

Flucht und Rettung Hybridturm

Flucht und Rettung 3.XM – von der
Turmspitze zum Turmfuß inkl.
Hybridturm

Senvion SE
Überseering 10
22297 Hamburg
Germany

SENVION
wind energy solutions

Tel.: +49 - 40 - 5555090 - 0
Fax: +49 - 40 - 5555090 – 3999

www.senvion.com

Copyright © 2014 Senvion SE

Sämtliche Rechte vorbehalten

Disclaimer / Ausschlussklärung

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Vervielfältigung, Verteilung und Verwendung dieses technischen Dokuments sowie die Offenlegung seines Inhalts gegenüber Dritten sind ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch Senvion SE strengstens untersagt. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Bitte stellen Sie die Verwendung der geltenden Spezifikationen in ihrer jeweils letzten Fassung sicher. Abbildungen stellen nicht unbedingt den genauen Lieferumfang dar und können jederzeit technischen Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses technische Dokument unter Umständen nicht mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Mögliche Arbeitsabläufe, die in diesem technischen Dokument dargestellt sind, entsprechen den deutschen und Senvion-eigenen Sicherheitsbestimmungen und Richtlinien. Die nationalen Gesetze anderer Länder können weitere Sicherheitsanforderungen vorschreiben.

Es ist unerlässlich, alle projekt- und länderspezifischen Vorsichtsmaßnahmen genau einzuhalten. Es ist die Pflicht eines jeden Kunden, sich über diese Maßnahmen zu informieren sowie sie umzusetzen und einzuhalten.

Die Anwendbarkeit und Gültigkeit der relevanten gesetzlichen und/oder vertraglichen Bestimmungen, der technischen Richtlinien, DIN-Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt des technischen Dokuments bzw. darin enthaltenen Inhalte nicht beeinträchtigt. Des Weiteren gelten diese Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Alle in diesem technischen Dokument enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an oder Zustimmung durch den Kunden geändert werden.

Die Senvion SE übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieses technischen Dokuments. Rechtliche Ansprüche gegenüber der Senvion SE, die auf Schäden durch die Nutzung oder Nichtnutzung der hier vorgelegten Informationen oder auf der Nutzung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen beruhen, sind ausgeschlossen.

Sämtliche in diesem technischen Dokument genannten Marken oder Produktnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Grundlegende Bedingungen	6
3	Sicherheitsvorkehrungen für die Rettung	7
4	Vorbereitung für die Rettung	7
5	Ausrüstung	8
6	Anschlagen des Rettungsgeräts	9
7	Durchführen der Rettung	9
8	Nach der Rettung	14

1 Einleitung

Senvion SE produziert und errichtet On- und Offshore-Windenergieanlagen und erbringt Serviceleistungen für diese. Bei der Montage und der Inbetriebnahme müssen sämtliche Bereiche der WEA aufgesucht werden. Trotz aller Vorkehrungen kann es dabei zu Unfällen kommen. Der Arbeitgeber trägt dafür Sorge, dass die Rettung von Mitarbeitern aus diesen Bereichen möglich ist. Da bestimmte Bereiche der WEA für Rettungsdienste wie Feuerwehren usw. nicht zugänglich sind, müssen Rettungseinsätze dort von den Mitarbeitern selbst durchgeführt werden.

Dieses Dokument beschreibt die einfache industrielle Rettung eines Mitarbeiters vom Turmkopf einer 3.XM-WEA mit Hybridturm zum Turmfuß. Dieses Verfahren kann in abgewandelter Form auch in anderen Situationen angewandt werden.

Da der Inhalt dieses Dokuments gleichermaßen universell und allgemein ist, kann er entsprechend den lokalen Gegebenheiten angepasst oder erweitert werden, solange das Rettungskonzept dabei nicht verändert wird. Projekt- oder kundenspezifische Eigenschaften von Windparksystemen sind in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

2 Grundlegende Bedingungen

Windenergieanlagen vom Typ 3.XM haben eine Turmhöhe von etwa 100 Metern. In diesem Turmabschnitt gibt es mindestens 3 Plattformen. Der Zugang zur WEA durch die Monteure erfolgt in der Regel über die für 2 Personen ausgelegte interne Befahranlage. Bei einem Notfall in der Befahranlage, beispielsweise wenn ein Monteur das Bewusstsein verloren hat, muss die Befahranlage mithilfe der Holfunktion des Systems zur Eingangsebene gebracht werden. Ist der Aufzug außer Betrieb, darf im Turm nur bis zu der Position aufgestiegen werden, wo sich der Aufzug befindet. Ein weiterer Aufstieg ist nicht zulässig, bis der Aufzug in einen sicheren Zustand (zur Eingangsebene) gebracht wurde. Dadurch soll verhindert werden, dass sich ein Monteur im Aufzug befindet und die Holfunktion nicht verfügbar ist. Reparaturmaßnahmen an der Befahranlage sind Gegenstand einer separaten Betrachtung. In diesem Dokument wird davon ausgegangen, dass die Befahranlage nicht verfügbar ist und der Monteur den Einsatz manuell als aktive Rettung durchführen muss.



Abb. 1 3.XM Turmkopf

3 Sicherheitsvorkehrungen für die Rettung

Der Monteur, welcher den Einsatz durchführt, muss die Lage sorgfältig beurteilen, bevor er die Rettung einleitet. Dazu gehört unter anderem, dass er sich mit dem Verunfallten verständigt und sich ein Bild von dessen Verletzung bzw. Zustand macht. Zu keiner Zeit darf sich der Monteur, welcher die Rettung durchführt, weiteren Risiken aussetzen. Er muss immer für seine eigene Sicherheit sorgen.

4 Vorbereitung für die Rettung

Der Retter muss die WEA bzw. den betroffenen Bereich in einen sicheren Zustand versetzen (z. B. durch Umlegen Freischalten usw.). Dann leistet er dem Verunfallten erste Hilfe und setzt einen Notruf beim örtlichen Rettungsdienst und beim Senvion PMS ab. Die für die Rettung aus diesem Bereich benötigte Ausrüstung ist aus der Gondel zu holen und in den Turmkopf zu bringen. Sind alle Vorbereitungen für die Rettung vom Turmkopf aus getroffen, kann mit dem Einsatz begonnen werden. Die Zeit, die der Verunfallte in seinem Gurtzeug hängend verbringt, ist unbedingt auf das erforderliche Minimum zu beschränken. Dies kann durch eine sorgfältige Vorbereitung der gesamten Ausrüstung und durch regelmäßige Ruhepausen auf tiefer gelegenen Plattformen erreicht werden.

5 Ausrüstung

Für die Rettung vom Turmkopf ist folgende Ausrüstung zu verwenden:

PSA gegen Absturz bestehend aus:

- Auffanggurt
- Falldämpfer
- Positionierungsleine
- Seilklemme in der Ausführung „Basic“
- Schutzhelm mit Lampe
- Karabiner

Zudem ist das Rettungsgerät Milan 2.0 Power zu verwenden, das Folgendes umfasst:

- Rettungsgerät Milan 2.0 Power mit statischem Seil, 160 m
- 4 Karabiner
- 2 Bandschlingen, scharfkantenfest
- 1 Rolle
- Rollgabelschlüssel



Abb. 2 Milan 2.0 Power

6 Anschlagen des Rettungsgeräts

Zur Rettung eines Verunfallten vom Turmkopf muss das Rettungsgerät möglichst hoch unterhalb der Azimutplattform angeschlagen werden. Dafür ist ein geeigneter und zweckmäßiger Anschlagpunkt wie zum Beispiel die Leiterhalter zu verwenden. Das Gerät ist für die aktive Rettung vorzubereiten.



Abb. 3 Rettungsgerät unterhalb der Azimutplattform.

7 Durchführen der Rettung

Nach Abschluss aller Vorbereitungen steigt der Retter zum Verunfallten ab. Der Verunfallte wird mithilfe des Rettungsgeräts angehoben, das vorne in sein Gurtzeug (Brustöse) eingeklinkt wird. Die Turmschranke bleibt dabei zum Schutz des Verunfallten und des Retters geschlossen.

Dann befestigt der Retter seine Fallschutzleine und die Positionierungsleine an dem Anschlagpunkt an der Turmwand, bevor er die Schranke öffnet. So ist der Retter gesichert und kann nicht in den Turm fallen. Die Vorbereitungen entsprechen dem Dokument DE-QHS-T-14.2.7.6 für das Retten in die Leiter hinein, welches die Vorbereitungen detailliert beschreibt.. Der Verunfallte wird ständig über die folgenden Schritte informiert..



Abb. 4 Dirigieren des Verunfallten in die Leiter.

Ist der Verunfallte in der Leiter positioniert, kann der Retter eine Fallschutzleine am Leiterholm anschlagen und die anderen Leinen von der Anschlagpunkt an der Turmwand lösen. Dann steigt der Retter in die Leiter und befestigt seine Positionierungsleine am Karabiner des Rettungsgeräts. **Anschließend wird die Positionierungsleine so kurz als möglich eingestellt, damit Retter und Verunfallter während der aktiven Rettung immer möglichst nah beisammen bleiben.** So kann der Retter direkt mit dem Verunfallten sprechen und erforderlichenfalls während des Abstiegs erste Hilfe leisten.

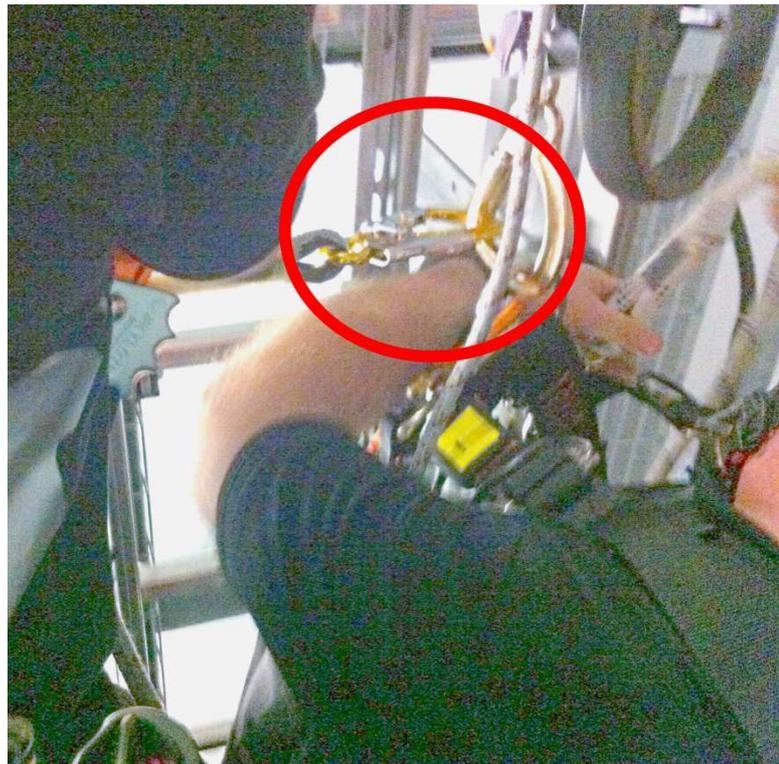


Abb. 5 Angeschlagene Positionierungsleine kurz eingestellt

Nun löst der Retter seine Fallschutzleine und beginnt den Abstieg im Turm. Während des Abstiegs werden auf den einzelnen Plattformen regelmäßige Ruhepausen eingelegt, damit weder der Verunfallte noch der Retter unnötig lange in ihrem Gurtzeug hängen müssen. Das trägt zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit eines Hängetraumas bei bzw. verhindert diesbezügliche Symptome.



Abb. 6 Aktive Rettung, Abstieg im Turm

Im Bereich des Turmfußes angekommen, muss der Retter Überlegungen hinsichtlich der weiteren Route und der Position des Verunfallten anstellen. Da sich die Befahranlage im Turmfuß befindet, muss der Abstieg über Hindernisse hinweg erfolgen.



Abb. 7 Hinderniss beim Abstieg im Turmfuß

Im Bereich des Dachs der Befahranlage dreht der Retter den Verunfallten so, dass er den Abstieg über den Generatorschaltschrank rechts vom Transformatorschaltschrank fortsetzen kann. Die weitere Route verläuft unterhalb des Lüftungsrohrs. Hier herrschen beengte Platzverhältnisse, daher ist die Positionierungsleine zwischen Retter und Rettungsgerät möglichst kurz einzustellen.



Abb. 8 Rettungsumweg über den Generatorschaltschrank

Für den Abstieg in den Turmfuß nimmt der Retter den Verunfallten zwischen seine Beine, um ihn stabil und präzise zu positionieren. So behält der Retter den Verunfallten vollständig unter Kontrolle und verhindert weitestgehend, dass dieser mit hervorstehenden Elementen in Berührung kommt.



Abb. 9 Abstieg über den Generatorschaltschrank

Nach dem Abstieg ist der Verunfallte Hock-Kauerstellung an den Transformatorschaltschrank gelehnt zu setzen, um die Auswirkungen des Hängens im Gurt zu minimieren. Ein Arzt ist grundsätzlich und immer hinzuzuziehen.

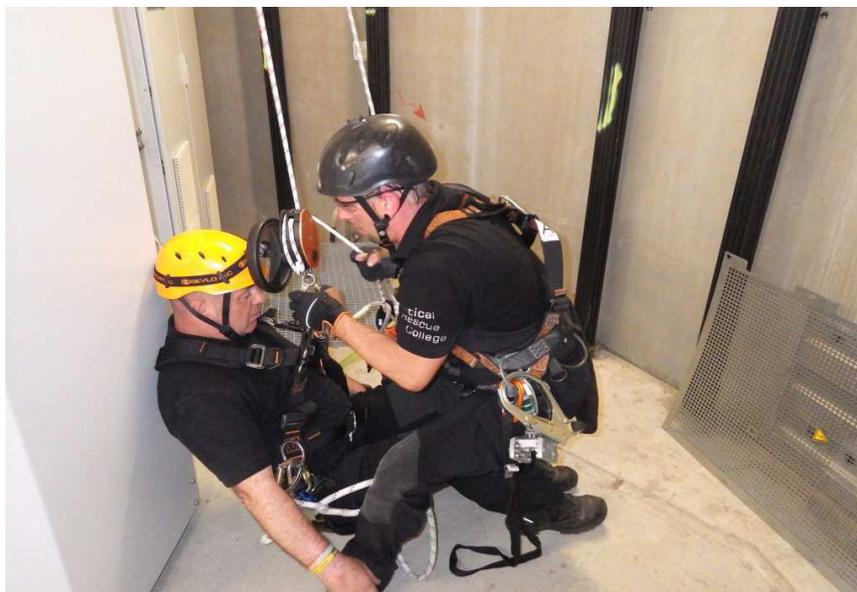


Abb. 10 Am Transformatorschaltschrank angelehnter Verunfallter

8 Nach der Rettung

- Ein weiteres Serviceteam muss den sicheren Zustand der Windenergieanlage wiederherstellen, sollte diese versehentlich in einen unsicheren Zustand versetzt oder durch Brand, Ausfall eines Bauteils oder Ähnliches beschädigt worden sein. Nach Möglichkeit sollte diese Arbeit nicht von einem an der Rettung beteiligten Mitarbeiter ausgeführt werden.
- Schaltvorgänge oder andere Veränderungen sollten dokumentiert werden.
- Abgesehen von der Wiederherstellung des sicheren Zustands dürfen an der WEA keine weiteren Arbeiten ausgeführt werden, bevor nicht die entsprechende Freigabe der Service- und der HSE-Leitung vorliegt.
- An der Rettung des Verunfallten beteiligten Mitarbeitern ist im Anschluss eine angemessene Freizeit zu gewähren. Ein solcher Einsatz ist physisch wie psychisch belastend!
- Alle beim Rettungseinsatz verwendeten bzw. an diesem beteiligten Ausrüstungsgegenstände müssen unter Verschluss gehalten werden, bis die Untersuchung des Vorfalls abgeschlossen ist.
- Personen, die auf diese Weise nach unten gebracht wurden, müssen ärztlich untersucht werden.

3.XM: Notfallplan, Evakuierung und Rettung aus Befahranlagen

Notfallplan und Prozeduren zur
Evakuierung und Rettung aus
Befahranlagen in Senvion
Windenergieanlagen der
Plattform 3.XM

Senvion GmbH
Überseering 10
22297 Hamburg
Deutschland

Tel.: +49 - 40 - 5555090 - 0
Fax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

www.senvion.com

Copyright © 2015 Senvion GmbH

Sämtliche Rechte vorbehalten.

Disclaimer / Ausschlusserklärung

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Reproduktion, der Vertrieb und die Verwendung dieses technischen Dokuments sowie die Kommunikation seines Inhalts an Dritte ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens der Senvion GmbH ist untersagt. Zuwiderhandelnde haften für den dadurch eingetretenen Schaden. Im Falle der Gewährung eines Patents, eines Gebrauchsmusters oder Musters sind sämtliche Rechte vorbehalten.

Bitte stellen Sie die Verwendung der geltenden Spezifikationen in ihrer jeweils letzten Fassung sicher. Bilder und Skizzen stellen nicht notwendigerweise den exakten Lieferumfang dar und können jederzeit technischen Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses technische Dokument unter Umständen nicht notwendiger Weise mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Arbeitsverfahren, die gegebenenfalls in diesem technischen Dokument aufgezeigt sind, entsprechen sowohl deutschen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen als auch den eigenen internen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen der Senvion GmbH. Im Rahmen nationaler Gesetze anderer Länder können unter Umständen andere oder darüber hinausgehende Sicherheitsanforderungen gestellt werden.

Es ist unerlässlich, dass sämtliche Sicherheitsmaßnahmen, sowohl projekt- als auch länderspezifischer Art strikt eingehalten werden. Es ist die Pflicht eines Kunden, sich entsprechend zu informieren und diese Maßnahmen umzusetzen und einzuhalten.

Die Anwendbarkeit und Gültigkeit der relevanten gesetzlichen und/oder vertraglichen Bestimmungen, der technischen Richtlinien, DIN-Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt des technischen Dokuments bzw. darin enthaltenen Inhalte nichtausgeschlossen. Vielmehr gelten diese Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Sämtliche in diesem technischen Dokument enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an den Kunden oder Zustimmung durch den Kunden Änderungen unterliegen.

Die Senvion GmbH übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieses technischen Dokuments. Rechtliche Ansprüche gegenüber der Senvion GmbH, die auf Schäden durch die Nutzung oder Nichtnutzung der hier vorgelegten Informationen oder auf der Nutzung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen beruhen, sind ausgeschlossen.

Sämtliche in diesem technischen Dokument genannten Marken oder Produktnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Inhalt

Inhalt	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	6
1 Ziel und Zweck	7
2 Geltungsbereich	7
3 Mitgeltende Dokumente	7
4 Begriffe und Abkürzungen	8
5 3.XM: Notfallplan, Evakuierung und Rettung aus Befahranlagen	9
5.1 Notfallplan	9
5.2 Konfigurationen von Befahranlagen	10
5.2.1 Leitergeführte Befahranlage, Steigweg auf der zugewandten Seite	10
5.3 Denkbare technische Störungen, Not- und Unfälle	10
5.3.1 Technische Störung	10
5.3.2 Notfall / Unfall / Bewusstlosigkeit.	11
5.4 Handlungsanweisung an Nutzer	11
6 Evakuierung	11
7 Rettung	12
7.1 Ausrüstung	12
7.2 Liftrrettung	13

Abbildungsverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Mitgeltende Dokumente	7
Tabelle 2	Begriffe	8
Tabelle 3	Abkürzungen	8

1 Ziel und Zweck

Die Firma Senvion stellt Windenergieanlagen her, errichtet diese und leistet an diesen Service. Windenergieanlagen der 3.XM Plattform sind grundsätzlich mit einer Befahranlage ausgerüstet. Die Befahranlage dient dazu von der Eingangsebene zeit- und kräftesparend in die Gondel oder auch zu den verschiedenen Plattformen im Turm zu gelangen.

Im Rahmen der Benutzung kann es zu technischen Störungen, Not- oder auch Unfällen kommen. Trotz aller Maßnahmen der Prävention und Produktverbesserungen sowie Schulungen können derartige Ereignisse niemals zu 100% ausgeschlossen werden. Dieses Dokument beschreibt die Konfiguration der Befahranlagen, denkbare technische Störungen sowie denkbare Not- und Unfälle sowie die vorgesehene Reaktion bzw. das vorgeschriebene Verhalten für Nutzer der Befahranlage.

2 Geltungsbereich

Dies Dokument gilt für alle Senvion Windenergieanlagen der 3.XM Plattform. Es ist von allen Senvion Mitarbeitern und Mitarbeitern von durch Senvion beauftragten Unternehmen, welche eine Windenergieanlagen diesen Typs betreten und die Befahranlage nutzen, zu beachten. Die Mitarbeiter sind in den genannten Verfahren und Prozeduren zu unterweisen. Das Dokument wird Kunden für die Umsetzung in deren Verantwortungsbereich zur Verfügung gestellt.

3 Mitgeltende Dokumente

In diesem Kapitel werden alle Dokumente aufgeführt (u.U. auch verwiesen), die innerhalb dieses Dokumentes mitgelten.

	Beschreibung	Dokument Nr.	Vers.	Datum
/1/	§§§			
/2/	ASTER Training			
/3/	GWO Working at Height“ und dem „Ergänzendem Sicherheitstraining MM/3XM			
/4/	Flucht u. Rettung Transformatorplattform	V-3.1-GP.PS.54-A	B	05.12.2014
/5/	Flucht und Rettung Turm und Azimut	V-3.1-GP.PS.55-A	A	30.09.2014
/6/	Flucht und Rettung NES 3.XM - Turm und Azimut	V-3.1-GP.PS.55-B	A	16.06.2015
/7/	Flucht und Rettung Hybridturm	V-3.1-GP.PS.57-A	B	05.12.2014
/8/	Rettung aus dem Rotorblatt und -nabe	V-3.1-GP.PS.62-A	C	18.06.2015
/9/	Ergänzung Rettung aus der Blattspitze	V-3.1-GP.PS.62-B	A	10.12.2015
/10/	Specification - Fall protection training, rescue from the ladder and from the nacelle	HSE-P- 023	A	

Tabelle 1 Mitgeltende Dokumente

4 Begriffe und Abkürzungen

Zur Förderung eines einheitlichen Sprachgebrauchs und zum besseren Verständnis werden hier Fachbegriffe erläutert bzw. ihre Definition aufgeführt (z.B. aus der [Terminologiedatenbank](#)). Außerdem werden Abkürzungen eingeführt, die im Dokument aber auch bei der täglichen Arbeit genutzt werden.

Begriffe	Erläuterung
Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG	EU-Richtlinie: Sie legt Mindestvorschriften in Bezug auf Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit fest
Betriebssicherheitsverordnung	Nationale Umsetzung der Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG

Tabelle 2 Begriffe

Abkürzung	
WEA	Windenergieanlagen
PSAgA	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz
2009/104/EG	Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung

Tabelle 3 Abkürzungen

5 3.XM: Notfallplan, Evakuierung und Rettung aus Befahranlagen

5.1 Notfallplan

Notfallplan entsprechend den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung.

<p>Im Falle eines Notfalls kontaktiert die lokale Notfall-Leitung zeitnah das TCC über die Notrufnummer +49-4331-9450-1777 welche dann die zeitnahe Notfallunterstützung in Betrieb setzt. <i>Voraussetzung ist ein entsprechendes Vertragsverhältnis mit Servion</i></p>
--

Anforderung	Hinweise zur Umsetzung	Hinweise zum Notdienst Turbine Control Center TCC
Standort der Aufzugsanlage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Information in oder an der WEA <ul style="list-style-type: none"> • Windparkname • Windenergieanlage – WEA <ul style="list-style-type: none"> ○ WEA Seriennummer <ul style="list-style-type: none"> ➤ Typenschild ➤ Türschild ○ WEA-NIS Kennzeichnung Öffentliche Auskunft für Windenergieanlagen Notfallinformationssystem http://wea-nis.de/ <ul style="list-style-type: none"> ➤ Turmaußenseite Sichtbar vom Zufahrtsweg 	In den Servion Datenbanken sind die Standortinformationen hinterlegt.
verantwortlicher Arbeitgeber	<ul style="list-style-type: none"> • Betreiber 	Die Kontaktdaten sind in den Servion Datenbanken hinterlegt
Personen, die Zugang zu allen Einrichtungen der Anlage haben	<ul style="list-style-type: none"> • Betreiber • Ggf. Windparkbetreuung des Betreibers/Betriebsführung • Servion Service, Service Stützpunkte 	Die Kontaktdaten sind in den Servion Datenbanken hinterlegt
Personen, die eine Befreiung Eingeschlossener vornehmen können	<ul style="list-style-type: none"> • Servion Service Techniker <ul style="list-style-type: none"> ○ TCC Notrufnummer • Geschultes Personal des Betreibers/Betriebsführer <p>Zugangsvoraussetzung für WEA: Mindestens 2 Personen müssen mit den Rettungsprozeduren vertraut/geschult sein. Neben der persönlichen Schutzausrüstung befinden sich dafür notwendige Hilfsmittel im Servicefahrzeug</p>	Die Kontaktdaten sind in den Servion Datenbanken hinterlegt
Kontaktdaten der Personen, die Erste Hilfe leisten können (zum Beispiel Notarzt oder Feuerwehr)	<ul style="list-style-type: none"> • Servion Service Techniker • Geschultes Personal des Betreibers/Betriebsführer ➤ Feuerwehr/Notarzt/Rettungsdienste 112 	Die Kontaktdaten sind in den Servion Datenbanken hinterlegt
Angaben zum voraussichtlichen Beginn einer Befreiung	Sofort nach Eintritt eines Notfalls. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Evakuierung: durch die Nutzer selbst. ➤ Rettung: durch zweite geschulte Person 	
Notbefreiungsanleitung für die Aufzugsanlage	Rettungskonzept <ul style="list-style-type: none"> • Servion Service Mitarbeiter sind geschult. • Betreibern liegt das Rettungskonzept vor. 	Das Rettungskonzept liegt dem TCC vor.

5.2 Konfigurationen von Befahranlagen

Befahranlagen können auf unterschiedliche Weise in den Türmen eingebaut sein. Es ergeben sich Unterschiede sowohl in der Zugänglichkeit der Leiter als auch in der Art und Weise wie die Befahranlagen im Turminnerem geführt werden. Die Befahranlagen weisen folgende Gemeinsamkeiten auf:

Alle Befahranlagen werden mittels eines elektrischen Antriebes betrieben.

Die Befahranlagen sind mit einem Handbetrieb innerhalb des Fahrkorbs und mit einem Automatikbetrieb zum unbemanntem Betrieb ausgestattet. Optional sind die Befahranlagen auch mit einer „Holfunktion“ zum Heranholen der Befahranlage ausgerüstet.

Für den Fall einer technischen Störung (Stromausfall) sind alle Befahranlagen mit einem Notablass, welcher innerhalb des Fahrkorbs bedient werden kann ausgerüstet. Sollte der Antrieb versagen ist sind die Befahranlagen mit einer Fangvorrichtung versehen. Die Fangvorrichtung verhindert ein unkontrolliertes bzw. ungebremstes Herabfahren/-fallen der Befahranlage. Hat die Fangvorrichtung ausgelöst, so kann erst nach einem manuellem Entlasten und Entriegeln der Fangvorrichtung die Befahranlage mittels des Notablasses herabgelassen werden.

5.2.1 Leitergeführte Befahranlage, Steigweg auf der zugewandten Seite

Die Leiter ist mit kurzen Abstandhaltern direkt an der Turmwand angebracht. Zwischen Turmwand und Leiter befindet sich nicht ausreichend Platz um diese Seite als Steigweg zu nutzen. Der Steigweg und damit auch das Fallschutzsystem mit fester Führung, befindet sich auf selben Seite wie die Befahranlage. Der Steigweg weist damit, ebenso wie die Befahranlage selbst, zur Turmmitte.

5.3 Denkbare technische Störungen, Not- und Unfälle

Folgende technische Störungen, Not- und Unfälle sind denkbar. Praktisch alle realen Szenarien lassen sich in eine dieser Kategorien einordnen oder stellen gegebenenfalls eine Kombination der Szenarien dar.

5.3.1 Technische Störung

Die Befahranlage ist nicht mehr funktionsfähig. Eine der häufigsten Ursachen stellt ein Stromausfall dar. Auch ein technischer Defekt an einer Komponente kann zum Ausfall führen. In der Regel kann die Befahranlage immer noch mit dem Notablass zur Eingangsebene herabgelassen werden. Ist dieses nicht mehr möglich. (Bruch von Komponenten etc.) ist die Befahranlage zu verlassen und auf der Leiter herabzusteigen. Im Steigweg ist immer die persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz zu nutzen.

Dieser Fall stellt eine Evakuierung der Befahranlage dar. Ein Eingreifen von Aussen ist nicht notwendig.

5.3.2 Notfall / Unfall / Bewusstlosigkeit.

Kommt es zu einem Notfall/Unfall insbesondere mit einer handlungsunfähigen Person innerhalb des Fahrkorbs/Kabine so ist gegebenenfalls ein Eingreifen von außerhalb des Fahrkorbs/Kabine notwendig.

Befinden sich zwei Personen in der Befahranlage (Fahrkorbs/Kabine), so bringt die zweite Person die Befahranlage mittels Antrieb oder mittels Notablass zur Ein-/Ausstiegsebene.

Befindet sich nur eine Person, die handlungsunfähige Person, in der Befahranlage, so ist ein Eingreifen von außerhalb des Fahrkorbs/Kabine notwendig.

Grundsätzlich wird die Holfunktion der Befahranlage genutzt um die Befahranlage zum zweiten Mitarbeiter, beziehungsweise zur Ein-/Ausstiegsebene zu bringen.

Ist eine Nutzung der Holfunktion nicht möglich oder diese nicht verbaut, so begibt sich die zweite Person über den Leiterweg in die Befahranlage hinein. Er bringt diese anschließend mittels Antrieb oder Notablass zur Ein-/Ausstiegsebene.

Ein Einstieg in die Befahranlage ist nur mit einem verbautem Retrofitkit „Einstiegsleiter“ möglich. Ist dieses nicht verbaut darf die Befahranlage nur benutzt werden, wenn sich eine zweite Person oberhalb der Befahranlage oder ebenfalls innerhalb der Befahranlage befindet um eine zeitnahe Rettung im Notfall sicherzustellen.

Ist ein Ablassen nicht möglich, so wird der Mitarbeiter unter Nutzung des Abseilrettungsgerätes aus der Befahranlage heraus bis zum Boden abgelassen. Dieser Vorgang wird analog zum Training „GWO Working at Height“ und dem „Ergänzendem Sicherheitstraining MM/3XM“ durchgeführt.

5.4 Handlungsanweisung an Nutzer

Auf den folgenden Seiten wird jeweils eine Handlungsanweisung zur Evakuierung und zur Rettung aus der Befahranlage für den Nutzer gegeben. Die Nutzer sind in diesen Anweisungen zu unterweisen. Insbesondere müssen auch die gesonderten Verfahren (Retten in die Leiter hinein: ASTER Training) unterwiesen worden sein.

6 Evakuierung

1. Absprache im Team, Evakuierung absprechen und festlegen.
2. Möglichkeit prüfen den Notablass zu nutzen
3. Ablassen der Befahranlage mittels Notablass
4. Falls Notablass nicht möglich, Befahranlage über Leiter verlassen.
5. Falls nicht schon geschehen, Sichern mittels Falldämpfer an den in der Befahranlage vorhandenen Anschlagpunkten.
6. Öffnen der Bodenklappe
7. Entfernen der Plexiglasplatte durch Wegdrücken oder zur Seite schieben.
8. Gemeinsamer Abstieg nach Unten durch Leiterweg. Bis zur nächsten Plattform Falldämpfer benutzen

7 Rettung

7.1 Ausrüstung

Für eine Rettung aus dem Lift wird folgende Ausrüstung benötigt:

PSA gegen Absturz für jeden einzelnen Angestellten bestehend aus:

- Auffanggurt (z.B. Skylotec ARG 51)
- Falldämpfer (z.B. Skylotec Shockyard)
- Positionierungs-/Halteseil (z.B. Petzl Grillon)
- (Brust)Steigklemme (z.B. Petzl Basic)
- Helm mit Kinnriemen und Kopflampe (z.B. Petzl Vertex Best)
- Karabiner
- Passender Fallschutzläufer (z.B. HACA 7400)

Benötigte Rettungsausrüstung:

- Rettungsgerät Skylotec Milan 2.0 Power mit 160 m Statikseil
- 2 Trilock Karabiner
- 1 Bandschlinge, scharfkantengeeignet
- Positionierungs-/Halteseil (z.B. Petzl Grillon)

Beispiel:



1 Bandschlinge à 1,50m



Milan 2.0 Power

7.2 Liftrrettung

Der Retter bemerkt, dass die Befahranlage in der Höhe stehengeblieben ist. Er spricht seinen verunfallten Kollegen an.
Er setzt einen Notruf ab und informiert das TCC.
Der Retter verbindet das MILAN Power mit seinem Gurt.
Der Retter steigt im Leiterweg bis zum Bodenblech des Lifts auf, sichert sich mit seinem Falldämpfer so hoch wie möglich an der Leiter und positioniert sich mit seinem Halteseil.
Nach Lösen der Notentriegelung lässt sich die Rolladentür vorsichtig öffnen.



Der Retter positioniert sich direkt vor der Lifttür, um auch bei geöffneter Tür ein Heraussacken des Verunfallten zu verhindern. Die Sicherung des Verunfallten muss kontrolliert werden.



Um den Sturzweg zu minimieren sichert sich der Retter im verlängerten Anschlagpunkt innerhalb des Lifts.



Eingehängt in den verlängerten AP erreicht der Retter die verpackte Trittleiter...



Die Trittleiter ermöglicht ...



dem Retter einen stabilen Stand, um das
Halteseil von der Verwendung in den
seitlichen Halteösen...



...in die Brustöse umzubauen und somit eine Verbindung zu einem höheren AP zu schaffen.



Sobald das Halteseil straff gezogen ist, benötigt der Retter keine Hand um sich in Position zu halten.



Die Benutzung des zweiten Leitertritts ermöglicht es dem Retter...



...in den Lift zuzusteigen.



Sein Halteseil verbindet der Retter mit dem AP unter der Decke des Lifts um einen Sturz komplett auszuschließen.



Nach übersteigen des Verunfallten wird dieser in die Kabine von der Tür weg gezogen.



Retter und Verunfallter sind an AP
innerhalb des Lifts angeschlagen.



Die Tür des Lifts muss korrekt
verschlossen werden und die
Türverriegelung aktiviert, damit der Lift per
Notablass zum Boden abgesenkt werden
kann.



Der Retter übersteigt vorsichtig den Verunfallten und löst seine, wie auch dessen Sicherungen bzw. Halteseil.



Mit Hilfe eines Karabiners stellt der Retter eine Verbindung zwischen seiner sternalen und der Rückenöse seines Kollegen her um ihn Kraft effizient und Rücken schonend anheben und aus dem Lift ziehen zu können.



Der Verunfallte wird nun entsprechend seines Bewusstseins Zustands gelagert und betreut.

Ansprechbar = Hock-Kauer Stellung
Bewusstlos = Seitenlage



Alternative Rettungsvariante:

Ist der Notablass des Lifts nicht mehr zu benutzen, muss der Verunfallte mit Hilfe des MILAN aus der Kabine evakuiert werden.

Das MILAN wird am Ausstiegsnahen Anschlagpunkt und am Verunfallten angeschlagen.



Der Verunfallte wird mit dem Rettungsgerät so hoch wie möglich angehoben.



Sowohl Retter als auch Verunfallter sind an dem AP innerhalb des Lifts angeschlagen.



Zudem stellt der Retter mit seinem Halteseil eine Verbindung zwischen AP und seiner sternalen Öse her. Diese belastete Verbindung ermöglicht es dem Retter...



... sich vor dem Lift zu positionieren und bei stabilem Stand mit 2 Händen sowohl Rettungsgerät zu bedienen...



...als auch den Verunfallten zu manövrieren.
Die Sicherung des Verunfallten (z.B. Falldämpfer) wird gelöst. Er ist nun im Rettungsgerät gesichert. Nach Möglichkeit befördert der Retter zuerst die Beine des Verunfallten aus dem Lift hinaus.



Der Retter löst das Seil aus der Bremse des MILAN um gleichzeitig mit einer Hand kontrolliert Seil nachzugeben und mit der zweiten Hand durch Zug an dessen rechter seitlicher Halteöse den Verunfallten über die Kante zu drehen.



Ein Umlenkarabiner in der seitlichen Halteöse ermöglicht es dem Retter durch zurückstemmen des eigenen Körpers Distanz zwischen Lift und den Verletzten zu bringen.



Mit ausgestreckten Beinen lässt sich bei stabilem Stand ausreichend Abstand zum Lift schaffen,...



...um den Verunfallten ohne Kontakt mit der Struktur bis zum Boden abzulassen.



<p>Der Retter hält während des Abseilvorgangs Sichtkontakt mit dem Verunfallten.</p>	
<p>Ist der Verunfallte zum Boden hin gerettet, ist er für medizinisches Fachpersonal erreichbar und der Retter steigt zum Boden hin ab.</p>	

8 Nach der Rettung

- Die WEA muss von einem zusätzlichen Serviceteam in einen sicheren Zustand gebracht werden.
- Wenn Schaltvorgänge notwendig werden, müssen diese dokumentiert werden.

- Es sind keine anderen Arbeiten erlaubt, außer den Arbeiten, welche die Anlage in einen sicheren Status bringen und bis andere Arbeiten vom Servicemanagement und HSE Management freigegeben wurden.
- Angestellte, die in eine Rettung eingebunden waren, müssen eine angemessene Zeit von ihren Aufgaben entbunden werden, da eine Rettung physisch und psychisch hoch beanspruchend
- Jeder Ausrüstungsteil der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz, der im Rahmen einer Rettung verwendet wurde, ist vor einer erneuten Benutzung einem Sachkundigen zur Überprüfung vorzulegen.



Anforderungskatalog zum Arbeitsschutz für Bauanträge und Anträge nach BImSchG für die Errichtung von Windenergieanlagen

Senvion MM / 3.XM / 4.XM

Disclaimer / Ausschlussklärung

Senvion GmbH
Überseering 10
22297 Hamburg
Deutschland
Fon: +49 - 40 - 5555090 - 0
Telefax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

www.senvion.com

Copyright © 2018 Senvion GmbH

Sämtliche Rechte vorbehalten.

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Senvion GmbH und/oder ihre Tochtergesellschaften, Vertreter, Mitarbeiter, Rechtsnachfolger und Abtretungsempfänger behalten sich sämtliche Rechte, Eigentumsansprüche und Interessen an jeglichem geistigen Eigentum in diesem Dokument vor, so auch in Bezug auf Texte, Abbildungen, Bilder, Illustrationen, Logos und andere Informationen, die Eigentum der Senvion GmbH und urheberrechtlich geschützt sind. Die Reproduktion, Abänderung, Verteilung, Publikation und Übertragung dieses Dokuments in seiner Gesamtheit oder in Auszügen ohne vorherige schriftliche Genehmigung der Senvion GmbH kann eine Verletzung von Rechten des geistigen Eigentums darstellen, für die sich die Senvion GmbH das Recht auf alle erforderlichen Rückgriffmaßnahmen vorbehält.

Es obliegt dem Kunden zu überprüfen, ob es sich bei diesem Dokument um die aktuellste Version handelt. Die Abbildungen stellen nicht unbedingt den genauen Lieferumfang dar. Die technischen Daten, Größe oder Materialien können jederzeit ohne Mitteilung technischer Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument nicht unbedingt mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Es obliegt allein dem Kunden, die Ermittlung aller natürlichen, Bundes-, Landes- oder lokalen Gesetze sowie deren Einhaltung zu gewährleisten. Die Anwendbarkeit und Gültigkeit relevanter gesetzlicher und/oder vertraglicher Bestimmungen, technischer Richtlinien, Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt dieses Dokuments oder die darin enthaltenen Beispiele nicht ausgeschlossen. Des Weiteren gelten diese vertraglichen Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Alle in diesem Dokument enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an oder Zustimmung durch den Kunden geändert oder aktualisiert werden. Die Senvion GmbH übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieses Dokuments. Der Nutzer dieser Information verpflichtet sich vertraglich, nicht gegen die Senvion GmbH zu klagen und die Senvion GmbH in jeder Weise schad- und klaglos zu halten gegen jegliche Haftung, Ansprüche, Forderungen, Klagen und Klagegründe (Sach- oder Geldleistungen) aufgrund von oder im Zusammenhang mit Schäden, die der Nutzer aufgrund dieses Dokuments oder in Verbindung mit diesem erleidet.

Die Senvion GmbH ist bestrebt, genaue Angaben zu machen, und stellt diese den Kunden nach Treu und Glauben in der jeweilig aktuellen Form zur Verfügung. Jedoch kann hinsichtlich ihrer Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit, Gesetzmäßigkeit bzw. Unverfälschtheit keine Zusicherung oder Garantie bzw. Gewährleistung gegeben werden. Die einzigen anwendbaren Garantien im Hinblick auf die in diesem Dokument beschriebenen Produkte sind diejenigen, die in einem von einem autorisierten Vertreter der Senvion GmbH ausgeführten Vertrag festgelegt sind. SOFERN NICHT IN EINEM SOLCHEN AUSGEFÜHRTEN VERTRAG ANDERS VEREINBART, SCHLIESST DIE Senvion GmbH AUSDRÜCKLICH ALLE STILLSCHWEIGENDEN GARANTIEN AUS, EINSCHLIESSLICH DER STILLSCHWEIGENDEN GARANTIEN DER HANDELSTAUGLICHKEIT, DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, DES EIGENTUMSANSPRUCHS UND DER GESETZMÄSSIGKEIT.

Sämtliche in diesem Dokument genannten Marken, Handelsmarken oder Produktnamen sind ausschließliches Eigentum ihrer jeweiligen Rechteinhaber. Haftungsbeschränkung.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
PSAgA	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz
WEA	Windenergieanlage

Inhaltsverzeichnis

1	Verantwortung des Betreibers.....	7
2	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	8
3	Arbeiten an einer WEA bzw. Aufenthalt in bzw. bei einer WEA.....	9
4	Persönliche Schutzausrüstung.....	10
4.1	Allgemeine Persönliche Schutzausrüstung.....	11
4.2	Zusätzliche Persönliche Schutzausrüstung.....	12
4.3	Vollständige Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz.....	13
4.4	Schutz gegen Absturz und herabfallende Gegenstände.....	14
5	Beleuchtung in Turm und Gondel.....	15
6	Beschreibung der Verkehrswege.....	16
7	Aufsteigen und Absteigen im Turm / Befahranlage.....	17
7.1	Personen sichern.....	17
7.2	Fallschutzsystem.....	18
7.3	Befahranlage.....	19
8	Angaben zur Rettung / Erste Hilfe.....	20
9	Verhalten im Gefahrenfall und bei Unfällen.....	21
9.1	Vorbeugende Maßnahmen.....	21
9.2	Richtiges Handeln.....	21
9.3	Notfallmaßnahmen und Rettungsmaßnahmen.....	22
10	Brandschutz und Explosionsschutz.....	23
10.1	Handlungsanweisung vorbeugender Brandschutz.....	23
10.2	Verhalten bei Feuer in der Gondel oder im Turm.....	23
10.3	Verhalten bei Feuer in der Rotornabe oder im Rotorblatt.....	24
11	Kennzeichnung der WEA.....	25
12	Adresse und Telefonnummer der WEA.....	26

Stellungnahme der Senvion GmbH

Sicherheitsvorschriften für den Betreiber

Unsere Windenergieanlagen entsprechen den anerkannten Normen und technischen Regeln. Im Ergebnis der Gefährdungsanalysen für unsere Windenergieanlagen werden konkrete Angaben zum Verhalten innerhalb und außerhalb der Windenergieanlagen festgelegt. Daher sind die nachfolgend beschriebenen Sicherheitsvorschriften unbedingt zu beachten. Zusätzlich sind die Hinweise aus dem Betriebshandbuch der Windenergieanlage zu beachten und ihnen ist Folge zu leisten.

1 Verantwortung des Betreibers

Betreiber kann jede natürliche oder juristische Person sein, die die Windenergieanlage selbst nutzt oder in deren Auftrag sie genutzt wird.

- Die Windenergieanlage wird im gewerblichen Bereich eingesetzt.
- Der Betreiber unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit.
- Dem Betreiber obliegt die Anlagenverantwortung (gemäß international geltender Vorschriften).
- Neben den Arbeitssicherheitshinweisen in diesem Dokument müssen die für den Einsatzbereich der Windenergieanlage und ihrer Komponenten gültigen Sicherheitsvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden.

