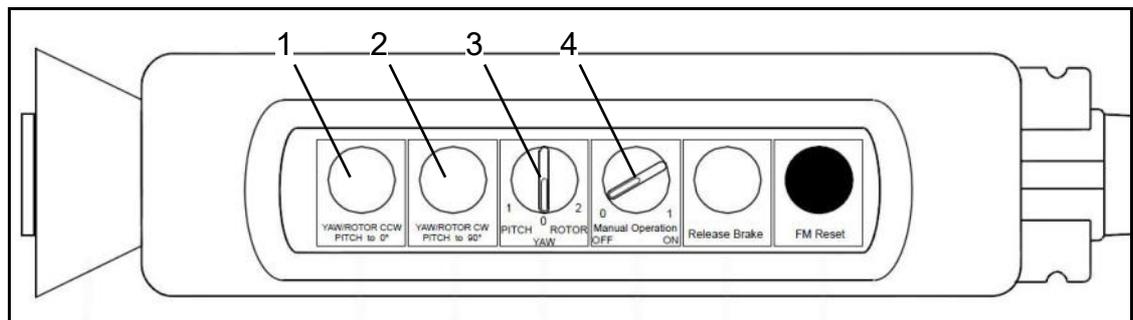


Abb. 30: Mobiles Bedienterminal (Abb. ähnlich)

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1 Taste Yaw/Rotor CCW/Pitch to 0° | 2 Taste Yaw/Rotor CW/Pitch to 95°      |
| 3 Wahlschalter Pitch/Yaw/Rotor    | 4 Wahlschalter Manual Operation OFF/ON |

- Mit den Tastern *Pitch to 0°* und *Pitch to 95°* die Rotorblätter wie gewünscht verstellen.

Nach Abschluss der Arbeiten den manuellen Betrieb am mobilen Bedienterminal wieder ausschalten. Damit wird gleichzeitig eine Sicherheitsfahrt der Pitchantriebe ausgelöst.

### 13.6.2 Pitchantriebe direkt in der Rotornabe bedienen (N133/4.8 & N149/4.0-4.5)

Für Einrichtarbeiten besteht die Möglichkeit, einen Pitchantrieb für die manuelle Bedienung auszuwählen. Dazu befindet sich an der Centerbox ein Wahlschalter.

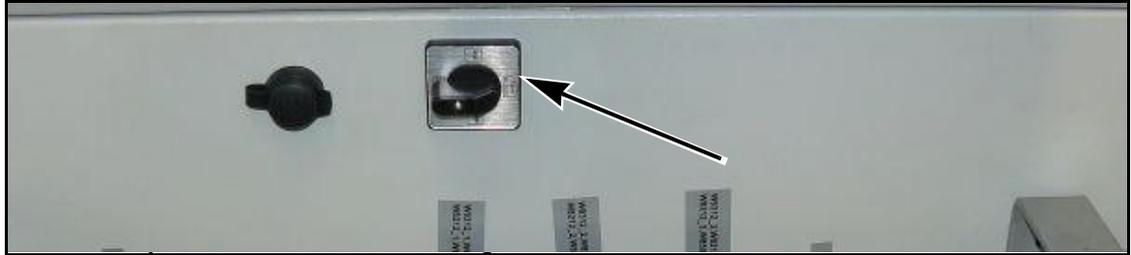


Abb. 31: Pitchwahlschalter

Wird ein Pitchantrieb für die manuelle Bedienung ausgewählt, führen die anderen beiden Pitchantriebe eine Sicherheitsfahrt aus und verbleiben in der Endlage.

Der ausgewählte Pitchantrieb kann mit den Bedientasten an seiner Pitchbox im Bereich von 0° bis 100° beliebig verstellt werden.