Insbesondere gilt, dass der Betreiber:

- sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informiert.
- in einer Gefährdungsbeurteilung die zusätzlichen Gefahren ermittelt, die sich durch die speziellen Arbeitsbedingungen am Einsatzort ergeben.
- in Betriebsanweisungen die notwendigen Verhaltensanforderungen für den Betrieb der Windenergieanlage am Einsatzort festlegt. Hierzu gehören Anweisungen für:
 - die Unterweisung von Besuchern
 - den Zugang zum Traforaum und zur Rotornabe
 - den Einsatz der vollständigen persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)
 - den Einsatz eventuell weiterer notwendiger persönlicher Schutzausrüstung
 - den Fluchtplan
 - die Bedienung der Befahranlage.
- während der Nutzungsdauer regelmäßig prüft, ob die von ihm erstellten Betriebsanweisungen dem aktuellen Stand der Regelwerke entsprechen.
- die Betriebsanweisungen – sofern erforderlich – neuen Vorschriften, Standards und Einsatzbedingungen anpasst.
- die Zuständigkeiten für die Installation, Bedienung, Wartung und Reinigung der Windenergieanlage eindeutig regelt.
- dafür sorgt, dass alle Mitarbeiter, die an oder mit der Windenergieanlage beschäftigt sind, das Betriebshandbuch gelesen und verstanden haben.
- das Personal in regelmäßigen Abständen im Umgang mit der Windenergieanlage schult und über die möglichen Gefahren informiert.

Weiterhin ist der Betreiber verantwortlich, dass

- die Windenergieanlage stets in einem technisch einwandfreien Zustand betrieben wird.
- die Inspektionsfristen und Wartungsintervalle eingehalten und die Windenergieanlage gemäß den beschriebenen Wartungsvorschriften instand gehalten wird.
- alle Schutzeinrichtungen und Sicherheitseinrichtungen regelmäßig auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit überprüft werden.

2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Windenergieanlage ist ausschließlich für den hier beschriebenen bestimmungsgemäßen Verwendungszweck konzipiert:

Die Windenergieanlage einschließlich aller dazugehörenden und angrenzenden Einrichtungen, Komponenten und Baugruppen (z. B. Übergabestation, Parkkommunikation) dient der Stromerzeugung in vollautomatischer Betriebsweise mit dem Ziel der Einspeisung in das Mittelspannungsnetz eines Energieversorgungsunternehmens.

Ansprüche jeglicher Art wegen Schäden aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung sind ausgeschlossen.

Für alle Schäden bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung haftet allein der Betreiber.

Weitere Fälle, in denen ein vorhersehbarer Fehlgebrauch der Windenergieanlage vorkommen kann:

- Reflexartiges Verhalten einer Person im Falle einer Fehlfunktion, einer Störung oder eines Ausfalls während des Betriebs der Windenergieanlage.
- Anreiz, die Windenergieanlage unter allen Umständen in Betrieb zu halten.

3 Arbeiten an einer WEA bzw. Aufenthalt in bzw. bei einer WEA

Personalanforderungen – Qualifikation

Folgende Qualifikationsanforderungen für die verschiedenen Tätigkeitsbereiche müssen erfüllt sein:

- **Bedienungspersonal**
Dieses Personal ist vom Betreiber zur bestimmungsgemäßen Bedienung der Windenergieanlage beauftragt. Hierzu gehört beispielsweise das Wartungspersonal, Personal der Senvion GmbH oder einer von der Senvion GmbH autorisierten Fachfirma.
- **Befähigte Personen**
Befähigte Personen sind der Tätigkeit entsprechend ausgebildete Personen.
- **Befugte Personen**
Befugte Personen sind vom Anlagenverantwortlichen beauftragte Personen.
- **Elektrofachkraft**
ist aufgrund der fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen und Bestimmungen in der Lage, Arbeiten an elektrischen Anlagen auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.
- **Elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP)**
wurde durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleitet sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt.
- **Fachpersonal**
ist aufgrund der fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnisse der einschlägigen Bestimmungen in der Lage, die übertragenen Arbeiten auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.
- **Hydraulikfachkraft**
ist aufgrund der fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen und Bestimmungen in der Lage, Arbeiten an hydraulischen Anlagen auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.
- **Schaltberechtigtes Personal**
ist eine speziell für die Schalthandlung an Mittelspannungsschaltanlagen ausgebildete Elektrofachkraft mit den erforderlichen Ortskenntnissen in der Windenergieanlage. Der Betreiber muss in jedem Einzelfall die schaltberechtigte Person beauftragen.
- **Unterwiesene Person**
wurde in einer Unterweisung durch den Betreiber über die übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet.

Als Personal dürfen nur Personen eingesetzt werden, deren Ausbildungsstand erwarten lässt, dass sie ihre Arbeit zuverlässig ausführen. Personen, deren Reaktionsfähigkeit beeinflusst ist, z. B. durch Drogen, Alkohol oder Medikamente, sind nicht zuzulassen.

Weiterhin sind bei der Personalauswahl die am Einsatzort geltenden altersspezifischen, geschlechtsspezifischen und berufsspezifischen Vorschriften zu beachten.

4 Persönliche Schutzausrüstung

Bei Arbeiten an oder mit der Windenergieanlage oder ihren Komponenten ist das Tragen der persönlichen Schutzausrüstung erforderlich, um Gesundheitsgefahren zu minimieren.

- Vor allen Arbeiten die jeweils benannte Schutzausrüstung ordnungsgemäß anlegen und während der Arbeit tragen.
- Zusätzlich im Arbeitsbereich angebrachte Schilder zur vollständigen persönlichen Schutzausrüstung unbedingt beachten.
- Keine Ringe, Halsketten oder sonstigen Schmuck tragen.
- Lange Haare nicht offen tragen.

4.1 Allgemeine Persönliche Schutzausrüstung

Zum Begehen der Windenergieanlage ist grundsätzlich folgende Schutzausrüstung zu tragen bzw. mitzuführen.



Mobiltelefon

Zur Sicherstellung der Kommunikation bei allen Einsätzen auf und in der Windenergieanlage ein Mobiltelefon und ein Sprechfunkgerät mitführen.



Arbeitsschutzkleidung

enganliegende Arbeitskleidung, mit engen Ärmeln und ohne abstehende Teile.

Bei Arbeiten unter Spannung, zum Beispiel Ziehen von NH-Sicherungen oder Fehlersuche und auch bei Mittelspannungshandlungen störlichtbogensichere Kleidung (z. B. Schuttmantel) tragen.



Schutzhelm - EN 397

zum Schutz vor Anstoßen und zum Schutz vor herabfallenden und umherfliegenden Teilen und Materialien.



Schutzhandschuhe – EN 420

Zum Schutz der Hände vor Kontakt mit gesundheitsschädlichen Substanzen und Berührungen mit heißen oder kalten Oberflächen.



Sicherheitsschuhe - EN ISO 20345:2004, mindestens Sicherheitskategorie S3

zum Schutz vor schweren herabfallenden Teilen und zum Schutz vor Ausrutschen auf rutschigem Untergrund. Verwendung von Schuhen mit Zehen-Schutzkappe und rutschfester-antistatischer Sohle.



Schutzbrille – EN 166

Zum Schutz der Augen bei allen Arbeiten, die die Augen schädigen können. Bei Arbeiten an hydraulischen Anlagen, Schleifarbeiten, beim Einsatz von Sprays etc. Schutzbrille entsprechend der auszuführenden Arbeit auswählen.



Gehörschutz – EN 352

Zum Schutz des Gehörs bei allen Arbeiten, die das Gehör schädigen können. Bei Schleifarbeiten, Bohrarbeiten, etc. Gehörschutz entsprechend der auszuführenden Arbeit auswählen.

4.2 Zusätzliche Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Arbeiten an Akkumulatoren ist zusätzlich folgende Schutzausrüstung zu tragen.



Gesichtsschutz – EN 166-170

schützt das Gesicht bei Gefahr von Störlichtbögen.

4.3 Vollständige Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz

Bei Aufenthalt und Arbeiten im und am Turm und in der Gondel zu tragen:



Vollständige Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz bei erhöhter Absturzgefahr. Erhöhte Absturzgefahr besteht immer bei größeren Höhenunterschieden und wenn der Arbeitsort nicht durch ein Geländer gesichert ist.

Die vollständige Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz ist stets als System von Sicherheitsausrüstungen zu betrachten. Mögliche Kombinationen sollten unbedingt bei der Senvion GmbH erfragt werden.

Die vollständige persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz besteht aus:

Bezeichnung	Norm
Auffanggurt mit Fallschutzöse	EN 361
Bandfalldämpfer Verbindungsmitel mit Falldämpfer (2 Stück als I-Ausführung oder 1 Stück als Y-Ausführung)	EN 355
Fallschutzläufer (für das Fallschutzsystem freigegeben und zertifiziert)	EN 353-2
2 Sicherheitskarabiner	EN 362
Halteseil mit Seilkürzer (Seil, Karabinerhaken)	EN 358
Schutzhelm mit Kinnriemen	EN 397
Helmleuchte	./.

⚠️ WARNUNG

Ungeeignete, falsch angelegte oder beschädigte Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)!

Tod oder schwere Verletzungen!

- Für das richtige Anlegen und die korrekte Benutzung der PSAgA ist eine spezielle Ausbildung erforderlich.
- PSAgA vor jeder Anwendung auf Beschädigungen kontrollieren.
- Beschädigte PSAgA sofort ersetzen.
- Gültigkeit der Prüfdaten kontrollieren. PSAgA nicht nach Ablauf des Prüfdatums einsetzen.
- Anweisungen des Herstellers der PSAgA befolgen.
- Zum Testen der PSAgA auf korrekten Sitz eine Hängeprobe in Bodennähe durchführen.

ACHTUNG

Schutzausrüstung kontrollieren!

Verfallsdaten des Materials und Pflegehinweise in den Gebrauchsanleitungen beachten.

Die vorgeschriebenen Wiederholungsprüfungen regelmäßig durch einen dafür autorisierten Sachverständigen durchführen lassen.

4.4 Schutz gegen Absturz und herabfallende Gegenstände

Werkzeug und Kleinmaterial darf nur in den dafür vorgesehenen Transportbehältnissen auf der Leiter transportiert werden.

Je nach Nabenhöhe sind in den Anlagen 4-6 Podeste vorhanden. Diese Podeste befinden sich im Bereich der Turmsegmentverschraubungen. Diese Podeste sind aus Flurblech und reichen bis an die Turmwand. Am Durchstieg dieser Podeste sind Klappen vorhanden, die zum Schutz von herabfallenden Gegenständen und als Absturzsicherung für Personen dienen. Diese Luken müssen nach jedem Durchstieg wieder verschlossen werden.

5 Beleuchtung in Turm und Gondel

Bei den Anlagentypen 3.XM und 4.XM wird auf dem im Turm befindlichen Verkehrsweg ein Beleuchtungswert von ca. 25 Lux bis 125 Lux und bei der Notbeleuchtung ein Beleuchtungswert von ca. 10 Lux erreicht.

In der Gondel wird ein Wert von ca. 750 Lux erreicht. Durch die zwei im Dach befindlichen Luken werden, bei guten Witterungsbedingungen durch das Tageslicht, diese Werte in der Gondel noch erhöht.

Am Schaltschrank befindet sich eine ex-geschützte, akkubetriebene Handlampe, die im Notfall zusätzlich genutzt werden kann.

Die oben aufgeführten Beleuchtungswerte haben sich in der Praxis als durchaus ausreichend erwiesen.

Senvion Windenergieanlagen erfüllen somit die Beleuchtungsanforderungen nach DIN EN 50308.

6 Beschreibung der Verkehrswege

Der Weg zur Windenergieanlage besteht aus Recyclingmaterial mit einer hohen Tragfähigkeit. Dieser Weg muss vom Betreiber in einem einwandfreien Zustand gehalten werden, um jederzeit die Zufahrt für Fahrzeuge (z. B. Servicefahrzeuge und Rettungsfahrzeuge) gewährleisten zu können.

Der Zugang zur Windenergieanlage erfolgt entweder über eine Stahltreppe mit zwei Handläufen gemäß den einschlägigen Bauvorschriften (in der Regel Gitterroststufen) oder über eine Steigleiter, die mit einem Fallschutzsystem ausgestattet ist. Das Gittermaterial der Gitterroststufen gewährleistet, dass Schmutz nicht in die Anlage kommt und dass ein Ausrutschen oder Abrutschen verhindert wird.

7 Aufsteigen und Absteigen im Turm / Befahranlage

7.1 Personen sichern

- Windenergieanlage vor dem Aufstieg anhalten, Turmbeleuchtung einschalten und Warnschild an der Bodenbox anbringen.
- **Niemals** alleine arbeiten. Generell müssen mindestens 2 unterwiesene Personen in die Windenergieanlage aufsteigen. Jede Person muss immer in der Lage sein, ihren Standort anzugeben und darauf hinzuweisen, wenn sie diesen wechseln will. Vor Verlassen des Standorts ist auf die Bestätigung durch die andere(n) Person(en) zu warten.
- Vor dem Aufstieg in die Windenergieanlage wie in den Hinweisen im Betriebshandbuch des Herstellers beschrieben vollständige persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz anlegen.
- Die gesamte persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz ist durch die Anwender selbst und gegenseitig einer Sicht- und Funktionsprüfung zu unterziehen.
 - Fallschutzläufer der Sicherheitssteigleiter in Bodennähe auf Funktionsfähigkeit prüfen.
 - Korrekten Sitz der vollständigen persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz durch einen Aufhängungstest in Bodennähe kontrollieren.
- Schutzkleidung, Schutzhelm, Schutzhandschuhe und rutschfeste Sicherheitsschuhe tragen.
- Werkzeuge und Kleinteile nur in verschlossenen Transporttaschen mitführen und gegen Herausfallen sichern. Keine losen Gegenstände am Körper, an der Kleidung oder in Kleidertaschen mitführen.
- Die Steigleiter im Turm darf jeweils nur von einer Person benutzt werden. Die nächste Person muss mit dem Aufstieg warten, bis die andere Person die Leiter am oberen Ende verlassen und die Luke zur nächsten Plattform geschlossen hat.
- Dachluken auf dem Gondeldach ausschließlich bestimmungsgemäß nutzen. Beschilderung an den Luken einhalten.
- Luken an den Plattformen nach dem Durchstieg wieder schließen. Zum Schutz des Gehörs sind diese Luken zwingend leise zu schließen.
- Personensicherung vor dem Umsteigen von der Leiter mithilfe eines Verbindungselements an einem zertifizierten, gelb gekennzeichneten Anschlagpunkt. Erst danach den Fallschutzläufer lösen! Der Fallschutzläufer ist vor der Entnahme gegen Herunterfallen zu sichern.
- Bei Erreichen des Endes der Fallschutzschiene darf die Sicherung erst ausgeklinkt werden, nachdem die Luke an der oberen Plattform wieder geschlossen wurde. Beim Umsteigen immer ein Verbindungselement mit Falldämpfer an einem zertifizierten, gelb gekennzeichneten Anschlagpunkt einklinken.
- Beim Aufsteigen zum Gondeldach vollständige persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz tragen und darauf achten, dass die Ausrüstung immer gesichert ist. Nur geprüfte, gelb gekennzeichnete Anschlagpunkte benutzen. Der Aufenthalt auf dem Gondeldach ist nur zu Wartungs-, Reparatur- und Testzwecken zulässig.

7.2 Fallschutzsystem

Informationen zum Fallschutzsystem sind an der Steigleiter angebracht. Die folgende Grafik zeigt beispielhaft die Informationen zum Fallschutzsystem.

PROFESSIONAL

Achtung/Attention!

Aufstieg **nur** mit zum Führungsseil oder zur Führungsschiene **passenden** Auffanggerät (Fallschutzläufer). Bitte nur Auffanggurte mit Steigschutzöse nach DIN EN 361 verwenden!

Ascent **only** using a fall arrester (fall protection glider) **suitable** for the guiding cable or guide rail. Please use only safety harnesses acc. to OSHA/ANSI standards (North America) or EN 361 (Europe).

Ne montez sur l'échelle que si elle est muine d'un système antichute (glissière de protection) **adapté** au câble ou au rail de guidage. Veuillez utiliser exclusivement des harnais de sécurité aux normes OSHA/ANSI (Amérique du Nord) ou EN 361 (Europe).

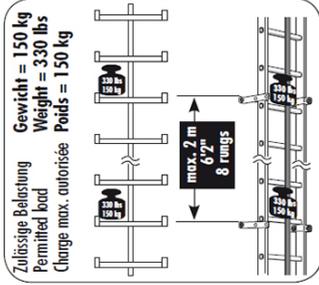
Steigschutzsystem Hailo H50

Fall Arrest System Hailo H50

Système antichute H50

Darf ausschließlich mit Hailo Auffanggerät SPL-50 in Verbindung mit Auffanggurten genutzt werden.
System shall be used only with Hailo SPL-50 safety collector and harness.
Utiliser exclusivement avec le système de réception SPL-50 de Hailo et conjointement avec les harnais.

Informationsbroschüre beachten.
Observe information manual.
Lire attentivement le manuel d'information.

Zulässige Belastung
Permitted load
Charge max. autorisée

Gewicht = 150 kg
Weight = 330 lbs
Poids = 150 kg

max. 2 m
6'2" max
8 rungs

Ladder complies to: / L'échelle satisfait aux norms:

- OSHA 1926.1053 (a) (1) (iii)
- OSHA 1926.1053 (a) (2)
- OSHA 1926.1053 (a) (3) (i)
- OSHA 1926.1053 (a) (4) (i)
- OSHA 1926.1053 (a) (5)
- OSHA 1926.1053 (a) (6) (i)
- OSHA 1926.1053 (a) (11)



CE 0121
DIN EN 353-01
DIN 18799-1
DIN 14094

Mindestens einmal jährlich durch Sachkundigen prüfen lassen.
Have the equipment inspected by an expert at least once a year.
Faites procéder à l'inspection de vos matériels par un expert, au moins une fois par an.

Montiert / Assembled / Monté
2008 - 09 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16
Zutreffendes bei der Montage eintragen bzw. ankreuzen.
For assembly, enter or tick as applicable.
Pour le montage, entrez ou pointez selon le cas.



Abb. 1: Informationen zum Fallschutzsystem (Beispiel)

HINWEIS: Die persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz muss mit dem zum betreffenden Fallschutzsystem passenden System ausgerüstet sein!

7.3 Befahranlage

In den Turm der Windenergieanlage ist zur Erleichterung des Aufstiegs eine Befahranlage eingebaut.

- Befahranlage nur nach erfolgter Schulung benutzen.
- Befahranlage grundsätzlich vorrangig benutzen.
- Grundsätzlich auch bei Benutzung der Befahranlage die vollständige persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) anlegen.
- Vor Benutzung der Befahranlage die Betriebsanleitung lesen, um mit der Bedienung der Befahranlage auch im Störfall vertraut zu sein.
- Vor Betätigung der Befahranlage sicherstellen, dass sich keine Personen oder Gegenstände im Verfahrbereich der Befahranlage befinden.

8 Angaben zur Rettung / Erste Hilfe

Die Türen der WEA sind mit Panikschlössern ausgestattet.

Im Brandfall (Fluchtweg aus dem Turm nicht möglich) können sich in der WEA befindliche Personen, mittels eines für maximal 2 Personen zugelassenem Rettungsgerätes, evakuieren. Dieses Rettungsgerät befindet sich in der Gondel. Unsere Mitarbeiter sind im Umgang mit diesen Geräten unterwiesen. Weiterhin sind unsere Mitarbeiter als Ersthelfer ausgebildet.

Verbandskästen befinden sich im Turmfuß und in der Gondel.

9 Verhalten im Gefahrenfall und bei Unfällen

9.1 Vorbeugende Maßnahmen

- Stets auf Unfälle oder Feuer vorbereitet sein!
- Erste-Hilfe-Ausrüstung (Verbandkasten, Decken usw.) und Feuerlöscher griffbereit aufbewahren.
- Beim Aufsteigen im Turm ist ein kleines Erste-Hilfe-Pack mitzuführen.
- Ebenfalls ist beim Aufsteigen im Turm ein Walkie-Talkie und ein Mobiltelefon mitzuführen.
- Personal mit den Rettungseinrichtungen und der Unfallanzeige vertraut machen.
- Zufahrtswege für Rettungsfahrzeuge frei halten.

9.2 Richtiges Handeln

Im Notfall:

- Not-Halt-Taster sofort betätigen.
- Personen aus der Gefahrenzone entfernen.
- Erste-Hilfe-Maßnahmen einleiten.
- Verantwortlichen am Einsatzort informieren.
- Arzt und / oder Feuerwehr alarmieren.
- Zufahrtswege für Rettungsfahrzeuge frei machen.
- Rettungskräfte einweisen.

9.3 Notfallmaßnahmen und Rettungsmaßnahmen

Zur Sicherstellung sofortiger Notfall- und Rettungsmaßnahmen:

- Windenergieanlage immer mit mindestens 2 unterwiesenen Personen besteigen.
Die Personen müssen in ständigem Kontakt zueinander stehen (Mobiltelefon, Walkie-Talkie).
- Im Notfall sofort einen Notruf absetzen (siehe Schild „Notruf“ im Turmfuß und in der Gondel).
Dafür stets ein Mobiltelefon mitführen!
- Die für den Standort zuständige Betriebsführung sofort informieren.

In der Gondel befindet sich ein Rettungsgerät. Das Rettungsgerät dient zur Rettung einer handlungsunfähig in der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz hängenden Person sowie zur Evakuierung in allen Notfallsituationen, bei denen die Windenergieanlage nicht gefahrlos über die Leiter oder die (optional vorhandene) Befahranlage verlassen werden kann.

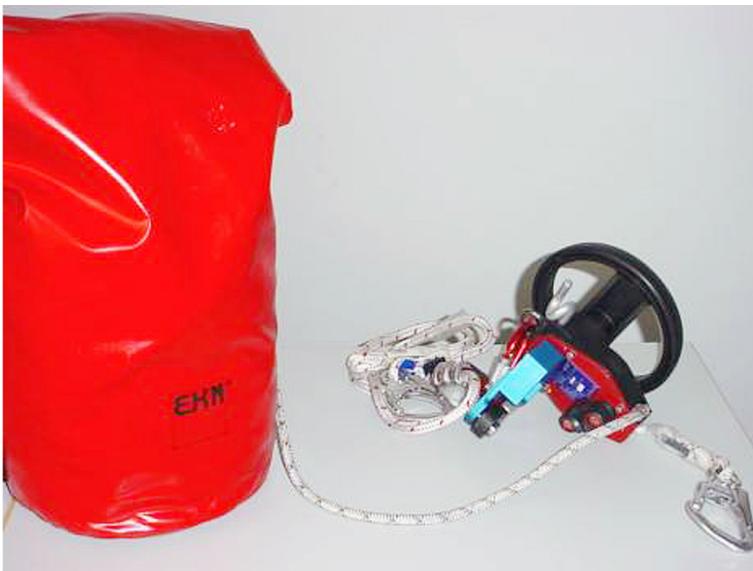


Abb. 2: Rettungsgerät für 2 Personen [Abbildung beispielhaft]

⚠ GEFAHR

Hängetrauma

Lebensgefährlicher Schock und/oder schwere Verletzungen durch bewegungsloses Hängen in der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz!

- Notruf absetzen, Notarzt anfordern.
- Handlungsunfähige, in der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz hängende Person sofort zum nächsten sicheren Ort bringen.
- Bis zum Eintreffen der Rettungskräfte Person richtig lagern (**Hockstellung!**) und nicht allein lassen.
- Die für den Standort zuständige Betriebsführung informieren.
- Behandelnden Arzt oder Rettungssanitäter unbedingt über die Situation der Person (Hängetrauma) informieren.

10 Brandschutz und Explosionsschutz

Folgende Maßnahmen reduzieren mögliche Gefahren durch Brand oder Explosionen. Alle im Gefahrenbereich beschäftigten Personen müssen daher stets auf die Einhaltung dieser Maßnahmen achten:

10.1 Handlungsanweisung vorbeugender Brandschutz

1. Arbeitsräume immer sauber halten. Restmaterialien, Abfälle, Schmutz, leere Behälter, ölhaltige und andere brennbare Lappen, Stoffe usw. nach Beendigung der Arbeiten entfernen.
2. Das Rauchen ist in der gesamten Windenergieanlage untersagt.
3. Sprays mit entzündlichen Bestandteilen nur in gut durchlüfteten Bereichen einsetzen.
4. Keine leeren oder befüllten Verpackungen sowie lose Materialien zwischen Maschinen oder an einzelnen Komponenten der Windenergieanlage lagern.
5. Staubablagerungen und Schmutzablagerungen von Motoren und heißlaufenden Bauteilen fernhalten.
6. Elektrische Installationen an Anlagenkomponenten und benötigte Zusatzgeräte wie Handlampen, Verlängerungskabel regelmäßig auf einwandfreien Zustand kontrollieren. Mangelhafte Installationen und Geräte sofort durch Elektrofachpersonal reparieren lassen oder austauschen.
7. Gefährliche Arbeiten (zum Beispiel Schweißarbeiten oder Heißarbeiten) nur mit schriftlicher Erlaubnis durchführen.
8. Vor Arbeiten mit warmen oder heißen Werkzeugen wie LötKolben, Heißluftgebläsen, Schweißbrennern oder Schleifwerkzeugen Öle und Fette an der Arbeitsstelle entfernen, Schutzabschirmung vornehmen und Entlüftung vorsehen. Feuerlöscher in Griffnähe bereithalten.

10.2 Verhalten bei Feuer in der Gondel oder im Turm

- Löschversuche nur vornehmen, wenn die eigene Sicherheit gewährleistet ist.
- Vor Löschversuchen sicherstellen, dass die Fluchtwege frei sind.
- Brände mit den im Turmfuß (1x CO₂) und in der Gondel (2x CO₂ und 1x ABC) installierten Feuerlöschern löschen. Brände in elektrischen Baugruppen zunächst mit CO₂-Feuerlöscher löschen, um zu vermeiden, dass sämtliche Komponenten zerstört werden. Falls der Brand nicht gelöscht werden kann, ABC-Feuerlöscher einsetzen. Für alle anderen Brände ABC-Feuerlöscher verwenden.
- Falls der Brand nicht gelöscht werden kann, elektrische Verbindung zum Stromnetz am Umrichterschaltschrank trennen, Windenergieanlage evakuieren und Betriebsführer des zuständigen Energieversorgungsunternehmens informieren.
- Bei gefährlicher Rauchentwicklung die Gondel mit dem Rettungsgerät verlassen, falls ein sicherer Abstieg im Turm nicht mehr möglich ist. Für die Evakuierung Rettungsgerät an den gekennzeichneten Anschlagpunkten anschlagen. Die möglichen Fluchtwege sind im Fluchtplan dargestellt.
- Einen Bereich von mindestens 500 m um die Windenergieanlage absperren und die Feuerwehr alarmieren.

10.3 Verhalten bei Feuer in der Rotornabe oder im Rotorblatt

- Löschversuche unterlassen!
- Rotornabe oder Rotorblatt sofort verlassen!
- Elektrische Verbindung zum Stromnetz am Umrichter-Schaltschrank trennen, Windenergieanlage evakuieren und Betriebsleiter des zuständigen Energieversorgungsunternehmens informieren.
- Einen Bereich von mindestens 500 m um die Windenergieanlage absperren und die Feuerwehr alarmieren.

11 Kennzeichnung der WEA

Kennzeichnung unserer Windenergieanlagen (Beispiel):

Anlagentyp	Kennzeichnung der WEA
MM	SEN 70001
3.XM / 4.XM	SEN 700001

Erklärung der Kennzeichnung (Beispiel):

Kennzeichnung	Erklärung
SEN	Senvion
70001	Baunummer (fünfstellig für MM)
700001	Baunummer (sechsstellig für 3.XM / 4.XM)

Diese Baunummer wird von Senvion nur einmal vergeben. Um aber sicherzustellen, dass in einem Windpark mit verschiedenen anderen Herstellern diese Nummer nicht noch einmal vorhanden ist, haben wir die Kennbuchstaben „SEN“ voran gestellt.

Somit ist sichergestellt, dass unsere Anlagen eindeutig identifiziert werden können.

Diese Nummer ist ca. 20 cm groß und von der Zufahrt her sichtbar in einer Höhe von ca. 3 Metern am Turm angebracht.

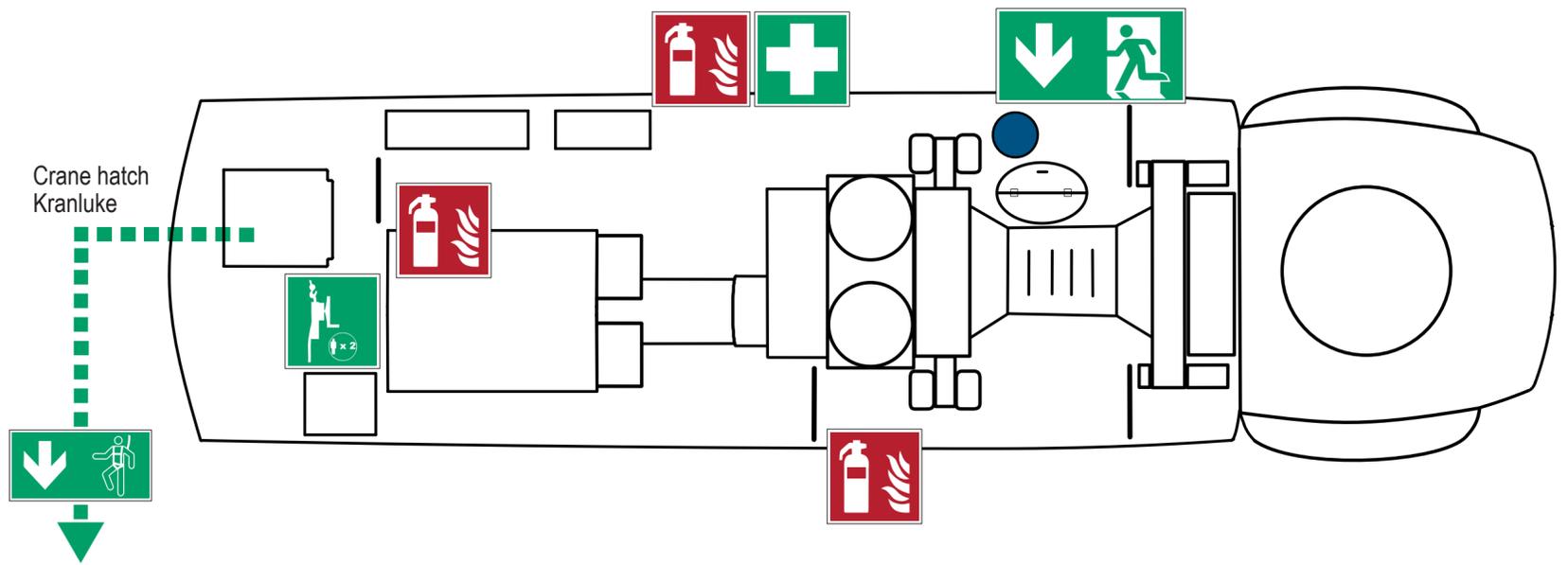
12 Adresse und Telefonnummer der WEA

Die Adresse der WEA sowie die Zufahrtstraße zu dieser müssen aufgezeichnet werden. Die Adresse der WEA lässt sich in den Serviceberichten im Logbuch finden. Das Logbuch wird zusammen mit dem Betriebshandbuch im Eingangsbereich im Turmfuß der Windenergieanlage aufbewahrt.

Bitte notieren Sie vor Beginn von Arbeiten die Telefonnummer der lokalen Rettungsdienste sowie die Kennzeichnung der WEA und deren Adresse. Falls sie Hilfe benötigen, haben sie so alle Informationen sofort zur Hand.

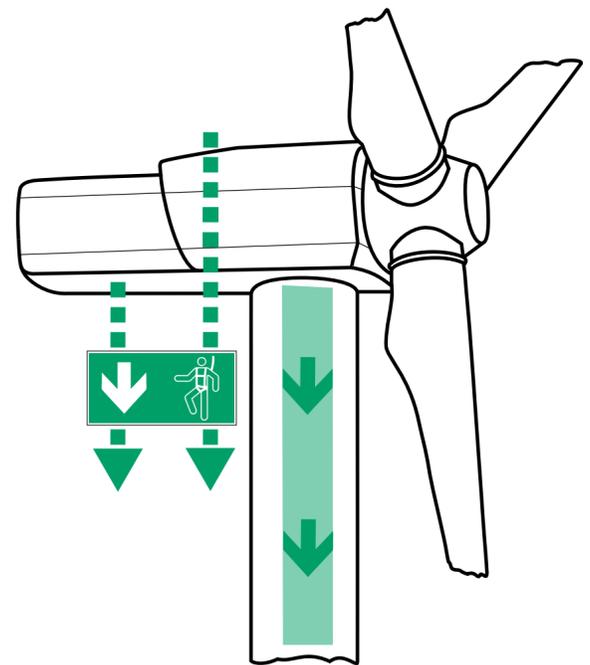
Escape plan Fluchtplan

Nacelle 3.XM/4.XM EBC Gondel 3.XM/4.XM EBC



Key Legende

-  You are here
Ihr Standort
-  First-aid kit
Erste-Hilfe-Kasten
-  Fire extinguisher
Feuerlöscher
-  Emergency exit
Notausgang
-  Escape route
Fluchtweg
-  Rescue device
Rettungsgerät
-  Alternative escape route with rescue device
if there is smoke in the tower
(Crane hatch / Nacelle roof)
-  Alternativer Fluchtweg mit Rettungsgerät
bei Rauchentwicklung im Turm
(Kranluke / Gondeldach)



Behavior in case of emergency Verhalten im Notfall

Keep calm!



Call for help

- What happened?
- Where did it happen?
- How many people are injured?
- What types of injuries are there?
- Wait for queries



Immediate measures

- Eliminate danger
- Administer first aid



Attempt to extinguish fire if possible and get to safety

Ruhe bewahren!

Hilfe rufen

- Was ist passiert?
- Wo ist es passiert?
- Wie viele Verletzte gibt es?
- Welche Arten von Verletzungen gibt es?
- Warten auf Rückfragen

Sofortmaßnahmen

- Gefahr beseitigen
- Erste Hilfe leisten

Wenn möglich, Löschversuch unternehmen und in Sicherheit bringen

Emergency call:

Notruf: _____

Wind turbine number:

WEA-Nummer: _____

Blitzschutz, Erdung und Potentialausgleich

3.XM/4.XM EBC

Allgemeine Information

Disclaimer / Ausschlusserklärung

Senvion GmbH
Überseering 10
22297 Hamburg
Deutschland
Fon: +49 - 40 - 5555090 - 0
Telefax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

www.senvion.com

Copyright © 2018 Senvion GmbH

Sämtliche Rechte vorbehalten.

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Senvion GmbH und/oder ihre Tochtergesellschaften, Vertreter, Mitarbeiter, Rechtsnachfolger und Abtretungsempfänger behalten sich sämtliche Rechte, Eigentumsansprüche und Interessen an jeglichem geistigen Eigentum in diesem Dokument vor, so auch in Bezug auf Texte, Abbildungen, Bilder, Illustrationen, Logos und andere Informationen, die Eigentum der Senvion GmbH und urheberrechtlich geschützt sind. Die Reproduktion, Abänderung, Verteilung, Publikation und Übertragung dieses Dokuments in seiner Gesamtheit oder in Auszügen ohne vorherige schriftliche Genehmigung der Senvion GmbH kann eine Verletzung von Rechten des geistigen Eigentums darstellen, für die sich die Senvion GmbH das Recht auf alle erforderlichen Rückgriffmaßnahmen vorbehält.

Es obliegt dem Kunden zu überprüfen, ob es sich bei diesem Dokument um die aktuellste Version handelt. Die Abbildungen stellen nicht unbedingt den genauen Lieferumfang dar. Die technischen Daten, Größe oder Materialien können jederzeit ohne Mitteilung technischer Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument nicht unbedingt mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Es obliegt allein dem Kunden, die Ermittlung aller natürlichen, Bundes-, Landes- oder lokalen Gesetze sowie deren Einhaltung zu gewährleisten. Die Anwendbarkeit und Gültigkeit relevanter gesetzlicher und/oder vertraglicher Bestimmungen, technischer Richtlinien, Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt dieses Dokuments oder die darin enthaltenen Beispiele nicht ausgeschlossen. Des Weiteren gelten diese vertraglichen Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Alle in diesem Dokument enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an oder Zustimmung durch den Kunden geändert oder aktualisiert werden. Die Senvion GmbH übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieses Dokuments. Der Nutzer dieser Information verpflichtet sich vertraglich, nicht gegen die Senvion GmbH zu klagen und die Senvion GmbH in jeder Weise schad- und klaglos zu halten gegen jegliche Haftung, Ansprüche, Forderungen, Klagen und Klagegründe (Sach- oder Geldleistungen) aufgrund von oder im Zusammenhang mit Schäden, die der Nutzer aufgrund dieses Dokuments oder in Verbindung mit diesem erleidet.

Die Senvion GmbH ist bestrebt, genaue Angaben zu machen, und stellt diese den Kunden nach Treu und Glauben in der jeweilig aktuellen Form zur Verfügung. Jedoch kann hinsichtlich ihrer Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit, Gesetzmäßigkeit bzw. Unverfälschtheit keine Zusicherung oder Garantie bzw. Gewährleistung gegeben werden. Die einzigen anwendbaren Garantien im Hinblick auf die in diesem Dokument beschriebenen Produkte sind diejenigen, die in einem von einem autorisierten Vertreter der Senvion GmbH ausgeführten Vertrag festgelegt sind. SOFERN NICHT IN EINEM SOLCHEN AUSGEFÜHRTEN VERTRAG ANDERS VEREINBART, SCHLIESST DIE Senvion GmbH AUSDRÜCKLICH ALLE STILLSCHWEIGENDEN GARANTIEEN AUS, EINSCHLIESSLICH DER STILLSCHWEIGENDEN GARANTIEEN DER HANDELSTAUGLICHKEIT, DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, DES EIGENTUMSANSPRUCHS UND DER GESETZMÄSSIGKEIT.

Sämtliche in diesem Dokument genannten Marken, Handelsmarken oder Produktnamen sind ausschließliches Eigentum ihrer jeweiligen Rechteinhaber. Haftungsbeschränkung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Normen und Standards	7
3	Anforderungen	8
4	Blitzkugelverfahren für die Bestimmung potentieller Einschlagsorte	9
5	Überblick über den Aufbau des äußeren Blitzschutzkonzeptes	10
6	Rotorblatt.....	12
7	Rotornabe	13
8	Gondel.....	14
9	Turm.....	15
10	Erdung und Potentialausgleich	16
11	Blitzschutzkonzept.....	18
12	Innerer Blitzschutz.....	19

Verzeichnis relevanter Dokumente

Die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Dokumente werden nicht allein durch die Erwähnung in diesem Dokument Vertragsbestandteil.

Titel	Dokumenten-Nr.
Produktbeschreibung 3.4M140 EBC [50 Hz]	PD-3.20-WT.WT-01-A-*
Produktbeschreibung 3.6M140 EBC [50 Hz]	PD-3.20-WT.WT-01-B-*
Produktbeschreibung 4.2M140 EBC [50 Hz]	PD-3.52-WT.WT-00-A-*
Spezifikation Leerrohrführung, Fundamenterder und Montage des Fundamenteinbauteils	V-1.1-FG.00.10-A-*
Erdungsanlage	V-2.1-EL.TR.10-A-*

* Abhängig von der projektspezifischen Auswahl von Senvion Produkten durch den Kunden erscheinen die einzelnen Dokumente als Vertragsanhang in der jeweils aktuellen Version.

Verzeichnis der Abkürzungen und Einheiten

Abkürzung/Einheit	Erklärung
BSZ	Blitzschutzzone
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
IEC	International Electrotechnical Commission
LPL	Lightning Protection Level
LPZ	Lightning Protection Zone
NH	Nabenhöhe
SPD	Surge Protection Device
WEA	Windenergieanlage

1 Einleitung

Die Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC ist mit einem umfassenden Blitzschutz- und Erdungssystem nach IEC 62305 (2010) und IEC 61400-24 Ed.1 (2010-06) ausgestattet, welches dem Schutz vor einer direkten (z.B. Blitzschlag) oder indirekten Schädigung der Windenergieanlage (WEA) dient. Beim äußeren Blitzschutz sollen die Rezeptoren in den Rotorblättern, des Spinners und der Gondel sowie die Fangstange die Blitze auffangen und der entstehende Blitzstrom wird anschließend über definierte Wege bis zur Erde abgeleitet. Die elektrischen sowie elektronischen Komponenten der WEA sollen ebenfalls durch Überspannungsableiter gegen Störfelder und Störspannungen geschützt werden.

2 Normen und Standards

Das Blitzschutzkonzept der Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC richtet sich nach den Normen:

- IEC 62305 (2010)
- IEC 61400-24 Ed 1 (2010-06)

3 Anforderungen

Die Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC ist nach der höchsten Blitzschutzklasse (LPL 1) ausgelegt und wird entsprechend dieser Blitzschutzklasse gebaut. Eine WEA mit Blitzschutzklasse LPL I kann einen maximalen Scheitelwert des Blitzstromes von 200 kA führen (siehe Tabelle).

**Überblick über die Blitzstromkennwerte der verschiedenen Blitzschutzklassen
(Tabelle aus IEC 62305-1)**

Stromstoß			LPL			
Erster Stromstoß			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Scheitelwert	I	kA	200	150	100	
Ladung des Stromstoßes	Q_{short}	C	100	75	50	
Spezifische Energie	W/R	MJ/Ω	10	5,6	2,5	
Zeitparameter	T_1/T_2	μs/μs	10/350			
Folgestromstoß			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Scheitelwert	I	kA	50	37,5	25	
Mittlere Steilheit	d/d_t	kA/μs	200	150	100	
Zeitparameter	T_1/T_2	μs/μs	0,25/100			
Langzeitstrom			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Ladung des Langzeitstroms	Q_{long}	C	200	150	100	
Zeitparameter	T_{long}	s	0,5			
Blitz			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Ladung des Blitzes	Q_{flash}	C	300	225	150	

4 Blitzkugelverfahren für die Bestimmung potentieller Einschlagsorte

Die Schutzklasse bestimmt eine Kugel mit einem festen Radius, der über die zu schützende WEA gerollt wird. Alle Berührungspunkte stellen potentielle Einschlagstellen dar. Für die Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC ergibt sich daher bei Blitzschutzklasse I ein Blitzkugelradius von 20 m. An den potentiellen Einschlagstellen sind Fangeinrichtungen angebracht.

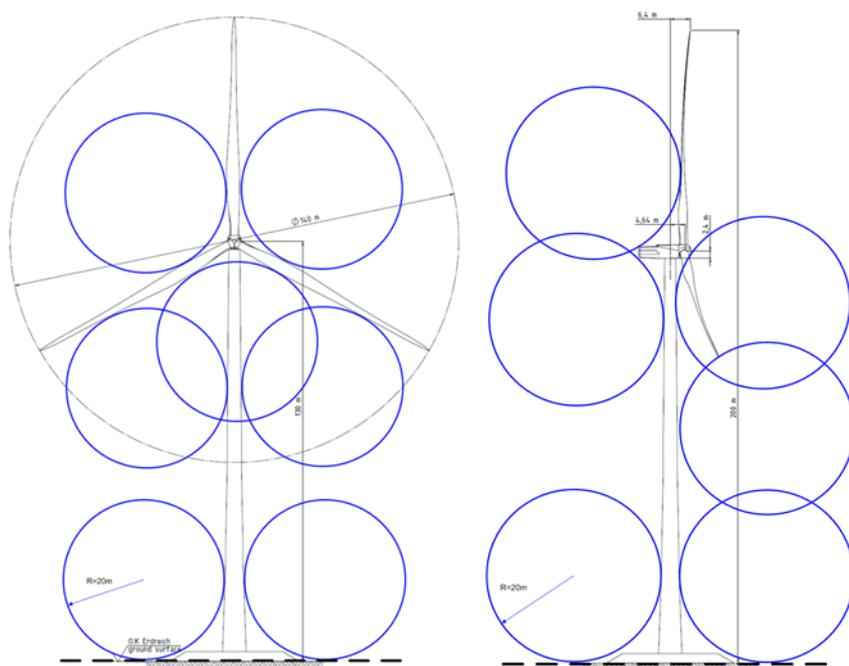


Abb. 1: Beispielhafte Darstellung einer 3.XM/4.XM EBC

5 Überblick über den Aufbau des äußeren Blitzschutzkonzeptes

Beim äußeren Blitzschutz wird der Blitzstrom über unterschiedliche Pfade abgeleitet. Der eine führt vom Rotorblatt oder vom Rezeptor am Spinner über die Rotornabe durch den Turm in die Erdungsanlage im Fundament. Der andere führt von den Fangstangen oder den Rezeptoren an der Gondel über den Maschinenträger und dann anschließend durch den Turm in die Erdungsanlage im Fundament. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über den schematischen Aufbau des äußeren Blitzschutzes der Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC.

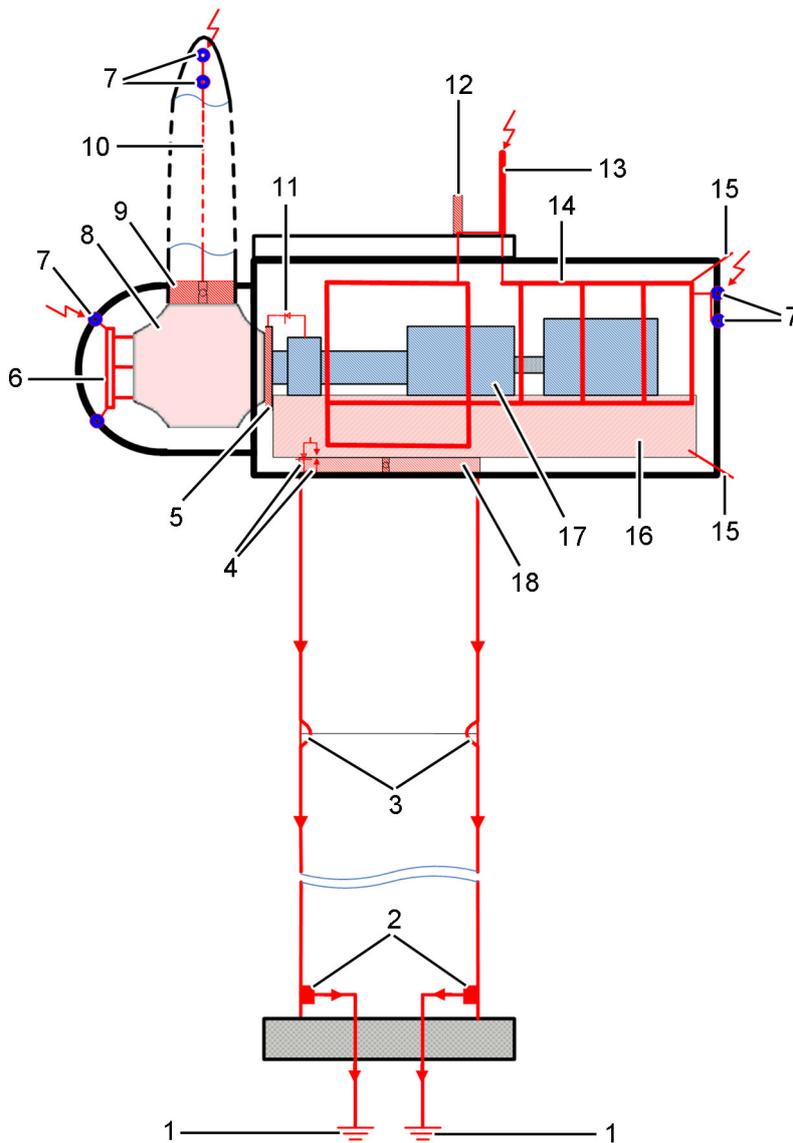


Abb. 2: Ableitungspfade einer 3.XM/4.XM EBC (Beispiel)

1	Erdung	10	Blitzschutzkabel/Rotorblatt
2	Potenzialausgleichsschiene	11	Kohlebürste
3	Erdungsband	12	Wettermast/Sensorik
4	Kohlenbürste/Funkenstrecke	13	Blitzfangstange/Gefahrenfeuer
5	Rotorarretierscheibe	14	Rahmengerüst
6	Spinnerhalterung	15	Blitzfänger
7	Rezeptor	16	Maschinenträger
8	Rotornabe	17	Triebstrang
9	Blattlager	18	Azimutlager

6 Rotorblatt

Die Rotorblätter sind die höchsten Punkte der WEA. Deshalb sind die Rotorblätter besonders gegen Blitzeinschläge geschützt.

Rotorblätter werden im Labor nach den höchsten Anforderungen der IEC 61400-24 geprüft. Die Rotorblätter werden dabei speziellen Prüfungen mit hoher Spannung und hohen Strömen unterzogen. Anschließend wird jedes Rotorblatt von einem unabhängigen Sachverständigen geprüft.

Jedes Rotorblatt der Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC hat eine metallische Blattspitze und mehrere seitliche Rezeptoren, die auf der Druck- und Saugseite des Rotorblattes verteilt sind. Diese Komponenten haben die Aufgabe, den Blitz einzufangen und über ein Kupferkabel sicher zum Rotorblatt-Blitzschutzkabel zu leiten.

Eine Blitzregistrierkarte ist an der Blattwurzel jedes Rotorblattes installiert.



Abb. 3: Rezeptor an der Blattspitze (Beispiel)

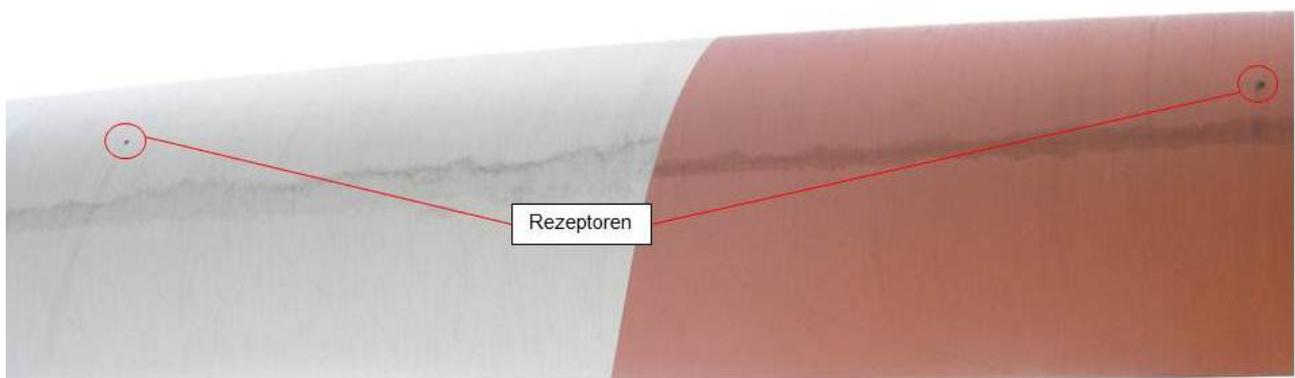


Abb. 4: Rezeptoren eines Rotorblattes (Beispiel)

7 Rotornabe

Die elektrischen Bauteile innerhalb der Rotornabe werden von der Rotornabe und den Rezeptoren des Spinners geschützt. Der Blitzstrom wird anschließend von der Rotornabe an der Rotorhaltescheibe über Kohlebürsten mit parallelen Funkenstrecken unter Umgehung des Rotorlagers auf den Maschinenträger geleitet.

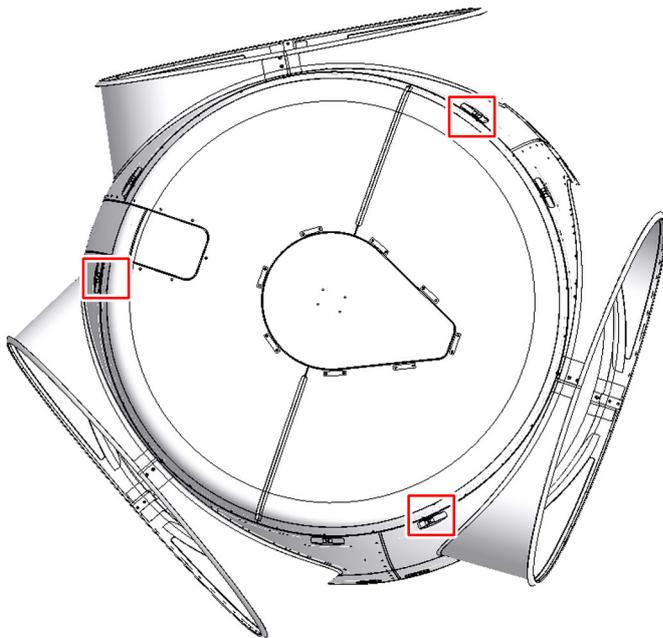


Abb. 5: Rezeptoren am Spinner (Beispiel)



Abb. 6: Kohlebürsten mit parallelen Funkenstrecken an der Rotorarretierscheibe (Beispiel)

8 Gondel

Die Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC hat auf der Gondel je Wettermast und je Gefahrenfeuermast eine Blitzfangstange. Die Fangstangen sichern die Windmessgeräte sowie die Gefahrenfeuer mit den dazugehörigen elektrischen Installationen vor einem direkten Blitzeinschlag ab. Außerdem sind vier Blitzfänger am Gondelheck angebracht. Die Fangeinrichtungen (Blitzfangstangen, Blitzfänger, Rezeptoren) sind durch Kupferkabel (Querschnitt 50 mm²) mit dem Rahmenträger verbunden, der wiederum mit dem Maschinenträger verbunden ist. Dadurch wird der Blitzstrom aus den Fangeinrichtungen über Kupferkabel und Rahmenträger auf den Maschinenträger geführt.



Abb. 7: Blitzfangstange auf der Gondel (Beispiel)

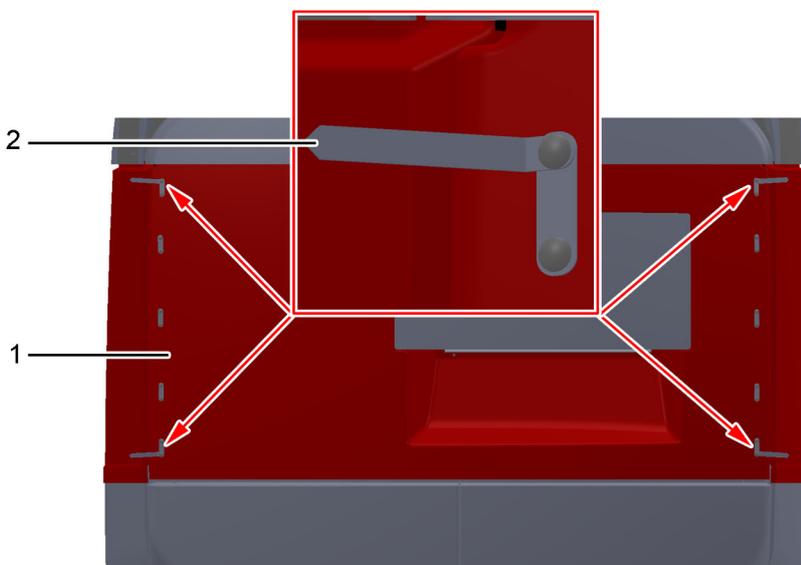


Abb. 8: Blitzfänger am Gondelheck (Beispiel)

1	Gondelheck	2	Blitzfänger
---	------------	---	-------------

9 Turm

Vom Maschinenträger soll der Blitzstrom über drei weitere Kohlebürsten und Funkenstrecken auf die Verzahnung des Azimutlagers gelenkt werden. Diese befinden sich auf beiden Seiten des Maschinenträgers. Das Azimutlager ist fest mit dem Turm verbunden, der als Ableiter dient.

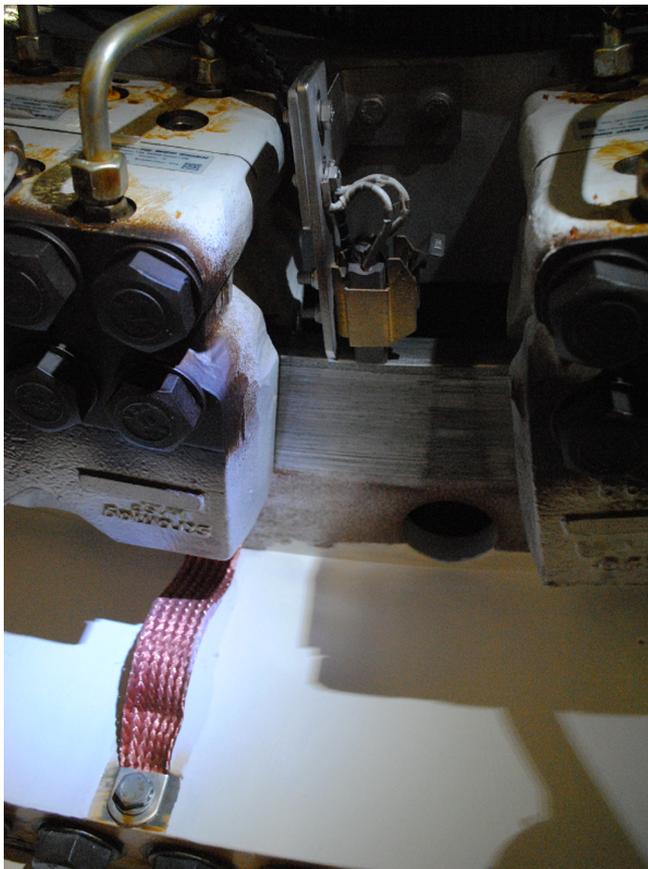


Abb. 9: Kohlebürsten und Funkenstrecken an der Azimutbremsscheibe (Beispiel)

10 Erdung und Potentialausgleich

Im Turm befinden sich drei um 120° versetzte Potentialausgleichsschienen, die (im inneren Ring) mit dem Erdungssystem der WEA verbunden sind. Das Erdungssystem leitet den Blitzstrom sowie Überspannungen sicher gegen die Erde ab.



Abb. 10: Anschluss Potentialausgleichsschiene mit Erdungssystem – Stahlturm (Beispiel)

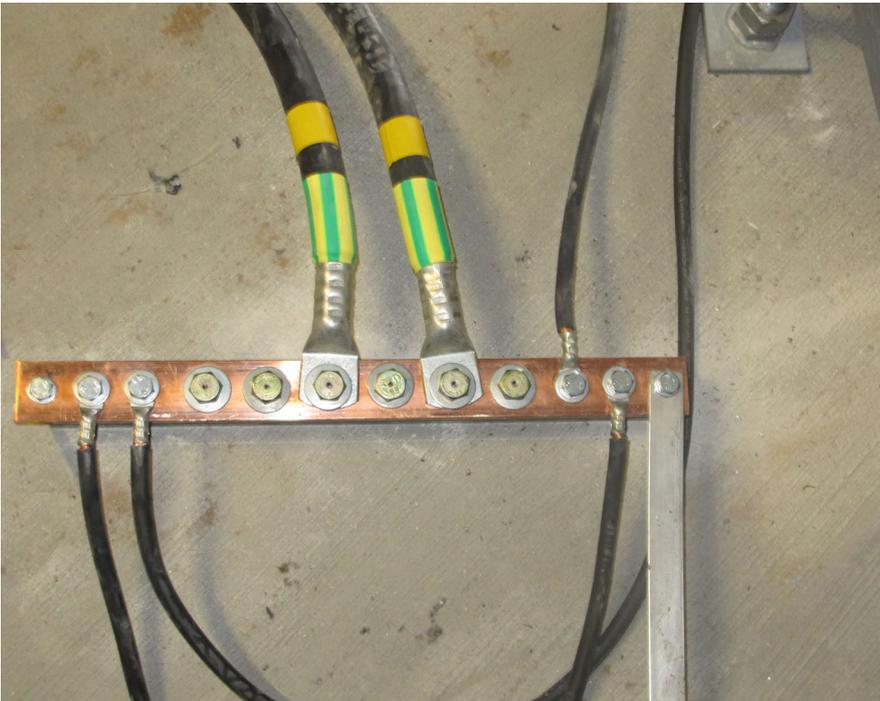


Abb. 11: Anschluss Potentialausgleichsschiene mit Erdungssystem – Hybridturm (Beispiel)

Die Erdungsanlage soll maßgeblich die Anforderung, im Falle von Kurz- bzw. Erdschlüssen sowie Blitzeinschlägen und Schaltheandlungen erfüllen:

1. Die Personensicherheit zu gewährleisten und
2. die Beschädigung von Sachen und Betriebsmitteln zu verhindern.

Es werden mehrere Erdungsringe (je nach Fundamentart) in das Fundament eingelegt. Ein Erdungswiderstand von ≤ 10 Ohm wird gefordert. Beides wird benötigt, um eine bessere Blitzstromableitung sowie eine hinreichend geringe Berührungs- und Schrittspannung für die Personensicherheit zu erreichen.

11 Blitzschutzkonzept

Die Blitzschutzmaßnahmen der Baureihe Senvion 3.XM/4.XM EBC sind auf der Basis eines EMV-orientierten Blitzschutzkonzeptes ausgeführt. Die WEA wird, nach Einteilung in die Blitzschutzklasse, in unterschiedliche Blitzschutzkonzepte eingeteilt. Die Konzepte werden dabei so gewählt, dass die Bedrohungsparameter der Zone die Störfestigkeit der eingesetzten Geräte nicht überschreiten und ergeben sich aus dem Aufbau der WEA.

Folgende Blitzschutzkonzepte (BSZ) sind definiert:

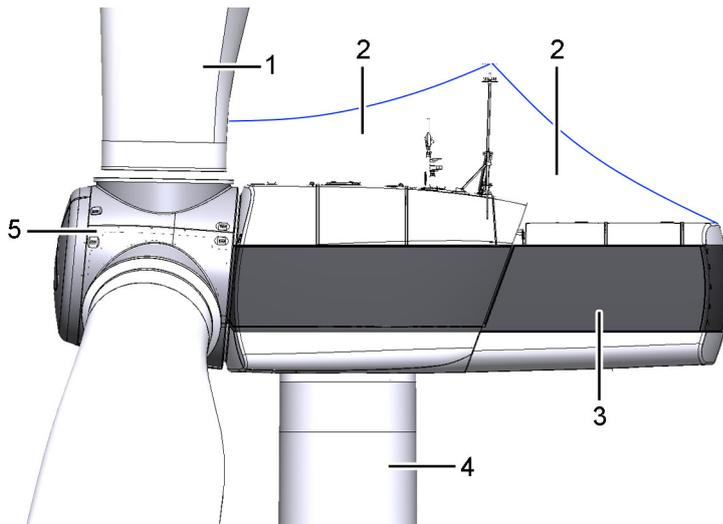


Abb. 12: Beispielhafte Darstellung der Blitzschutzkonzepte einer 3.XM/4.XM EBC

1	BSZ 0 _A	4	BSZ 1 (Turm innen)
2	BSZ 0 _B	5	BSZ 0 _B (Spinner innen)
3	BSZ 1 (Gondel innen)		

BSZ 0_A

Zone, die durch direkte Blitzeinschläge und durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können vollen oder anteiligen Blitzstoßströmen ausgesetzt sein.

BSZ 0_B

Zone, die gegen direkte Blitzeinschläge geschützt, aber durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können anteiligen Blitzstoßströmen ausgesetzt sein.

BSZ 1

Zone, in der die Stromstöße durch Stromaufteilung und durch Überspannungsableiter an der Zonengrenze begrenzt werden. Durch räumliche Schirmung kann das elektromagnetische Feld des Blitzes abgeschwächt werden.

BSZ 2...n

Zone, in der die Stromstöße durch Stromaufteilung und durch zusätzliche Überspannungsableiter an der Zonengrenze weiter begrenzt werden. Zusätzliche räumliche Schirmung kann verwendet werden, um das elektromagnetische Feld des Blitzes abzuschwächen.

12 Innerer Blitzschutz

Der innere Blitzschutz dient dazu die Auswirkungen des Blitzstromes und der Blitzspannung auf die elektrische Anlage zu begrenzen. Im Falle eines Blitzeinschlages sollen Überschlüge und Überspannungen auf die elektrischen Komponenten innerhalb der WEA verhindert werden. Hierfür sind die elektrischen Komponenten der WEA mit entsprechenden Schutzmaßnahmen, wie beispielsweise Überspannungsableiter, ihrer Blitzschutzzone entsprechend ausgestattet.



Abb. 13: Überspannungsschutz am Schaltschrank im Turmfuß (Beispiel)

TYPENSPEZIFISCHES BRANDSCHUTZKONZEPT BSK1412-7

für die

Windenergieanlagen Senvion 3.XM EBC

nach VFDB-Richtlinie 01/01, Abschnitt 4

des staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung des Brandschutzes
Architekt Dipl.-Ing. Hanns-Helge Janssen, Aachen

INHALTSVERZEICHNIS:

I. Vorbemerkung	S. 2
II. Darstellung der baulichen Anlage	S. 3
II.1 Vorliegende Projektunterlagen	
II.2 Anlagenbeschreibung	
III. Darstellung der baurechtlichen Brandschutzbelange	S. 6
III.1 Baurechtliche Brandschutzanforderungen	
III.2 Schutzziele und schutzzielorientierte Bewertung der Anlage	
IV. Einzelaspekte des Brandschutzkonzepts	S. 7
IV.1 Baulicher Brandschutz	
IV.1.1 Zugänglichkeit	
IV.1.2 Rettungswege	
IV.1.3 Brandschutztechnische Unterteilungen/Feuerwiderstand	
IV.1.4 Brennbarkeit der Baustoffe/Brandlasten	
IV.1.5 Rauchabzug	
IV.2 Anlagentechnischer Brandschutz	
IV.2.1 Brandschutztechnische Einrichtungen	
IV.2.2 Brandschutztechnische Angaben zu Elektroanlagen	
IV.2.3 Blitzschutz	
IV.3 Organisatorischer Brandschutz	
IV.3.1 Kennzeichnungen/Beschilderungen	
IV.3.2 Brandbekämpfungseinrichtungen	
IV.4 Abwehrender Brandschutz	
V. Zusammenfassung	S. 10

Das Brandschutzkonzept umfasst 10 Seiten Text.

Senvion Dokumenten-Nr.	Rev.
U-3.20-GP.BS.02-A	A
Freigabe	Datum
Jan Volpert	10.08.2017

I. VORBEMERKUNG:

Bei dem vorliegenden Brandschutzkonzept handelt es sich um den **typenspezifischen Teil** eines gesamtheitlichen Brandschutzkonzeptes, bei dem die standortspezifischen Bedingungen hier völlig ausgeklammert bleiben.

Es kann somit als Bestandteil der Antragsunterlagen unter Bezugnahme auf § 4b (1) der 9. BImSchV verwendet werden. Des Weiteren kann es länderspezifisch als Teil eines Brandschutzkonzeptes gemäß § 9 BauPrüfVO NRW oder Ziffer 7 der Anlage 2 zum hessischen Bauvorlagenerlass sowie beim Nachweis des Brandschutzes z.B. gemäß BauVorlVO Niedersachsen, Art. 62 Abs. 3 BayBO oder Nr. 4 VwV BsP BW dienen.

Als Schwierigkeit für die Bearbeitung stellt sich der Umstand dar, dass sich das Baurecht mit seinen Anforderungen an den baulichen (und im Ergebnis auch den anlagentechnischen und organisatorischen) Brandschutz in Länderhoheit befindet und zum Teil erhebliche Unterschiede - vor allem beim verfahrensmäßigen Umgang mit den baurechtlichen Anteilen der Genehmigungsprozedur - aufweist. Das beginnt schon mit der Tatsache, dass keine bundesweit einheitliche und rechtlich bindende Anforderungsliste für die Erstellung eines Brandschutzkonzeptes existiert, ja dass bereits der Begriff "Brandschutzkonzept" nicht in allen Bundesländern mit der hier verwendeten Bedeutung belegt ist.

Bearbeitungsgrundlage dieses Konzeptes ist daher die VFDB-Richtlinie 01/01 "Brandschutzkonzept" (Stand 04-2008), die nach Kenntnis des Unterzeichners die einzige bundesweit anerkannte Strukturplattform für ein solches Unterfangen darstellt.

Dabei macht in der Umsetzung der Einzelaspekte des Abschnitts 4 naturgemäß der Umstand einige Probleme, dass die Sonderbauten, auf deren Brandschutzplanung oder -beurteilung die Richtlinie hinzielt, wenig Ähnlichkeit mit den hier untersuchten Windenergieanlagen aufweisen.

(Es ist somit keine Nachlässigkeit, dass zu einzelnen Teilaspekten keine Aussagen getroffen werden - es ist dann planmäßig nicht möglich, sie zu treffen!)

Um eine bundesweite Anwendbarkeit des Konzeptes zu erreichen, werden Bezüge zu baurechtlichen Anforderungen der Musterbauordnung (MBO in der Fassung November 2002, zuletzt geändert im September 2012) hergestellt, wobei der Grad der Abweichung der jeweiligen Landesbauordnung von der MBO unterschiedlich, aber nicht unerheblich sein dürfte.

Insbesondere muss in Ländern, die bereits die Erstellung von Brandschutzkonzepten als Bestandteil der Genehmigungsunterlagen zwingend vorschreiben, mit der Notwendigkeit von Änderungen und/oder Ergänzungen zu diesem typenspezifischen Brandschutzkonzept gerechnet werden.

Die Vorgaben dieses Brandschutzkonzeptes gehen von einer freien Lage der untersuchten Windenergieanlage ohne besondere Anforderungen aus. Sofern das konkrete Bauvorhaben in der Nähe z.B. von Waldgebieten, von anderer Bebauung, von Straßen- oder Schienenwegen oder ähnlichem geplant ist, können im Einzelfall zusätzliche Maßnahmen zum baulichen und anlagentechnischen Brandschutz erforderlich werden.

(Entsprechende Forderungen der Bauaufsichtsbehörden oder Brandschutzdienststellen können dann nicht mit Verweis auf dieses Brandschutzkonzept abgewehrt werden.)

II. DARSTELLUNG DES OBJEKTS:

II.1 FÜR DEN ANLAGENTYP VORGELEGTE UNTERLAGEN:

1. Produktbeschreibung Senvion 3.4M140 [50Hz],
Dok.-Nr. SD-3.20-WT.WT.01-A-B, vom 30.06.2016 17 Seiten
2. Produktbeschreibung Senvion 3.6M140 EBC [50Hz],
Dok.-Nr. PD-3.20-WT.WT.01-B-A, vom 20.09.2016 17 Seiten
3. Produktbeschreibung Senvion 3.7M140 EBC [50Hz],
Dok.-Nr. PD-3.20-WT.WT.01-C-DE-A, vom 18.04.2017 17 Seiten
4. Produktbeschreibung Senvion 3.7M144 EBC [50Hz],
Dok.-Nr. PD-3.25-WT.WT.00-A—DE-A,
vom 18.04.2017 17 Seiten
5. Internes Transformatorsystem [3.XM NES/50Hz],
Dok.-Nr. PD-3.9-EC.TS.03-A-B 16 Seiten
6. Internes Transformatorsystem [3.6M/50Hz],
Dok.-Nr. PD-3.9-EC.TS.04-A-A 17 Seiten
7. Internal Transformator System [3.7M/50Hz],
Dok.-Nr. PD-3.20-EC.TS.02-C-EN-A, vom 11.05.2017 17 Seiten
8. Dokument „Schmiermittel und Maßnahmen gegen
unfallbedingten Austritt“, Dok.-Nr. D-3.20-GP.00.01-A-A
vom 26.05.2016 10 Seiten
9. Gesamtansicht Nabenhöhe 108 m (Rotordurchm. 70m)
(Dok.-Nr. Z-3.20-GP.AN.05-A) vom 24.04.2017 1 Seite
10. Gesamtansicht Nabenhöhe 108 m (Rotordurchm. 72 m)
(Dok.-Nr. Z-3.25-GP.AN.05-A) vom 24.04.2017 1 Seite
12. Gesamtansicht Nabenhöhe 110 m
(Dok.-Nr. Z-3.20-GP.AN.02-A) vom 06.03.2017 1 Seite
13. Gesamtansicht Nabenhöhe 128 m
(Dok.-Nr. Z-3.20-GP.AN.06-A) vom 24.04.2017 1 Seite
14. Gesamtansicht Nabenhöhe 128 m
(Dok.-Nr. Z-3.25-GP.AN.06-A) vom 24.04.2017 1 Seite
15. Gesamtansicht Nabenhöhe 130 m
(Dok.-Nr. Z-3.20-GP.AN.01-A) vom 06.03.2017 1 Seite
16. Gesamtansicht Nabenhöhe 160 m
(Dok.-Nr. Z-3.20-GP.AN.04-A) vom 27.06.2016 1 Seite
17. Gesamtansicht Nabenhöhe 165 m
(Dok.-Nr. Z-3.20-GP.AN.07-A) vom 10.05.2017 1 Seite
18. Gesamtansicht Nabenhöhe 165 m
(Dok.-Nr. Z-3.25-GP.AN.07-A) vom 04.05.2017 1 Seite

19. WEA Senvion 3.XM NES, Spezifikation Brandschutz,
Dok.-Nr. V-3.20-GP.BS.02-A-B, vom 10.05.2017 10 Seiten

Die Windenergieanlage besteht aus dem Rotor, dem Maschinenhaus, dem aus mehreren Segmenten gebildeten in Teilen konischen Turm. Der Einstieg in diesen Turm erfolgt über eine abschließbare Tür.

Bezüglich des Turms weisen die hier bewerteten Anlagentypen einer der folgenden Bauarten auf:

- Mit Ankerkorb und Adapter:

Der aus bis zu fünf überwiegend zylindrischen Segmenten bestehende Turm wird mittels einem Adapter und daran angeschlossenen Ankerkorb mit dem Stahlbetonfundament verbunden. Sein Außendurchmesser beträgt am Fußflansch 4,3 m und am Kopfflansch 3,4 m. Mit einer Nabenhöhe 105 bis 110 – je nach Fundamentausführung und Nennleistung – und einem Rotordurchmesser von 140 m oder 144 m erreicht die Anlage eine Gesamthöhe von 175 m bis 180 m. Der Zugang zum Turm erfolgt über eine in einer Höhenlage von ca. 7,2 m über der Fundamentoberfläche montierte Plattform, die über eine Stahlaußentreppe erreicht werden kann.

- In Hybridbauweise:

Der Turm ruht auf einem Stahlbetonfundament und wird in Stahlrohr-Beton-Hybridbauweise ausgeführt, bei der der untere Abschnitt aus Beton- der obere aus 2 zylindrischen oder konischen Stahlrohrsegmenten besteht.

Der Außendurchmesser des Turms beträgt am Fuß 7,8 – 8,8 m und am Kopfflansch 3,4 m.

Mit Nabenhöhen zwischen 125 m und 165 m – je nach Fundamentausführung – und einem Rotordurchmesser von 140 m oder 144 m erreicht die Anlage eine Gesamthöhe zwischen 195 m und 237 m. Der Zugang zum Turm erfolgt auf Höhe der Fundamentoberkante.

Das Maschinenhaus, welches Hauptwelle, Getriebe, Generator sowie zwei Steuerschaltschränke aufnimmt, weist eine Größe von 12,80 x 5,00 x 4,80 m auf.

Tragende Teile des Maschinenhauses sind aus Stahl gefertigt; die Rotorblätter bestehen aus einem Balsaholzkern und einer glasfaserverstärkten Kunststoffhülle (GFK); der Spinner und die Außenhaut des Maschinenhauses bestehen ebenfalls aus glasfaserverstärktem Kunststoff.

Neben schwer entflammaren Elektrokabeln und Kleinteilen der Aggregate sind an brennbaren Stoffen vor allem insgesamt max. ca. 1080 l Schmierfette, Öle (Getriebe- und Hydrauliköle) und Dichtmittel innerhalb des Maschinenhauses zu berücksichtigen.

Im Turminnen ist ein wettergeschützter Aufstieg zur Gondel standardmäßig mit einer Befahranlage oder im Notfall über eine Leiter mit Steigschutzsystem möglich.

Die elektrischen Anlagen der Windenergieanlage sind auf das Maschinenhaus und den Turmfuß verteilt.

Im Maschinenhaus befinden sich der Generator, Anlagensteuerung und Niederspannungsversorgung der Gondel.

Der Umrichter und dessen Kühlung sowie ein Filterfeld (Umrichter), die Umrichtersteuerung, der Leistungsschalter, das Bedienfeld der Anlagensteuerung sowie der Transformator mit einer Füllung aus ca. 1,7 m³ synthetischem Ester und die Mittelspannungsschaltanlage befinden sich im Turmfuß.

Der Turm und das Maschinenhaus werden zu Wartungs- und Reparaturzwecken in der Regel ein- bis zweimal im Jahr von Monteuren betreten. Diese speziell geschulten Mitarbeiter eines SCC-zertifizierten Unternehmens (SCC = Verfahren zur Zertifizierung eines Sicherheits-Managementsystems) verfügen über weitreichende Kenntnisse im Bereich des abwehrenden Brandschutzes.

In seltenen Einzelfällen wird die Anlage zu Besichtigungszwecken durch Vertreter des Betreibers aufgesucht.

Da grundsätzlich Unbefugte keinen Zutritt zur Windenergieanlage haben, ist die Anwesenheit von Personen innerhalb des Turms oder im Maschinenhaus für die allergrößte Zeitdauer des Betriebes auszuschließen.

III. DARSTELLUNG DER BAURECHTLICHEN BRANDSCHUTZBELANGE:

III.1 BAURECHTLICHE BRANDSCHUTZANFORDERUNGEN:

Im Sinne der Musterbauordnung muss die geplante Anlage als bauliche Anlage besonderer Art und Nutzung (Sonderbau) gemäß § 51 MBO klassifiziert werden.

(Anmerkung: Windkraftanlagen sind nicht in der Auflistung in § 51 (2) MBO erfasst; eine explizite Einordnung findet sich aber z.B. in § 58 (2), Nr. 2, LBO SH oder § 68 (1), Nr. 2, BauO NRW.)

Die bauliche Anlage weist keine Aufenthaltsräume auf, so dass die Definitionen des § 2 (3) MBO nicht greifen.

III.2 SCHUTZZIELE UND SCHUTZZIELORIENTIERTE BEWERTUNG DER ANLAGE:

Die in § 14 MBO genannten Schutzziele:

1. Vermeidung der Brandentstehung und der Ausbreitung von Feuer und Rauch;
2. Ermöglichung der Rettung von Menschen und Tieren;
3. Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten
werden bei der hier betrachteten Anlage unter Berücksichtigung der sehr speziellen baulichen Bedingungen interpretiert:

- Die Bauweise und verwendeten Materialien – es finden in größtmöglichem Umfang nicht brennbare Baustoffe Verwendung – werden im Sinne der Vermeidung einer Brandausbreitung als positiv bewertet.
- Durch die automatische Abschaltung der Anlage bei Detektion von Betriebsstörungen wird die Wahrscheinlichkeit eines Brandausbruchs erheblich reduziert.
- Die Rettung von Personen, die bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten selbst zu einer erfolgten Brandentstehung beigetragen haben – sicherlich eines der möglichen Brandursachen-Szenarien – kann nur als Selbstrettung erfolgen.
- Löscharbeiten werden ebenfalls – einmal abgesehen von einem möglichen Brand im Turmfuß – nur durch Sofortbekämpfung eines Entstehungsbrandes mittels Handfeuerlöcher durch den vorgenannten Personenkreis durchgeführt werden können. Beim Transformator im Turmfuß kann die Zündwahrscheinlichkeit bei einem Flammpunkt > 100°C als so gering eingestuft werden, dass eine Brandbelastung nur infolge einer Leckage vorstellbar wäre.

IV. EINZELASPEKTE DES BRANDSCHUTZKONZEPTS:

IV.1 BAULICHER BRANDSCHUTZ:

IV.1.1 Zugänglichkeit:

Die bei der Erstellung der Anlage für den Schwerlastverkehr (u.a. Mobilkräne) eingerichteten Zuwege und Aufstellflächen bleiben erhalten und können von Rettungs- und Löschfahrzeugen während der gesamten Lebensdauer der Windenergieanlage genutzt werden.

Da ein Einsatz der Feuerwehr sich aller Voraussicht nach auf die Absperrung der Flächen um eine brennende Anlage beschränken dürfte, kann auf die Einrichtung weiterer befestigter Flächen im Sinne des § 5 MBO verzichtet werden.

IV.1.2 Rettungswege:

Der Rettungsweg aus dem Maschinenhaus führt ausschließlich über die Leitern im Turm nach unten. Die Benutzungssicherheit wird durch Plattformen mit Notbeleuchtung und Ruhepodesten gemäß EN 50308 erleichtert und sicherer gemacht.

Das Wartungspersonal, welches jährlich in der Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung (PSAgA) sowie im Höhensicherheitstraining geschult wird, ist gemäß Zertifizierung des Unternehmens verpflichtet, beim Betreten des Turmes die PSAgA zu tragen. Dieses Sicherheitsgurtsystem mit Einhakmechanismus gegen Absturz gewährleistet im Fluchtfall sowohl die Absturzsicherheit als auch ein schnelles Herunterklettern.

Als zweiter Rettungsweg im Falle einer Verrauchung des Turmes kann das im Maschinenhaus vorgehaltene automatische Rettungsabseilgerät bzw. Hubabseilgerät zum Abseilen außen an der Anlage genutzt werden. Hierzu ist im hinteren Teil des Maschinenhauses eine Bodenluke zu öffnen.

Die Monteure werden in der Benutzung dieser Sicherheitseinrichtung regelmäßig geschult und unterwiesen.

Die Anlage wird nur nach ihrer Abschaltung betreten.

Nach Abschaltung der WEA wird über eine Berechtigungsschaltung gewährleistet, dass die Ansteuerung der Anlage von außen während der Wartungszeiten unmöglich ist.

IV.1.3 Brandschutztechnische Unterteilungen/Feuerwiderstand

Abschottungen zwischen Nutzungsbereichen, die eine Feuerwiderstandsdauer aufweisen, sind aufgrund der Bauweise der Anlage nicht vorhanden und nach Auffassung des Unterzeichners auch nicht erforderlich.

Die Plattformen werden in Stahlbauweise hergestellt; Teile der Böden haben Abstand zur Turmwandung. Daher kann keine rauchdichte Abtrennung zwischen den einzelnen Ebenen erfolgen.

IV.1.4 Brennbarkeit der Baustoffe / Brandlasten:

Wie bereits unter Ziffer III.2 ausgeführt, besteht die Anlage weitgehend aus nichtbrennbaren Baustoffen.

Als wesentlicher Bestandteil der Anlage aus einem brennbaren Baustoff gehört die Außenhaut des Maschinenhauses aus GFK an, die der Baustoffklasse B2 ("normal entflammbar") gemäß DIN 4102-1 zuzuordnen ist.

An Brandlasten sind zunächst die bereits unter Ziffer II genannten max. 1080 l Getriebe-, Hydrauliköle und Fette innerhalb des Maschinenhauses zu erwähnen. Hinzu kommen Kabelisolierung (sowohl im Maschinenhaus als auch im Turm) sowie einzelne Maschinenbestandteile aus Kunststoffen. Eine flächenbezogene Brandbelastung kann nicht angegeben werden.

IV.1.5 Rauchabzug

Im Rohrturm entstehender Rauch wird durch den Kamineffekt (Zuluftöffnung in der Eingangstür) zu den Öffnungen im Azimutbereich (zwischen Turm und Maschinenhaus) geführt, wo er entweichen kann. Das Maschinenhaus weist an der Oberseite eine Kunststoff-Dachluke (750 mm x 750 mm) auf, die gleichzeitig als Rauchabzug dienen kann.

Da die Klappe ausschließlich von Hand geöffnet werden kann, ist sie nur bei einer Brandentstehung im Maschinenhaus bei gleichzeitiger Anwesenheit von Personen benutzbar und auch nur in solchen Fällen als Rauchabzug sinnvoll.

IV.2 ANLAGENTECHNISCHER BRANDSCHUTZ:

IV.2.1 Brandschutztechnische Einrichtungen:

In den Umrichterschränken befinden sich Lichtbogendetektoren, die auf Lichtbögen (z.B. Kurzschlüsse) reagieren. Zudem sind beinahe alle Komponenten der Anlage temperaturüberwacht. Bei auftretenden Unregelmäßigkeiten werden die Fehlermeldungen automatisch an den Betreiber der Anlage und die ständig besetzte Fernwarte des Anlagenherstellers weitergeleitet.

IV.2.2 Brandschutztechnische Angaben zu Elektroanlagen:

Die normale Beleuchtung für Turm, Maschinenhaus und Rotornabe wird USV-gepuffert vom allgemeinen Versorgungsnetz über den Transformator gespeist.

Für den Fall eines Versorgungsnetzausfalls, während Wartungs- oder Reparaturarbeiten im Maschinenhaus oder während eines Auf- oder Abstiegs im Turm, wird eine akkugepufferte Sicherheitsbeleuchtung im Turm, im Maschinenhaus und in der Rotornabe für mindestens eine halbe Stunde aufrechterhalten. Zudem ist das Servicepersonal grundsätzlich mit Helmlampen ausgestattet.

Für den wahrscheinlicheren Fall, dass bereits zu Arbeitsbeginn ein Beleuchtungsausfall vorliegt, werden von dem Servicepersonal Handlampen mitgeführt.

Es sind zahlreiche Temperatursensoren in der gesamten Anlage installiert. Bei Ausfall oder Ansprache der Sensoren wird eine Fehlermeldung zur Fernüberwachung weitergegeben und die WEA sofort geregelt heruntergefahren und gebremst.

IV.2.3 Blitzschutzanlage:

Die Rotorblätter und die Gondelbekleidung sind mit Blitzableitern ausgerüstet. Dadurch ist die Ableitung einer Blitzentladung über ein Verbindungselement in der Rotornabe und die Stahlkonstruktion des Turms in das Erdreich gewährleistet.

Eine Brandentstehung durch Blitzeinschlag kann weitestgehend ausgeschlossen werden.

IV.3 ORGANISATORISCHER BRANDSCHUTZ:

IV.3.1 Kennzeichnung / Beschilderungen:

Die in Abschnitt IV.1.2 beschriebenen Rettungswege aus der Gondel in den Turm zu dessen Ausgang und ins Freie durch Abseilen auf das Gelände werden in einem an zentraler Stelle in der Gondel ausgehängten Fluchtplan dargestellt.

IV.3.2 Brandbekämpfungseinrichtungen:

Im Maschinenhaus werden zwei CO₂- sowie ein ABC-Handfeuerlöscher, im Turmfuß neben dem Türeingang ein CO₂-Handfeuerlöscher gemäß EN 3 / DIN 14 406 vorgehalten.

IV.4 ABWEHRENDER BRANDSCHUTZ:

Hier sei auf die Ausführungen unter Ziffer IV.1.1 verwiesen.

Eine zeitnahe Erreichbarkeit durch Feuerwehr und Rettungsdienste wird durch Anschluss der Anlagen an das WEA-NIS (Windenergieanlagen-Notfallinformationssystem) gewährleistet.

Weitere Vorkehrungen zur Ermöglichung bzw. Optimierung eines Feuerwehreinsatzes sind weder sinnvoll möglich noch erforderlich. Eine Löschwasserversorgung ist nicht erforderlich, da materialbedingt Brände nur im Maschinenraum, im Turmfuß oder in der Trafo-Kompaktstation entstehen können.

Löschversuche scheitern im ersten Fall an der Höhenlage, im zweiten und dritten Fall sind ausschließlich Elektrobrände zu erwarten, die ohne Stilllegung des gesamten Windparks nicht mit Wasser bekämpft werden können.

Daher sind für einen Löscheinsatz bei einem Brand im Turmfuß von der örtlichen Feuerwehr geeignete Löschmittel mitzuführen.

V. ZUSAMMENFASSUNG:

Maßgeblich für die brandschutztechnische Beurteilung der geplanten Anlage sind deren sehr spezielle bauliche und nutzungsmäßige Bedingungen:

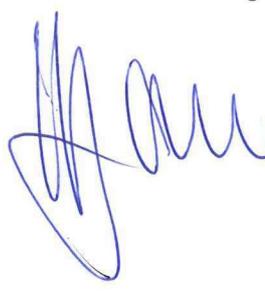
Den eingeschränkten Voraussetzungen und Möglichkeiten des baulichen und abwehrenden Brandschutzes stehen eine geringe Brandentstehungswahrscheinlichkeit und eine sehr geringe Nutzungsdichte – ausschließlich Wartungs-, Reparatur- und Kontrolleinsätze durch geschultes Personal – gegenüber.

Die unter diesen Vorgaben getroffenen Vorkehrungen zur Erreichung der baurechtlich relevanten Schutzziele sind als voll ausreichend zu bewerten.

Nach Auffassung des Unterzeichners kann das Vorhaben ohne Einschränkung als genehmigungsfähig beurteilt werden.