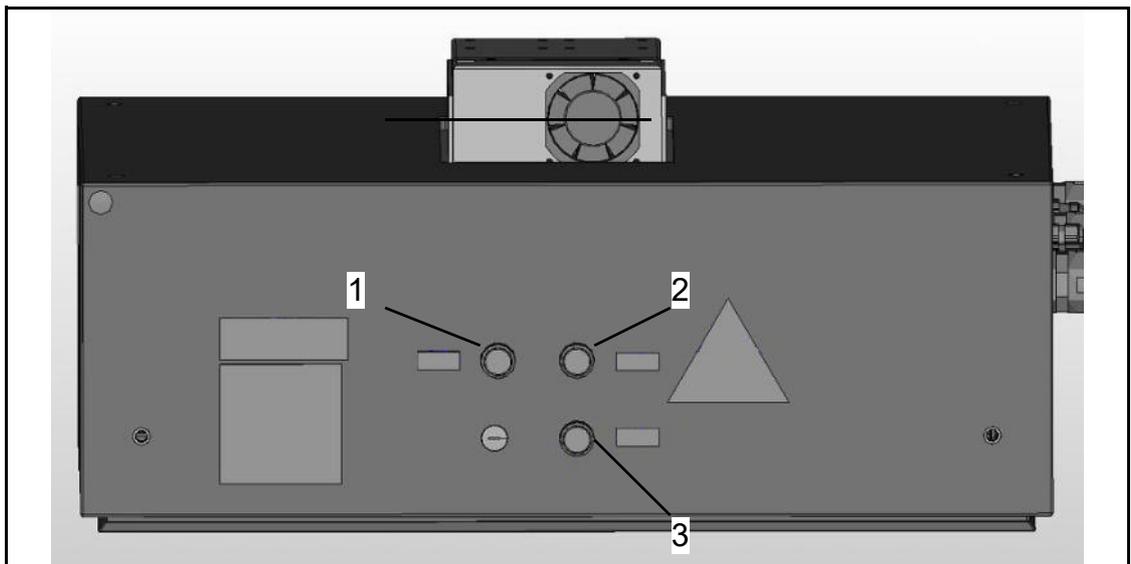


Abb. 32: Bedientasten an den Pitchboxen

- |  |   |
|--|---|
| 1 =CCISAFCTR-SF2: Freigabe<br>Endlage 100° | 2 =PACPITCTR-SF3: Drehen in<br>Richtung 90° |
| 3 =PACPITCTR-SF4: Drehen in<br>Richtung 0° | 4   |

Ein Zugriff auf alle drei Pitchantriebe von außen, durch die Steuerung oder mit den Bedientasten auf dem mobilen Bedienterminal, ist unterbunden. Wird der manuelle Betrieb für einen Pitchantrieb wieder aufgehoben, führt auch dieser Pitchantrieb eine Sicherheitsfahrt in die Endlage aus.

### 13.6.3 Pitchantriebe direkt in der Rotornabe bedienen (N149/5.X & N163/5.X)

Für Einrichtarbeiten besteht die Möglichkeit, einen Pitchantrieb für die manuelle Bedienung auszuwählen. Dazu befindet sich an der Centerbox ein Wahlschalter.

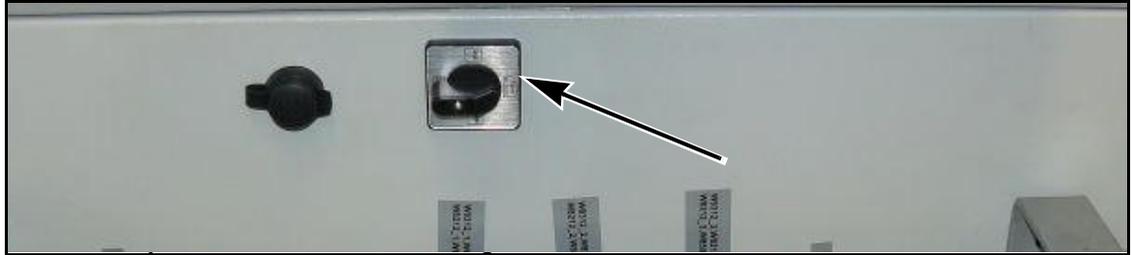


Abb. 33: Pitchwahlschalter (Abb. ähnlich)

Wird ein Pitchantrieb für die manuelle Bedienung ausgewählt, führen die anderen beiden Pitchantriebe eine Sicherheitsfahrt aus und verbleiben in der Endlage.

Der ausgewählte Pitchantrieb kann mit den Bedientasten an der Bedienflasche im Bereich von 0° bis 100° beliebig verstellt werden. Dazu muss zusätzlich der Zustimmungstaster in Mittelstellung gehalten werden. Solange einer der beiden Drehrichtungstaster betätigt wird, erfolgt eine Drehung des Pitchantriebs in die entsprechende Richtung.

Ein Loslassen des Zustimmungstasters (Wechsel von der Mittelstellung in die Ruhestellung) oder ein Durchdrücken des Zustimmungstasters stoppt die Drehbewegung des Pitchantriebes.