Aufgestellt: Aachen, den 08.07.2017

Der Sachverständige:



von der
Architektenkammer NW
staatlich anerkannter
Sachverständiger
für die Prüfung des
Brandschutzes

ARCHITECTEN KAMMER
DIPLOM-ING. HANNS-HELGE JANSEN
AACHEN

Dokumenten-Nr. (Version):

V-3.20-GP.BS.02-A-(C)

Verfasser:

Senvion GmbH
Albert-Betz-Straße 1
24783 Osterrönfeld
Tel.: +49-4331-1313-9000
Fax: +49-4331-1313-9999

Erstellt: Felix Rolf

Felix Rolf

Geprüft: Andre Raschen

A. Raschen

Freigabe: Rainer Rieckenberg

R. Rieckenberg

Datum:

2017-12-07

Seiten: 10

Ausfertigung:

- Original
 Registriertes Exemplar Nr. ____
 Kopie (nicht erfasst)

Status:

- Entwurf
 Entwurf zur externen Prüfung
 freigegebene Endfassung

Klassifikation:

- streng vertraulich
 intern
 kundenvertraulich
 öffentlich

Änderungsdienst:

- ja
 nein
 begrenzt bis: _____

Windenergieanlagen Senvion 3.XM / 4.XM EBC

Spezifikation Brandschutz

Schutzvermerk ISO 16016: Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Änderungsverzeichnis

Version	Ausgabedatum	Austauschseiten	Änderungen
A	2016-04-28	alle	Erstausgabe
B	2017-05-10	alle	Abbildung 1; Geltungsbereich; Nutzung Abseilgeräte; Kap. 7.2.3 Rotorblatt und –Nabe
C	2017-12-07	alle	Erweiterung auf 3.XM und 4.XM EBC

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel und Zweck	3
2	Geltungsbereich	3
3	Mitgeltende Dokumente.....	3
4	Grundlegendes zur Personensicherheit.....	3
5	Vorkehrendes Verhalten und Maßnahmen	4
6	Anzahl und Anordnung der Feuerlöscher	5
6.1	Feuerlöscher in der Gondel	5
6.2	Feuerlöscher im Turmfuß	6
6.2.1	Turmbauweise Stahlrohrturm	6
6.2.2	Turmbauweise Hybridturm	7
7	Verhalten und Maßnahmen im Falle eines Brandes	8
7.1	Grundsätzliches Verhalten und Maßnahmen.....	8
7.2	Situationsbedingtes Verhalten und Maßnahmen	9
7.2.1	Die Windenergieanlage ist in Betrieb oder betriebsbereit und es befinden sich weder Servicepersonal noch andere Personen innerhalb oder in der Nähe der Windenergieanlage...9	
7.2.2	Das Servicepersonal und/oder andere Personen befinden sich im Bereich der Windenergieanlage oder innerhalb des Turmes	10
7.2.3	Das Servicepersonal und/oder andere Personen befinden sich oberhalb des Turmes (Bsp.: Gondel, Gondeldach, Rotornabe, Rotorblatt)	10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Gondel, Positionen der Feuerlöscher.....	5
Abbildung 2:	Schematischer Turmfuß (Stahlrohrturm), ungefähre Position des Feuerlöschers.....	6
Abbildung 3:	Schematischer Turmfuß (Hybridturm), ungefähre Position des Feuerlöschers.....	7

1 Ziel und Zweck

Diese Spezifikation beschreibt, was einen Brand verhindern soll, wo sich Feuerlöscher befinden und was im Falle eines Brandes passiert bzw. passieren soll, um Personensicherheit zu gewährleisten.

2 Geltungsbereich

Diese Spezifikation gilt ausschließlich für die Senvion-Windenergieanlagen der 3.XM- und 4.XM-Baureihe EBC. Ausgeschlossen sind die Windenergieanlagen der Baureihen DFIG, DFIG+ und NES.

Aufgrund von zu beachtenden länderspezifischen Anforderungen, wie z. B. nationalen Gesetzen, Vorschriften und Regeln des jeweiligen Landes, in dem die Tätigkeiten durchgeführt werden bzw. die betreffende Windenergieanlage installiert ist, können Abweichungen zu dieser Spezifikation und den darin genannten Dokumenten auftreten.

Projekt- oder kundenspezifische Eigenschaften von Windparksystemen sind möglich und in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

3 Mitgeltende Dokumente

Bezeichnung	Dokumenten-Nr.
Spezifikation zum Schild „Fluchtplan Gondel 3.XM EBC“	V-3.20-GP.GK.21-G-*
Spezifikation zum Schild „Rettung Verhalten im Notfall“	V-0.0-GP.GK.21-J-*
Sicherheitshandbuch für Arbeiten an Windenergieanlagen MM- und 3.xM-Serie	Q-2.1-GP.00.01-A-*
Betriebsanweisung Arbeitsschutzmittel für operative Arbeitsplätze an WEA	DE-QHS-I-14.2.11.46-B-DE

*) Der aktuelle Stand des vorliegenden Dokumentes sowie der zugehörigen Dokumente in der jeweils gültigen Version ist bei der Senvion GmbH Dokumentenverwaltung zu erfragen.

4 Grundlegendes zur Personensicherheit

Grundlegend, also auch bei einem Brand oder Alarm in der Windenergieanlage oder in Ihrer Peripherie gilt, dass stets die eigene Sicherheit sowie die der weiteren, sich vor Ort befindenden Personen im Vordergrund steht. Mögliche Schäden an Windenergieanlagen hingegen stehen im Hintergrund.

Weiterführende Dokumente, Informationen, Vorgaben sowie Betriebsanweisungen zur Sicherheit und zur Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) sind dem Sicherheitshandbuch für Arbeiten an Windenergieanlagen zu entnehmen (siehe Mitgeltende Dokumente) sowie dem entsprechenden Betriebshandbuch.

5 Vorkehrendes Verhalten und Maßnahmen

Die nachfolgend aufgelisteten Punkte dienen der Vermeidung von Bränden.

- a. Abfälle, Schmutz, leere Behälter, insbesondere auch ölhaltige, brennbare Lappen usw. müssen nach Abschluss von Arbeiten entfernt werden.
- b. Bei Verwendung von Wärme- und Hitzeerzeugenden Werkzeugen wie LötKolben, Heißluftgebläsen oder Schleifwerkzeugen müssen an der Arbeitsstelle alle brandgefährdeten Stoffe entfernt werden und um die Arbeitsstelle herum eine entsprechende Schutzabschirmung und Entlüftung vorgesehen werden.
Ein Feuerlöscher hat bei solchen Arbeiten in Griffnähe bereit zu stehen.
- c. Für gefährliche Arbeiten ist es erforderlich einen Erlaubnisschein zu beantragen. Dazu zählen unter anderem auch Heiß- und Schweißarbeiten an und in der gesamten Windenergieanlage.
- d. Diverse kritische Tätigkeiten werden nur nach einer Trennung der gesamten Windenergieanlage oder ihrer Teilbereiche von der Stromzufuhr durchgeführt.
So ist es grundsätzlich vorgesehen und wird durch entsprechende Warnhinweise kenntlich gemacht, dass vor dem Auf- und Abstieg innerhalb des Turmes die Windenergieanlage auszuschalten ist, um die Gefahr zu minimieren, dass Komponenten im Turmfuß in Brand geraten können und das Servicepersonal oder andere Personen durch Hitze- und Rauchentwicklung während des Auf- und Abstieges innerhalb des Turmes gefährdet werden.
Eine Berechtigungsschaltung gewährleistet, dass die Ansteuerung der Windenergieanlage von außen während der Wartungszeiten unmöglich ist.
- e. Das Rauchen sowie die Verwendung anderer Hitze- und Zündquellen, welche mit den durchzuführenden Tätigkeiten nicht in Verbindung stehen, sind innerhalb der gesamten Windenergieanlage sowie im Einflussbereich untersagt.
- f. Grundsätzlich wird die Windenergieanlage mittels geeigneter Sensorik heruntergefahren und abgeschaltet, sobald eine der elektrischen bzw. mechanischen Komponenten zu hohe Temperaturen an die Steuerung meldet.
- g. Die 3.XM- und 4.XM-Baureihe ist mit einem umfassenden Blitzschutz- und Erdungssystem nach IEC 62305 (2006-01) und IEC 61400-24 Ed.1 (2010-06) ausgeführt, welches dem Schutz vor einer direkten (z.B. Blitzschlag) oder indirekten Schädigung der Windenergieanlage (WEA) dient. Beim äußeren Blitzschutz sollen die Rezeptoren in den Blättern, des Spinners und der Gondel sowie die Fangstange die Blitze auffangen und der entstehende Blitzstrom wird anschließend über definierte Wege bis zur Erde abgeleitet. Die elektrischen sowie elektronischen Komponenten der WEA sind ebenfalls durch Überspannungsableiter gegen Störfelder und Störspannungen geschützt. Somit kann eine Brandentstehung durch Blitzeinschlag weitestgehend ausgeschlossen werden.
- h. Senvion lässt für unterschiedliche Komponentenanordnungen und Turmartentypen entsprechende Konzepte bzw. Gutachten durch in Deutschland staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes erstellen. Sie befassen sich u. A. mit dem:
 - baulichen,
 - anlagentechnischen,
 - organisatorischen sowie
 - abwehrenden Brandschutz.

6 Anzahl und Anordnung der Feuerlöscher

Zur Brandbekämpfung stehen an verschiedene Orten in einer Windenergieanlage unterschiedliche Feuerlöscher zur Verfügung.

6.1 Feuerlöscher in der Gondel

- 2 x CO₂-Feuerlöscher, Füllmenge 5 kg
- 1 x ABC-Feuerlöscher, Füllmenge 6 kg

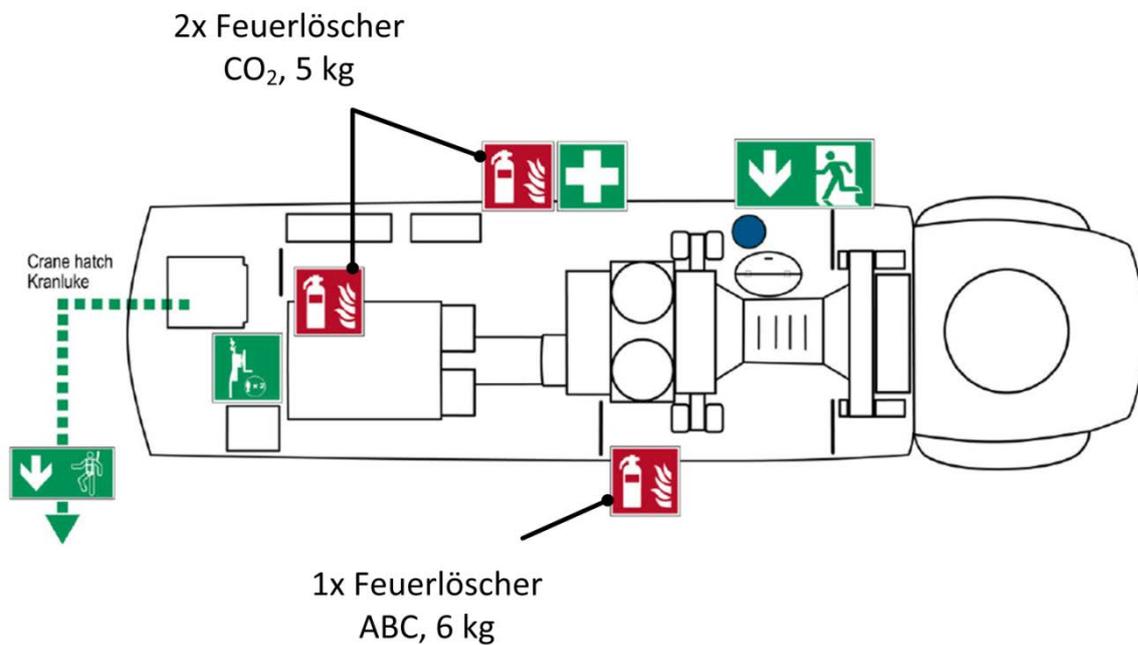


Abbildung 1: Schematische Gondel, Positionen der Feuerlöscher

6.2 Feuerlöscher im Turmfuß

- 1 x CO₂-Feuerlöscher, Füllmenge 5 kg

6.2.1 Turmbauweise Stahlrohrturm

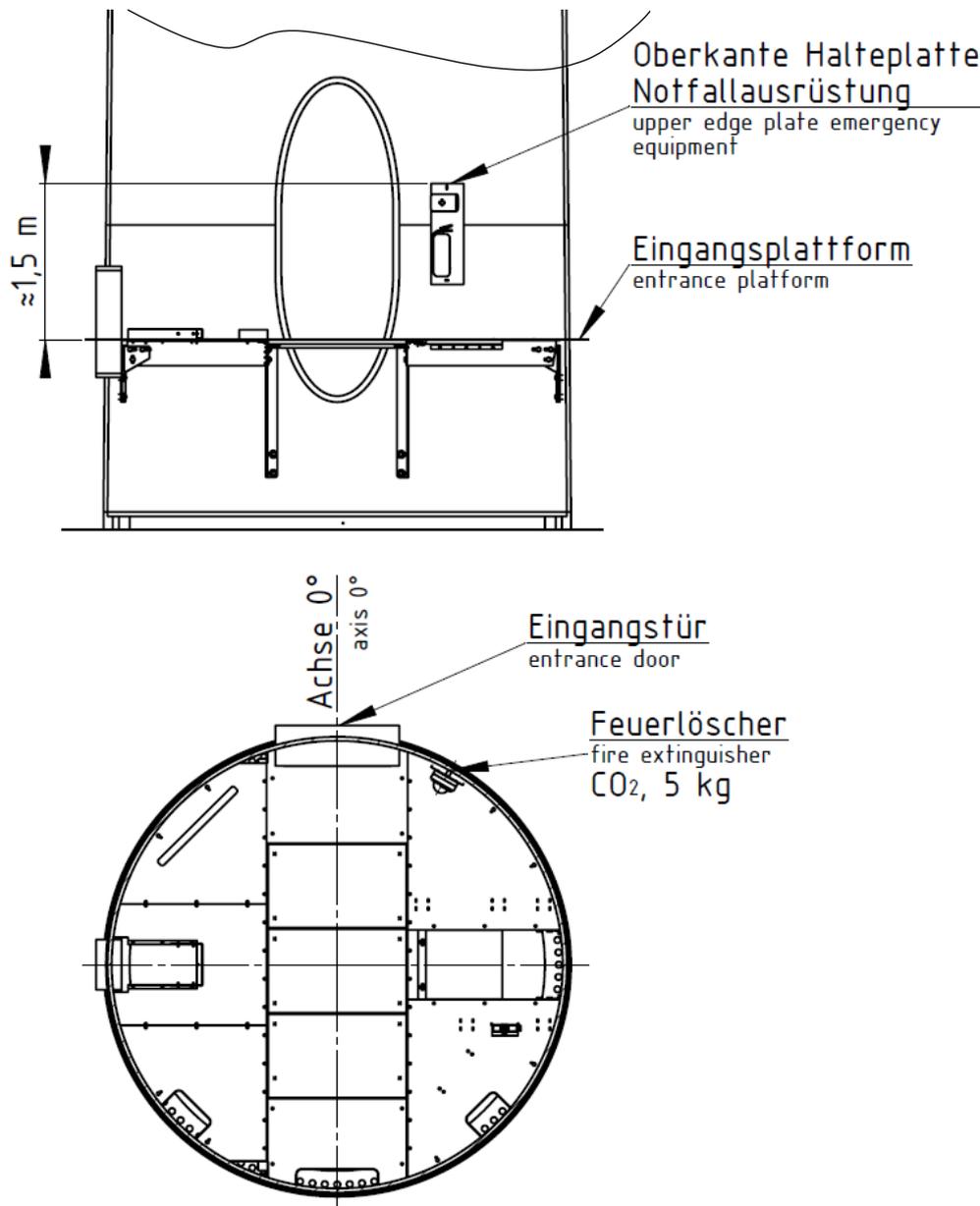


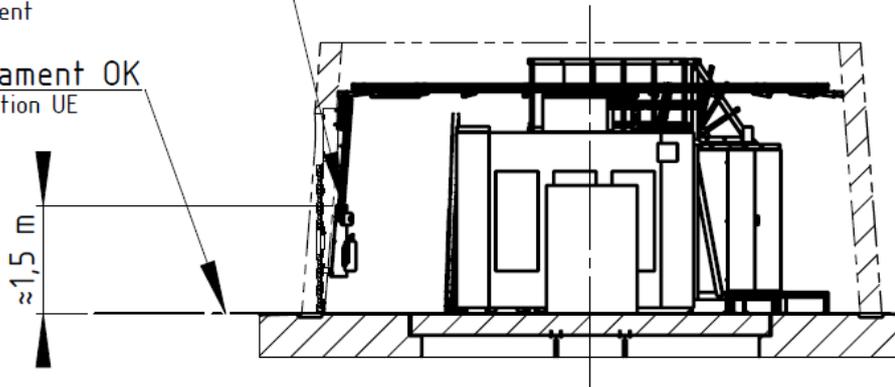
Abbildung 2: Schematischer Turmfuß (Stahlrohrturm), ungefähre Position des Feuerlöschers

6.2.2 Turmbauweise Hybridturm

Oberkante Halteplatte
Notfallausrüstung
upper edge plate emergency
equipment

Fundament OK
foundation UE

≈ 1,5 m



Feuerlöscher
fire extinguisher
CO₂, 5 kg

Eingangstür
entrance door

Achse 0°
axis 0°

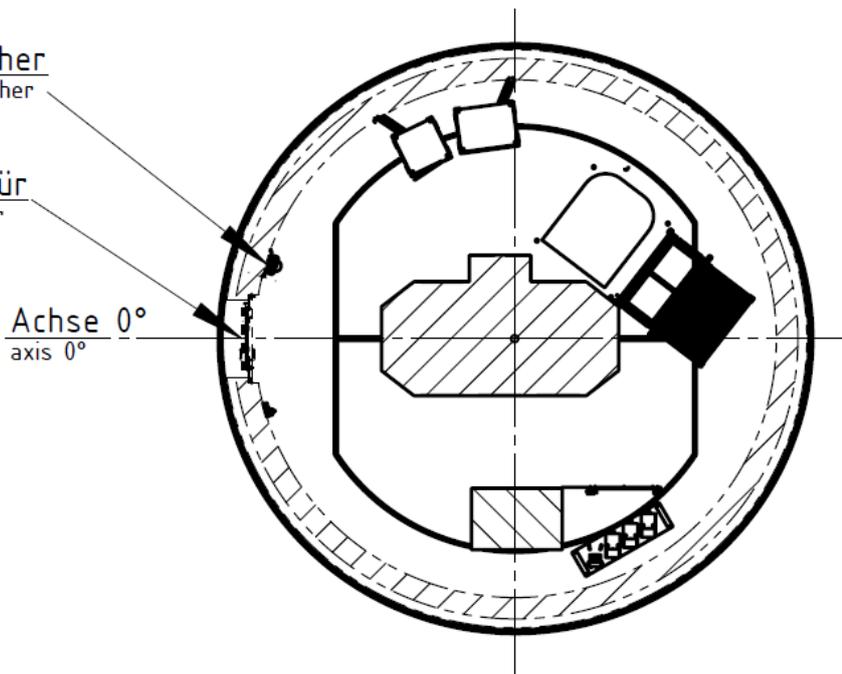


Abbildung 3: Schematischer Turmfuß (Hybridturm), ungefähre Position des Feuerlöschers

7 Verhalten und Maßnahmen im Falle eines Brandes

7.1 Grundsätzliches Verhalten und Maßnahmen

Bei einem Brand ist dafür zu sorgen, dass nach Möglichkeit zunächst alle gefährdeten, anwesenden Personen über den Brand informiert werden, um selbst über ihre Maßnahmen/Evakuierung zu entscheiden und diese ggf. einleiten zu können.

Die Verbindung der Windenergieanlage mit dem öffentlichen Stromnetz muss schnellstmöglich am Leistungsschalter im Schaltschrank oder an der Umspannstation getrennt werden. Falls dies nicht möglich ist, muss mit dem Betriebsleiter des zuständigen Energieversorgungsunternehmens (EVU) Verbindung aufgenommen werden, damit von dort aus die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet / getroffen werden können.

Falls ein entstandener Brand nicht umgehend gelöscht werden kann, muss ein ausreichender Bereich unter Beachtung der Windrichtung und Windstärke um die Windenergieanlage abgesperrt und die zuständige Dienststelle von Polizei und Feuerwehr zur Brandbekämpfung benachrichtigt und vor Ort unterstützt werden. Wenn die betroffene Windenergieanlage in der Datenbank *WEA-NIS* (Windenergie-Notfall-Informationssystem, <http://wea-nis.de>) oder einer vergleichbaren Datenbank eingetragen ist, so ist ihr Kode bei der Kommunikation mitzuteilen.

Der im Jahr 2002 von dem Arbeitskreis für Sicherheit in der Windenergie (AkSiWe) erstellte Ratgeber empfiehlt Folgendes bezüglich des Verhaltens von Monteuren:

1. *Löschversuch bei gleichzeitiger Sicherung des Fluchtweges unternehmen (Entstehungsbrand)*
2. *Selbstrettung (Abstieg oder Abseilen)*
3. *Notruf absetzen (an 1. Stelle bei großem Brand)*
4. *Anlage sichern*
5. *Rettungskräfte unterstützen*

Bei einem Entstehungsbrand in oder an der Anlage wird zunächst versucht, mit den vorhandenen Löschmitteln, das Feuer zu löschen. Sollte es absehbar sein, dass der Brand mit den vorhandenen Löschmitteln nicht unterbunden werden kann, werden sofort die örtlichen Rettungskräfte informiert und diese nach Eintreffen unterstützt.

Als Hinweis für die Feuerwehr gibt der Ratgeber zudem an, ggf. die Luftzufuhr in den Turm durch Abkleben / Abdichten der Öffnungen zu unterbinden (z. B. bei einem Kabelbrand im Turm).

Diesen Ratgeber ergänzend und das Kapitel 4 „Grundlegendes zur Personensicherheit“ beachtend gilt Folgendes:

- Die Feuerlöscher sind primär vorhanden, um sich mit ihnen den Fluchtweg passierbar zu machen oder einen Löschversuch zu unternehmen, um Risiken für sich noch im oder oberhalb des Gefahrenbereiches befindende Personen zu reduzieren. Sekundär soll versucht werden, einen Brand mit ihnen zu löschen.
- Benötigt eine Person fremde Hilfe, so ist diese nach Möglichkeit bei der Evakuierung zu unterstützen bzw. zu retten.
- Je nach Bedarf ist ein Notruf abzusetzen, um Feuerwehr, Rettungshelfer, Rettungswagen, und/oder die Polizei zu benachrichtigen.

- In der Gondel befindet sich ein Abseil- und Rettungsgerät. Es wird für die gleichzeitige Abfahrt von 2 Personen verwendet (Tandembetrieb unter Mitnahme des Gerätes). Daher sind für zusätzliche Personen weitere Abseil- und Rettungsgeräte mitzuführen, die ebenso benutzt werden (je ein Gerät für maximal 2 weitere Personen).
- Analog zu Fahrstühlen in regulären Gebäuden ist die Befahranlage der Windkraftanlage (wenn vorhanden) im Falle eines Brandes oder von Rauchentwicklung nicht zu benutzen. Stattdessen sind die installierten Steigleitern mit Fallschutzsystemen zu verwenden. Ist eine Befahranlage jedoch beim Bemerkten der Brandsituation in Benutzung, kann sie in Richtung des Fluchtweges weiter benutzt werden.
- Jedes Service-Fahrzeug von Senvion stellt dem Servicepersonal eine mobile Notfalltasche zur Verfügung, die mit zum Ort der Tätigkeiten zu nehmen ist. In ihr befinden sich zwei Brandfluchthauben, eine Verbandtasche sowie eine gefüllte Augenspülflasche.

7.2 Situationsbedingtes Verhalten und Maßnahmen

Für die nachfolgenden Abschnitte dieses Kapitels unterscheidet diese Spezifikation zwischen den folgenden drei Situationen, wo sich Personen aufhalten können:

1. Die Windenergieanlage ist in Betrieb oder betriebsbereit und es befinden sich weder Servicepersonal noch andere Personen innerhalb oder der Nähe der Windenergieanlage.
2. Das Servicepersonal und/oder andere Personen befinden sich im Bereich der Windenergieanlage oder innerhalb des Turmes.
3. Das Servicepersonal und/oder andere Personen befinden sich oberhalb des Turmes (Bsp.: Gondel, Gondeldach, Rotornabe, Rotorblatt).

Des Weiteren unterteilt diese Spezifikation die Windenergieanlage in die beiden folgenden Bereiche, in denen sie z. B. durch elektrische Defekte in Brand geraten kann:

- a) Brand im Turm bzw. außerhalb des Turmes (ggf. Externes Transformator System)
Beispiele: Regel-, Filter-, Umrichter- und Schaltstation sowie der Transformator
- b) Brand oberhalb des Turmes (Bsp.: innerhalb der Gondel oder der Rotornabe) in der entsprechenden Nabenhöhe über Grund
Beispiele: Regelstation, Generator, Lüftungsanlagen, Pitchsystem

7.2.1 Die Windenergieanlage ist in Betrieb oder betriebsbereit und es befinden sich weder Servicepersonal noch andere Personen innerhalb oder in der Nähe der Windenergieanlage

Im Falle von a)

wird außer der Zerstörung der elektrischen Einrichtung kein weiterer nennenswerter Schaden entstehen. Die Rauchentwicklung wird über die Lüftungsöffnungen in der Gondel ins Freie gelangen. Da der Rauch in Nabenhöhe über Grund austritt und die Entfernung zum nächsten Wohngebäude in der Regel mindestens 500 m beträgt, dürfte mit einer Gefährdung der Wohnbevölkerung durch Raucheinwirkung nicht zu rechnen sein, weil sich die Rauchwolken entsprechend verteilen.

Im Falle von b)

kann die gesamte Gondel in Brand geraten und Teile der Verkleidung können herabfallen. Da Brand- und Rauchentwicklungen weit sichtbar sind, ist davon auszugehen, dass sich Personen (Landwirte bei der Arbeit, Spaziergänger, Radfahrer) schon wegen der eigenen persönlichen Sicherheit in einer entsprechenden, sicheren Entfernung zum Brandherd aufhalten.

7.2.2 Das Servicepersonal und/oder andere Personen befinden sich im Bereich der Windenergieanlage oder innerhalb des Turmes

Im Falle von a)

ist es erstes Ziel, sich selbst und ggf. andere Personen über den reguläre Fluchtweg in Sicherheit zu bringen, ggf. durch die Eingangstür nach draußen.

Ist dies nicht möglich, muss der zweite Fluchtweg nach oben in Richtung Gondel benutzt werden. Das dort vorgehaltene Rettungsgerät zum Abseilen durch die zu öffnende Kranluke am Gondelheck muss vorbereitet werden und die Lüftungsöffnungen in der Gondel sind zu öffnen, um für ausreichenden Rauchabzug sorgen.

Sollte dieser Ort nicht mehr sicher sein (Rauch, Hitze), so haben sich das Servicepersonal und/oder andere Personen mittels des Rettungsgerätes durch die Kranluke am Gondelheck in Richtung Boden zu bewegen (Abseilen außerhalb des Turmes).

Im Falle von b)

ist es erstes Ziel, sich selbst und ggf. andere Personen über den regulären Fluchtweg in Sicherheit zu bringen, ggf. durch die Eingangstür nach draußen.

7.2.3 Das Servicepersonal und/oder andere Personen befinden sich oberhalb des Turmes (Bsp.: Gondel, Gondeldach, Rotornabe, Rotorblatt)

Im Falle von a)

ist es erstes Ziel, den Fluchtweg in Richtung Gondel zu benutzen. Das dort vorgehaltene Rettungsgerät zum Abseilen durch die zu öffnende Kranluke am Gondelheck muss vorbereitet werden und die Lüftungsöffnungen in der Gondel sind zu öffnen, um für ausreichenden Rauchabzug zu sorgen.

Sollte dieser Ort nicht mehr sicher sein (Rauch, Hitze) so haben sich das Servicepersonal und/oder andere Personen mittels des Rettungsgerätes in Richtung Boden zu bewegen (Abseilen außerhalb des Turmes).

Im Falle von b)

können die Lüftungsöffnungen in der Gondel geöffnet werden, um für ausreichenden Rauchabzug zu sorgen.

Bei Tätigkeiten in Rotorblättern gilt das Löschmittel der gesonderten Gefährdungsbeurteilung (in der Regel 3 dann mitzuführende 2 kg Schaumlöscher). Bei Tätigkeiten in der Rotornabe sind die regulären Löscher ungeeignet und werden dort nicht eingesetzt.

Ist eine Flucht notwendig, so ist die Entscheidung, welcher Fluchtweg zu benutzen ist davon abhängig, wo genau die Brand- oder Rauchentwicklung stattfindet. Dabei stellt der geregelte Abstieg innerhalb des Turmes an den Steigleitern im Allgemeinen den sichereren Weg dar.

Die andere zu betrachtende Alternative ist die Benutzung des in der Gondel vorgehaltenen Rettungsgerätes zum Abseilen durch die zu öffnende Kranluke am Gondelheck in Richtung Boden (Abseilen außerhalb des Turmes).

Hamburg, 11.12.2014

Gutachtliche Stellungnahme zu Maßnahmen bei Eisansatz bei Senvion Windenergieanlagen

TÜV NORD Bericht Nr.: 8111 675 678 Rev.1

Gegenstand der Prüfung: Maßnahmen bei Eisansatz an Windenergieanlagen der Typen MM / 3.XM / 6M des Herstellers Senvion SE

Anlagenhersteller: Senvion SE
Überseering 10
22297 Hamburg
Germany

Aufsteller der Nachweise: TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg
Germany

Dieser Prüfbericht umfasst 11 Seiten.

Rev.	Datum	Änderungen
0	21.06.2011	Erste Fassung (Bericht Nr.: 1326KU04100)
1	11.12.2014	Überarbeitung der Standortbewertung, der Eiserkennungsverfahren sowie Aussagen zu Maschinenrichtlinie

Inhalt

1	Beauftragung	3
2	Thematische Einordnung	3
2.1	Eisbildung	3
2.2	Aerodynamik eines vereisten Rotorblattes	4
2.3	Anforderungen der Maschinenrichtlinie	4
3	Von Senvion vorgesehene Maßnahmen bei Eisansatz	5
3.1	Risikoklassen	5
3.2	Gefährdungskategorien	7
3.2.1	Gefährdungskategorie 1: Besondere Auflagen aus der Baugenehmigung	7
3.2.2	Gefährdungskategorie 2: Verkehrswege innerhalb der Eisabwurffläche	7
3.2.3	Gefährdungskategorie 3: Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche- Eis Stopp	7
3.2.4	Gefährdungskategorie 4: Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche- Eisbetrieb	8
3.3	Eiserkennung	8
4	Bewertung	9
5	Dokumente und Literaturverzeichnis	10
5.1	Bewertete Dokumente	10
5.2	Dazugehörige Dokumente	10
5.3	Literatur & Quellen	10

Abbildungen

Abbildung 1:	Relevante Bereiche Eisabwurf der WEA	6
--------------	--	---

1 Beauftragung

Am 19.09.2014 beauftragte die Senvion SE die TÜV NORD SysTec GmbH & Co KG mit der Erstellung einer Revision der „gutachtlichen Stellungnahme zu Maßnahmen bei Eisansatz der Senvion (ehemals REpower) Windenergieanlagen“ vom 20.06.2011. Mit der nun vorliegenden Revision 1 wurden die Standortbewertung, das Eiserkennungsverfahren sowie die Aussagen zur Maschinenrichtlinie neu bewertet.

2 Thematische Einordnung

2.1 Eisbildung

Neben anderen Kriterien, wie Schattenwurf oder Lärmemission ist das Risiko, das von Eisstücken, die von einer laufenden Anlage abgeschleudert werden oder von einer stehenden Anlage herunterfallen, ein Kriterium zum Einhalten eines Mindestabstandes zu einer Bebauung oder zu Verkehrswegen und somit ein Kriterium für die Genehmigung der Anlagen. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist nachzuweisen, dass die öffentliche Sicherheit nicht durch die WEA beeinträchtigt wird. Gemäß der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen vom Deutschen Institut für Bautechnik /9/ gelten Abstände größer als $1,5 \times$ (Rotordurchmesser + Nabenhöhe) im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen gemäß DIN 1055-5 /8/ als ausreichend. Bei Unterschreitung des Abstandes ist nachzuweisen, dass der Betrieb der WEA bei Eisansatz verhindert wird /9/.

Die Vereisung durch Eisregen oder Raueis hängt von den meteorologischen Verhältnissen wie Lufttemperatur, relative und absolute Luftfeuchte sowie der Windgeschwindigkeit ab. Diese Parameter werden z. B. durch die Topografie des zu beurteilenden Standortes beeinflusst. Wesentlich sind ferner die Eigenschaften der Bauteile wie Werkstoff, Oberflächenbeschaffenheit und Form. Allgemeingültige Angaben über das Auftreten von Vereisung können deshalb nicht gemacht werden. Vereisung bildet sich jedoch bevorzugt im Gebirge, im Bereich feuchter Aufwinde oder in der Nähe großer Gewässer, auch in Küstennähe und an Flussläufen /10/, /11/, /8/.

Aufgrund des Tragflächenprinzips von WEA-Rotorblättern sinkt der Luftdruck infolge der Beschleunigung der Luft an der Hinterseite der Rotorblätter (Bernoulli-Effekt). Durch den plötzlichen Druckabfall kommt es zu einer Verringerung der Lufttemperatur. Dieser Effekt kann die Vereisung der Rotorblätter bei bestimmten Wetterlagen verstärken. Während Eisablagerungen bei entsprechender Schichtstärke zu einer Gefährdung führen können, stellen Reif- und Schneeablagerungen für die Umgebung keine Gefahr dar. Eisabfall von den Rotorblättern oder der Gondel tritt nach jeder Vereisungswetterlage mit einsetzendem Tauwetter auf. Abgeschaltete WEA unterscheiden sich dann nicht wesentlich von anderen hohen Objekten wie Brücken oder Strommasten /13/. Ist kein System zur Eiserkennung und Abschaltung der WEA bei Eisansatz installiert, so werden die gebildeten Eisobjekte im Betrieb abgeworfen und erzielen weitere Flugweiten als bei stehender WEA (Eisabfall).

Eisstücke oder Eiszapfen, die aus großer Höhe und mit entsprechend hoher Geschwindigkeit herabgeschleudert werden oder herunterfallen, können für Personen oder Verkehrsteilnehmer im Trefferbereich eine ernste Gefahr darstellen.

2.2 Aerodynamik eines vereisten Rotorblattes

Schon bei geringer Vereisung ändern sich die beiden aerodynamischen Kennwerte des Profils (Auftriebsbeiwert c_l und Widerstandsbeiwert c_d) erheblich. Gemäß /14/ ist eine deutliche Veränderung beider Koeffizienten bereits bei einer Vereisungsdicke von 3 % der lokalen Profilhöhe deutlich erkennbar. Dies macht sich bei Pitchanlagen im Bereich unterhalb der Nennleistung – d.h. nicht gepitchte Blätter – in einer signifikant niedrigeren Leistungsabgabe im Vergleich zum eisfreien Blatt bemerkbar /13/. Im Bereich der Nennleistung, in dem die Leistungsregelung über den Anstellwinkel (Pitch) erfolgt, ergeben sich für vereiste Blätter im Vergleich zu eisfreien Blättern andere Pitchwinkel für dieselbe Leistungsabgabe.

Zusätzlich ergibt sich durch die unkontrollierte Strömung an der Profilvorderseite bei vereisten Rotorblättern ein anderes Schallspektrum /15/.

2.3 Anforderungen der Maschinenrichtlinie

Windenergieanlagen sind zugleich Bauwerke im Sinne des deutschen Baurechts, als auch Maschinen im Sinne der Maschinenrichtlinie und müssen somit den Anforderungen beider Regelwerke genügen. Die europäische Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ist, wie andere EG-Richtlinien auch, ein Gesetzgebungsauftrag an die Mitgliedsstaaten. Die Anhänge der Maschinenrichtlinie regeln technische Details. Von besonderer Bedeutung für die sicherheitstechnischen Anforderungen ist dabei der Anhang I. Hier werden ausführlich alle grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für die Konstruktion und den Bau von Maschinen festgelegt. Als „Grundsätze für die Integration der Sicherheit“ werden in der Maschinenrichtlinie unter anderem die folgenden Festlegungen getroffen:

„Die Maschine ist so zu konstruieren und zu bauen, dass sie ihrer Funktion gerecht wird und unter den vorgesehenen Bedingungen — aber auch unter Berücksichtigung einer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung der Maschine — Betrieb, Einrichten und Wartung erfolgen kann, ohne dass Personen einer Gefährdung ausgesetzt sind. Die getroffenen Maßnahmen müssen darauf abzielen, Risiken während der voraussichtlichen Lebensdauer der Maschine zu beseitigen, einschließlich der Zeit, in der die Maschine transportiert, montiert, demontiert, außer Betrieb gesetzt und entsorgt wird.“

Diese Schutzziele und Grundanforderungen werden in harmonisierten EN-Normen konkretisiert. Hersteller müssen in eigener Verantwortung Maßnahmen treffen, um diese Mindestanforderungen an die Sicherheit ihrer Produkte einzuhalten und zu dokumentieren.

Die Sicherheitsnormen lassen sich in drei Gruppen einteilen: *Typ A-Normen* (Sicherheitsgrundnormen) enthalten Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die für alle Maschinen, Geräte und Anlagen gelten. *Typ B-Normen* (Sicherheits-

gruppennormen) behandeln einen Sicherheitsaspekt oder eine Art von sicherheitsbedingten Einrichtungen, die für eine ganze Reihe von Maschinen, Geräten und Anlagen verwendet werden können. *Typ C-Normen* (Maschinensicherheitsnormen) enthalten detaillierte Sicherheitsanforderungen für eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Die im Anhang I der Maschinenrichtlinie festgelegte Strategie zur Risikominderung an einer Maschine wird konkret in der Typ A-Norm EN ISO 12100 dargestellt.

Diese Strategie deckt den gesamten Lebenszyklus der Maschine ab. Die systematische Risikoanalyse und der Prozess der Risikoreduzierung an einer Maschine erfordert, dass Gefährdungen durch eine Hierarchie von Maßnahmen beseitigt oder reduziert werden:

1. Beseitigung von Gefährdungen oder Risikoreduzierung durch den Entwurf;
2. Risikominderung durch Schutzeinrichtungen und mögliche ergänzende Schutzmaßnahmen gegen Risiken, die sich nicht beseitigen lassen;
3. Risikominderung durch Bereitstellung einer Benutzerinformation über das Restrisiko.

Da sich nicht alle Gefährdungen, wie zum Beispiel Eisabwurf oder Eisabfall bei Windenergieanlagen, konstruktiv beseitigen lassen, sind Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich.

3 Von Senvion vorgesehene Maßnahmen bei Eisansatz

Bei den vorgesehenen Maßnahmen durch Senvion wird das Gefährdungspotential einer WEA mittels Risikoklassen durch eine Standortbewertung ermittelt /2/, der Standort gemäß des Gefährdungspotentials in eine Gefährdungskategorie eingeteilt /1/, und mittels technischer Ausstattung zur Eisdetektion, einem definierten Betriebsführungskonzept und organisatorischer Maßnahmen entsprechend reagiert.

3.1 Risikoklassen

Auf Basis der Standortbewertung werden die WEA in zwei unterschiedliche Risikoklassen eingeteilt /2/. Für die Standortbewertung wird der Eisabwurfbereich, der Nahbereich sowie der WEA-Bereich um die WEA betrachtet (siehe Abbildung 1) und mit unterschiedlicher Gewichtung bewertet. Der Eisabwurfbereich /2/ ist der kritische Bereiche, in welchem mit einem möglichen Eisabwurf zurechnen ist. Der Nahbereich und der WEA-Bereich sind die Bereiche aus welchen sich Personen in den Eisabwurfbereich bewegen können /5/. Der Eisabwurfbereich /2/ wird in Anlehnung an die empirische Formel $1,5 \times (\text{Rotordurchmesser} + \text{Nabenhöhe})$ ermittelt /6/, /9/. Diese empirische Formel ist durch Untersuchungen von Seifert hinreichend validiert /16/.

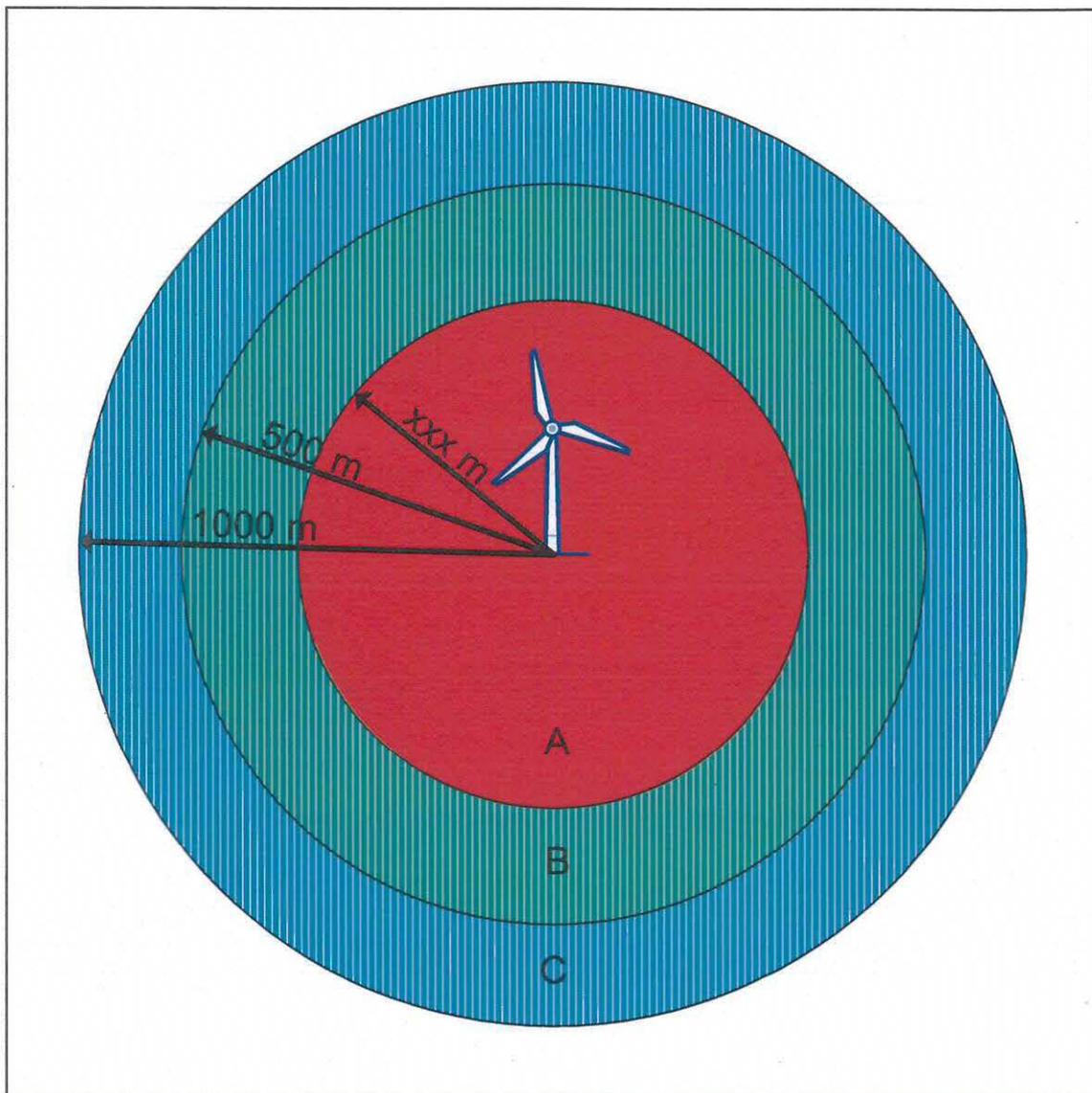


Abbildung 1: Relevante Bereiche Eisabwurf der WEA

A	Eisabwurfbereich
B	Nahbereich
C	WEA-Bereich

Die Risikoklasse I ergibt sich aus der Standortbewertung /2/, wenn am Standort nicht mit dem Aufenthalt von Personen im Eisabwurfbereich zu rechnen ist bzw. dieser durch geeignete Maßnahmen (Sperrungen oder Verbotsschildern) vermieden werden kann /5/. Der automatische Neustart der WEA nach erkannten Vereisungsbedingungen oder ein Weiterbetrieb der WEA mit Eisansatz ist möglich (siehe Kapitel 3.2 Gefährdungskategorien).

Die Risikoklasse II ergibt sich aus der Standortbewertung /2/, wenn sich Schutzobjekte innerhalb des Eisabwurfbereichs befinden oder sich Personen im Eisabwurfbereich aufhalten können und deren Aufenthalt nicht unterbunden werden kann /5/. Die WEA wird erst nach Ermittlung einer Wartezeit in Anhängigkeit von aktuellen meteorologischen /7/ Messwerten (Windgeschwindigkeit und Umgebungstemperatur) oder nach einer visuellen Prüfung auf Eisfreiheit vor Ort neugestartet /2/. Die autorisierte Person wird von Senvion für die visuelle Prüfung auf Eisfreiheit speziell geschult /4/. Die Prüfung muss gemäß den Vorgaben aus /3/ dokumentiert werden.

3.2 Gefährdungskategorien

Bei der Prüfung auf Gefährdung der Umgebung durch Eisabwurf werden vier unterschiedliche Gefährdungskategorien unterschieden. Über die von Senvion vorgegebene Standortbewertung erfolgt eine Einschätzung des Objekt- und Personengefährdungspotentials und die Einteilung des WEA-Standortes in zwei Risikoklassen /2/.

Basierend auf dieser Einstufung werden Maßnahmen, wie die Beschilderung des Gefährdeten Bereiches, sowie die mögliche Abschaltung und der damit verbundene Neustart / Wiederanlauf der WEA nach Meldung "Eisfreiheit" oder nach Ermittlung einer Wartezeit /7/ definiert.

3.2.1 Gefährdungskategorie 1: Besondere Auflagen aus der Baugenehmigung

Aufgrund besonderer Auflagen aus der Baugenehmigung mit einer besonderen Gefährdungssituation (exponierter Standort) muss die WEA immer mit einem Eiserkennungssystem ausgestattet sein. Auch der Neustart der WEA kann über die Baugenehmigung geregelt werden z. B. manueller Neustart nach vor Ort erfolgter visueller Prüfung der Rotorblätter auf Eisfreiheit /1/.

3.2.2 Gefährdungskategorie 2: Verkehrswege innerhalb der Eisabwurffläche

Befinden sich Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte (Schutzobjekte) innerhalb der Eisabwurffläche (siehe Kapitel 3.1, Abbildung 1), dann wird die WEA bei Eiserkennung gestoppt, je nach Einordnung des Standortes in die unterschiedlichen Risikoklassen (Risikoklasse I oder Risikoklasse II) /2/ erfolgt der Neustart der WEA automatisch oder nach visueller Prüfung der Rotorblätter auf Eisfreiheit vor Ort /3/, /4/. Der automatische Neustart wird erst nach einer Wartezeit durchgeführt, nach dem der Status Vereisung nicht mehr vorliegt. Die Länge der Wartezeit wird auf Basis der vorherrschenden meteorologischen Bedingungen (Windgeschwindigkeit und Umgebungstemperatur) ermittelt /1/, /7/.

3.2.3 Gefährdungskategorie 3: Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche- Eis Stopp

Verkehrswege und oder andere Bebauungsobjekte (Schutzobjekte) befinden sich außerhalb der Eisabwurffläche (siehe Kapitel 3.1, Abbildung 1, Risikoklasse I). Die WEA wird bei Eiserkennung gestoppt und es erfolgt ein automatischer Neustart, wenn keine Vereisungsbedingungen mehr vorliegen. Der automatische Neustart erfolgt erst nach einer festgelegten Verzögerungszeit /7/.

3.2.4 Gefährdungskategorie 4: Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche-Eisbetrieb

Verkehrswege und oder andere Bebauungsobjekte (Schutzobjekte) befinden sich außerhalb der Eisabwurffläche (siehe Kapitel 3.1, Abbildung 1, Risikoklasse I) /2/. Bei Eisansatz wird die WEA unter Gewährleistung des Anlagenschutzes (WEA stoppt erst bei einem kritischen Zustand für die WEA) weiterbetrieben. Nach einer Abschaltung aus Gründen des Anlagenschutzes wird die WEA nach einer festgelegten Wartezeit automatisch neugestartet /1/.

3.3 Eiserkennung

Die Eiserkennung zur Vermeidung von Eisabwurf erfolgt bei Senvion WEA durch

- den Abgleich eines beheizten Ultraschallwindmessers mit einem unbeheizten Schalenkreuzanemometer. Unter Vereisungsbedingungen führt eine Eisbildung bzw. Ablagerung von Eis oder Schnee an den Schalen oder dem Schaft des Schalenkreuzanemometers zu einer Verlangsamung der Rotation des Anemometers. Weichen die Messwerte der beiden Anemometer bei Temperaturen um den oder unter dem Gefrierpunkt von einander ab, so wird auf einen Eisansatz an der Gondel und eine mögliche Vereisung der Rotorblätter geschlossen /1/.
- einen Abgleich der Messwerte im Produktionsbetrieb. Die Eisbildung auf einem Rotorblatt führt zu einer Veränderung der aerodynamischen Kennwerte, woraus eine geänderte Leistungsabgabe der WEA folgt (siehe Kapitel 2.2). Die Messwerte zu Rotordrehzahl, Windgeschwindigkeit, Blattstellwinkel sowie spezifische Rotorkennwerte werden für die Ermittlung der theoretischen Leistung herangezogen. Weicht diese theoretische Leistung von der Tatsächlichen ab so kann auf einen möglichen Eisansatz an den Rotorblättern im Produktionsbetrieb geschlossen werden /1/.
- die optionale Möglichkeit einen externen Eissensor in die Anlagensteuerung zu integrieren /1/.

Wird ein Eisansatz erkannt, so wird die WEA in Abhängigkeit der Gefährdungskategorie entweder abgeschaltet und geht in den Trudelbetrieb über /1/ oder die WEA wird unter Gewährleistung des Anlagenschutzes mit Eisansatz weiterbetrieben.

Zum Anlagenschutz verfügt die WEA über eine Schwingungsüberwachung (Turm- und Triebstrangschwingung) sowie über eine vereinfachte Plausibilitätsprüfung der theoretischen Leistung zur tatsächlich erzeugten Leistung /1/.

Das Wiederanlaufen (Neustart) der WEA nach einer Eisansatzabschaltung erfolgt in Abhängigkeit der ermittelten Risikoklasse (siehe Kapitel 3.1) und den sich daraus ergebenden Gefährdungskategorie (siehe Kapitel 3.2) automatisch oder manuell nach visueller Prüfung auf Eisfreiheit vor Ort /1/, /3/. Die visuelle Prüfung vor Ort wird durch speziell geschultes Personal /4/ durchgeführt.

4 Bewertung

Die Beauftragung umfasst lediglich die Evaluierung des operativen Konzepts von Maßnahmen, die im Falle von Eisbildung ergriffen werden, gemäß der Dokumentation von Senvion, die hier beigelegt sind.

Die grundsätzliche Herangehensweise von Senvion in Bezug auf die Gefährdung durch Eisabwurf, wie in /1/ dargestellt, stimmt mit den Anforderungen der Maschinenrichtlinie überein. Es werden demnach nach der 3-Stufen-Methode technische Schutzmaßnahmen und organisatorische Maßnahmen bei Vereisung definiert.

Das Konzept der Vorabbewertung des Gefährdungspotentials /2/ mit Auswirkung auf die Reaktionskette, vom Betrieb der WEA unter Vereisung über das Ausschalten der WEA bis Wiederanfahren, ist in sich schlüssig.

Das von Senvion eingebaute System zur Eiserkennung umfasst Vergleich der Windmessung, Abgleich der Messwerte im Produktionsbetrieb und Bereitstellung einer Schnittstelle für einen zusätzlich optionalen Eissensor. Das Konzept zur Abschaltung vereister Anlagen bzw. dem Weiterbetrieb mit Eisansatz ist plausibel und unter Beachtung obiger Anmerkungen grundsätzlich dazu geeignet eine WEA im Produktionsbetrieb bei Eisansatz abzuschalten sowie die Gefährdung durch Eisabwurf zu reduzieren.

Aufgrund der Maßnahmen zum Neustart, basierend auf der Standortbewertung und den daraus resultierenden Risikoklassen, ist eine Gefährdung durch Eisabwurf infolge eines automatischen Neustartes der WEA nicht anzunehmen. Ist das Ergebnis der Standortbewertung, dass eine mögliche nicht vermeidbare Gefährdung durch Eisabwurf von der WEA ausgeht (Risikoklasse II), so darf die WEA nur manuell neugestartet werden.

Die Funktionsfähigkeit des Eiserkennungssystems der WEA sollte im Rahmen der Inbetriebnahme gemäß /17/, /18/ geprüft und dokumentiert werden. Betriebsbegleitend ist die Funktionalität des Eiserkennungssystems im Rahmen der vorgesehenen Prüfungen (wiederkehrende Prüfung) des Sicherheitssystems und der sicherheitstechnisch relevanten Komponenten der WEA gemäß /17/, /18/ aufzuzeigen.

Erstellt



B.Sc. F. Lautenschlager

Geprüft



Dipl.-Ing. O. Raupach

5 Dokumente und Literaturverzeichnis

5.1 Bewertete Dokumente

- /1/ Senvion SE. Maßnahmen bei Eisansatz Windenergieanlagen MM / 3.XM / 6M, Dok.: T-0.0-SL.ST.01-A-A, Stand 06.11.2014. Hamburg 2014.

5.2 Dazugehörige Dokumente

- /2/ Senvion SE. Falling ice Annual wind turbine site assessment -Germany and Austria, Dok.: SD-0.0-ES.CH.01-B-A-EN, -Worldwide (except Germany and Austria), Dok.: SD-0.0-ES.CH.01-A-E-EN, Stand 28.11.2014. Hamburg 2014.
- /3/ Senvion SE. Eisabwurf und Eisabfall Meldung der Eisfreiheit, Dok.: SD-0.0-ES.CH.02-A-C-DE, Stand 24.01.2014. Hamburg 2014.
- /4/ Senvion SE. Erkennung von Eisansatz an Rotorblättern von Senvion Windenergieanlagen, Dok.: DE-OMT-T-8.0.0.1-VA-DE, Stand 27.01.2014. Hamburg 2014.
- /5/ Senvion SE. Ausfüllanleitung für das Dokument „Eisabwurf und Eisabfall – Jährliche WEA-Standortbewertung“, Dok.: GE-OMH-O-03-VC-GE, Stand 20.01.2014. Hamburg 2014.
- /6/ Senvion SE. Umgang mit Eisansatz, Präsentation 14.08.2014. Hamburg 2014.
- /7/ Senvion SE. Erkennung der Eisfreiheit mit Hilfe einer Abtauformel, Dok.: V-2.1-EL.ST.70-S-D-DE, Stand 14.08.2014. Hamburg 2014.

5.3 Literatur & Quellen

- /8/ DIN 1055-5. Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten. Juli 2005.
- /9/ DIBt. Muster – Liste der Technischen Baubestimmungen. Berlin. Fassung September 2013.
- /10/ VTT Technical Research Centre of Finland. State-of-the-art of wind energy in cold climates. VTT WORKING PAPERS 152. ISBN 978-951-38-7493-3. 2010.
- /11/ COST-727. Atmospheric Icing on Structures. Measurements and data collection on icing: State of the Art Publication of MeteoSwiss, 75, 110 pp. Zürich. 2006.
- /12/ DIN 1055-5. Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten. Juli 2005.
- /13/ Seifert, H. Technische Ausrüstung von Windenergieanlagen an extremen Standorten. Wilhelmshaven. 2002.
- /14/ Seifert, H., Richert, F. A recipe to estimate aerodynamics and loads on iced rotor blades, Boreas IV. Hetta, Finland, 1998.
- /15/ Seifert, H. Technical requirements for rotor blades operating in cold climates Boreas VI. Pyhä, Finland, 2003.
- /16/ Seifert, H. et al. Risk analysis of ice throw from wind turbines, BOREAS VI. Pyhä, Finland. 2003.

- /17/ DIBt. Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung. Berlin. Fassung Oktober 2012.
- /18/ Germanischer Lloyd. Vorschriften und Richtlinien. IV Industriedienste. Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen. Hamburg. Ausgabe 2010.

Hamburg, 26.04.2016

Gutachten

Bewertung „Maßnahmen bei Eisansatz“ bei Senvion Windenergieanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Funktionalität von Eiserkennungssystemen zur Verhinderung von Eisabwurf

TÜV NORD Bericht Nr.: 8112 657 628 – 2 D, Rev. 1

Gegenstand der Prüfung:

- Eiserkennung an Senvion Windenergieanlagen
- Neustart der WEA nach Vereisung

Anlagenhersteller: Senvion GmbH
Überseering 10
22297 Hamburg
Deutschland

Erstellt durch: TÜV-Nord Systec
Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg
Germany

Dieser Prüfbericht umfasst 47 Seiten.

Rev.	Datum	Änderungen	Ersteller
0	13.11.2015	Erste Fassung	Frederik Lautenschlager, Lennart Klüppel
1	26.04.2016	Textanpassungen	Lennart Klüppel

Inhalt

1	Einleitung	6
1.1	Ausgangssituation.....	6
1.2	Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb.....	7
1.3	Eiserkennung mit unbeheiztem Schalenkreuzanemometer	7
1.4	Gültigkeitsbereich	8
1.5	Beschreibung der Bewertungskette	9
1.5.1	Bewertungsmaßstäbe.....	9
1.5.2	Grenzen der Bewertung	9
1.5.3	Beschreibung der Vorgehensweise	9
2	Untersuchungen zur Eisdicke und zur Eiswurfweite	11
2.1	Bestimmung einer kritischen Eisdicke.....	11
2.1.1	Festlegung von Randbedingungen für den Eisabwurf.....	11
2.1.2	Ermittlung eines kritischen Eisstückes.....	15
2.1.3	Ermittlung einer kritischen Zeit zur Bildung eines kritischen Eisstückes	18
2.2	Untersuchung der Eiswurfweiten im leistungserzeugenden Betrieb der WEA.....	19
2.2.1	Festlegung der Randbedingungen	19
2.2.2	Ermittlung der maximalen Eisabwurfweiten auf Basis der kritischen Eisdicke.....	21
2.3	Untersuchung des Anfahrvorgangs.....	23
2.3.1	Festlegung der Randbedingungen	23
2.3.2	Vergleich der Gefährdungsbereiche Eisabwurf zum Eisabfall beim Anfahrvorgang	24
3	Bewertung der Eiserkennungssysteme.....	26
3.1	Bewertung des Messprinzips beim Senvion Eiserkennungsverfahren	26
3.2	Bewertung der Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb	26
3.3	Bewertung des Anemometervergleichs.....	27
3.3.1	Messbericht zur Gutachtenerstellung	28
3.3.2	Einteilung der Vereisungskategorien	29

3.3.3	Beobachtungen und Bewertungen zum Messbericht	34
3.4	Grenzen der Bewertungskette	35
3.4.1	Geschlossenheit der Bewertungskette und Schnittstellen	35
3.4.2	Repräsentativität der Messungen	36
3.4.3	Unsicherheiten der Messung	36
3.4.4	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anlagen.....	36
3.5	Zusammenfassung der Bewertung der Eiserkennung	37
4	Bewertung der Bedingungen zum Wiederanfahren	38
4.1	Anfahren/ Wiederanfahren durch manuellen Reset	38
4.2	Automatisches Wiederanfahren nach Vereisung infolge Änderung der meteorologischen Bedingungen	38
4.3	Anfahren bei Vereisungsbedingungen nach Stillstandzeiten	39
5	Einbindung in das Betriebsführungssystem der WEA.....	40
5.1	Verwendete Technik	40
5.2	Bewertung der Einbindung in das Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	40
5.3	Automatisches Abschalten der WEA.....	41
6	Anforderungen	42
6.1	Anforderungen zur wiederkehrenden Prüfung	42
6.2	Parametrierung	42
6.3	Personalschulung	42
7	Zusammenfassung und Ergebnis der Bewertung	43
8	Dokumente und Literaturverzeichnis.....	45
8.1	Geprüfte Dokumente.....	45
8.2	Literatur.....	45

Tabellen

Tabelle 1.1: Übersicht über die Senvion WEA-Varianten.....	8
Tabelle 2.1: Gewähltes Eisstück.....	15
Tabelle 2.2: Untersuchungsergebnisse unter den gegebenen Randbedingungen (Würfel).	17

Tabelle 2.3:Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisstücke. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J.	17
Tabelle 2.4:Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisstücke. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J und Windgeschwindigkeit kleiner gleich 20m/s.	18
Tabelle 2.5:Detektionszeiten bis zum Aufwachsen einer kritischen Eisdicke.....	19
Tabelle 2.6:Maximale Wurfweiten bei Eisabwurf im Betrieb (Windgeschwindigkeit Abschaltwindgeschwindigkeit).....	22
Tabelle 2.7:Wurfweiten bei Eisabwurf im Betrieb (Windgeschwindigkeit 20m/s).	22
Tabelle 2.8:Übermittelte maximale Drehzahlen des Anfahrvorganges bis zur Auslösung der Eiserkennung /6/.	24
Tabelle 2.9:Wahrscheinlichkeitszonen und Trefferhäufigkeitsbereiche.....	24
Tabelle 2.10:Ergebnisse Vergleich Eisabwurf/Eisabfall Anfahrvorgang. Drehzahl /6/.	25
Tabelle 5.1:Statuscodes Eiserkennung.....	41

Abbildungen

Abbildung 1: Abwurfwinkel Eisstück Würfel.....	14
Abbildung 2: Flugbahn unter den gegebenen Randbedingungen – Eisstück Würfel (3.2MM114, 93,0m Nabenhöhe).....	16
Abbildung 3: Beispielhafte Grenzkurve Abweichung elektrische Leistung.....	27
Abbildung 4: Beispiel für die übermittelten Betriebsdaten.....	29
Abbildung 5: Keine Vereisung.....	30
Abbildung 6: Leichte Vereisung.....	31
Abbildung 7: Mittlere Vereisung.....	32
Abbildung 8: Schwere Vereisung.....	33
Abbildung 9: Darstellung der Betriebsdaten für das unerkannte Vereisungsereignis vom 11.04.2015.....	35

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Rotorblätter von Windenergieanlagen (WEA), die in Regionen mit Temperaturen unter 3°C aufgestellt werden, können bei ungünstigen Bedingungen Eis ansammeln. Aus der dann entstehenden Eisschicht können sich durch Abtauen, Überschreiten der Haftkräfte oder Blattverformung Eisstücke ablösen, die im Betrieb der Anlage vom Rotorblatt abgeworfen werden (Eisabwurf) und zu Personen- oder Sachschäden im Wurfbereich der WEA führen können. Ab einer bestimmten Masse der abgeworfenen Eisstücke besteht damit eine zu beachtende Gefahr. Beobachtungen zeigen abgeworfene Eisstücke mit einer Masse von bis zu mehreren kg, jedoch sind dem TÜV NORD bisher keine Personenschäden bekannt geworden.

An den WEA installierte Eiserkennungssysteme dienen dem Zweck, dass die Anlage bei erkannter Vereisung der Rotorblätter abgeschaltet wird und somit keine Gefahr von Eisabwurf mehr besteht. Das Eis kann dann von den Rotorblättern der stehenden / trudelnden WEA abfallen (Eisabfall), bevor die WEA wieder in den Betrieb genommen wird. Eine mögliche Gefährdung durch Eisabfall muss standortspezifisch vom Betreiber nach dem Bewertungsverfahren von Servion (siehe /9/) für jede WEA durchgeführt werden.

Eiserkennungssysteme verfügen generell über eine Sensor- und eine Auswerteeinheit. Das Sensorsignal wird durch vereiste Rotorblätter beeinflusst und kann beispielsweise die Leistung der Anlage oder die Blattbeschleunigung sein. Die Auswerteeinheit übernimmt die Aufgabe, das Sensorsignal auszuwerten und daraus einen Indikator für Vereisung zu generieren. Üblicherweise gibt es einen Schwellenwert, bei dessen Überschreitung das Eiserkennungssystem ein Abschalten der Anlage initiiert. Oft ist dieser Schwellenwert spezifisch für jeden Anlagentyp oder gar jede Anlage einzustellen.

Die Bewertung von Eiserkennungssystemen erfolgte bisher in Gutachterlichen Stellungnahmen über Plausibilitätsprüfungen. Es wurde Stellung bezogen zum physikalischen Prinzip der Eiserkennung bzw. zu der Frage, ob die durch den Eisansatz hervorgerufene Veränderung der Anlageneigenschaften zu einer detektierbaren Veränderung des Sensorsignals führt. Außerdem wurde Stellung bezogen zu auftretenden Lücken der Messung im Betriebsbereich der Anlage. Die Bewertung beschränkte sich jedoch auf eine rein qualitative Bewertung bzw. Plausibilitätsprüfung.

Gerade vor dem Hintergrund, dass ein Eiserkennungssystem immer im Zusammenhang mit der WEA und der vorliegenden Vereisung zu bewerten ist, wurden seitens der Genehmigungsbehörden, hier insbesondere durch die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord und –Süd (Rheinland-Pfalz), die Anforderungen an die Bewertung von Eiserkennungssystemen erhöht. Es ist demnach durch genauere, teilweise quantitative Untersuchungen zu indizieren, dass das Eiserkennungssystem:

- a) dem aktuellen „Stand der Technik“ entspricht,
- b) hinsichtlich der Schwellenwerte und Parameter hinreichend sensibel und korrekt auf die Anlage eingestellt ist,
- c) sicherheitstechnisch zuverlässig funktioniert und die WEA, dort wo es gefordert ist, bei Vereisung automatisch abschaltet.

Eine Aussage hierzu erfolgt über die Untersuchung, ob das Eiserkennungssystem in der Lage ist, eine vorher definierte, kritische Eisdicke zu detektieren und ob das System hinsichtlich der Hardware die notwendigen Voraussetzungen hinsichtlich Zuverlässigkeit erfüllt.

1.2 Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb

Eines der von Senvion verwendeten Eiserkennungsverfahren ist eine Auswertung verschiedener Betriebsdaten.

Voraussetzung zur Aktivierung des Verfahrens ist eine Unterschreitung der direkt in Nabenhöhe an der WEA gemessenen Außentemperatur unter einen kritischen Schwellenwert von $+3^{\circ}\text{C}$.

Mit der Auswertung aktueller Betriebsdaten (Rotordrehzahl, Windgeschwindigkeit, und Blattverstellwinkel) und spezifischen Rotorkennwerten wird im Produktionsbetrieb für den gesamten Arbeitsbereich (Teil- und Vollast) eine theoretische Leistung ermittelt. Die von der Windenergieanlage erbrachte tatsächliche elektrische Leistung wird mit den gebildeten Referenzwerten des unvereisten Produktionsbetriebs bei gleicher Windgeschwindigkeit verglichen. Bei Abweichung der Leistungsabgabe gegenüber dem Referenzwert wird von einer Veränderung der aerodynamischen Beiwerte der Rotorblätter aufgrund von Vereisung ausgegangen. Die Anlage wird dann in Abhängigkeit der Risikoklasse (siehe /9/) automatisch abgeschaltet oder unter Gewährleistung des Anlagenschutzes (WEA stoppt erst bei einem kritischen Zustand für die WEA) weiterbetrieben. Vorhandene behördliche Anforderungen müssen beachtet werden.

Die Zuverlässigkeit des Eiserkennungsverfahrens ist somit von einer zuverlässigen Wind- und Temperaturmessung, auch unter Vereisungsbedingungen, abhängig.

Mit dieser Methode allein ist keine Eiserkennung bei stillstehendem oder trudelndem Rotor möglich. Im Produktionsbetrieb bei sehr niedrigen und unbeständigen Windgeschwindigkeiten nahe der Einschaltwindgeschwindigkeit kann die Zuverlässigkeit des Verfahrens sinken.

1.3 Eiserkennung mit unbeheiztem Schalenkreuzanemometer

Senvion verwendet als weiteres Eiserkennungsverfahren einen Anemometervergleich. Das Verfahren wird ebenfalls erst nach Unterschreitung des Schwellenwerts von $+3^{\circ}\text{C}$ aktiviert und beruht auf dem Vergleich zweier Anemometermesswerte.

Senvion WEA verfügen über zwei Anemometer, von denen eines ein unbeheiztes Schalenkreuzanemometer und das andere ein beheiztes Ultraschallanemometer ist. Die Messungen des Ultraschallanemometers werden im Gegensatz zum Schalenkreuzanemometer nicht durch Eisbildung beeinflusst.

Unter Vereisungsbedingungen lagert sich Raureif, Klareis, Nassschnee oder Eisregen auf den Schalen bzw. dem Schaft des Anemometers an. Dieser Eisansatz führt zu einer Verlangsamung der Rotation oder auch zum Stillstand des Schalenkreuzes. Durch Vergleich dieses Messwertes mit dem Messwert des Ultraschallanemometers und Berücksichtigung der Umgebungstemperatur, kann auf eine Vereisungssituation geschlossen werden. Die Umgebungstemperatur wird mit Hilfe eines Pt100-Sensors außerhalb der Gondel in Nabenhöhe gemessen.

Dieses Verfahren eignet sich auch dazu außerhalb des Produktionsbetriebs eine Vereisung der Anlage festzustellen. Da dieses Eiserkennungsverfahren jedoch lediglich eine Vereisungssituation, nicht jedoch direkt eine Vereisung der Rotorblätter sicher feststellen kann, eignet es sich nicht als alleiniges Eiserkennungssystem.

1.4 Gültigkeitsbereich

Dieses Gutachten betrifft alle Senvion-WEA, die in der Produktübersicht /1/ aufgeführt wurden. Zukünftige WEA-Varianten die sich innerhalb der Nabenhöhen der betrachteten Produktübersicht befinden, sind durch dieses Gutachten abgedeckt. Abweichende Nabenhöhen (größer / kleiner) sollten gesondert bewertet werden. Eine Übersicht der abgedeckten Nabenhöhen für die Senvion WEA-Varianten ist in Tabelle 1.1 zu finden.

WEA	Rotordurchmesser	Geringste Nabenhöhe	Größte Nabenhöhe
MM82	82m	59m	100m
MM92	92m	64m	100m
MM100	100m	75m	100m
3.0M122	122m	89m	139m
3.2M114	114m	93m	143m
3.4M104	104m	73m	100m
3.4M114	114m	76,5m	143m
6M126	126m	100m	117m

Tabelle 1.1: Übersicht über die Senvion WEA-Varianten

1.5 Beschreibung der Bewertungskette

1.5.1 Bewertungsmaßstäbe

Die Bewertung erfolgt in Bezug auf das sichere Abschalten der WEA bei kritischem Eisansatz an den Rotorblättern. Weil es keine Richtlinie gibt, nach der Eiserkennungssysteme zu bewerten sind, ist die Form dieser Bewertung ein Gutachten, in dem die einzelnen Schritte der Bewertung beschrieben werden. Anhaltspunkte zur Bewertung liefert das von der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord veröffentlichte Merkblatt für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG /35/.

1.5.2 Grenzen der Bewertung

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die Funktionalität der Systeme bezüglich Verhinderung von *Eisabwurf*. Eine Untersuchung bezüglich *Eisabfall* wird hier nicht behandelt, denn Eisabfall von einer stehenden / trudelnden WEA kann nicht verhindert werden. Die Gefahr bezüglich Eisabfall sollte immer standortspezifisch, in Abhängigkeit gefährdeter Objekte im für Eisabfall kritischen Radius um die Anlage bewertet werden. Dafür nutzt Senvion das bereits vom TÜV NORD bewertete Risikoklassenkonzept (siehe /8/ und /9/).

1.5.3 Beschreibung der Vorgehensweise

Die Bewertung der Eiserkennungssysteme hat zum Ziel, quantitative Aussagen zur Detektionsfähigkeit der Systeme zur Eiserkennung zu treffen und damit in Hinblick auf die WEA Aussagen zu treffen, ob und unter welchen Bedingungen eine Detektion einer Vereisung der Rotorblätter im Betrieb der WEA funktioniert. Weiterhin werden qualitative Aussagen zur Einbindung der Systeme in die Steuerung der WEA getroffen, um die sichere Abschaltung der WEA bei Eiserkennung und das Wiederanfahren nach Vereisung zu bewerten.

Das Vorgehen unterteilt sich in die folgenden Schritte:

1. Bestimmung einer kritischen Eisdicke

(s. Kap. 2.1) Die Bestimmung der kritischen Eisdicke erfolgt für ausgewählte Anlagen des Senvion Produktspektrums, um eine Eisdicke festzulegen, die für alle Anlagen als kritisch einzustufen ist. Diese Eisdicke wird bei der Bewertung des Eisdetektionsverfahrens einbezogen.

2. Untersuchung der Eisabwurfweiten im leistungserzeugenden Betrieb der WEA

(s. Kap. 2.2) Im Rahmen der Untersuchung werden für kritische Eisstücke die möglichen Eisabwurfweiten ermittelt und mit der in der Musterliste der technischen Baubestimmungen angegebenen Formel zum Eisabwurf „1,5 * (Rotordurchmesser + Nabenhöhe)“ verglichen /27/. Außerdem erfolgt ein Abgleich zu den von Senvion in /11/ spezifiziertem Radius zur Eisabwurffläche.

3. Untersuchung des Anfahrvorgangs der Windenergieanlage

(s. Kap. 2.3) Das Trudeln der Rotorblätter mit niedriger Drehzahl kann dazu führen, dass das Eiserkennungsanemometer eine falsche und zu niedrige Windgeschwindigkeit anzeigt. Die Ursache dafür ist ein langsam vorbeiziehendes Rotorblatt.

Damit in diesem Fall bei Temperaturen $< +3^{\circ}\text{C}$ keine Vereisung gemeldet wird, ist die Anemometereisererkennung erst ab einem definierten Schwellenwert der Getriebedrehzahl aktiv. Beim Anfahren der WEA, bei Außentemperaturen unterhalb von $+3^{\circ}\text{C}$, muss dieser Schwellenwert erst überschritten werden, damit die Anemometereisererkennung aktiv wird. Die Eisererkennung wird dahingehend untersucht, ob in diesen Fällen beim Anfahren der WEA bis zum Auslösen der Eisererkennung eine zusätzliche Gefährdung vorliegt.

4. Bewertung der Eisererkennung durch die von Senvion verwendeten Eiserkennungssystem

(s. Kap. 3) Die Bewertung basiert auf einem Messbericht und hat zum Ziel, Aussagen darüber zu treffen, ob das System funktionsfähig ist und ob die in der Anlage eingestellten Schwellenwerte und Parameter zur Erkennung der zuvor ermittelten kritischen Eisdicke führen.

5. Bewertung der Bedingungen zum Wiederanfahren

(s. Kap. 4) Die unterschiedlichen Szenarien und Bedingungen zum Wiederanfahren der Anlage nach Vereisung werden in diesem Kapitel bewertet.

6. Bewertung der Einbindung in das Betriebsführungs- und Sicherheitssystem der Anlage

(s. Kap.5.2) Da das Eiserkennungssystem in die Steuerung der Anlage integriert ist und keine zusätzlichen Sensoren zur Messung von Windgeschwindigkeit, Leistung und Pitchwinkel verwendet werden, kann die sicherheitstechnische Bewertung auf den vorhandenen Typenzertifikaten der Senvion WEA aufbauen, da hier bereits eine Bewertung der Zuverlässigkeit des Sicherheitssystems enthalten ist.

7. Anforderungen

(s. Kap. 6) Die Anforderungen bzgl. Parametrierung, wiederkehrende Prüfung und Personal werden aufgeführt.

2 Untersuchungen zur Eisdicke und zur Eiswurfweite

2.1 Bestimmung einer kritischen Eisdicke

Gegenstand der Untersuchung ist die Bewertung, inwieweit das zu betrachtende Eiserkennungssystem geeignet ist, Eisabwurf im Betrieb der Anlage durch frühzeitiges Abschalten der Anlage zu verhindern, bevor sich eine kritische Eisdicke am Blatt akkumuliert hat. Es ist somit erforderlich in einem ersten Schritt eine kritische Eisdicke festzulegen. Dies erfolgt in einzelnen Arbeitsschritten:

- Festlegung von Randbedingungen für den Eisabwurf.
- Ermittlung eines kritischen Eisstücks. Ein kritisches Eisstück ist definiert als ein Eisstück, welches aufgrund seiner Aufprallenergie eine Gefahr für eine ungeschützte Person am Boden darstellt. Dem kritischen Eisstück werden eine kritische Eismasse und eine kritische Eisdicke zugeordnet.
- Ermittlung einer kritischen Zeit, bis zu der mit der Akkumulation der kritischen Eisdicke zu rechnen ist.

2.1.1 Festlegung von Randbedingungen für den Eisabwurf

Verwendetes Rechenmodell:

Die Flugbahn von Eisstücken lässt sich durch Überlagerung zweier Kräfte (Schwerkraft und dem Winddruck) sowie der bei Ablösung vorhandenen Startbewegung modellieren. Die Erfahrung zeigt, dass die herabfallenden Eisstücke eine sehr unregelmäßige Form besitzen und deshalb praktisch wenig Auftrieb erfahren, so dass in vertikaler Richtung im Wesentlichen die Schwerkraft und der Luftwiderstand wirken. Der Winddruck wirkt horizontal in x-Richtung (Achsenkonvention nach der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /17/). Zur Modellierung des Winddrucks werden jedem Eisstück ein konstanter Widerstandsbeiwert $C_w /30/$ und eine konstante Projektionsfläche A zugeordnet.

Der zeitabhängige Verlauf des Eisabwurfs lässt sich mit einem dreidimensionalen Modell beschreiben (in Anlehnung an /13/):

$$\ddot{x} = -\frac{\rho \cdot A \cdot C_w}{2 \cdot m} \cdot (\dot{x} - v) \cdot \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (\dot{x} - v)^2}, \quad (1)$$

$$\ddot{y} = -\frac{\rho \cdot A \cdot C_w}{2 \cdot m} \cdot \dot{y} \cdot \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (\dot{x} - v)^2} \quad \text{und} \quad (2)$$

$$\ddot{z} = -g - \frac{\rho \cdot A \cdot C_w}{2 \cdot m} \cdot \dot{z} \cdot \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (\dot{x} - v)^2} \quad (3)$$

mit

- x = horizontale Koordinate (senkrecht zur y-z-Ebene) [m]
- y = horizontale Koordinate [m],
- z = vertikale Koordinate (y-z-Ebene entspricht der Rotationsebene) [m],
- v = Windgeschwindigkeit in x-Richtung [m/s],
- g = Erdbeschleunigung [m/s²],
- ρ = Luftdichte [kg/m³],
- A = Projektionsfläche des Eisstücks s [m²],
- C_w = Luftwiderstandsbeiwert des Eisstücks und
- m = Masse des Eisstücks [kg].

Anlagenbezogene Randbedingungen:

WEA-Typ:

Aus dem Anlagenportfolio /1/ wurden drei WEA-Typen ausgewählt, die als repräsentativ für die Produktpalette herangezogen werden können. Hierbei wurden eine kleiner, mittlere und großer Anlagentyp sowie der im Rahmen der Datenerhebung durch Senvion gewählte Anlagentyp /3/ berücksichtigt. Für die folgenden Betrachtungen wurde jeweils die kleinste Nabenhöhe ausgewählt, da diese nach unseren Untersuchungen für die Ermittlung der kritischen Eisdicke des Eisabwurfs konservativ ist.

- MM82 mit 59,0m und 100,0m Nabenhöhe, 82,0m Rotordurchmesser /1/
- 3.4M104 mit 73,0m und 100,0m Nabenhöhe, 104,0m Rotordurchmesser /1/
- 3.2M114 mit 93,0m und 143,0m Nabenhöhe, 114,0m Rotordurchmesser /1/
- 6M126 mit 100,0m und 117,0m Nabenhöhe, 126,0m Rotordurchmesser /1/

Drehzahl bei Eisabwurf:

Für die Drehzahl wird jeweils die windgeschwindigkeitsabhängige Anlagendrehzahl berücksichtigt /1/.

Physikalische Randbedingungen:

Luftdichte: Die Luftdichte wird gemäß der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /17/ zu $1,225\text{kg/m}^3$ festgelegt.

Die gewählte Luftdichte ist für den betrachteten Eisabwurf als konservativ zu betrachten, da sie gegenüber der bei Eisansatzbedingungen zu erwartenden Luftdichte von ca. $1,27\text{kg/m}^3$ (siehe unsere Untersuchungen /15/) zu einer höheren Aufprallgeschwindigkeit führt.

Windgeschwindigkeit: Zur Festlegung der Windgeschwindigkeit wird in einem ersten Schritt die jeweilige anlagenbezogene Abschaltwindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe zugrunde gelegt /1/:

- MM82 mit 25m/s
- 3.4M104 mit 25m/s
- 3.2M114 mit 22m/s
- 6M126 mit 25m/s

Höhenabhängigkeit: Die Windgeschwindigkeit wird als Funktion der Höhe modelliert, hierzu wird das exponentielle Windprofil verwendet. Der Höhenexponent α wird gemäß der IEC 61400-1 ed. 3 /12/ zu 0,2 festgelegt.

Erdbeschleunigung: Die Erdbeschleunigung wird zu $9,81\text{m/s}^2$ festgelegt.

Die kritische Eisdicke wurde in zwei getrennten Schritten mit unterschiedlichen Randbedingungen ermittelt. In einem ersten Schritt wurde für die Ermittlung der kritischen Eisdicke ein Würfel untersucht (kompaktes Eisstück). Die hierfür gewählten Randbedingungen sind im Folgenden dargestellt („Schritt eins“). Im zweiten Schritt wurden unter anderem die Anzahl und die Objektgeometrie der zugrundegelegten Eisobjekte variiert.

Randbedingungen zum Eisabwurf („Schritt eins“, Würfel):

Gewicht und Geometrie der Eisstücke: In Feldstudien /14/ hat sich gezeigt, dass das Gewicht der Eisstücke für die Fallweite von geringer Relevanz ist. Die Flugeigenschaften werden im Wesentlichen von der Geometrie und dem c_w -Wert beeinflusst. Die Gewichte der Eisstücke normieren wir unter Zugrundelegung der Kenntnisse aus /14/ (geringe Relevanz, siehe vorherigen Absatz) auf 1,0kg (zur normierten Ermittlung der Flugbahn). Die Normierung ist nach eigenen Untersuchungen bzgl. der Ermitt-

lung der Eisdicke (Eisabwurf) über die Aufprallenergie konservativ.

Auf Basis eigener Untersuchungen (siehe z.B. /26/, /27/) wird als zu betrachtendes Eisstück im ersten Schritt ein Würfel angesetzt (siehe Tabelle 2.1). Der Würfel ist gegenüber länglichen Eisstücken hinsichtlich der Aufprallgeschwindigkeit und der resultierenden Aufprallenergie als konservativ zu betrachten.

Lageparameter des Eisstückes :

Die maximale Umfangsgeschwindigkeit ist an der Rotorblattspitze gegeben. Im Rahmen der Modellierung wird angesetzt, dass sich das Eisstück zum Zeitpunkt des Abwurfs an der Rotorblattspitze befindet und somit die größtmögliche Startenergie besitzt.

Lageparameter des Rotorblattes (Abwurfwinkel):

Die Aufprallgeschwindigkeit des Eisstücks ist auf Basis eigener Untersuchungen im Wesentlichen von der Lage des Eisstücks zum Zeitpunkt des Abwurfs (gegeben durch Lage des Rotorblattes in der Rotorebene und der Lage des Eisstücks auf dem Rotorblatt) und von der Höhe der WEA abhängig (die Aufprallgeschwindigkeit reduziert sich mit zunehmender Höhe – Einfluss des Luftwiderstands). Unter den genannten Aspekten wird der Abwurfwinkel zu 125° ca. 4Uhr festgesetzt (ausgehend von der 0:00Uhr Position im Uhrzeigersinn).

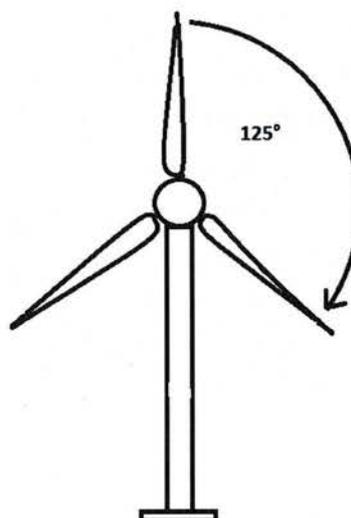


Abbildung 1: Abwurfwinkel Eisstück Würfel.

Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Form	mittlere Fläche [m ²]	mittlerer C _w -Wert [-]
1,0	700	Würfel	0,013	1,11

Tabelle 2.1: Gewähltes Eisstück.

Randbedingungen zur Schadensbewertung:

Dichte des Eises: Die Dichte des Eises wird gemäß der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /17/ zu 700kg/m³ festgelegt.

Kritische Aufprallenergie: Für die Ermittlung der kritischen Eisdicke wird die kritische Aufprallenergie (kinetische Energie) gemäß /28/ auf 40J festgelegt. Die kritische Aufprallenergie (kinetische Energie) berechnet sich zu

$$E_{kin} = 1 / 2 \cdot m \cdot v^2.$$

mit

E_{kin}: kinetische Energie [J],
m: Masse des Eisstücks [kg] und
v: Aufprallgeschwindigkeit [m/s].

Die Masse wird hierbei vereinfacht punktförmig angenommen.

2.1.2 Ermittlung eines kritischen Eisstückes

Ein kritisches Eisstück ist definiert als ein Eisstück, welches aufgrund seiner Aufprallenergie eine Gefahr für eine ungeschützte Person am Boden darstellt. Dem kritischen Eisstück werden eine kritische Eismasse und eine kritische Eisdicke zugeordnet. Zur Ermittlung sind die folgenden Arbeitsschritte erforderlich:

- Ermittlung der Aufprallgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der festgelegten Randbedingungen.
- Ermittlung der kritischen Eismasse unter Berücksichtigung der ermittelten Aufprallgeschwindigkeit und der festgelegten kritischen Aufprallenergie.
- Ermittlung der kritischen Eisdicke für einen Würfel (gewählte Geometrie des Eisstücks) unter Berücksichtigung der festgelegten Eisdichte und der ermittelten kritischen Eismasse.

In Abbildung 2 ist die Flugbahn eines Eisstücks unter Berücksichtigung der festgelegten Randbedingungen dargestellt. Die Randbedingungen (siehe Kapitel 2.1.1) wurden so gewählt, dass eine maximale Aufprallgeschwindigkeit vorliegt (Geometrie Würfel, Abwurfwinkel, geringer Abstand Abwurfpunkt Boden).

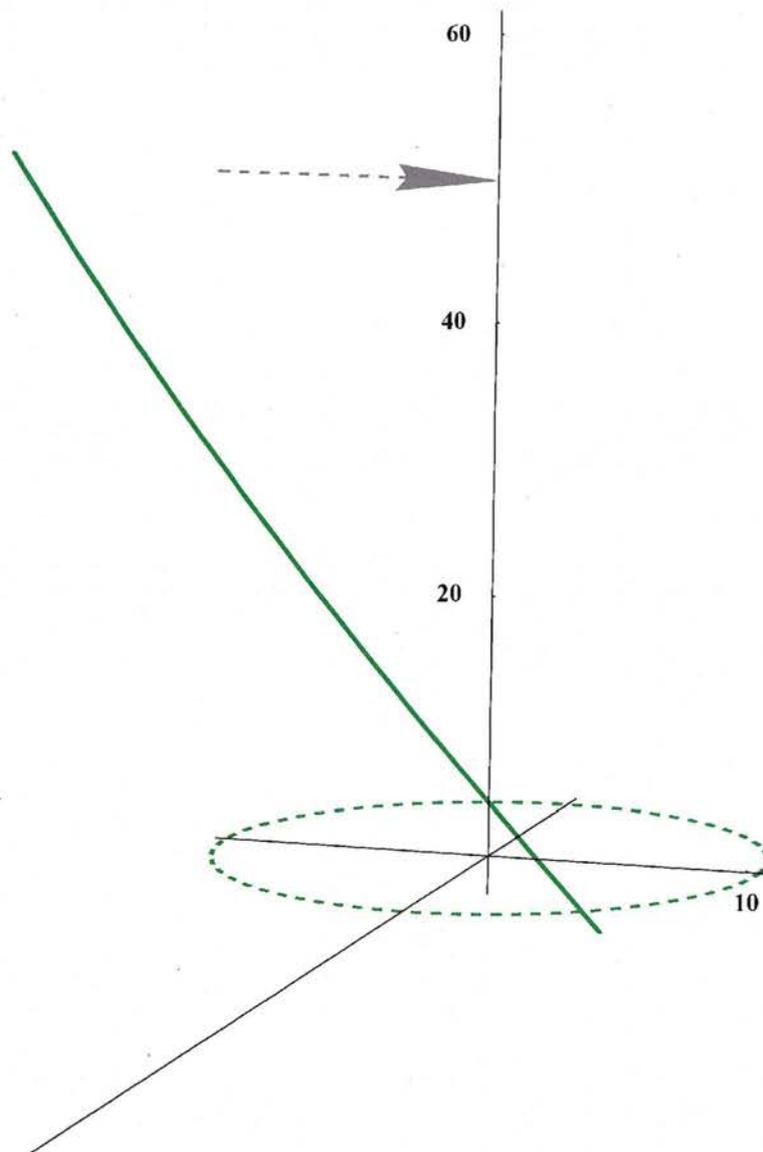


Abbildung 2: Flugbahn unter den gegebenen Randbedingungen – Eisstück Würfel
(3.2MM114, 93,0m Nabenhöhe)

Aufgrund der gewählten Randbedingungen ist die erzielte Wurfweite minimal – im Sinne einer „Worst Case“ Betrachtung sind die Aufprallgeschwindigkeit und die resultierende Aufprallenergie für die Ermittlung der kritischen Eisdicken entscheidend. Auf Basis der ermittelten Aufprallgeschwindigkeiten wurden für die untersuchten WEA-Typen die kritischen Eismassen unter Berücksichtigung der festgelegten kritischen Aufprallenergie von 40J und die daraus resultierenden kritischen Eisdicken ermittelt (siehe Tabelle 2.2).