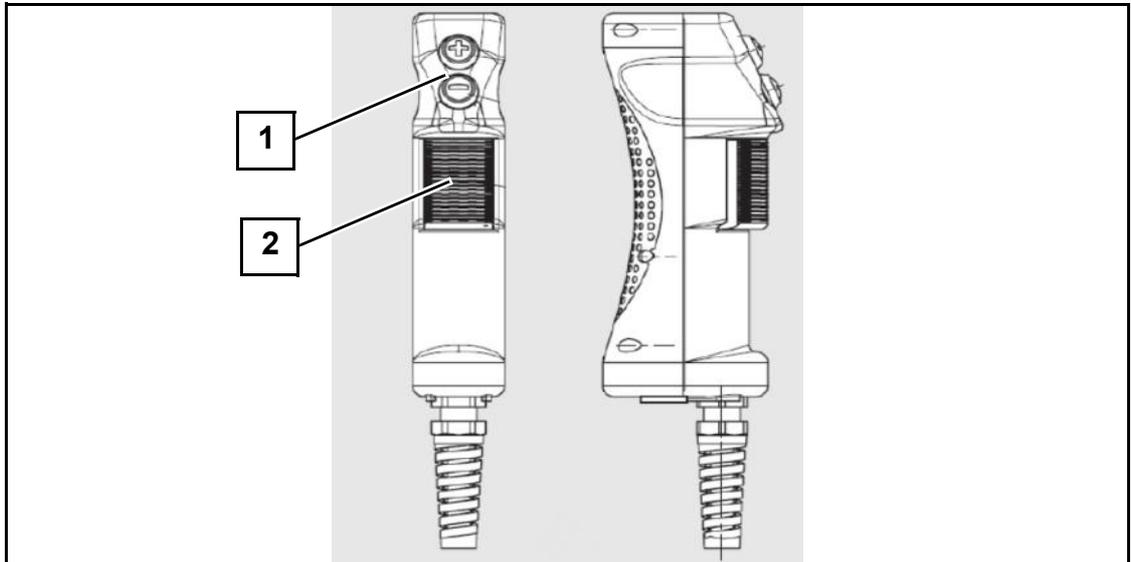


Abb. 34: Bedienflasche mit Zustimmungstaster und Richtungsvorgabe

1 Richtungsvorgabe Pitch

2 Zustimmungstaster

Ein Zugriff auf alle drei Pitchantriebe von außen, durch die Steuerung oder mit den Bedientasten auf dem mobilen Bedienterminal, ist unterbunden. Wird der manuelle Betrieb für einen Pitchantrieb wieder aufgehoben, führt auch dieser Pitchantrieb eine Sicherheitsfahrt in die Endlage aus.

## 13.7 Azimutantriebe manuell bedienen

Die Azimutantriebe können für die Durchführung von Servicearbeiten manuell bedient werden. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

- über die NC2-Visu
- Dazu muss der Wahlschalter *Betriebsmodus* an der Bottombox in der Stellung *Lokale Bedienung* stehen.
- mit dem mobilen Bedienterminal im Maschinenhaus

Im Folgenden wird die lokale Bedienung mit dem mobilen Bedienterminal erläutert.

- Sicherstellen, dass die Azimutversorgungsspannung eingeschaltet ist.
- Wahlschalter *Manueller Betrieb* auf *On* schalten.
- Wahlschalter *Pitch/Yaw/Rotor* auf *Yaw* schalten.
- Mit den Tastern *CW* und *CCW* die Azimutantriebe wie gewünscht verfahren.
- Bei der Bedienung der Azimutantriebe mit dem mobilen Bedienterminal befindet sich das System im Zustand "Azimut lokal". Das System arbeitet unabhängig von der NC2-Steuerung und wird ausschließlich über die Taster *CW/CCW* verfahren.

Achs- und Bremsentest sind im Betrieb über das mobile Bedienterminal nicht möglich.

## 13.8 Gegenstände befördern



### GEFAHR

#### Unkontrolliert pendelnde oder herabstürzende Lasten

Lebensgefährliche Verletzungen

- Ausreichenden Sicherheitsabstand zum angehobenen Bauteil einhalten. Am Boden den Bereich unterhalb der angehobenen Last weiträumig absichern.

Das Befördern von Gegenständen vom Boden in das Maschinenhaus erfolgt mit einem Elektrokettzug, siehe Abb. 35.

Für das Befördern von Gegenständen innerhalb des Maschinenhauses sind WEA der Anlagenklasse Delta4000 mit einem manuell betriebenen Brückenkran ausgestattet, siehe Abb. 37.

Beide Kräne sind für eine max. Traglast von 1000 kg ausgelegt.