	MM82	3.4M104	3.2M114	6M126
Aufprallgeschwindigkeit [m/s]	54,7	53,2	46,8	49,5
Kritische Eismasse [g]	26,8	28,3	36,5	32,6
Kritische Eisdicke [cm]	3,4	3,4	3,7	3,6

Tabelle 2.2: Untersuchungsergebnisse unter den gegebenen Randbedingungen (Würfel).

Vergleicht man den Würfel („Schritt eins“) mit beobachteten Eisstücken aus der Praxis (TÜV NORD Erfahrungen aus den wiederkehrenden Prüfungen und Literaturquellen /14/, /18/, /19/) sowie Modellrechnungen (Turbice /18/, /21/, /22/, /23/), so ist festzustellen, dass der Würfel als gewähltes Eisstück nicht die Bandbreite der möglichen abgeworfenen Eisstücke abdeckt. Aus diesem Grund wurden in einem zweiten Schritt etwa 144 verschiedene Eisstücke mit ihren objektspezifischen Massen generiert (Randbedingungen der Eisstücke: B; H; L: 10cm; 0,3cm bis 5cm; 5cm bis 20cm; Dichte 700kg/m³ /17/) und die Aufprallenergie unter Variation der Abwurfbedingungen ermittelt. Die folgenden Randbedingungen wurden für die Parameterstudie („Schritt zwei“) der generierten Eisstücke gegenüber dem ersten Schritt (Würfel) variiert:

- Die Windgeschwindigkeit wurde von 10m/s bis zur jeweiligen Abschaltwindgeschwindigkeit (siehe Kapitel 2.1.1) kontinuierlich mit einer Schrittweite von 1m/s variiert. Für die Ermittlung der kritischen Eisdicke hat sich gezeigt, dass der obere Windgeschwindigkeitsbereich maßgeblich ist.
- Die Lage des Rotorblattes in der Rotorebene (Abwurfwinkel) wurde in 10° Schritten von 0° bis 360° variiert.

Für jedes abgeworfene Eisstück wurden die Aufprallgeschwindigkeit sowie die zugehörige Aufprallenergie ermittelt und mit der zugrunde gelegten kritischen Aufprallenergie von 40J verglichen (siehe Kapitel 2.1.1). In der Tabelle 2.3 sind die daraus resultierenden minimalen Eisdicken für die untersuchten WEA-Typen angegeben.

	MM82	3.4M104	3.2M114	6M126
Aufprallgeschwindigkeit [m/s]	22,7	22,0	21,0	21,0
Masse [kg]	0,168	0,168	0,196	0,182
Dicke [cm]	1,2	1,2	1,4	1,3
Windgeschwindigkeit [m/s]	25	25	22	25

Tabelle 2.3: Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisstücke. Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J.

Die Ergebnisse in Tabelle 2.3 zeigen, dass die ermittelte kritische Eisdicke mit einer hohen Windgeschwindigkeit (Abschaltwindgeschwindigkeit) einhergeht. Gemäß deutschem Wetterdienst (DWD) /29/ entspricht eine Windgeschwindigkeit von 25m/s einem „schwerem Sturm“, bei dem mit brechenden Bäumen und größeren Schäden an Häusern zurechnen ist. Daher wurde für die Auswahl des kritischen Eisstückes die Windgeschwindigkeit auf kleiner gleich 20m/s begrenzt. Gemäß DWD /29/ ist bei einer Windgeschwindigkeit von 20m/s („Sturm“) immer noch mit brechenden Ästen von Bäumen (vergleichbar mit der Gefährdung durch herabfallende Eisstücke) und einem beschwerlichem Gehen zurechnen. Wir setzen daher Standortunabhängig für die Berechnung der in Tabelle 2.4 dargestellten kritischen Eisdicken die Windgeschwindigkeit von 20 m/s an.

	MM82	3.4M104	3.2M114	6M126
Aufprallgeschwindigkeit [m/s]	20,5	20,4	20,2	20,5
Masse [kg]	0,196	0,196	0,196	0,210
Dicke [cm]	1,4	1,4	1,4	1,5
Windgeschwindigkeit [m/s]	20	20	20	20

Tabelle 2.4: Untersuchungsergebnisse: Variation der generierten Eisstücke.
Auswahlkriterium: kinetische Energie größer 40J und Windgeschwindigkeit kleiner gleich 20m/s.

Die Ergebnisse aus Tabelle 2.3 und Tabelle 2.4 zeigen, dass mit zunehmender Anlagengröße die kritische Eisdicke zunimmt. Dies ist unter anderem durch den längeren Flugweg und die größere Flugzeit der abgeworfenen Eisstücke begründet. Die hohe Anfangsgeschwindigkeit, die durch die Blattspitzengeschwindigkeit auf das abgeworfene Eisstück wirkt, wird über den Flugweg durch den Luftwiderstand zunehmend abgebremst. Daraus folgt, dass mit zunehmendem Flugweg (größere Anlage) die Aufprallgeschwindigkeit sinkt und damit die kritische Masse sowie die kritische Eisdicke steigen.

Abschließend werden die kritischen Eisdicken, unter Berücksichtigung einer niedrigeren Windgeschwindigkeit bei Eisansatz /15/, zu den in Tabelle 2.4 aufgeführten Dicken festgelegt. Die dünnste ermittelte kritische Eisdicke stellt sich somit bei der Senvion MM82 (Nabenhöhe 59,0) zu 1,4cm ein.

2.1.3 Ermittlung einer kritischen Zeit zur Bildung eines kritischen Eisstückes

In der Vergangenheit gab es zum Eiswachstum verschiedene Studien auf Basis der Simulationsprogramme TURBICE /18/, /21/, /22/, /23/ (WEA – Vereisung von Rotorblättern) und LEWICE /21/ (Luftfahrt – Vereisung von Tragflächen) sowie auf Basis experimenteller Windkanalversuche /18/, /21/, /24/.

Die Studien zeigen übereinstimmend die folgenden Ergebnisse:

- Die Eiwachstumsrate von Raureif (Dicke Eis pro Zeiteinheit [mm/min]) nimmt mit zunehmender Größe der WEA (450kW bis 2MW) ab (0,75mm/min bis 0,45mm/min) /22/, /23/. Zusätzlich zu den Versuchsergebnissen /22/ wurde dieses Phänomen zunächst in einem Windpark beobachtet und daraufhin näher untersucht /22/.
- Raureif wächst insgesamt dicker auf als Klareis /21/, /24/ besitzt aber eine geringere Dichte /25/ (Raureif: 600 bis 900 kg/m³, Klareis 900kg/m³).
- Die Eiwachstumsraten der unterschiedlichen Eisformen liegen in einem Bereich von 0,45mm/min /22/ bis 3mm/min /21/.

Zusammenfassend wird die Eiwachstumsrate zu 1mm/min festgelegt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Eiwachstumsrate mit zunehmender Größe der WEA abnimmt /22/, /23/ - gemäß der Erkenntnisse aus /22/ eher unterhalb von 1mm/min liegt. Die festgelegte Eiwachstumsrate gilt in Anlehnung an /24/ (Studie DTU Wind Energy 2013) für Klareis, Raureif bzw. einer Vereisungsmischung /24/.

Auf Basis der ermittelten kritischen Eisdicken (siehe Tabelle 2.4) ergibt sich die kritische Zeit, bis zu der mit der Akkumulation der kritischen Eisdicke zu rechnen ist, ca. zu den in Tabelle 2.5 aufgeführten Werten. Innerhalb dieser Zeit sollte das Eiserkennungssystem den Eisansatz erkannt und die WEA, dort wo es gefordert ist, abgeschaltet haben, um den Eisabwurf eines kritischen Eisstücks zu verhindern.

	MM82	3.4M104	3.2M114	6M126
Detektionszeit [min]	14	14	14	15

Tabelle 2.5: Detektionszeiten bis zum Aufwachsen einer kritischen Eisdicke.

2.2 Untersuchung der Eiswurfweiten im leistungserzeugenden Betrieb der WEA

Im Rahmen der Untersuchung werden für kritische Eisstücke die möglichen Eisabwurfweiten ermittelt und mit der in der Musterliste der technischen Baubestimmungen angegebenen Formel zum Eisabwurf „1,5 * (Rotordurchmesser + Nabenhöhe)“ verglichen /32/. Zusätzlich findet ein Abgleich zu den von Senvion in /9/ festgelegten Sicherheitsradien statt.

2.2.1 Festlegung der Randbedingungen

Anlagenbezogene Randbedingungen:

WEA-Typ:

Aus dem Anlagenportfolio /1/ wurden drei WEA-Typen ausgewählt, die als repräsentativ für die Produktpalette herangezogen werden können. Hierbei wurden eine kleiner, mittlere und großer Anlagentyp sowie der im Rahmen der Datenerhebung durch Senvion gewählte Anlagentyp /3/ berücksichtigt. Für die folgenden Betrachtungen wurde je-

weils die kleinste Nabenhöhe ausgewählt, da diese nach unseren Untersuchungen für die Ermittlung der kritischen Eisdicke des Eisabwurfs konservativ ist.

- MM82 mit 59,0m und 100,0m Nabenhöhe, 82,0m Rotordurchmesser /1/
- 3.4M104 mit 73,0m und 100,0m Nabenhöhe, 104,0m Rotordurchmesser /1/
- 3.2M114 mit 93,0m und 143,0m Nabenhöhe, 114,0m Rotordurchmesser /1/
- 6M126 mit 100,0m und 117,0m Nabenhöhe, 126,0m Rotordurchmesser /1/

Für eine gute Abdeckung der jeweiligen Anlagenparameter wurden jeweils die höchste und die niedrigste Nabenhöhe für die Untersuchung des Eisabwurfs ausgewählt.

Drehzahl bei Eisabwurf: Für die Drehzahl wird jeweils die windgeschwindigkeitsabhängige Anlagendrehzahl berücksichtigt /1/.

Physikalische Randbedingungen:

Luftdichte: Die Luftdichte wird gemäß der GL Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen /17/ zu $1,225\text{kg/m}^3$ festgelegt.

Windgeschwindigkeit: Die Windgeschwindigkeit wurde von 10m/s bis zur jeweiligen Abschaltwindgeschwindigkeit (siehe Kapitel 2.1.1) kontinuierlich mit einer Schrittweite von 1m/s variiert. Für die Ermittlung der maximalen Wurfweite die maximalen Drehzahlen in Kombination mit hohen Windgeschwindigkeiten maßgeblich.

Höhenabhängigkeit: Die Windgeschwindigkeit wird als Funktion der Höhe modelliert, hierzu wird das exponentielle Windprofil verwendet. Der Höhenexponent α wird gemäß der IEC 61400-1 ed. 3 /12/ zu 0,2 festgelegt.

Erdbeschleunigung: Die Erdbeschleunigung wird zu $9,81\text{m/s}^2$ festgelegt.

Randbedingungen zum Eisabwurf:

Gewicht und Geometrie der Eisstücke: Für Gewicht und Geometrie werden die zur Ermittlung der kritischen Eisdicke untersuchten Eisstücke (144 Eisstücke siehe Kapitel 2.1.2) herangezogen. Hierbei werden die ermittelten kritischen Eisdicken als untere Grenze für die Auswahl der Eisstücke mitberücksichtigt (siehe Kapitel 2.1.2 Tabelle 2.3 und Tabelle 2.4).

Mit den gewählten Eisstücken wird eine Vielzahl möglicher Eisstücke abgedeckt.

Lageparameter des Eisstücks: Die maximale Umfangsgeschwindigkeit ist an der Rotorblattspitze gegeben. Im Rahmen der Modellierung wird angesetzt, dass sich das Eisstück zum Zeitpunkt des Abwurfs an der Rotorblattspitze befindet und somit die größtmögliche Startenergie besitzt.

Lageparameter des Rotorblattes (Abwurfwinkel): Die Lage des Rotorblattes in der Rotorebene (Abwurfwinkel) wird in 10° Schritten von 0° bis 360° variiert.

2.2.2 Ermittlung der maximalen Eisabwurfweiten auf Basis der kritischen Eisdicke

Auf Basis der in Kapitel 2.2.1 festgelegten Randbedingungen wurden die Eisabwurfweiten für kritische Eisstücke ermittelt. Die Wurfweiten wurden zum jeweiligen anlagenspezifischen Abstand aus der MLTB /32/ für den Eisabwurf ins Verhältnis gesetzt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2.6 dargestellt.

WEA-Typ	D [m]	NH [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Max. Wurfweite [m]	Abstand MLTB 1,5 * (NH + D) [m]	Verhältnis: max. Wurfweite/ Abstand MLTB	Radius Sicherheitsbereich nach Senvion [m]
MM82	82	59	25	245,8	211,5	1,16	230
	82	100	25	298,7	273,0	1,09	290
3.4M1 04	104	73	25	282,6	265,5	1,06	273
	104	100	25	315,5	306,0	1,03	320
3.2M1 14	114	93	22	268,6	310,5	0,87	320
	114	143	22	327,6	385,5	0,85	386
6M126	126	100	25	335,4	339,0	0,99	340
	126	117	25	359,2	364,5	0,99	370

Tabelle 2.6: Maximale Wurfweiten bei Eisabwurf im Betrieb (Windgeschwindigkeit Abschaltwindgeschwindigkeit).

Die Ergebnisse in Tabelle 2.6 zeigen, dass die ermittelten maximalen Wurfweiten mit hohen Windgeschwindigkeiten (Abschaltwindgeschwindigkeit) einhergehen. Auf Basis der Herleitung und der Ergebnisse aus Kapitel 2.1.2 zu den Windbedingungen bei Eisabwurf wurde im Folgenden die Windgeschwindigkeit auf kleiner gleich 20m/s begrenzt. Daraus ergeben sich die in Tabelle 2.7 dargestellten Eisabwurfweiten.

WEA-Typ	D [m]	NH [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Max. Wurfweite [m]	Abstand MLTB 1,5 * (NH + D) [m]	Verhältnis: max. Wurfweite/ Abstand MLTB	Radius Sicherheitsbereich nach Senvion [m]
MM82	82	59	20	192,3	211,5	0,91	230
	82	100	20	232,7	273,0	0,85	290
3.4M1 04	104	73	20	219,7	265,5	0,83	273
	104	100	20	244,4	306,0	0,80	320
3.2M1 14	114	93	20	244,2	310,5	0,79	320
	114	143	20	293,3	385,5	0,76	386
6M126	126	100	20	258,7	339,0	0,76	340
	126	117	20	276,2	364,5	0,76	370

Tabelle 2.7: Wurfweiten bei Eisabwurf im Betrieb (Windgeschwindigkeit 20m/s).

Die Ergebnisse in Tabelle 2.7 zeigen, dass bei Windgeschwindigkeiten kleiner gleich 20m/s die Eisabwurfweiten niedriger sind als der in der MLTB /32/ beschriebenen anlagenspezifische Abstand für den Eisabwurf. Die maximal simulierte Wurfweite liegt bei 91% der MLTB-Wurfweite (siehe Tabelle 2.7, erste Zeile). Die von Senvion in der Standortbewertung /11/ verwendeten Radien für den Sicherheitsbereich liegen noch oberhalb der von MLTB beschriebenen Abständen. Daher sind diese als abdeckend einzustufen.

Mit /33/, /34/ hat TechnoCentre für Senvion zwei Winter Untersuchungen zur Vereisung von zwei WEA des Typs MM92 in Kanada durchgeführt. Hierbei wurde unter anderem der Eisabwurf untersucht. Für abgeworfene Eisstücke wurden sowohl die Größe als auch die Wurfweite dokumentiert. Hierbei zeigt sich, dass in den beiden beobachteten Wintern die maximale beobachtete Eisabwurfweite unterhalb der Gesamthöhe der WEA lag. Dem TÜV NORD sind darüber hinaus keine Berichte bekannt, wo ein Eisstück weiter als den in der MLTB genannten Abstand für den Eisabwurf abgeworfen wurde.

Auf Basis der Ergebnisse zur Simulation des Eisabwurfs, der Ergebnisse des untersuchten Standortes in Kanada /33/, /34/ sowie den bisher bekannten Berichten zum Eisabwurf zeigt sich, dass die Verwendung des in der MLTB genannten Abstandes und

somit auch die von Senvion festgelegten Sicherheitsradien für die Abgrenzung des maximalen Eisabwurfs geeignet ist /11/. Der Abstand ist nach derzeitigem Stand zur Vereisung von WEA und den Erfahrungen aus der Praxis als ausreichend konservativ und abdeckend anzusehen.

2.3 Untersuchung des Anfahrvorgangs

Wird die WEA ohne vorliegende Vereisung wegen Windstille oder aus anderen Gründen gestoppt, fährt sie in den Trudelbetrieb mit einer langsamen Rotordrehzahl. Der langsam drehende Rotor im Trudelbetrieb kann eine Abschattung der Anemometer zur Folge haben. Für die genannten Stillstandsbedingungen ist eine der beiden Auslösebedingungen der Anemometereisererkennung an einen Schwellenwert der Getriebedrehzahl gekoppelt (Verweis auf Kapitel 3.3).

Um eine Fehlauflösung der Eisererkennung mittels Anemometervergleich zu verhindern (wenn tatsächlich nur eine vorübergehende Abschattung vorliegt), beginnt die Eisererkennung bei einer Getriebedrehzahl von größer 300U/min. Nach einer Detektionszeit von 20 Sekunden wird eine mögliche Vereisung erkannt (siehe Kapitel 3.3). In dem Bericht /2/ wurden von Senvion insgesamt 173 Vereisungszeitpunkte (mittlere und schwere Vereisung) untersucht. Nur in einem Fall ist das beschriebene Szenario eingetreten. Der im Folgenden untersuchte Fall tritt damit relativ selten auf.

Im Rahmen der Bewertung der Eisererkennung wird für den beschriebenen Anfahrvorgang untersucht, ob dieser eine zusätzliche Gefährdung gegenüber dem Eisabfall darstellt. Eisabfall ist im Winter bei Vereisung der WEA nicht vermeidbar und kann je nach Lage des WEA-Standorts zu einer Gefährdung der Umgebung führen.

2.3.1 Festlegung der Randbedingungen

Für die Bewertung des Anfahrvorgangs wurden die selben WEA-Typen und physikalischen Randbedingungen wie in den Kapiteln 2.1 und 2.2 berücksichtigt.

Die anlagenspezifische maximale Drehzahl wurde auf Basis der übermittelten Hochlaufvorgänge der einzelnen WEA-Typen bei einer Windgeschwindigkeit oberhalb der Nennwindgeschwindigkeit /6/ ermittelt. Hierzu wurde der maximal Wert der Drehzahl, 20s nachdem die vorgegebenen 300 U/min Getriebedrehzahl /7/ überschritten wurden, aus den Diagrammen abgelesen. Da es sich um eine grafische Auswertung handelt, wurde konservativ eine Zeit von etwas über 20s berücksichtigt. Die ermittelten Drehzahlen sind in der Tabelle 2.8 dargestellt.

WEA-Typ	Getriebedrehzahl [U/min]	Getriebeübersetzung	Rotordrehzahl [U/min]
MM82	475	106	4,5
3.4M104	440	87	5,1
3.2M114	480	99,5	4,9

WEA-Typ	Getriebedrehzahl [U/min]	Getriebeübersetzung	Rotordrehzahl [U/min]
6M126	440	97	4,6

Tabelle 2.8: Übermittelte maximale Drehzahlen des Anfahrvorganges bis zur Auslösung der Eiserkennung /6/.

Mit den ermittelten Drehzahlen wurde für die unterschiedlichen WEA-Typen sowohl der Eisabwurf als auch der Eisabfall simuliert. Für eine realistische Einschätzung der Bedingungen des Anfahrvorganges wurden daraus die flächenbezogenen Trefferhäufigkeiten (Gefährdungsflächen) um die WEA ermittelt. Die Berechnung der flächenbezogenen Trefferhäufigkeit erfolgt unter Variation (Monte-Carlo-Simulation) verschiedener Parameter /26/: Position und Größe des Eisstücks, Stellung des Rotorblatts, Windrichtung (Gleichverteilt), Windgeschwindigkeit (IEC – Klasse 1 /12/) etc. Im Rahmen der Simulation werden jeweils etwa 100.000 verschiedene Flugbahnen und Trefferpunkte generiert.

Für die Einteilung der flächenbezogenen Trefferhäufigkeiten wurde die in Tabelle 2.9 dargestellte Zonierung gewählt.

Zone	Trefferhäufigkeiten [1/m ²]
1	größer 1,0E-04
2	1,0E-05 bis 1,0E-04
3	1,0E-06 bis 1,0E-05
4	1,0E-07 bis 1,0E-06
5	1,0E-08 bis 1,0E-07

Tabelle 2.9: Wahrscheinlichkeitszonen und Trefferhäufigkeitsbereiche.

2.3.2 Vergleich der Gefährdungsbereiche Eisabwurf zum Eisabfall beim Anfahrvorgang

Aus den Ergebnissen der Simulationen wurden die flächenbezogenen Trefferhäufigkeiten pro m² ermittelt und in die in Tabelle 2.9 beschriebene Zonierung eingeteilt. Für die einzelnen Zonen wurden Grenzdrehzahlen für den Eisabwurf und den Eisabfall ermittelt und ins Verhältnis zueinander gesetzt. In der Tabelle 2.10 sind die berechneten Abweichungen der einzelnen Gefährdungszonen bei der jeweiligen anlagenspezifischen Drehzahl des Anfahrvorganges (siehe Tabelle 2.8, /6/) dargestellt. Die Ergebnisse zeigen Abweichungen zwischen den ermittelten Grenzdrehzahlen des Eisabwurfs während des Anfahrvorganges und des Eisabfalls. Nicht für alle untersuchten Szenarien konnten Trefferhäufigkeiten größer 1,0E-04 pro m² ermittelt werden, weil sich die Treffer über einen weite-

ren Bereich unterhalb der WEA verteilt haben. Für diese Szenarien wurden die Ergebnisse ab der zweiten Zone dargestellt.

WEA-Typ	D [m]	NH [m]	Rotor-drehzahl [U/min]	Zone 1 Wurf/Fall [%]	Zone 2 Wurf/Fall [%]	Zone 3 Wurf/Fall [%]	Zone 4 Wurf/Fall [%]	Zone 5 Wurf/Fall [%]
MM82	82	59	4,5	86,8	131,3	110,7	109,7	99,4
	82	100	4,5	-	112,5	107,2	113,4	103,6
3.4M104	104	73	5,1	62,4	134,0	116,4	115,8	110,0
	104	100	5,1	-	129,0	113,8	112,1	107,0
3.2M114	114	93	4,9	-	135,5	115,9	106,3	103,8
	114	143	4,9	-	122,1	109,6	103,4	107,5
6M126	126	100	4,6	-	132,2	114,5	106,8	101,2
	126	117	4,6	-	133,5	113,4	105,3	109,3

Tabelle 2.10: Ergebnisse Vergleich Eisabwurf/Eisabfall Anfahrvorgang. Drehzahl /6/.

Die Ergebnisse der Untersuchung des Anfahrvorganges bei möglicher Vereisung zeigen,

- dass sich die gesamte Ausdehnung des Gefährdungsbereichs eines möglichen Eisabwurfs beim Anfahrvorgang gegen über dem Eisabfall nur wenig erweitert,
- dass der spezielle Fall des Anfahrens bei den durch Senvion untersuchten Vereisungsereignissen /2/ nur in einem von 173 Vereisungssituationen eingetreten ist und es sich somit um ein eher seltenes Ereignis handelt,
- dass die mögliche Gefährdung durch Eisabwurf zusätzlich in einem zeitlich sehr stark begrenzt Zeitraum eintreten würde (20 Sekunden bis zu Eiserkennung und wieder Abschaltung der WEA).

Daher ist der oben untersuchte Anfahrvorgang als unkritisch zu bewerten (siehe hierzu die Bewertung im Kapitel 4.3).

3 Bewertung der Eiserkennungssysteme

3.1 Bewertung des Messprinzips beim Senvion Eiserkennungsverfahren

Das Messprinzip der Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb basiert auf der Änderung der aerodynamischen Eigenschaften der Blattprofile durch Eisansatz, welcher sowohl die Oberflächenrauigkeit als auch die Geometrie des Rotorblattes so verändert, dass es zu einem signifikanten Verlust an aerodynamischer Leistungsfähigkeit kommt. Theoretisch ist die Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb in der Lage, bereits eine erhöhte Rauigkeit der Oberfläche durch Raureif zu erkennen. Diese Aussage wird gestützt durch Veröffentlichungen wie /31/, in welcher ein hoher Verlust an Auftrieb bereits bei leichter Vereisung messtechnisch gezeigt wird. Der einzustellende Schwellenwert ist deshalb so zu wählen, dass Fehldetektionen und somit unnötige Abschaltungen der WEA vermieden werden.

Das Prinzip der Eiserkennung durch das Anemometerverfahren beruht auf der Änderung des Reibungswiderstands und c_w Werts der Schalen bei einem unbeheizten, mechanischen Anemometer durch Eis, Schnee und Raureif sowie dem Vergleich zu einem Unbeeinflussten Messinstrument. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass theoretisch auch außerhalb des leistungserzeugenden Betriebs eine Vereisung erkannt werden kann.

3.2 Bewertung der Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb

Der Kern des betriebsdatenbasierten Eiserkennungssystems ist ein in der Steuerung der Anlage implementierter Algorithmus, der aus gemessenen Signalen (Drehzahl, Rotorblattwinkel, Windgeschwindigkeit) eine theoretische Leistung bildet und das Ergebnis mit der tatsächlichen Leistung vergleicht. Weichen theoretische und gemessene Leistung zu stark voneinander ab, führt dies, dort wo es gefordert ist, zum Abschalten der Anlage.

Der Schwellenwert ist abhängig von den Eigenschaften der Anlage. Im Fall des Senvion Eiserkennungssystems liegt dieser Schwellenwert für alle Anlagen bei ca. 25% der theoretischen Leistung. In Abbildung 3 ist die Grenzkurve beispielhaft dargestellt.

Eine Beschreibung des Eiserkennungsalgorithmus befindet sich im Dokument /1/.

Es ist zu indizieren, dass eine kritische Eisdicke, wie sie in Kapitel 2.1 ermittelt wurde, durch Überschreitung dieses Schwellenwertes erkannt wird. Zu diesem

Zweck wurde der Messbericht /2/ sowie die dazugehörigen Plots /3/ und Bilder eingereicht.

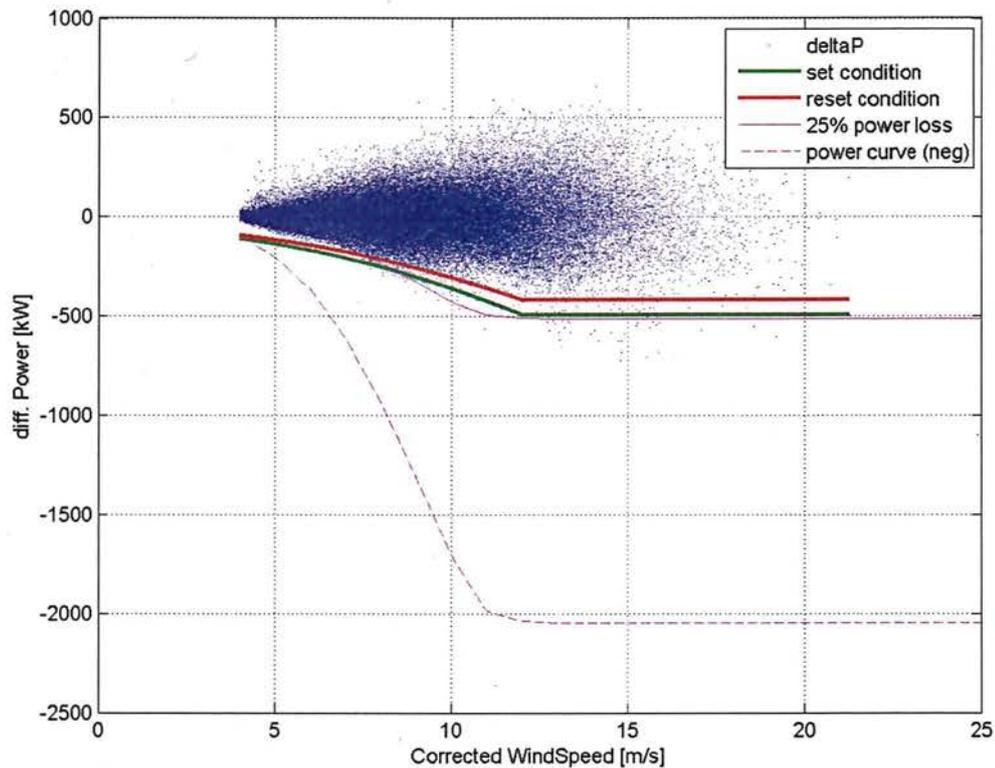


Abbildung 3: Beispielhafte Grenzkurve Abweichung elektrische Leistung

3.3 Bewertung des Anemometervergleichs

Der Kern des anemometerbasierten Eiserkennungssystems ist der Vergleich zwischen den beiden voneinander unabhängigen Anemometern.

Es gibt zwei mögliche Auslösekriterien für den Anemometervergleich.

1. Wenn das Schalenkreuzanemometer im gleitenden 600s Mittel eine Windgeschwindigkeit kleiner als 0,05 m/s und das Ultraschallanemometer eine Windgeschwindigkeit größer als 3 m/s misst.
2. Wenn die Differenz der Messwerte beider Anemometer größer als 6 m/s ist bei einer gleichzeitigen Getriebedrehzahl von mindestens 300 U/min .

Bei beiden Kriterien muss die Außentemperatur $+3^{\circ}\text{C}$ unterschreiten um einen Alarm auszulösen.

Die Bindung an eine Mindestgetriebedrehzahl beim zweiten Auslösekriterium soll verhindern, dass durch einen stehenden Rotor eines der beiden Anemometer verschattet wird und es somit zu einer Fehldetektion kommt. Senvion hat ermittelt, dass die Störzeit durch jedes Rotorblatt maximal ein Viertel des Setdelay von 20 s betragen sollte um eine störungsfreie Funktion der Eiserkennung zu gewährleisten. Daher beträgt die niedrigste einstellbare Grenzdrehzahl des Getriebes für eine Aktivierung des zweiten Auslösekriteriums der Eiserkennung 300 U/min. Dies entspricht einem schnellen Trudeln und liegt für alle Senvionturbinen unterhalb der Zuschaltdrehzahl.

Eine Beschreibung des Eiserkennungsalgorithmus befindet sich im Dokument /1/.

Es ist zu indizieren, dass eine kritische Eisdicke, wie sie in Kapitel 2.1 ermittelt wurde, durch Überschreitung dieses Schwellenwertes erkannt wird. Zu diesem Zweck wurde der Messbericht /2/ sowie die dazugehörigen Plots /3/ und Bilder eingereicht.

3.3.1 Messbericht zur Gutachtenerstellung

Zentrales Dokument zur Bewertung des Eiserkennungssystems ist der von Senvion verfasste Bericht zur Gutachtenerstellung Maßnahmen bei Eisansatz Position 3 /2/. Darin werden für den Winter 2014/15 die Ergebnisse einer Senvion 3.2M in Deutschland sowie einer Senvion MM82 in Kanada ausgewertet. Am deutschen Standort wurde lediglich das Anemometerverfahren getestet, während in Kanada beide Eiserkennungsverfahren zum Einsatz kamen. Die Daten, auf denen der Bericht basiert, liegen dem TÜV NORD vollständig vor.

Die Bewertung des Eiserkennungssystems basiert auf den folgenden Informationen. Insgesamt wurden zur Erstellung des Berichtes von Senvion ca. 60.000 Bilder und insgesamt 173 Vereisungszeitpunkte ausgewertet.

Ergebnisse zum Vereisungszustand der Rotorblätter: Von einer auf der Gondel installierten Kamera wurden in 10 minütigem Abstand Fotos der Rotorblätter aufgenommen, welche dem TÜV NORD vorliegen. Aus diesen Aufnahmen wurde auf den Vereisungszustand der Rotorblätter geschlossen.

Ergebnisse zum Vereisungszustand der Anemometer: Von einer auf der Gondel installierten Kamera wurden in 10 minütigem Abstand Fotos der Anemometer aufgenommen, welche dem TÜV NORD vorliegen. Aus diesen Aufnahmen wurde auf den Vereisungszustand auf der Gondel inklusive Wettermast geschlossen.

Aufzeichnungen der Betriebsdaten: Die Betriebsdaten der untersuchten Anlagen wurden grafisch dargestellt und liegen dem TÜV NORD vor /3/. Dargestellt sind Außentemperatur, Windgeschwindigkeit (Ultraschallanemometer, Schalenkreuzanemometer und Abweichung), Leistung, theoretische Eisdicke, Leistungsdifferenz (effektiv/ theoretisch), die Ausgangssignale der Eiserkennung (Anemometer und Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb), sowie das Verhalten der Anlage bezüglich Vereisung (siehe Abbildung 4).

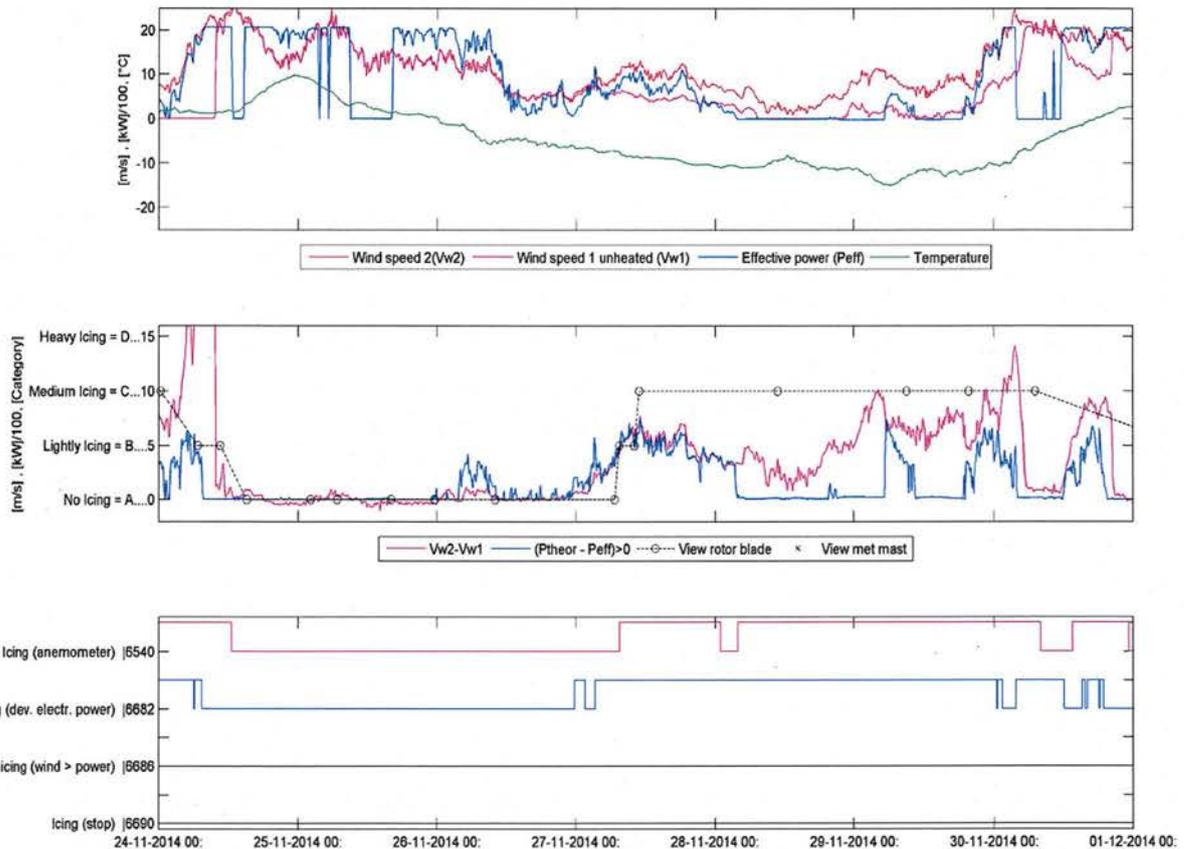


Abbildung 4: Beispiel für die übermittelten Betriebsdaten

3.3.2 Einteilung der Vereisungskategorien

Zur Auswertung der Bilder wird die Vereisung der Anlage von Senvion in vier Kategorien unterteilt, keine Vereisung (A) Abbildung 5, leichte Vereisung (B) Abbildung 6, mittlere Vereisung (C) Abbildung 7 und schwere Vereisung (D) Abbildung 8. Der TÜV NORD hält diese Einteilung für plausibel und nachvollziehbar. Dabei liegen die Schichtdicken der Vereisung in den Kategorien A und B unterhalb der ermittelten kritischen Eisdicken (Vergleich 2.1) während die Kategorien C und D dieser entsprechen bzw. sie überschreiten. Somit müssen die Eiserkennungssysteme die Kategorien C und D sicher erkennen können.

Kategorie	Beobachtung am Blatt	Beobachtung am Wettermast
A	<ul style="list-style-type: none"> • Eisfreies Rotorblatt • Kein Raureif sichtbar • Keine Reflektion von Klareis 	<ul style="list-style-type: none"> • Keinerlei Anhaftungen, • Matte Reflektionen von der Struktur (Metall)

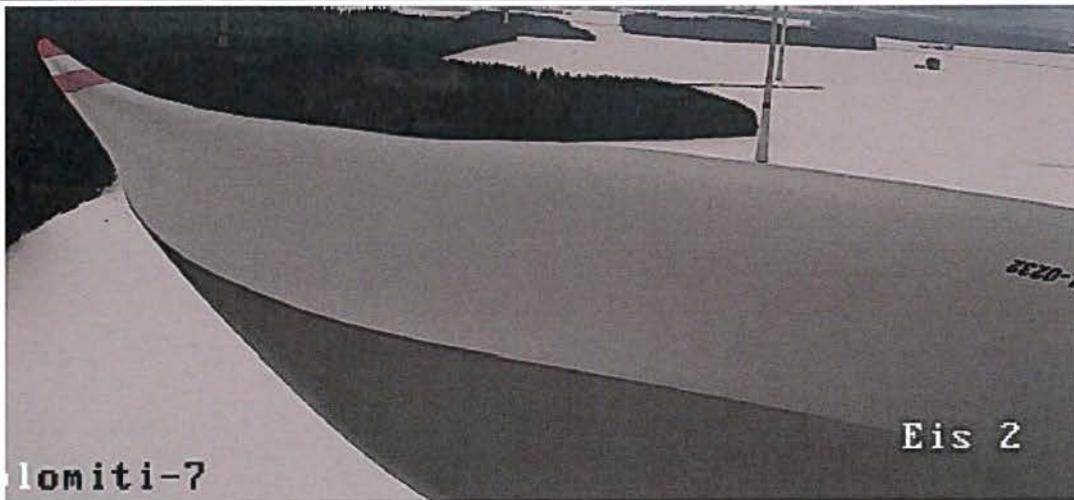


Abbildung 5: Keine Vereisung

Kategorie	Beobachtung am Blatt	Beobachtung am Wettermast
B	<ul style="list-style-type: none">• Reste von Eis auf Vorderkante möglich.• Teilweise Eis- oder Schneeanhaftung• Oberflächenbedeckung gering <10%	<ul style="list-style-type: none">• Geringfügige Eisanhaftungen, Raureif



Abbildung 6: Leichte Vereisung

Kategorie	Beobachtung am Blatt	Beobachtung am Wettermast
C	<ul style="list-style-type: none">• Deutliche Eisanhaftungen• Keine vollständige Oberflächenbedeckung• Eisanwachs an Vorderkante	<ul style="list-style-type: none">• Raureif, Klareis oder Schnee• Teilweise Eisanwachsungen an Strukturen• Teilweise Eiszapfen
		
		

Abbildung 7: Mittlere Vereisung

Kategorie	Beobachtung am Blatt	Beobachtung am Wettermast
D	<ul style="list-style-type: none">• Deutlicher Eisanwachs an der Vorderkante und/ oder hohe Oberflächenabdeckung >70%	<ul style="list-style-type: none">• Strukturen (fast) vollständig überwachsen
		
		

Abbildung 8: Schwere Vereisung

3.3.3 Beobachtungen und Bewertungen zum Messbericht

In diesem Abschnitt werden folgende Punkte bewertet, die sich für die Prüfung als möglicherweise kritisch herausstellen:

- Trefferquote der Eiserkennungssysteme
- Anfahrvorgang der Anlage (nicht leistungserzeugend) und Zeitverzögerung der Eiserkennung nach Zuschalten der Anlage
- Abdeckung verschiedener Betriebsbereiche
- Übereinstimmung der Beobachtungen aus der Messung mit der Spezifikation des Algorithmus.

Am deutschen Standort, an dem lediglich das Anemometerverfahren getestet wurde, wurden sämtliche Eisereignisse rechtzeitig erkannt. Das Anemometerverfahren registrierte eine Vereisung im Durchschnitt 3,8 Stunden bevor diese auf den Bildern als Vereisung der Kategorie C zu bewerten war. Beim Abtauen der Eisschicht wurde die Anlage im Durchschnitt erst 9,1 Stunden, nachdem auf den Bildern kein Eis der Kategorie C mehr vorhanden war, vom Eiserkennungssystem frei gegeben. Daraus ist die hinreichende Genauigkeit und Konservativität des Verfahrens zu erkennen.

Für den Standort in Kanada, an dem beide Eiserkenner genutzt wurden, ergab sich während des Zeitraums vom 07.10.2015 bis zum 01.06.2015 insgesamt an 110 Tagen eine Vereisung der Kategorie C oder D. Von diesen Vereisungsereignissen wurden alle bis auf eins rechtzeitig erkannt.

Bei dem unerkannten Vereisungsereignis vom 11.04.2015 handelt es sich um einen Vorfall, bei dem sich Eis an der Vorderkante des Rotorblatts gebildet hat, der Rest des Rotors jedoch weitestgehend eisfrei blieb. Dies führte nur zu geringen Abweichungen in der Aerodynamik des Rotorblattes, wodurch die Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb keine Vereisung detektierte. Die vorhandene Vereisung befand sich im Übergang zwischen leichter und mittlerer Vereisung und lag nur für einen kurzen Zeitraum vor. Wie in den Betriebsdaten für den entsprechenden Zeitraum erkennbar (siehe Abbildung 9), identifizierte der Anemometervergleich zwar eine Abweichung zwischen den beiden gemessenen Windgeschwindigkeiten, diese lag mit 5 m/s jedoch knapp unterhalb der Auslösegrenze. Dieser Vereisungsfall zeigt die vorhandene Grenze des Systems auf.

Vor dem Hintergrund der ausführlichen Messkampagne kann das Gesamtsystem als dem Stand der Technik entsprechend bewertet werden. In der Messkampagne wurden zwei Anlagen, an zwei Standorten jeweils über die gesamte Kälteperiode des Jahres ausführlich überwacht, dabei wurden 173 Vereisungsereignisse aufgezeichnet von denen lediglich eins unerkannt blieb.