Die Traglast des elektrischen Kettzugs reduziert sich auf 850 kg, wenn

- die Nabenhöhe der WEA größer als 100 m ist oder
- die WEA mit einer Netzfrequenz von 60 Hz betrieben wird.

### 13.8.1 Benutzen des Elektrokettenzugs



K0813\_032789 Bedienungsanleitung Elektrokettenzug Star Liftket



#### GEFAHR

##### Absturzgefahr aus grosser Höhe bei offener Kranluke

Lebensgefährliche Verletzungen

- Ausreichenden Sicherheitsabstand zur Kranluke halten und mit PSAgA an einem Personenanschlagpunkt sichern.

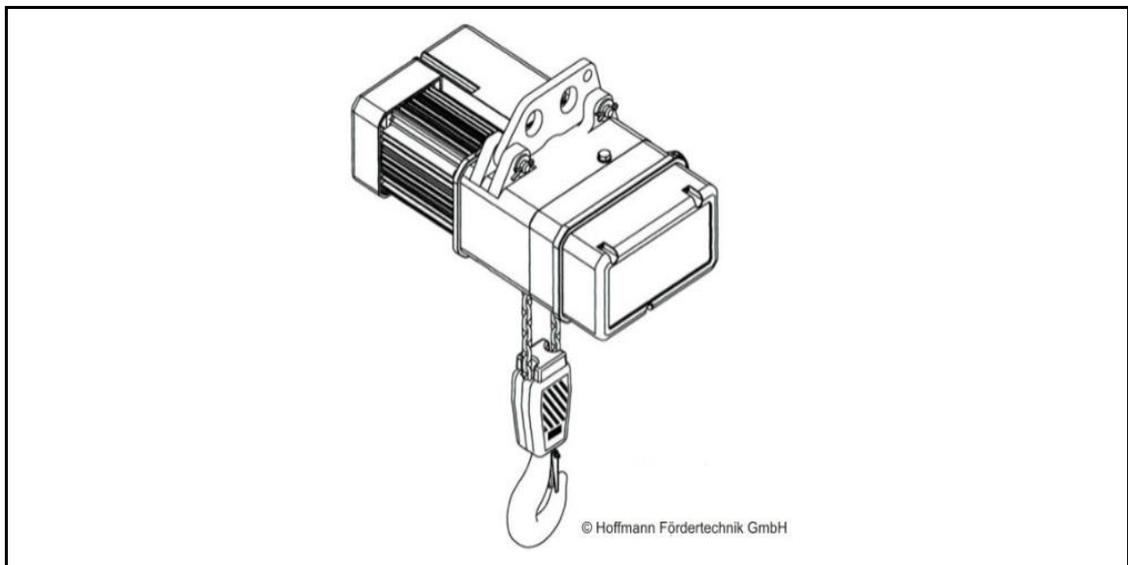


Abb. 35: Elektrokettenzug

Der Elektrokettenzug wird über eine Fernbedienung mit Not-Aus-Funktion bedient.



Der Elektrokettenzug darf nur durch geschultes, unterwiesenes und beauftragtes Personal bedient werden.

Für die Bedienung ist stets die in der Topbox hinterlegte Bedienungsanleitung maßgebend.

Herstellerhinweise zur Sicherheit und Bedienung beachten.

- Kommunikation zu den Mitarbeitern am Boden herstellen.
- An einem der Personenanschlagpunkte sichern (Generator).
- Sicherstellen, dass das Geländer um die Kranluke geschlossen ist.
- **nur N133/4.8 & N149/4.0-4.5:**  
Die Abdeckung der Kranluke ist verriegelt und kann nicht hochgeklappt werden wenn das Geländer nicht geschlossen ist.
- Durch das Geländer hindurchgreifen und Abdeckung der Kranluke hochklappen, bis sie oben einrastet.

- Kranluke durch Ziehen der Perlonflechtleine öffnen und Schlaufe an der Abdeckung der Kranluke einhängen.