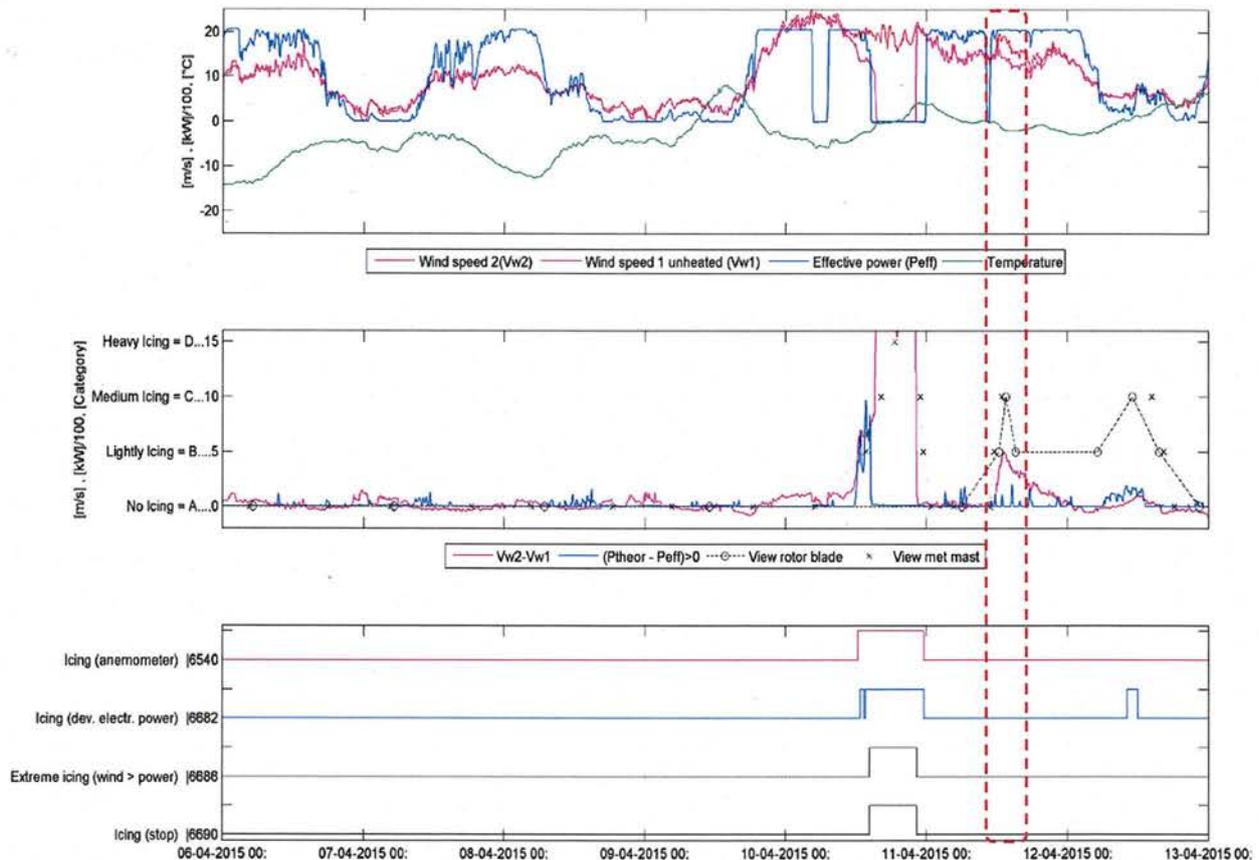


Abbildung 9: Darstellung der Betriebsdaten für das unerkannte Vereisungsereignis vom 11.04.2015

Der dem TÜV NORD vorliegende Messbericht /2/ indiziert, dass die Eiserkennungssysteme sowohl im Teillast- als auch im Vollastbetrieb mit hoher Zuverlässigkeit funktionieren. Das gemessene Verhalten des Eiserkennungssystems stimmt mit dem spezifizierten Verhalten überein.

3.4 Grenzen der Bewertungskette

3.4.1 Geschlossenheit der Bewertungskette und Schnittstellen

Für eine geschlossene Bewertungskette ist es notwendig, die kritische Eisdicke und die Einstellung des Eiserkennungssystems in Verbindung mit dem Messbericht /2/ zu bringen.

Die in Kapitel 2.1 ermittelte kritische Eisdicke für alle Senvion Anlagen beträgt 14 mm. Der Messbericht zeigt auf der anderen Seite, dass Eis sicher erkannt wird bevor die Vereisungskategorie „mittlere Vereisung“ erreicht wird, sich somit noch in der Kategorie „leichte Vereisung“ befindet. Ein zentraler Punkt der Bewertungskette ist es diese Informationen zu verknüpfen.

Wie Fotoaufnahmen der Rotorblätter zeigen, ist nur eine geringe Eisdicke bei Vereisungskategorie „leichte Vereisung“ vorhanden. Es wird dabei angenommen, dass die auf dem Foto sichtbare Eisdicke nur wenige Millimeter beträgt und geringer ist als die kritische Eisdicke von 14 mm. Ferner ist eine zentrale Annahme, dass die (subjektive) Klassifizierung der Fotoaufnahmen für alle anderen Zeitpunkte nach den gleichen Maßstäben durchgeführt wurde.

3.4.2 Repräsentativität der Messungen

Die Messungen wurden über die gesamte Kälteperiode 2014/15 an zwei Standorten mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen durchgeführt.

- Dauer der Messung: Die Dauer der Messung kann als repräsentativ angesehen werden.

- Vereisungsgrad: Die unterschiedlichen Standorte weisen deutliche Unterschiede in den Vereisungsperioden auf. Am deutschen Standort fand ein stetiger Wechsel zwischen Vereisungs- und Tauperioden, ohne „schwere Vereisung“ statt. Dadurch lässt sich gut die Reaktion des Eiserkennungssystems im Bereich der kritischen Eisdicke erkennen. In Kanada wurde darüber hinaus auch mehrere längere Vereisungsperioden mit „schwerer Vereisung“ beobachtet. Die hohe gemessene Zuverlässigkeit der Eiserkennung zeigt, dass schwere Vereisung und damit auch Vereisungsbedingungen, die Schäden verursachen können, zuverlässig erkannt werden.

Ferner ist anzumerken, dass die Fotoaufnahmen der vereisten Rotorblätter, welche dem TÜV NORD vorliegen, zum Teil eine Vereisung der Rotorblätter im Bereich der Hinterkante zeigen. Wie der Bericht /31/ anhand von Windkanalversuchen indiziert, führt eine Vereisung an der Rotorblattvorderkante zu einer stärkeren Änderung der aerodynamischen Beiwerte als eine Vereisung in der Nähe der Hinterkante. Die in der Messung vorliegende Vereisung scheint somit schwerer detektierbar als eine Vereisung der Profilvorderkante.

3.4.3 Unsicherheiten der Messung

Die Unsicherheiten der Messung können als gering eingestuft werden, da die Betriebskenndaten sehr präzise gemessen werden und die Messung der Windgeschwindigkeit ebenfalls bei entsprechenden Laufzeiten der Mittelwertbildung präzise ist.

3.4.4 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anlagen

Darüber hinaus ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus den Messungen auf andere Anlagen von Senvion gegeben. Die Messungen wurden an einer MM 82 und einer 3.2M durchgeführt. Dies entspricht der kleinsten und zweitgrößten Turbine im bewerteten Portfolio von Senvion und stellt damit einen guten Schnitt durch das gesamte Portfolio dar.

Für die Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb lässt sich grundsätzlich feststellen, dass auch bei höheren Rotordurchmessern bereits eine leichte Vereisung der Rotorblätter zu einem derart hohen Verlust an erzeugter Leistung führen, dass auch

hier die Detektierbarkeit gegeben ist. Auch wenn die Möglichkeit besteht, dass bei weiteren Anlagen von Senvion bei leichter Vereisung eine etwas geringere Differenz der Leistung auftritt, ist hier in Bezug auf die kritische Eisdicke ausreichend Reserve vorhanden.

Die Eiserkennung über den Anemometervergleich funktioniert unabhängig von der Turmhöhe oder dem Rotordurchmesser, somit sind die aus dem Messbericht gewonnenen Erkenntnisse vollständig auf die anderen Turbinen übertragbar.

3.5 Zusammenfassung der Bewertung der Eiserkennung

Sowohl die Prüfung des Eiserkennungsverfahrens als auch die Analyse der Messergebnisse zeigen, dass das von Senvion implementierte duale Eisdetektionsverfahren mit hinreichend hoher Zuverlässigkeit eine kritische Vereisung der Rotorblätter erkennen kann.

Eine wichtige Voraussetzung für diese Aussage ist, dass die kritische Eisdicke größer ist als die in der Messung vorliegende Eisdicke für „leichte Vereisung“. Diese Aussage erfolgte über die Bewertung der Fotoaufnahmen (Messkampagne mit ca. 60000 ausgewerteten Bildern). Obwohl der in den dem TÜV NORD vorliegenden Abbildungen erkennbare Vereisungsgrad eine geringere Eisdicke indiziert, als die kritische Eisdicke, liegt in diesem Schritt der Bewertungskette eine gewisse Unsicherheit.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von Senvion verwendete Eiserkennungsverfahren dem Stand der Technik entspricht und dass mit den vorliegenden Einstellungen eine Eisdicke erkannt wird, die geringer ist als die kritische Eisdicke.

4 Bewertung der Bedingungen zum Wiederanfahren

Das Anfahren bzw. Wiederanfahren muss in drei verschiedene Fälle unterteilt werden.

1. Anfahren/ Wiederanfahren nach Vereisung durch manuellen Reset;
2. Automatisches Wiederanfahren nach erkannter Vereisung infolge Änderung der meteorologischen Bedingungen;
3. Anfahren bei Vereisungsbedingungen nach Stillstandzeiten

4.1 Anfahren/ Wiederanfahren durch manuellen Reset

Das manuelle Anfahren der WEA, nachdem die Vereisung der WEA durch eine autorisierte Person vor Ort ausgeschlossen wurde, stellt nach Meinung der Gutachter eine sichere Möglichkeit für einen eisfreien Start der Anlage dar. Voraussetzung hierfür ist, dass das Personal entsprechend geschult ist. Hierfür können die von Senvion bereitgestellten Schulungsunterlagen /10/ verwendet werden.

4.2 Automatisches Wiederanfahren nach Vereisung infolge Änderung der meteorologischen Bedingungen

Für das automatische Wiederanfahren nachdem eine Vereisung festgestellt wurde, verwendet Senvion die im Dokument /5/ beschriebene Abtauformel. Diese beruht auf dem Prinzip der zum Abtauen einer Eisschicht benötigten Schmelzwärme. Diese kann durch Konvektion, Wärmeleitung, Strahlenabsorption und Sublimation entstehen. Senvion beschränkt sich bei der Abtauformel auf die Schmelzwärme durch Konvektion. Die Vernachlässigung der anderen Abtaueffekte führt zu einem konservativen Rechenmodell.

Zur Berechnung der notwendigen Schmelzwärme nimmt Senvion eine theoretische Schichtdicke des Eises an. Solange die Temperaturen sich oberhalb der eisbildenden Bedingungen befinden, wird die berechnete Schichtdicke kontinuierlich um einen den Umgebungsbedingungen entsprechenden Wert verringert. Fällt die Temperatur jedoch während dieses Vorgangs unter 0°C, wird die theoretische Schichtdicke wieder erneut aufgebaut und der Vorgang startet erneut /4/.

Die resultierende Abtauzeit ist abhängig von der Umgebungstemperatur und den Windverhältnissen. Wobei eine höhere Umgebungstemperatur und Windgeschwindigkeit die benötigte Abtauzeit verringern.

Die Abtauformel und der damit verbundene automatische Wiederanlauf der WEA nach Vereisung wird als plausibel und unkritisch bewertet.

4.3 Anfahren bei Vereisungsbedingungen nach Stillstandzeiten

Da die Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb nicht dazu geeignet ist, Vereisungen während des Stillstands der WEA bzw. im Trudelbetrieb festzustellen und die Eiserkennung durch Anemometervergleich unter bestimmten Konstellationen eine Mindestdrehzahl benötigt, um korrekt zu funktionieren (siehe Kapitel 3.3), kann es während des Stillstands der Turbine zu einer unbemerkten Vereisung des Rotors kommen.

Der Stillstand einer Turbine kann üblicherweise nach zwei Ursachen unterschieden werden. Zum einen Schwachwindperioden, in denen die Windgeschwindigkeit über einen längeren Zeitraum unterhalb der benötigten Startwindgeschwindigkeit liegt und zum anderen Fehler in der Anlage, die zum Stillstand führen. Die beiden Fälle werden im Folgenden separat betrachtet und bewertet.

Da es in der Regel nicht innerhalb von kurzer Zeit zu Windgeschwindigkeitsänderungen von Schwachwind zu Starkwind kommt und die Detektionszeit bei der Eiserkennung durch Anemometervergleich bei 20 Sekunden liegt, kann die von Senvion gewählte Option des Anfahrens bei Vereisungsbedingungen nach Stillstandzeiten durch Schwachwind als ausreichend sicher bewertet werden.

Im Gegensatz zum Anfahren nach Schwachwindperioden, können nach Behebung eines Fehlers (z.B. durch Fernreset) bereits hohe Windgeschwindigkeiten herrschen. Um zu verhindern, dass die vereiste Turbine innerhalb der Detektionszeit von 20 Sekunden auf hohe Rotationsgeschwindigkeiten kommt, wird Senvion die Grenzdrehzahl für die Detektion durch das Anemometerverfahren als Ergebnis der vorhergehenden Untersuchungen auf 300 U/min begrenzen.

Dies in Verbindung mit dem seltenen Auftreten dieser Bedingungen (Anlage vereist nach Stillsetzung und fährt bei höherer Windgeschwindigkeit wieder an, aber das Schalenkreuzanemometer ist nicht eingefroren) und der geringen Detektionszeit (20s) führt dazu, dass das Anfahren bei Vereisungsbedingungen nach Stillstandzeiten durch einen Fehler als ausreichend sicher bewertet wird.

5 Einbindung in das Betriebsführungssystem der WEA

5.1 Verwendete Technik

Sowohl das Verfahren zur Eiserkennung aus Messwerten des Produktionsbetriebes der WEA, als auch der Vergleich der Messwerte des unbeheizten Schalenkreuzanemometers mit dem beheizten Ultraschallanemometer, basiert auf den standardmäßig verbauten Komponenten bzw. Sensoren der Senvion WEA. Die Erfüllung der Anforderungen an die funktionale Sicherheit der Sensoren gemäß DIN EN ISO 13849-1 sind im Rahmen der Zertifizierung der WEA durch den TÜV NORD geprüft worden.

Die Umsetzung der Funktion „Eiserkennung“ erfolgt ausschließlich im Betriebsführungssystem, d.h. der Betriebsführungssoftware der WEA. Die hier bewertete Funktionalität der Eiserkennung bezieht sich auf die Softwareversion 5.1 der Senvion MM, 3.XM und 6M Baureihen, sowie zukünftige Softwareversionen, sofern Logik und Parametrisierung sich nicht grundlegend ändern.

Die Software zum Anlagenverhalten bei Vereisung für die Senvion WEA-Typen unterscheidet sich für die Gruppen MM, 3XM und 6M-Baureihe geringfügig. Die Unterschiede erklären sich vor allem aus der unterschiedlichen Nummerierung der Windmesser bei den Baureihen MM, 3XM und 6M.

5.2 Bewertung der Einbindung in das Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Da die Sensoren, das Betriebsführungssystem und die Aktoren der WEA bereits im Rahmen der Zertifizierung / Typenprüfung geprüft wurden, führt die Funktion der Eiserkennung zu keiner Veränderung der Prüfergebnisse der Zertifizierung / Typenprüfungen, bzw. zu keiner Veränderung in den Lastberechnungen. Die Funktion „Eiserkennung“ war jedoch nicht Bestandteil der Zertifizierung, so dass es erforderlich ist, diese hier zusätzlich zu untersuchen.

Die zentralen Statuscodes zur Eiserkennung sind in Tabelle 5.1 aufgeführt.

Statuscode	Name	BP	Kommentar
6540	Vereisung (Anemometer)	0	Info-Statuscode zur Charakterisierung der Eiserkennung mit dem unbeheiztem Anemometer
6682	Vereisung (Abw. el. Leistung)	0	Info-Statuscode zur Charakterisierung der Eiserkennung mit der theoretischen Wirkleistung
6690	Vereisung (Stopp)	52	Reagiert auf Eiserkennung und stoppt die WEA, sofern Stopp bei Vereisung aktiviert wurde.
6680	Vereisung (red. Betrieb)	0	Zeigt den reduzierten Betrieb der WEA unter Vereisungsbedingungen an.
6686	Extreme Vereis. (Wind > Leist.)	0	Die Wirkleistung ist im Vergleich zur Windgeschwindigkeit zu gering. Bei Wirkleistungsreduktion (schallreduzierter Betrieb, Power Management etc.) wird eine angepasste maximale Wirkleistung verwendet.

Tabelle 5.1: Statuscodes Eiserkennung

Damit unterschiedliche WEA-Baureihen mit unterschiedlichen Anforderungen zur Genehmigung von Windenergieanlagen konfiguriert werden können, werden bei Senvion sogenannte Parameterprodukte definiert, die sich an dem standortspezifischen Umgebungsbedingungen orientieren. Insbesondere verfügt die Software über Auswahlswitcher wie beispielsweise „Eissensor Anemometer“ und „Eissensor Anemometer relevant“ die den Wert 0 oder 1 haben können. Mit „Eissensor Anemometer“ = 1 wird der Statuscode 6540 aktiviert. Mit „Eissensor Anemometer relevant“ = 1 steuert dieser Status die Auswertung für den Anlagenbetrieb (z.B. den Stopp der Anlage).

5.3 Automatisches Abschalten der WEA

Die Statuscodes 6540, 6682 und 6686 stoppen die WEA nicht direkt, sondern lösen je nach Parametersetzung den Statuscode 6690 Vereisung (Stopp), der zu einer automatischen Abschaltung der WEA mit Bremsprogramm 52 führt oder den Statuscode 6680 Vereisung (leistungsreduzierter Betrieb) aus. Die Parameter und Auslösebedingungen sind detailliert in /1/ aufgeführt.

Eine Reihe von unabhängigen Statuscodes stellt darüber hinaus sicher, dass die WEA abschaltet, sobald Eingangswerte, die für die Auslösung von Statuscode 6540 und 6682 relevant sind, nicht mehr bereit gestellt werden können. Ein Ausfall der Funktion Eiserkennung bzw. der Temperaturmessung wird somit vom Betriebsführungssystem erkannt und führt zu einer automatischen Abschaltung der WEA mit Bremsprogramm 52.

6 Anforderungen

Neben den in Dokument /1/ beschriebenen Voraussetzungen unter denen das Gutachten gültig ist, ergeben sich die folgenden weiteren Anforderungen.

6.1 Anforderungen zur wiederkehrenden Prüfung

Zur dauerhaften Sicherstellung des Betriebs der Eiserkennung müssen die relevanten Sensoren, sowohl bei der Inbetriebnahme als auch im Betrieb wiederkehrend auf ihre Funktion überprüft werden. Die Inbetriebnahme erfolgt nach /1/ mindestens in zwei Schritten. In der Hallen-Inbetriebnahme wird die Gesamtfunktion der WEA-Gondel kurz nach Fertigstellung der Gondel überprüft. Die komplette Anlage durchläuft anschließend im Feld die Außeninbetriebnahme. Nach Übergabe der Windenergieanlage an den Kunden bzw. an den Service erfolgt die wiederkehrende, mindestens jährliche Prüfung, entsprechend den jeweiligen Serviceheften.

Mit der vorliegenden Beschreibung des Herstellers ist eine zuverlässige Einstellung und Justierung des Eiserkennungssystems gegeben. Eine weitere ortsspezifische Begutachtung oder Abnahme von Sachverständigen ist nicht erforderlich.

6.2 Parametrierung

Für Standorte die laut DIBT Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen nicht in ausreichendem Abstand zu Schutzobjekten errichtet wurden, müssen die Eiserkennungssysteme aktiv geschaltet werden (siehe Kap. 5.2, z. B. „Eissensor Anemometer“ = 1 und „Eissensor Anemometer relevant“ = 1).

Für die Eiserkennung mittels Anemometervergleich ist der erforderliche Grenzwert der Getriebedrehzahl auf 300 U/min einzustellen (siehe Kapitel 3.3).

Alle weiteren Parameter sind wie in Dokument /1/ aufgeführt einzustellen.

6.3 Personalschulung

Das für die manuelle Freigabe nach Vereisung der WEA verantwortliche Personal muss entsprechend geschult und hinsichtlich der möglichen Gefährdung sensibilisiert sein. Dies ist schriftlich zu dokumentieren. Hierzu kann das von Servion bereitgestellte Schulungsmaterial Dokument /10/ verwendet werden.

7 Zusammenfassung und Ergebnis der Bewertung

Mit dem vorliegenden Bericht wurde die Funktionalität des Eiserkennungssystems bewertet. Die Bewertung von Senvions „Maßnahmen bei Eisansatz“ /9/ erfolgte bereits in der gutachtlichen Stellungnahme /8/. Die in /8/ dargestellten Ergebnisse werden durch dieses Gutachten gestützt.

Die kritische Eisdicke und damit einhergehend die kritische Detektionszeit für verschiedene Senvion Anlagen wurde ermittelt. Die dünnste ermittelte kritische Eisdicke stellt sich bei der MM82 (Nabenhöhe 59 m) zu 1,4 cm ein (siehe 2.1.2). Diese Eisdicke wurde für die weitere Bewertung als Maßstab herangezogen.

Das duale Eiserkennungssystem aus Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb und Anemometervergleich ist plausibel und stellt durch die doppelte Kontrolle eine nach dem heutigen Stand der Technik sichere Methode der Eiserkennung dar.

Die Prüfung des Eiserkennungsverfahrens in Verbindung mit der Analyse der Messergebnisse zeigt, dass die von Senvion verwendeten Eisdetektionssysteme mit hoher Zuverlässigkeit eine kritische Vereisung der Rotorblätter erkennen können. Eine gewisse Unsicherheit in der Bewertungskette liegt zwar in der Bewertung der Fotoaufnahmen bezüglich der kritischen Eisdicke, jedoch wird diese Unsicherheit durch die hohe Zuverlässigkeit im Betrieb des Eiserkennungsverfahrens begrenzt.

Aufgrund der Randbedingungen der Eiserkennungssysteme wurde das Verhalten im Sonderfall „Anfahren mit Vereisung im niedrigen Drehzahlbereich“ untersucht. Die Eiserkennung auf Basis von Betriebsdaten funktioniert nicht während des Anlagenstillstands oder im Trudelbetrieb. Der Anemometervergleich benötigt unter bestimmten Konstellationen eine Mindestgetriebedrehzahl von 300 U/min, was einem schnellen Trudelbetrieb entspricht. Dieser Trudelbetrieb bzw. das Anfahren der WEA kann jedoch als ausreichend sicher eingestuft werden (siehe Kap. 4.3).

Die Einbindung der Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb in Verbund mit einem Anemometervergleich führt, aufgrund der Verwendung bereits integrierter und zertifizierter Technik, im Betriebsführungs- und Sicherheitssystem zu keinen Veränderungen. Die WEA wird bei entsprechender Parametrierung zuverlässig abgeschaltet, sobald relevanter Eisansatz erkannt wird oder das Eiserkennungssystem nicht funktionsfähig ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das von Senvion verwendete Eiserkennungssystem dem Stand der Technik entspricht und die Felddaten dafür sprechen, dass mit vorliegenden Einstellungen bzw. mit vorliegenden Parametern eine Eisdicke erkannt wird, die geringer ist als die kritische Eisdicke (siehe Kap. 3.5).

Mit den Vorgaben des Herstellers ist eine zuverlässige Einstellung und Justierung des Eiserkennungssystems gegeben. Eine weitere ortsspezifische Begutachtung oder Ab-

nahme von Sachverständigen ist nicht erforderlich. Außerdem sind die von Senvion
eingesetzten Maßnahmen zum Wiederanfahren der WEA als sicher einzustufen.

Erstellt

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "L. Klüppel".

Dipl.-Ing. L. Klüppel

Geprüft

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "O. Raupach".

Dipl.-Ing. O. Raupach

8 Dokumente und Literaturverzeichnis

8.1 Geprüfte Dokumente

- /1/ Senvion GmbH. Bericht zur Gutachtenerstellung Maßnahmen bei Eisansatz Position 1,2,4 gemäß Angebot, Dok.: U-0.0-SL.ST.70-A-A, Datum: 2015-08-30
- /2/ Senvion GmbH. Bericht zur Gutachtenerstellung Maßnahmen bei Eisansatz Position 3 gemäß Angebot, Dok.: U-0.0-SL.ST.70-B-B, Datum: 2015-11-03
- /3/ Senvion GmbH. Bericht zur Gutachtenerstellung Maßnahmen bei Eisansatz Position 3 Weekly Plots, Anhang zu Dok.: U-0.0-SL.ST.70-B-A
- /4/ Senvion GmbH. Blade Ice Melting Formula: Validation and Investigation, Dok.: UK-TN-036, 2015-06-11
- /5/ Senvion GmbH. Senvion Control B MM 3xM 5M 6M Spezifikation Erkennung der Eisfreiheit mit Hilfe einer Abtaufmel, Dok.: V-2.1-EL.ST.70-S-D, 2014-08-14
- /6/ Senvion GmbH. Hochlaufvorgänge bei den Senvion WEA MM und 3XM, Hochlaufen_01.doc, Stand 2015-10-30. Übermittelt durch die Senvion GmbH mit Email vom 30.10.2015.
- /7/ Senvion GmbH. Festlegung des Schwellenwertes der Getriebedrehzahl beim Anfahrvorgang bei Eiserkennung mittels Anemometervergleich. Stand 11.11.2015. Übermittelt durch die Senvion GmbH mit Email vom 11.11.2015.
- /8/ TÜV NORD. Gutachtliche Stellungnahme zu Maßnahmen bei Eisansatz bei Senvion Windenergieanlagen, Bericht Nr. 8111675678-D Rev.2, Datum: 08.04.2015
- /9/ Senvion GmbH. Maßnahmen bei Eisansatz Windenergieanlage MM / 3.XM / 6M Dok. Nr. T-0.0-SL.ST.01-A-A, Stand 06.11.2014
- /10/ Senvion GmbH. Schulung und Lernkontrolle DE-OMT-T-8.0.0.1-VA-DE_Erkennung_von_Eisansatz
- /11/ Senvion GmbH. Falling ice, Annual wind turbine site assessment SD-0 0-ES.CH.01-A-E-EN and SD-0 0-ES.CH.01-B-A-EN, Datum: 28.11.2014

8.2 Literatur

- /12/ IEC 61400-1. Wind turbines – Part 1: Design requirements. Third Edition. 2005.
- /13/ Morgan, C. et al. Wind Turbine Icing and Public Safety - A Quantifiable Risk? Wind Energy Production in Cold Climates. Bristol. 1996.

- /14/ Cattin, R. et al. WIND TURBINE ICE THROW STUDIES IN THE SWISS ALPS. European Wind Energy Conference, Milan, Italy. 2007.
- /15/ Lautenschlager, F. Studie zum Einfluss der Windgeschwindigkeit auf das Ereignis Eisabwurf bei Windenergieanlagen. Bachelorarbeit im Studiengang Umwelttechnik. 2012.
- /16/ Storck, F. Influence of wind conditions under icing conditions on the result of a risk assessment. Winterwind international wind energy conference. Piteå 2015.
- /17/ Germanischer Lloyd. Vorschriften und Richtlinien. IV Industriedienste. Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen. Ausgabe 2010.
- /18/ Seifert, H. Betrieb von Windenergieanlagen unter Vereisungsbedingungen. St. Pölten. 1999.
- /19/ Seifert, H. et al. Risk analysis of ice throw from wind turbines, BOREAS VI. Pyhä, Finland. 2003.
- /20/ Seifert, H. Technical requirements for rotor blades operating in cold climate. Wilhelmshaven. 2003
- /21/ Makkonen, L. et. al. Modelling and prevention of ice accretion on wind turbines. Wind Engineering Volume 25, No. 1. 2001.
- /22/ Wallenius, T. et. al. The relationship between chord length and rime icing on wind turbines. Winterwind. 2008.
- /23/ Lehtomäki, V. et. al. IcedBlades - Modelling of ice accretion on rotor blades in a coupled wind turbine tool. Winterwind. 2012.
- /24/ Hudecz, A. et. al. Experimental investigation of ice accretion on wind turbine blades. Winterwind. 2013.
- /25/ Cattin, R. Alpine Test Site Guetsch, Handbuch und Fachtagung. Genossenschaft METEOTEST. Bern. 2008.
- /26/ Hauschild, J. et al. Monte-Carlo-Simulation zur probabilistischen Bewertung der Gefährdung durch Eisabwurf bei Windenergieanlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI-Bericht 2146. 2011.
- /27/ Hauschild, J. et al. Ermittlung von Trefferwahrscheinlichkeiten in der Umgebung einer Windenergieanlage: Eisabfall, Rotorblattbruch und Turmversagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI-Bericht 2210. 2013.
- /28/ Green Book. Methods for the determination of possible damage – first edition. Voorburg 1989.
- /29/ Deutscher Wetterdienst. Online Wetterlexikon, Stand: September 2014. Offenbach. 2014.

- /30/ Karl-Heinrich Grote, Jörg Feldhusen (Hrsg.): DUBBEL – Taschenbuch für den Maschinenbau. 22. Auflage. Springer, Berlin/Heidelberg 2011
- /31/ NASA: Ice Accretions and Icing Effects for Modern Airfoils, April 2000
- /32/ DIBt. Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen – Fassung Juni 2015
- /33/ TechnoCentre, Wind Energy TechnoCentre. Analysis of icing at the RAR wind farm – REV1. Kanada September 2012.
- /34/ TechnoCentre, Wind Energy TechnoCentre. 2012-2013 Ice Mesurement Campain and Evaluation of an Active De-icing System. Kanada März 2014.
- /35/ MERKBLATT für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG (mit Anlagen A und B), Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Rheinland Pfalz, Oktober 2014

Maßnahmen bei Eisansatz

Windenergieanlage MM / 3.XM / 6M

Senvion SE
Überseering 10
22297 Hamburg
Deutschland

Tel.: +49 - 40 - 5555090 - 0
Fax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

www.senvion.com

Copyright © 2014 Senvion SE

Sämtliche Rechte vorbehalten.

Disclaimer / Ausschlusserklärung

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Reproduktion, der Vertrieb und die Verwendung dieses technischen Dokuments sowie die Kommunikation seines Inhalts an Dritte ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens der Senvion SE ist untersagt. Zuwiderhandelnde haften für den dadurch eingetretenen Schaden. Im Falle der Gewährung eines Patents, eines Gebrauchsmusters oder Musters sind sämtliche Rechte vorbehalten.

Bitte stellen Sie die Verwendung der geltenden Spezifikationen in ihrer jeweils letzten Fassung sicher. Bilder und Skizzen stellen nicht notwendigerweise den exakten Lieferumfang dar und können jederzeit technischen Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses technische Dokument unter Umständen nicht notwendiger Weise mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Arbeitsverfahren, die gegebenenfalls in diesem technischen Dokument aufgezeigt sind, entsprechen sowohl deutschen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen als auch den eigenen internen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen der Senvion SE. Im Rahmen nationaler Gesetze anderer Länder können unter Umständen andere oder darüber hinausgehende Sicherheitsanforderungen gestellt werden.

Es ist unerlässlich, dass sämtliche Sicherheitsmaßnahmen, sowohl projekt- als auch länderspezifischer Art strikt eingehalten werden. Es ist die Pflicht eines Kunden, sich entsprechend zu informieren und diese Maßnahmen umzusetzen und einzuhalten.

Die Anwendbarkeit und Gültigkeit der relevanten gesetzlichen und/oder vertraglichen Bestimmungen, der technischen Richtlinien, DIN-Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt des technischen Dokuments bzw. darin enthaltenen Inhalte nichtausgeschlossen. Vielmehr gelten diese Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Sämtliche in diesem technischen Dokument enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an den Kunden oder Zustimmung durch den Kunden Änderungen unterliegen.

Die Senvion SE übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieses technischen Dokuments. Rechtliche Ansprüche gegenüber der Senvion SE, die auf Schäden durch die Nutzung oder Nichtnutzung der hier vorgelegten Informationen oder auf der Nutzung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen beruhen, sind ausgeschlossen.

Sämtliche in diesem technischen Dokument genannten Marken oder Produktnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Inhalt

Inhalt	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
1 Ziel und Zweck	5
2 Geltungsbereich	5
3 Mitgeltende Dokumente	5
4 Begriffe und Abkürzungen	5
5 Einleitung	6
5.1 Übereinstimmung mit der Maschinenrichtlinie	7
5.2 Hinweis	8
5.3 Statuscodes	8
6 Übersicht Maßnahmen	9
7 Gefährdungskategorien	10
7.1 Besondere Auflagen Baugenehmigung	10
7.2 Verkehrswege innerhalb der Eisabwurffläche	10
7.3 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eis-Stopp	10
7.4 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eisbetrieb	10
8 Technische Ausstattung WEA	11
8.1 Windmessung	11
8.2 Eiserkennung	11
8.2.1 Eiserkennung mit Unbeheiztem Schalenkreuzanemometer	11
8.2.2 Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb	11
8.2.3 Eiserkennung durch ein Externes Gerät	11
8.3 Anlagenschutz	12
8.3.1 Schwingungsüberwachung	12
8.3.2 Windgeschwindigkeit und Leistungsdaten	12
9 Reaktion auf Eiserkennung	13
9.1 WEA-Stopp	13
9.2 Eisbetriebsmodus – Nur Anzeige Eiserkennung	13
10 Neustart der WEA nach Vereisung	14
10.1 Neustart nach Meldung „Eisfreiheit“	14
10.2 Automatikstart – nach berechneter Zeit	14
10.3 Automatikstart – nach fester Zeit	14
10.4 Automatikstart – Eisbetrieb	14
11 Betreiberinformationen	15
11.1 Kennzeichen in der Umgebung – Beschilderung	15

11.2	Betriebshandbuch	15
11.3	Schulungsunterlagen und Anleitungen	15
11.4	Formulare	15

Abbildungsverzeichnis

keine

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Mitgeltende Dokumente	5
Tabelle 2	Begriffe	5
Tabelle 3	Abkürzungen	5
Tabelle 4	3-Stufen-Methode	7

1 Ziel und Zweck

In diesem Dokument werden verschiedene Maßnahmen zur Minimierung des Risikos durch Eisansatz für die Senvion Windenergieanlagen der Baureihen MM, 3XM und 6M beschrieben. Je nach Standortbewertung und Auflagen werden Maßnahmen unterschiedlich ausgestaltet.

2 Geltungsbereich

Dies ist ein kundentertrauliches Dokument. Die in diesem Dokument beschriebenen Funktionalitäten gelten für Windenergieanlagen mit der Steuerung Senvion Control mit der Softwareversion 5.0 oder höher.

3 Mitgeltende Dokumente

	Beschreibung	Dokument Nr.	Vers.
/1/	Eisabwurf und Eisabfall Jährliche WEA - Standortbewertung	SD-0.0-ES.CH.01	*
/2/	Eisabwurf und Eisabfall Meldung der Eisfreiheit	SD-0.0-ES.CH.02	*
/3/	Erkennung von Eisansatz an Rotorblättern von Senvion Windenergieanlagen	DE-OMT-T-8.0.0.1	*
/4/	Ausfüllanleitung für das Dokument „Eisabwurf und Eisabfall Jährliche WEA – Standortbewertung“	GE-OMH-O-03	*

Tabelle 1 Mitgeltende Dokumente

* jeweils aktuell gültige Version

4 Begriffe und Abkürzungen

Begriffe	Erläuterung
MM 5.0	Softwareversion 5.0 der Senvion MM-Baureihe
3XM 5.0	Softwareversion 5.0 der Senvion 3.XM-Baureihe
6M 5.0	Softwareversion 5.0 der Senvion 6M-Baureihe

Tabelle 2 Begriffe

Abkürzung	
WEA	Windenergieanlage
MRL	Maschinenrichtlinie

Tabelle 3 Abkürzungen

5 Einleitung

Eisansatz an einer Windenergieanlage (WEA) und insbesondere an den Rotorblättern kann zu einer Gefährdung für die Umgebung (Menschen, Tiere, Verkehr) und auch zu einer Gefährdung der Anlage selbst führen. Bei der Gefährdung durch Eis wird unterschieden zwischen Eisabfall und Eisabwurf.

Der Stillstand einer WEA mit vereisten Rotorblättern kann den Eisabfall zur Folge haben. Auch von einer stehenden oder still gesetzten Anlage geht, wie von jedem anderen Bauwerk auch, eine Gefährdung durch herab fallenden Schnee oder Eis aus.

Der Betrieb einer WEA mit vereisten Rotorblättern kann den Eisabwurf zur Folge haben. Dabei fällt Schnee oder Eis, von den sich drehenden Rotorblättern herab.

Betrachtet man eine Kreisfläche um eine einzelne WEA, die alle möglichen Auftreffpunkte von Eisstücken umschließt, so ist die Kreisfläche, die den Eisabwurf beschreibt, größer als die Kreisfläche für den Eisabfall. Deshalb wird in Kapitel 0 auch nur diese Eisabwurflläche aufgeführt.

5.1 Übereinstimmung mit der Maschinenrichtlinie

Die Maschinenrichtlinie¹ (MRL) ist die maßgeblich anzuwendende europäische Richtlinie für Windenergieanlagen. Die Maschinenrichtlinie gibt im Anhang I die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen an.

Die Anforderung aus Kapitel 1.3.3² der MRL ist die für den Eisabfall und Eisabwurf zutreffende Anforderung. Es ist offensichtlich, dass diese Anforderung durch Windenergieanlagen nicht direkt erfüllt werden kann, ohne deren Funktion in Frage zu stellen. Daher ist entsprechend den Grundsätzen in Anhang I der MRL, „Allgemeine Grundsätze“ und Kapitel 1.1.2 der MRL „Grundsätze für die Integration der Sicherheit“ zu verfahren.

In der Übersicht (Tabelle 4) ist die Vorgehensweise gemäß MRL 1.1.2 b)³, bzw. nach der 3-Stufen-Methode gemäß dem Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie (Guide)⁴ dargestellt.

Maßnahmen gemäß MRL Anhang I 1.1.2 b) und Guide §174	Eisabfall	Eisabwurf
Maßnahmen zur Integration der Sicherheit in die Konstruktion	Zur Zeit gibt es keine zuverlässig wirksame Lösung, welche den Eisansatz und somit das Risiko des Eisabfalls von Windenergieanlagen, speziell von den Rotorblättern verhindert. Das Eisabfallrisiko von Windenergieanlagen ist vergleichbar mit dem von anderen hohen Bauwerken.	Zur Zeit gibt es keine zuverlässig wirksame Lösung, welche den Eisansatz und somit das Risiko des Eisabwurfs von den Rotorblättern verhindert. Das Eisabwurfisiko lässt sich nur durch Stillsetzen/Abschalten der WEA vermeiden. Dies setzt jedoch zeitweise die Funktion der WEA außer Kraft.
Technische Schutzmaßnahmen	Zur Zeit gibt es keine zuverlässig wirksame Lösung, welche den Eisansatz und somit das Risiko des Eisabfalls von Windenergieanlagen, speziell von den Rotorblättern verhindert. Das Eisabfallrisiko von Windenergieanlagen ist vergleichbar mit dem von anderen hohen Bauwerken.	Maßnahmen bei Eisansatz Kapitel 8 „Technische Ausstattung WEA“, Kapitel 9 „Reaktion auf Eiserkennung“, Kapitel 10 „Neustart der WEA nach Vereisung“
Informationen für Benutzer	Maßnahmen bei Eisansatz Kapitel 11 Betreiberinformationen	Maßnahmen bei Eisansatz Kapitel 11 Betreiberinformationen

Tabelle 4 3-Stufen-Methode

¹ RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

² RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES ; Anhang I; 1.3.3 „Risiken durch herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände. Es sind Vorkehrungen zu treffen, um das Herabfallen oder das Herausschleudern von Gegenständen zu vermeiden, von denen ein Risiko ausgehen kann“

³ RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES ; Anhang I; 1.1.2 b)

⁴ Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 2. Auflage – Juni 2010; §174

5.2 Hinweis

Die hier beschriebenen Maßnahmen bei Eisansatz führen nicht zu einer Übernahme der Verkehrssicherungspflichten des Betreibers und entbinden den Betreiber nicht von seiner Sorgfaltspflicht in Bezug auf geeignete Maßnahmen zur Absperrung der WEA und des WEA-Standortes. Für die Einhaltung von standortspezifischen Behördenauflagen ist alleine der Betreiber der WEA verantwortlich. Pflichten und Haftung von Senvion ergeben sich ausschließlich aus dem in Bezug auf die jeweilige Windenergieanlage abgeschlossenen Vertrag. Die beschriebenen technischen Maßnahmen führen nicht zu einer Enteisung der WEA. Die WEA wird bei Eiserkennung angehalten (sofern dieses standortspezifisch gefordert ist), d.h. der Rotor "trudelt" bei einer niedrigen Drehzahl. Es kann auch bei stehender WEA und beim Trudeln zu Eisabfall kommen. Sofern in diesem Dokument von einem WEA-Stopp bei Eiserkennung die Rede ist, ist das oben genannte „Trudeln“ des Rotors gemeint.

5.3 Statuscodes

Ereignisse, die den normalen Produktionsbetrieb der WEA beeinträchtigen und eine Störungs- oder eine Warnungsmeldung auslösen, werden über das Leit- und Visualisierungssystem in Form eines sog. Statuscodes in der Steuerung jeder WEA und der Fernleitwarte für den Windpark angezeigt und aufgezeichnet.

6 Übersicht Maßnahmen

Die Begriffe dieser Übersicht werden in den folgenden Unterkapiteln näher erläutert.

Gefährdungskategorie				
Besondere Auflagen Baugenehmigung siehe Kapitel 7.1	Objekte z.B. Verkehrswege befinden sich innerhalb der Eisabwurffläche siehe Kapitel 7.2	Objekte z.B. Verkehrswege befinden sich außerhalb der Eisabwurffläche siehe Kapitel 7.3	Objekte z.B. Verkehrswege befinden sich außerhalb der Eisabwurffläche. Eisbetrieb ist durch zuständige Behörde ausdrücklich erlaubt siehe Kapitel 7.4	
Risikoklasse ⁵ II	Risikoklasse ⁵ II	Risikoklasse ⁵ I	Risikoklasse ⁵ I	
Technische Ausstattung WEA siehe Kapitel 8				
●	●	●	●	Windmessung beheizt
●	●	●	●	Eiserkennung
●	●	●	●	Anlagenschutz
Reaktion auf Eiserkennung siehe Kapitel 9				
●	●	●		WEA-Stopp
			●	Eisbetriebs- modus ⁶
Neustart der WEA nach Vereisung siehe Kapitel 10				
●	●			Neustart nach Meldung „Eisfreiheit“
	●	●	●	Automatikstart
Betreiberinformationen siehe Kapitel 11				
●	●	●	●	Betreiber- informationen ⁵

⁵ Risikoklassen und Beschilderungen nach SD-0.0-ES.CH.01-* "Jährliche WEA-Standortbewertung"

⁶ Der Eisbetriebsmodus ist nicht für alle Senvion WEA-Varianten verfügbar. Für nähere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihre zuständige Senvion Kontaktperson

7 Gefährdungskategorien

Sind die Rotorblätter an einer WEA im Betrieb vereist, so können Bruchstücke von Eis in die nähere Umgebung geschleudert werden. Für diesen Eisabwurf kann eine Eisabwurffläche um jede einzelne Windenergieanlage herum ermittelt werden. Der Radius der Eisabwurffläche wird so groß gewählt, dass außerhalb der Eisabwurffläche eine vernachlässigbare niedrige Wahrscheinlichkeit des Auftreffens von Eisfragmenten besteht. Es werden vier Gefährdungskategorien definiert, die sich aus einer vom Betreiber jährlich durchgeführten Standortbewertung⁷ ergeben.

7.1 Besondere Auflagen Baugenehmigung

Aufgrund besonderer Auflagen aus der Baugenehmigung mit einer besonderen Gefährdungssituation muss die WEA immer mit einem Eiserkennungssystem ausgestattet sein, dass die WEA bei Eiserkennung stoppt. Auch der Neustart der WEA kann über die Auflagen der Baugenehmigung geregelt sein. Die größtmögliche Sicherheit wird erreicht, wenn der Neustart der WEA nur nach der Meldung der Eisfreiheit vor Ort zulässig ist. Die Meldung der Eisfreiheit als auch der Anlagenneustart erfolgt dann mit einem festgelegten Verfahren.

7.2 Verkehrswege innerhalb der Eisabwurffläche

Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte liegen innerhalb der Eisabwurffläche. Die WEA wird bei Eiserkennung gestoppt. Der Neustart der WEA erfolgt automatisch, wenn keine Vereisungsbedingungen mehr vorliegen und ein Eisansatz an den Rotorblättern aufgrund der Umgebungsbedingungen, insbesondere der Umgebungstemperatur, unwahrscheinlich ist. Mit der Meldung der Eisfreiheit, welche mit einem festgelegten Verfahren geregelt wird, kann ein Neustart auch vorgezogen werden.