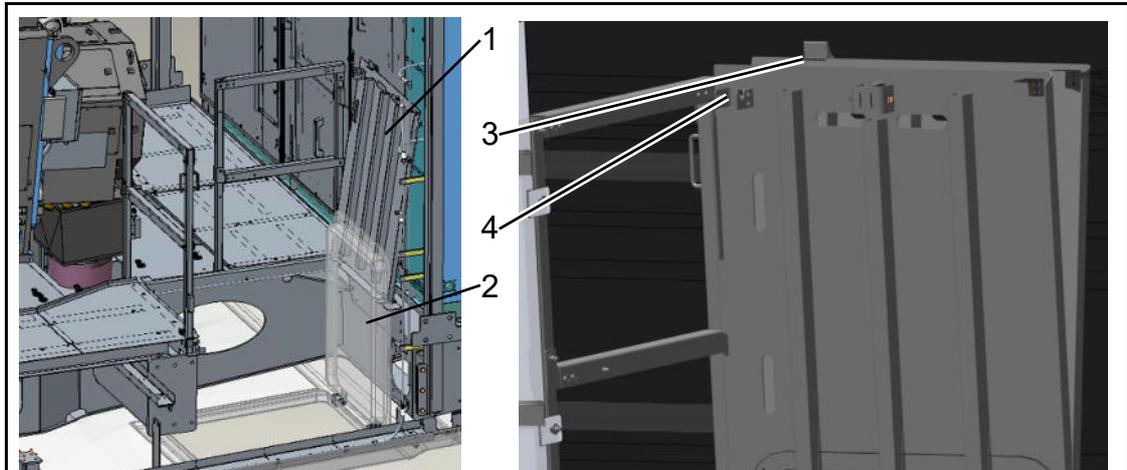


Abb. 36: Kranluke

- |   |                      |   |   |
|---|----------------------|---|---|
| 1 | Abdeckung Kranluke   | 2 | Kranluke                                      |
| 3 | Haltemagnet Kranluke | 4 | Aufhängung für Schlaufe der Perlonflechtleine |

- Führungsseil am Haken des Elektrokettzugs anbringen und durch die Kranluke hinablassen.  
Mit dem Führungsseil muss der Kranhaken vom Boden aus von Maschinenhaus und Turm ferngehalten werden, um Beschädigungen zu vermeiden.
- Mit dem Kranen beginnen.  
**Hinweis:** Zum Hereinholen der Last auf die Bodenplatten muss das Geländer geöffnet sein.

## HINWEIS

### UNKONTROLLIERTE PENDELBEWEGUNGEN ANGEHOBENER LAST

#### Bauteilschäden

- Die zu transportierende Last mit dem Führungsseil vom Boden aus sichern und vom Turm fernhalten.
- Kranen bei ungünstigen Witterungsbedingungen abbrechen.

Sofort nach dem Kranen:

- Führungsseil einholen und aufgerollt ablegen.
- Kranluke schließen.
- Abdeckung der Kranluke herunterklappen.

## 13.8.2 Benutzen des Brückenkrans



E0004779536 Betriebsanleitung Bordkran - Nordex EBK 1000 - 3,968 mit Schiebefahrwerk



## WARNUNG

### Herabstürzender Brückenkran

Lebensgefährliche Verletzungen

Bei demontiertem Maschinenhausdach ist die Stabilität der Tragstruktur eingeschränkt und der Brückenkran kann beim Verfahren abstürzen.

- Brückenkran nicht benutzen.



Der Brückenkran darf nur durch geschultes und unterwiesenes Personal bedient werden.

Für die Bedienung ist stets die am Brückenkran hinterlegte Bedienungsanleitung maßgebend.

Herstellerhinweise zur Sicherheit und Bedienung beachten.

Der Brückenkran EBK 1000 (Einträgerbrückenkran) wird ausschließlich manuell betrieben. Die möglichen Bewegungen der Last sind Heben und Senken sowie Verfahren in zwei Achsen.

Der Kranbrücke wird manuell über einen Haspelantrieb betätigt. Am Hauptträger ist ein Schiebefahrwerk zur Aufnahme eines Handkettenzugs (max. 1000 kg) installiert.

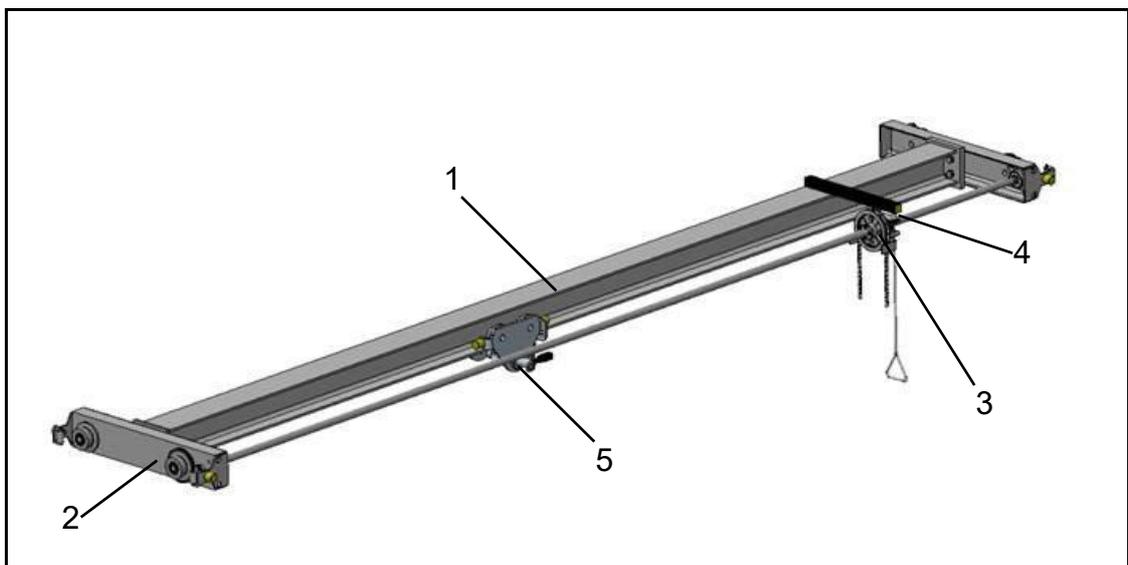


Abb. 37: Brückenkran

- |   |   |
|---|---|
| 1 Hauptträger   | 2 Kopfträger mit Führungsrollen und Puffer        |
| 3 Haspelantrieb mit Feststelleinrichtung für Kranfahrt                      | 4 Kettenausfallschutz für Haspelantrieb Kranfahrt |
| 5 Schiebefahrwerk mit Feststelleinrichtung für Handkettenzug (max. 1000 kg) |   |

Der Brückenkran ist während des Betriebs der WEA mit zwei Krananschlügen in Parkposition gesichert. Die Krananschlüge mit Sterngriffschraube sind rechts und links an den Kranschiene montiert.

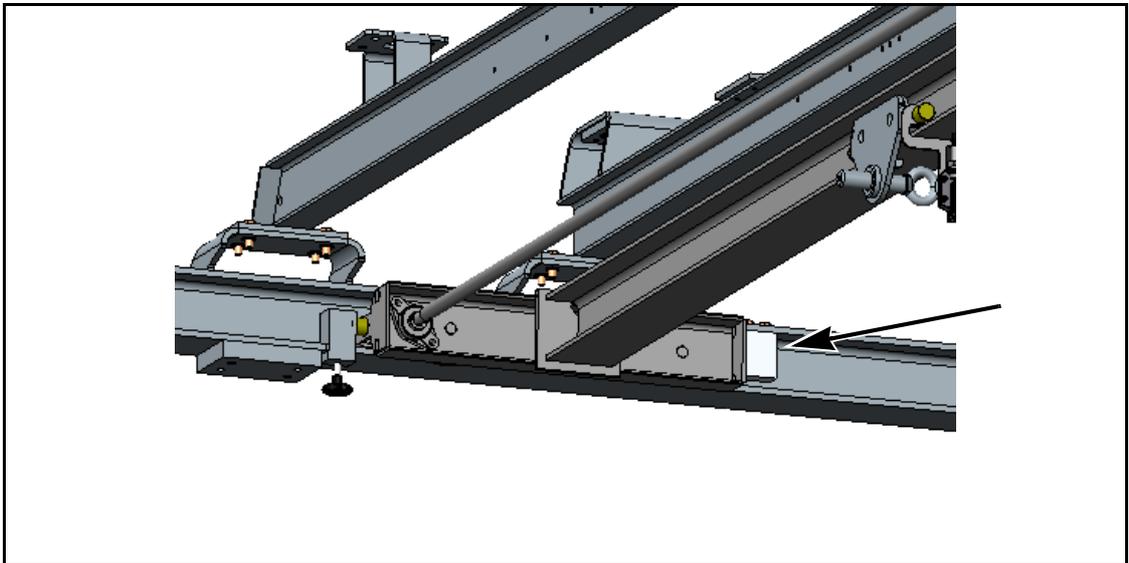


Abb. 38: Krananschlag für Brückenkran (Abb. ähnlich)

Krananschlüge vor Benutzung des Brückenkrans entfernen und nach der Benutzung wieder montieren.

Nordex Energy GmbH  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Germany  
<http://www.nordex-online.com>  
[info@nordex-online.com](mailto:info@nordex-online.com)