7.3 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eis-Stopp

Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte liegen außerhalb der Eisabwurffläche. Die WEA wird bei Eiserkennung gestoppt. Wenn keine Vereisungsbedingungen mehr vorliegen, erfolgt der Neustart der WEA automatisch nach einer festgelegten Verzögerungszeit.

7.4 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eisbetrieb

Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte liegen außerhalb der Eisabwurffläche. Die zuständige Behörde hat in ihrer Genehmigung dem Betrieb der WEA unter Vereisungsbedingungen zugestimmt. Mit Gewährleistung des Anlagenschutzes wird die WEA auch mit vereisten Rotorblättern betrieben.

⁷ Gemäß Dokument: SD-0.0-ES.CH.01-* "Jährliche WEA-Standortbewertung"

8 Technische Ausstattung WEA

8.1 Windmessung

Die Windgeschwindigkeit und Windrichtung wird mit Hilfe eines Ultraschallwindmessers auf dem Gondeldach gemessen. Dieser Windmesser ist beheizt und erfasst die zuvor genannten Größen auch unter Vereisungsbedingungen. Mit diesen Messwerten wird die WEA bei der Startwindgeschwindigkeit angefahren, bei Sturm gestoppt und dem Wind nachgeführt.

8.2 Eiserkennung

Die Erkennung von Eis erfolgt mit einem zusätzlichen unbeheizten Schalenkreuzanemometer. Mit dem Eisansatz auf der Gondel wird auf einen möglichen Eisansatz auf den Rotorblättern geschlossen. Optional kann ein Eisdetektor als zusätzliches Gerät ausgewertet werden. Beide Geräte erkennen auch eine Vereisung beim Stillstand der WEA, z.B. nach einem Netzausfall oder bei Wartungsarbeiten.

Darüber hinaus steht eine weitere Methode zur Eiserkennung zur Verfügung, die mit Hilfe von aktuellen Messwerten im Produktionsbetrieb eine Vereisung der Rotorblätter erkennt.

8.2.1 Eiserkennung mit Unbeheiztem Schalenkreuzanemometer

Unter Vereisungsbedingungen lagert sich Raureif, Klareis, Nassschnee oder Eisregen auf den Schalen bzw. dem Schaft des Anemometers an. Dieser Eisansatz führt zu einer Verlangsamung der Rotation oder auch zum Stillstand des Schalenkreuzes. Durch Vergleich dieses Messwertes mit dem Messwert des Windmessers zur Windmessung und Berücksichtigung der Umgebungstemperatur, die dabei um oder unterhalb des Gefrierpunktes liegen muss, kann auf Eisansatz auf der Gondel geschlossen werden. Die Umgebungstemperatur wird mit Hilfe eines Pt100-Sensors außerhalb der Gondel in Nabenhöhe gemessen.

Statuscode: Vereisung (Anemometer)

8.2.2 Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb⁸

Mit der Auswertung aktueller Betriebsmesswerte wie der Rotordrehzahl, der Windgeschwindigkeit, dem Blattverstellwinkel und spezifischen Rotorkennwerten wird im Produktionsbetrieb für den gesamten Arbeitsbereich (Teil- und Vollast) eine theoretische Leistung ermittelt. Lagert sich im Betrieb der WEA Eis auf den Rotorblättern an, führt dies zu einer Abnahme des aerodynamischen Wirkungsgrades und damit zu einer Abnahme der gemessenen elektrischen Leistung. Durch den Vergleich der Ist-Leistung mit der theoretischen Leistung kann Eisansatz während des Produktionsbetriebes der WEA erkannt werden.

Statuscode: Vereisung (Abw. el. Leistung)

8.2.3 Eiserkennung durch ein Externes Gerät

Die Anlagensteuerung ist so vorbereitet, dass auch ein externes Gerät zur Eiserkennung (Eisdetektor) angeschlossen werden kann. Dieses Gerät kann auch als zusätzlicher Eiserkenner in den Anlagenbetrieb der WEA eingebunden werden.

⁸ Die Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb ist nicht für alle Senvion WEA-Varianten verfügbar. Für nähere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihre zuständige Senvion Kontaktperson

8.3 Anlagenschutz

Unabhängig von der Eiserkennung wird die WEA durch Überwachung einer Reihe von weiteren Messwerten (Schwingung des Triebstranges, Schwingung des Turmes, elektrische Leistung) vor möglichen Schäden durch Eisansatz geschützt. Diese Überwachung bringt die WEA in einen sicheren Zustand (Anlagenstopp).

8.3.1 Schwingungsüberwachung

Bei zusätzlichen Rotorblattlasten durch Vereisung können unzulässige Turm- oder Triebstrangschwingungen auftreten, die vom Steuerungssystem der WEA erkannt werden. Dazu wird mit Beschleunigungssensoren in der Gondel zweiachsig die Turmschwingung und an der Stütze des Getriebes die Triebstrangschwingung erfasst. Die Überschreitung von spezifischen Grenzwerten führt zum Stopp der Anlage.

Statuscode: Turmschwingung Y Level 1
Statuscode: Turmschwingung X Level 1
Statuscode: Grenzwert 1 Schwingung Z

8.3.2 Windgeschwindigkeit und Leistungsdaten

Neben der Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb, beschrieben in Kapitel 8.2.2, werden die Messwerte der elektrischen Leistung auch noch mit einem einfacheren Vergleich auf Plausibilität überprüft. Liegt die produzierte Leistung ab einer für Anlagenlasten relevanten Windgeschwindigkeit außerhalb eines hinterlegten Leistungswertes wird die WEA gestoppt.

Statuscode: Wind<Leistung
Statuscode: Wind>Leistung
Statuscode: Extreme Vereisung (Wind>Leistung)

Dabei bedeutet "Wind < Leistung", dass der Messwert der elektrischen Leistung nicht zur Windgeschwindigkeit passt. Die Windgeschwindigkeit zum Leistungswert ist zu niedrig. Ursache kann eine fehlerhafte Windmessung oder aber eine Überleistung im elektrischen Triebstrang sein. Bei "Wind > Leistung" fällt die Windgeschwindigkeit zum Leistungswert zu hoch aus. Ursache kann ein schlechter Rotorwirkungsgrad, hervorgerufen durch Vereisung, Verschmutzung oder Strukturdefekten des Rotorblattes sein.

Wird die Windenergieanlage gemäß Kapitel 7.4 auch mit Eisansatz betrieben, ersetzt der Statuscode „Extreme Vereisung (Wind>Leistung)“ bei Vereisungsbedingungen den Statuscode „Wind > Leistung“. Dabei wird das stark geänderte aerodynamische Verhalten des Rotors bei Eisanhaftung auf der Oberfläche des Rotors berücksichtigt. Angepasste, in der Steuerung hinterlegte Leistungswerte ermöglichen weiterhin den Anlagenschutz.

9 Reaktion auf Eiserkennung

9.1 WEA-Stopp

Um Eisabwurf zu verhindern, wird die WEA bei Erkennung einer Vereisung gestoppt. Der Anlagenstopp muss nicht erfolgen, wenn die Gefährdungskategorie 7.4 ermittelt wird.

9.2 Eisbetriebsmodus – Nur Anzeige Eiserkennung

Bei der Gefährdungskategorie 7.4 kann die Anlage auch mit Eisansatz betrieben werden. Wird durch einen der unter Kapitel 8.2 beschriebenen Eiskenner eine Vereisungssituation detektiert, schaltet die WEA in einen für den Eisbetrieb optimierten Zustand, den Eisbetriebsmodus. Der Eisbetrieb wird so lange aufrecht erhalten bis eine der unter 8.3 beschriebenen Maßnahmen zum Anlagenschutz zum Stopp der WEA führt.

Auch für diesen Anlagenbetrieb wird ein Eiserkennungssystem zur automatisierten Bewertung anderer Systemmeldungen benötigt. Die Informationen zum Status Vereisung wird in der Anlagensteuerung und der Fernleitwarte protokolliert.

10 Neustart der WEA nach Vereisung

10.1 Neustart nach Meldung „Eisfreiheit“

Liegt der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, nicht mehr an, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Teile des Rotors immer noch mit Eis behaftet sind. Alternativ zum Automatikstart kann mit einer Vor-Ort-Sichtung⁹ der manuelle Wiederanlauf der WEA aktiviert werden. Die Meldung der Eisfreiheit als auch der Anlagenneustart erfolgt mit einem festgelegten Verfahren. Dieses Verfahren gilt für WEA, welche zur Gefährdungskategorie 7.1 zählen.

10.2 Automatikstart – nach berechneter Zeit

Liegt der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, nicht mehr vor, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Teile des Rotors immer noch mit Eis behaftet sind. In diesem Fall ermittelt das Steuerungssystem für WEA, welche zur Gefährdungskategorie 7.2 gehören, eine Wartezeit. Diese Wartezeit wird mit Hilfe von aktuellen meteorologischen Messwerten (Windgeschwindigkeit und Umgebungstemperatur) bestimmt. Nach Ablauf der Wartezeit fährt die Windenergieanlage bei einer Windgeschwindigkeit oberhalb der Einschaltwindgeschwindigkeit selbständig wieder an.

10.3 Automatikstart – nach fester Zeit

Für Anlagen, welchen zur Gefährdungskategorie 7.3 zählen, erfolgt der Neustart der WEA automatisch nach einer festgelegten Verzögerungszeit. Jedoch erst, wenn der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, nicht mehr anliegt.

10.4 Automatikstart – Eisbetrieb

WEA, welche zur Gefährdungskategorie 7.4 zählen und bei Vereisung weiterbetrieben werden, können auch aus Gründen des Anlagenschutzes gestoppt werden. In diesem Fall erfolgt der automatische Neustart der WEA nach einer festgelegten Verzögerungszeit, auch wenn der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, noch anliegt.

⁹ Meldung der Eisfreiheit nach SD-0.0-ES.CH.02-*

11 Betreiberinformationen

11.1 Kennzeichen in der Umgebung – Beschilderung

Die Wege, die direkt zu den Windenergieanlagen (Eingang Turmfuß) führen und für Wartungs- und Servicearbeiten genutzt werden, werden immer mit einem Verbotsschild gesperrt. Objekte (z.B. Verkehrswege) innerhalb der Eisabwurffläche werden mit Warnschildern gekennzeichnet. Können Verkehrswege aufgrund der Nutzungs- und Eigentumsverhältnisse saisonal (mit einem Verbotsschild) gesperrt werden, so kann die Risikoklasse I erzielt werden. Ist diese Sperrung nicht möglich (nur Warnschilder), so ergibt sich die Risikoklasse II.

Die gesamte Beschilderung ist vom Kunden in eigener Verantwortung aufzustellen.

11.2 Betriebshandbuch

Das Betriebshandbuch enthält Hinweise zum sicheren Verhalten bei Eisansatz.

11.3 Schulungsunterlagen und Anleitungen

Senvion stellt dem Kunden Schulungsunterlagen zur Verfügung. Damit soll eine korrekte Durchführung der Standortbewertung, die richtige Einschätzung von Vereisungsverhältnissen sowie das sichere Annähern an die WEA unter Vereisungsbedingungen gewährleistet werden.

- Ausfüllanleitung für das Formular “Eisabwurf und Eisabfall – Jährliche WEA-Standortbewertung“ /4/
- Erkennung von Eisansatz an Rotorblättern von Senvion Windenergieanlagen
Diese Schulungsunterlage beinhaltet folgendes:
 - Eisansatz-Problematik
 - Statuscodes bei Eisansatz
 - Erkennen von Eisansatz /3/
 - Dokumentierung und Neustart der WEA
 - Lernerfolgskontrolle

11.4 Formulare

- Eisabwurf und Eisabfall Jährliche WEA-Standortbewertung /1/
Formular zur Festlegung der Gefährdungskategorie je WEA.
- Eisabwurf und Eisabwurf Meldung der Eisfreiheit /2/
Formular zur Dokumentation der visuellen Inspektion auf Eisfreiheit.



Shadow Management

Advanced System

Produktbeschreibung

Disclaimer / Ausschlussklärung

Senvion GmbH
Überseering 10
22297 Hamburg
Germany
Tel.: +49 - 40 - 5555090 - 0
Fax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

www.senvion.com

Copyright © 2016 Senvion GmbH

Sämtliche Rechte vorbehalten.

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Reproduktion, der Vertrieb und die Verwendung dieses Dokuments sowie die Kommunikation seines Inhalts an Dritte ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens der Senvion GmbH ist untersagt. Zuwiderhandelnde haften für den dadurch eingetretenen Schaden. Im Falle der Gewährung eines Patents, eines Gebrauchsmusters oder Musters sind sämtliche Rechte vorbehalten.

Bitte stellen Sie die Verwendung der geltenden Spezifikationen in ihrer jeweils letzten Fassung sicher. Bilder und Skizzen stellen nicht notwendigerweise den exakten Lieferumfang dar und können jederzeit technischen Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument unter Umständen nicht notwendiger Weise mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Arbeitsverfahren, die gegebenenfalls in dieser Produktbeschreibung aufgezeigt sind, entsprechen sowohl deutschen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen als auch den eigenen internen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen der Senvion GmbH. Im Rahmen nationaler Gesetze anderer Länder können unter Umständen andere oder darüber hinausgehende Sicherheitsanforderungen gestellt werden.

Es ist unerlässlich, dass sämtliche Sicherheitsmaßnahmen, sowohl projekt- als auch länderspezifischer Art, strikt eingehalten werden. Es ist die Pflicht eines Kunden, sich entsprechend zu informieren und diese Maßnahmen umzusetzen und einzuhalten. Die Anwendbarkeit und Gültigkeit der relevanten gesetzlichen und/oder vertraglichen Bestimmungen, der technischen Richtlinien, DIN-Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt der Produktbeschreibung bzw. darin enthaltenen Inhalte nicht ausgeschlossen. Vielmehr gelten diese Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Sämtliche in dieser Produktbeschreibung enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an den Kunden oder Zustimmung durch den Kunden Änderungen unterliegen.

Die Senvion GmbH übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieser Produktbeschreibung. Rechtliche Ansprüche gegenüber der Senvion GmbH, die auf Schäden durch die Nutzung oder Nichtnutzung der hier vorgelegten Informationen oder auf der Nutzung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen beruhen, sind ausgeschlossen.

Sämtliche in diesem Dokument genannten Marken oder Produktnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Systembeschreibung	6
2.1	Aufbau	6
2.2	Funktion	7
2.2.1	Automatische Berechnung	7
2.2.2	Protokollierung	7
2.2.3	Optimierung der Abschaltzeiten	8
3	Informationen zur Planung	9
4	Technische Daten	10
4.1	Master-Modul	10
4.2	Slave-Modul	10
4.3	Lichtsensoren	10
5	Liefer- und Leistungsumfang	11
6	Allgemeine Anmerkungen	12

Verzeichnis relevanter Dokumente

Die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Dokumente werden nicht allein durch die Erwähnung in dieser Produktbeschreibung Vertragsbestandteil.

Titel	Dokumenten-Nr.
Allgemeine Informationen Servion Scada System	GI-0.0-RG.GE.01-A-*-DE
Spezifikation für den Kommunikationsanschluss im Windpark	V-1.1-SL.KM.20-A-*-DE

* Abhängig von der projektspezifischen Auswahl von Servion Produkten durch den Kunden erscheinen die einzelnen Dokumente als Vertragsanhang in der jeweils aktuellen Version.

Verzeichnis der Abkürzungen und Einheiten

Abkürzung/Einheit	Erklärung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
DFIG	Doubly-Fed Induction Generator/Doppeltgespeister Asynchrongenerator
NES	Next Electrical System
WEA	Windenergieanlage

1 Einleitung

Windenergieanlagen (WEA) können unter bestimmten Bedingungen periodischen Schattenwurf durch den sich drehenden Rotor erzeugen. Stehen WEA in der Nähe von Gebäuden, bietet Senvion mit dem Optionsprodukt Shadow Management eine wirksame Maßnahme, um diese, mit dem Sonnenstand wandernden, periodischen Helligkeitsschwankungen auf Immissionspunkte (z.B. nahestehende Gebäude) zeitlich zu begrenzen. Das Senvion Shadow Management Advanced kann für die Steuerung der WEA eingesetzt werden, um die entsprechenden Immissionsrichtwerte durch intelligente Abschaltung einzuhalten.



Abb. 1 - 1: Schematische Darstellung - Schattenwurf

Wird eine Schattenwurfabschaltung für einen WEA-Standort verlangt, so ist durch den Betreiber ein Schattenwurfgutachten zu erstellen. Das Schattenwurfgutachten ist entsprechend den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen gemäß national gültiger Norm zu erstellen. Auf Grundlage dieses Gutachtens werden die späteren Vermessungen am Standort vorgenommen, welche für die standortspezifische Konfiguration des Senvion Shadow Management Advanced notwendig sind.

Das Shadow Management Advanced ist ein optionales Produkt für Senvion MM, 3.XM, 5M (onshore) und 6M (onshore) WEA.

2 Systembeschreibung

2.1 Aufbau

Das Senvion Shadow Management Advanced besteht aus einem Master-Modul und einem oder mehreren Lichtsensoren. Um weitere WEA stoppen zu können, muss in jede zu stoppende WEA ein Slave-Modul installiert werden. Die Verbindung von Master-Modul, Lichtsensoren und Slave-Modulen wird über entsprechende Anschlusskomponenten realisiert.

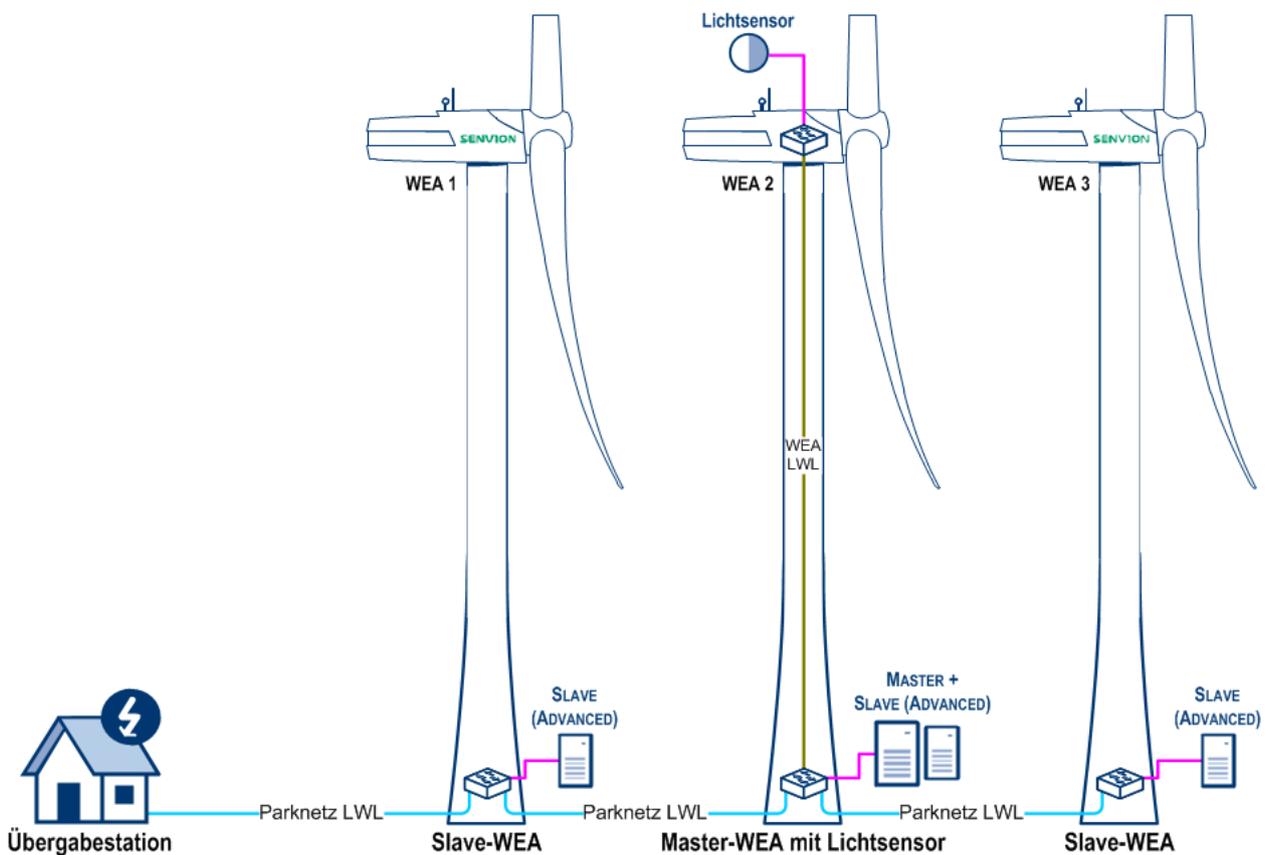


Abb. 2.1 - 1: Shadow Management Advanced – Konzeptionelle Darstellung

2.2 Funktion

Die Abschaltung der WEA erfolgt über das Master-Modul, welches Messungen zur Sonneneinstrahlung des Lichtsensors verarbeitet. Zusätzlich werden durch die Slave-Module Betriebsdaten wie Gondelposition, Getriebedrehzahl, Windgeschwindigkeit und aktuelle Wirkleistungsabgabe jeder mit einem Slave-Modul ausgestatteten WEA erfasst. Auf Basis dieser Informationen berechnet das Master-Modul, ob Schattenwurf auf eingemessene Immissionspunkte (z.B. umstehende Gebäude) besteht.

2.2.1 Automatische Berechnung

Für jeden Immissionspunkt können eine tägliche und eine auf einen Jahreszeitraum bezogene maximal zulässige Beschattungsdauer definiert werden. Die entsprechenden Beschattungszeiten werden im Master-Modul in einem Tages- und in einem Jahreszähler je zu überwachender WEA erfasst. Wird an einem Immissionspunkt eine Beschattung erkannt, werden die entsprechenden Tages- und Jahreszähler erhöht.

Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Beschattungsdauer wird die verursachende WEA für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet.

Befinden sich Bestandsanlagen in der Umgebung, die an gleichen Immissionspunkten wie die zu überwachenden WEA Schattenwurf verursachen, können diese im Senvion Shadow Management Advanced als Vorbelastung berücksichtigt werden. In diesem Fall berechnet das Master-Modul die durch die Bestandsanlagen verursachte Schattenwurfdauer.

Werden die Immissionsrichtwerte durch die Bestandsanlagen nicht überschritten, berechnet das Master-Modul die zusätzliche zulässige Beschattungsdauer der neuen WEA bis zur Erreichung der maximal zulässigen Immissionsrichtwerte. Erst nach Erreichen der maximal zulässigen Immissionsrichtwerte schaltet das Master-Modul die betroffene WEA ab.

2.2.2 Protokollierung

Alle Schattenwurfereignisse und Abschaltungen werden protokolliert. Dabei werden folgende Daten aufgenommen:

- Abschaltzeit WEA
- Wiedereinschaltzeit WEA
- Theoretischer Schattenwurf (ohne Berücksichtigung der Lichtintensität)
- Realer Schattenwurf

Das Schattenwurfprotokoll kann mit der Software SHADOW MEMORY über eine Netzwerkschnittstelle ausgelesen werden.

2.2.3 Optimierung der Abschaltzeiten

Durch die über die Slave-Module erfassten Betriebsdaten ist eine Optimierung der Abschaltzeiten möglich. Einerseits kann durch die genauere Berechnung von möglichem Schattenwurf auf einen Immissionspunkt, z.B. durch Einbeziehung der Gondelposition, die Abschaltung der WEA zeitlich exakter berechnet und somit Abschaltzeiten verringert werden. Zum anderen kann die WEA in windärmeren Zeiten abgeschaltet werden. Damit wird die Erhöhung des Jahreszählers verlangsamt, die maximal zulässige Jahresbelastung damit also später erreicht. Diese Potentiale können dann für den Weiterbetrieb der WEA in windstärkeren Zeiten verwendet werden, so dass sich gegebenenfalls ein höherer Energieertrag ergeben kann.

3 Informationen zur Planung

Ein Master-Modul kann den Schattenwurf von bis zu 50 WEA auf bis zu 300 Immissionspunkte überwachen und die mit einem Slave-Modul ausgerüsteten WEA im Falle einer Überschreitung der maximal zulässigen Immissionsrichtwerte abschalten. Ebenso kann die Vorbelastung von Bestandsanlagen berücksichtigt werden. Dabei ist es unerheblich, wie viele der 50 WEA zu überwachen sind und wie viele als Vorbelastung berücksichtigt werden.

Die Vorbelastung ist in dem vom Kunden zur Verfügung zu stellenden Schattenwurfgutachten zu berücksichtigen. Diese Berechnung dient als Grundlage für die Konfiguration der Vorbelastung im Master-Modul.

Der Lichtsensor wird auf dem Maschinenhaus der WEA installiert. Die für die Montage des Lichtsensors ausgewählte WEA sollte möglichst zentral im Windpark liegen. Sollte der Abstand des Lichtsensors zu einer durch das Master-Modul zu überwachenden WEA größer als 1000 Meter sein, wird ein weiterer Lichtsensor eingesetzt, um die Lichtverhältnisse im Windpark ausreichend genau erfassen zu können.

Informationen zum notwendigen Telekommunikationsanschluss sind der „Spezifikation für den Kommunikationsanschluss im Windpark“ (V-1.1-SL.KM.20-A-*-DE) zu entnehmen. Ein entsprechender Telekommunikationsanschluss ist spätestens zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der WEA durch den Kunden zur Verfügung zu stellen und ist unabdingliche Voraussetzung für den Einsatz des Senvion Shadow Management Advanced.

4 Technische Daten

4.1 Master-Modul

Spannungsversorgung:	230 V
Max. Leistungsaufnahme:	30 W
Betriebstemperatur:	-30 bis +50 °C
Schutzklasse:	IP 65

4.2 Slave-Modul

Spannungsversorgung:	230 V
Max. Leistungsaufnahme:	30 W
Betriebstemperatur:	-30 bis +50 °C
Schutzklasse:	IP 65

4.3 Lichtsensor

Spannungsversorgung:	24 V DC (Netzteil im Schaltschrank eingebaut)
Betriebstemperatur:	-20 bis +50 °C
Schutzklasse:	IP 66

Auf Anforderung kann gegen Aufpreis auch ein Lichtsensor mit Betriebstemperatur von -30 bis +50 °C eingesetzt werden.

5 Liefer- und Leistungsumfang

Der Liefer- und Leistungsumfang beinhaltet:

Hardware:

- Master-Modul
- Slave-Module (Anzahl abhängig von der Größe des Windparks)
- Lichtsensor inkl. Halterung

Software:

- SHADOW MEMORY

Dienstleistungen:

- Vermessung der Standorte der WEA, die Schattenwurf verursachen und vorab durch Schattenwurfgutachten definiert wurden
- Vermessung der maßgeblichen Immissionsorte, die vorab durch Schattenwurfgutachten definiert wurden
- Berücksichtigung der Vorbelastung durch weitere WEA (sofern vorhanden) gemäß Schattenwurfgutachten in der Konfiguration des Master-Moduls
- Konfiguration des Master-Moduls auf Basis der vermessenen Werte
- Montage und Inbetriebnahme der aufgeführten Komponenten

Eventuell erforderliche Gutachten von unabhängigen Instituten zum Schattenwurf oder zur Überprüfung der Installation des Master-Moduls gehören nicht zum Liefer- und Leistungsumfang.

6 Allgemeine Anmerkungen

Das Shadow Management Advanced ist ein optionales Produkt für Senvion MM, 3.XM, 5M (onshore) und 6M (onshore) WEA. Bitte konsultieren Sie Ihren Senvion GmbH Vertriebspartner, ob das Shadow Management Advanced für Ihre spezifische WEA-Konfiguration verfügbar ist.

Montage- und Gebrauchsanweisung
für Typ 0529.62, 0529.66.03, 0629.62, 0629.66.03,
0929.62, 0929.66.03
HACA – Fallschutzschienen



Erst lesen – dann montieren!

Achtung: Bei nicht fachgerechter Montage besteht Lebensgefahr!

Sollten Sie Rückfragen bezüglich der Montage haben,
wenden Sie sich bitte an unser Stammhaus in Bad Camberg.

1. Allgemeines

Eine Leiter muss nach DIN EN ISO 14122 bei einer Absturzhöhe > 3 m und nach DIN 18799 > 5 m mit einer Absturzsicherung ausgestattet werden. Die gelochten und gegen Korrosion geschützten Fallschutzschienen gibt es in den Längen 1,96 m, 2,80 m, 3,64 m und 5,88 m. Die ungelochten Fallschutzschienen in 6 m Längen. Diese sind nicht verzinkt, ungebeizt oder nicht eloxiert. Steigeisen oder Steigleitern, die mit dem HACA-Fallschutzsystem ausgerüstet sind, dürfen nur mit einem HACA-Fallschutzläufer der Typenreihen 0529.60, 0529.71, 0529.72, 0529.73, 0529.74 oder 0529.74.50 in Verbindung mit einem Auffanggurt nach DIN EN 361 begangen werden. Hierzu ist die separate Gebrauchsanleitung der Fallschutzläufer und der Auffanggurte zu beachten. Die Verbindung zwischen Fallschutzläufer und Auffanggurt muss von einem gesicherten Standplatz aus hergestellt oder gelöst werden können. Die Anzahl der Fallschutzläufer sind mit dem Betreiber festzulegen. Es müssen jedoch mindestens zwei Fallschutzläufer bereitgehalten werden. An Steigleitern- und an Steigeisengängen muss an jeder Zugangsebene, die ohne dieses Steigschutzsystem erreicht werden können, ein Kennzeichnungsschild (Abb.5) angebracht und leserlich ausgefüllt werden. Fallschutzschienen ohne Lochung (Typ 0529.62, 0629.62, 0929.62) müssen bauseits im Sinne dieser Montageanleitung vorbereitet und montiert werden.

Um eine einwandfreie Funktion des Fallschutzläufers zu gewährleisten, müssen die Enden der Fallschutzschienen passgenau abgeschnitten, entgratet und gegen Korrosion geschützt werden. Flugrost ist mit einer Edelstahlbürste zu entfernen (siehe auch 3.1).

2. Montage der Fallschutzschiene

Durch die Kombination der verschiedenen Schienelängen lässt sich jede gewünschte Gesamtschiene-länge zusammenstellen. Für die Verbindung der

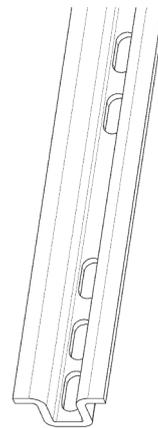


Abb. 1: Fallschutzschiene gelocht, Stahl tZn, V4A Typ 0529.6603, 0929.6603

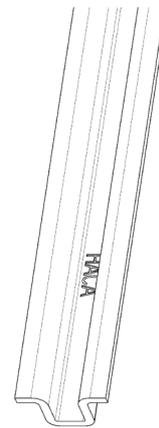


Abb. 2: Fallschutzschiene ungelocht, Stahl tZn, V4A Typ 0529.62, 0929.62

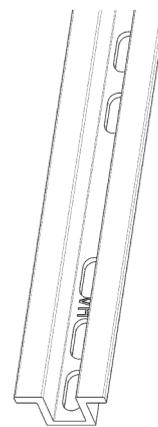


Abb. 3: Fallschutzschiene gelocht, Aluminium Typ 0629.6603



Abb. 4: Fallschutzschiene ungelocht, Aluminium Typ 0629.62

HACA LEITERN Typ: HACA-Fallschutz

Mittelholm bzw. Fallschutzschiene (falls zutreffend) aus

-Profil -Profil -Profil
 Benützung nur mit HACA -Fallschutzläufer

Typ 0529.60 Typ 0529.71 Typ 0529.74
 Typ 0529.73 Typ 0529.72 Typ 0529.74.50

Um die Eignung des Auffanggurtes mit der Fallschutzzeiheinung sicherzustellen, ist eine Gefährdungsbeurteilung nach den jeweils zutreffenden nationalen Vorschriften und Gesetzen durchzuführen. Es dürfen nur Auffanggurte verwendet werden, die von dem Betreiber der Steigschutzzeiheinung, für den sicheren Betrieb zugelassen sind. Infos über die Zulassung sind unter Tel.-Nr. auf Anfrage erhältlich. Nach Bedarf von einer "berähigten Person" auf den sicheren Zustand, prüfen lassen (L1 BGR 198).
 CE 0158
 Montiert: 2015 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20
 Copyright bei der Montage eintragen bzw. ablesen

Abb. 5

Schienen ist der Fallschutzschienenverbinder (Abb.10) zu verwenden. Ordnungsgemäß montierte Fallschutzschienenstücke können als eine durchgehende Fallschutzschiene betrachtet werden.

Die Fallschutzschiene wird, je nach Sprossenart, mit verschiedenen Bügelschrauben an der Sprosse befestigt (Abb. 7 – 9).

Das untere Ende der Fallschutzschiene ist zum bequemen Ein- und Ausführen des Fallschutzläufers ca. 0,80 – 1,00 m über der Standfläche (zwischen 3. und 4. Sprosse) anzuordnen. Jede Entnahmestelle oder Unterbrechung der Fallschutzschiene ist mit Endanschlägen zu sichern, um ein unbeabsichtigtes Herausgleiten des Fallschutzläufers zu verhindern. Die drehbare Entnahmestelle benötigt konstruktiv keine Endanschläge.

Die Befestigungslochungen in den Fallschutzschienen sind so ausgelegt, dass am oberen Ende der Fall-

zur nächsten Bohrung oder zum Schienenende, eingebracht werden.

Typenreihe Fallschutzläufer	max. Rückenlage	max. Seitenlage
0529.60	3°	3°
0529.71 0529.72 0529.73 0529.74 0529.74.50	15°	20°

Unverzinkte Fallschutzschienen müssen anschließend feuerverzinkt und nach dem Verzinken von Zinkspitzen u.ä. befreit werden. Verzinkte Fallschutzschienen sind an den Schnittstellen kalt zu verzinken. Eloxierete und Edelstahl Fallschutzschienen sind wegen der Kontaktkorrosion an den Bearbeitungsstellen zu beizen.

Der montierte Schienenstoß kann mit einem HACA Fallschutzläufer überprüft werden. Dabei gilt, solange der Fallschutzläufer ohne verkanten oder verhacken über den Schienenstoß läuft kann der Schienenstoß als ordnungsgemäß ausgerichtet beurteilt werden.

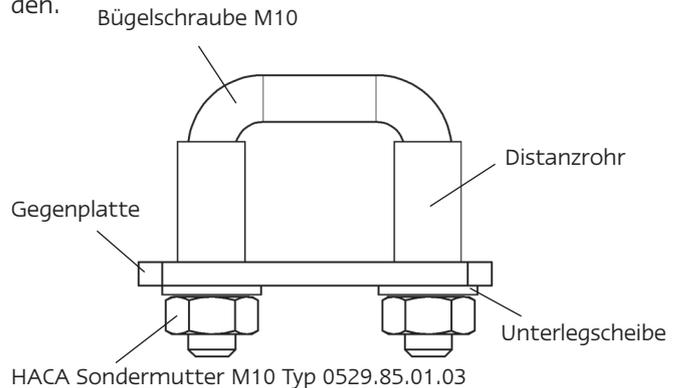


Abb. 6: Bügelsschraube ohne Schiene montiert

2.1 Bügelsschrauben

Für die Montage der Fallschutzschiene an den verschiedenen Sprossenarten stehen vier unterschiedliche

Bügelsschrauben zur Verfügung (Abb. 7 – 9). Bei Bügelsschraube für U-Sprossen (Abb. 8) und bei der Bügelsschraube für quadratische AL Sprossen (Abb. 9) sind unterschiedliche Distanzrohre im Schraubenpack enthalten. Diese verhindern ein Verdrücken der Sprosse. Bei einer Sprosse 25 x 25 mm ist das Distanzrohr 16 x 2 x 24 mm, bei einer Sprosse 29 x 29 mm ist das Distanzrohr 16 x 2 x 28 mm und bei einer 30 x 30 Sprosse ist das Distanzrohr 16 x 2 x 29 mm zu verwenden. Die HACA Sondermuttern im



Bei Nichtmontage von Endanschlägen besteht Lebensgefahr!

schutzschiene gegebenenfalls eine „aufsteckbare oder einschwenkbare“ Einstieghilfe aufgenommen werden kann.

Es ist ratsam, bei der Verwendung von Zubehör im Ausstiegsbereich, die Fallschutzschienenmontage von oben zu beginnen. Der Überstand vom oberen Ende der Fallschutzschiene bis zur Mitte der obersten Sprosse muss dann 210 mm betragen. Beachten Sie bitte bei Verwendung einer dieser Einstieghilfen die spezielle Montageanleitung.

Die Fallschutzschiene kann ausser Lot montiert werden. Dadurch entsteht für den Anwender eine Rücken- oder Seitenlage beim Steigen. Die maximale Gradzahl der Neigung ist läuferabhängig.

Zusätzliche Bohrungen mit einem maximalen Durchmesser von 11 mm, zum Befestigen der Fallschutzschiene, können mit einem Randabstand von 5 mm,



Für den Längenausgleich infolge Temperaturschwankungen muss an den Schienenstößen ein Luftspalt vorgesehen werden (Abb. 10). Das Idealmaß beträgt 2 mm^{±1}. Größere Spaltmaße bis 5 mm sind in Einzelfällen akzeptabel und ist kein Mangel.

Einzelfälle: unter Einzelfälle ist zu verstehen, das dies eine Ausnahme ist. Zum Beispiel an den Turmstößen bei der Errichtung von Windenergieanlagen oder ähnlichen.

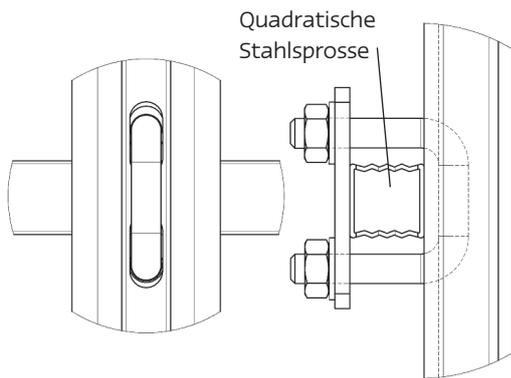


Abb. 7: Befestigung an der quadratischen Sprosse
Typ 0529.85.40 / 0929.85.40

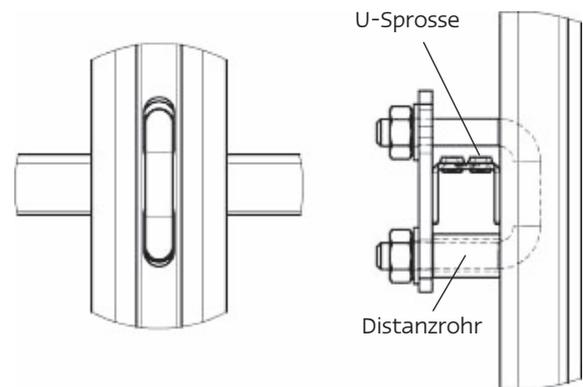


Abb. 8: Befestigung an der U-Sprosse
Typ 0529.85.43 / 0929.85.43



Um Montagefehlern entgegenzuwirken müssen die Muttern der Bügelschraube gleichmäßig angezogen werden. Anderenfalls kann die Bügelschraube verkanten und Bauteile wie z.B. Sprossen oder Verbinder beschädigen.

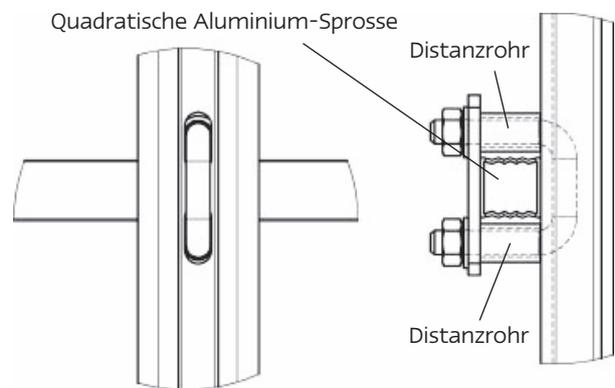


Abb. 9: Befestigung an der Aluminium-Sprosse
Typ 0529.85.44 / 0929.85.44

Das Anzugsmoment der M10 Mutter beträgt 35 Nm

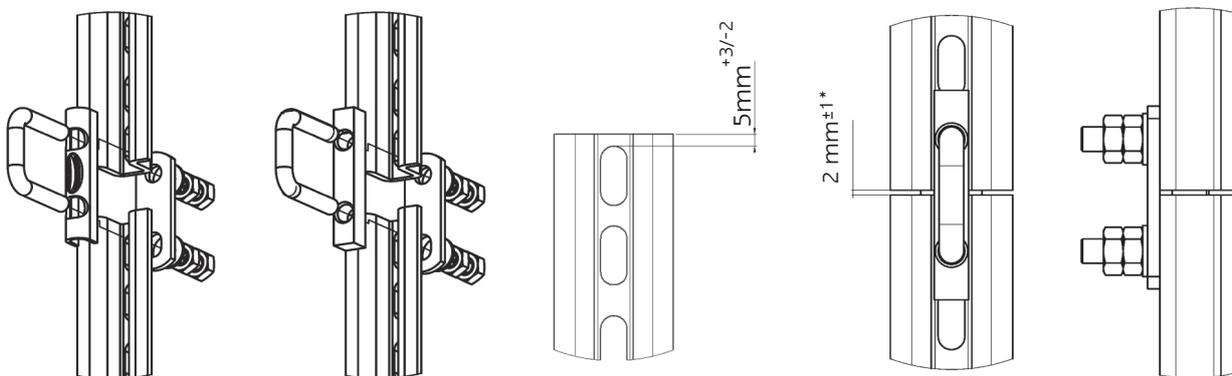


Abb. 10: Verbindung zweier Fallschutzschienen mit zulässigen Toleranzen am Schienenstoß und Schienenende.
Fallschutzschienenverbinder Typ 0529.87.10, 0629.87.10, 0929.87.10

* Das ideale Spaltmaß beträgt 2 mm +/- 1. Größere Spaltmaße bis 5mm sind in Einzelfällen akzeptabel und ist kein Mangel.

Schraubenpack sind zur Schraubensicherung mit einer Spezialbeschichtung ausgeführt. Auf zusätzliche Schraubensicherungselemente kann verzichtet werden. Das Anzugsmoment der M10 Müttern bei der Erstmontage beträgt 35Nm. Die HACA Sonder-



Es ist sicherzustellen, dass die Leiter, an der die Fallschutzschiene montiert werden soll, mit einem geeigneten Befestigungsmaterial montiert ist. Das Befestigungsmaterial ist anhand der von HACA vorgegebenen Dübel-Auszugskräfte und den Herstellerangaben des Befestigungsmaterials auszulegen.

müttern sind so anzubringen, dass diese im montierten Zustand zu identifizieren sind. Dazu wird von HACA eine Seite der Mutter mit der Sonderbeschichtung überzogen. Diese ist sichtbar zu montieren. Nach dem Abschrauben einer montierten Schraubenverbindung ist die Mutter auszutauschen.

Bei der regelmäßigen Überprüfung der Fallschutzschiene, durch die befähigte Person, ist auf einen festen Sitz der Schraubenverbindungen zu achten. Dies ist gewährleistet, wenn die Unterlegscheibe (Abb.6) und die Gegenplatte (Abb.6) sich per Hand nicht drehen oder verschieben lassen. Wenn sich die Teile von Hand bewegen lassen, sind die HACA Sondermüttern wieder mit einem Anzugsmoment von 35Nm anzuziehen.

2.2 Befestigung der Fallschutzschienen an den Sprossen einer ortsfesten Leiter

Die Leiter, an der eine Fallschutzanlage montiert werden soll, muss mit mindestens 6 Paar Wandbefestigungen befestigt sein.

Bei weniger verwendeten Wandbefestigungen müssen Fußplatten (Typ 0529.16.10) oder Zugbänder (Typ 0529.47) montiert sein.

Die Befestigungslochungen der Fallschutzschienen sind abgestimmt auf einen Sprossenabstand von 280 mm. Bei anderen Sprossenabständen muss bau-seits die ungelochte Fallschutzschiene abgebohrt und gegen Korrosion geschützt werden.

Wird die Fallschutzschiene an eine Leiter von einem anderen Lieferanten befestigt, so ist nachzuweisen, dass diese die erforderlichen Kräfte aufnehmen kann. Die einzelnen Fallschutzschienenlängen müssen nicht den entsprechenden gleich langen Leiterteilen zugeordnet werden. Eine überlappende Montage der Fallschutzschiene ist möglich.

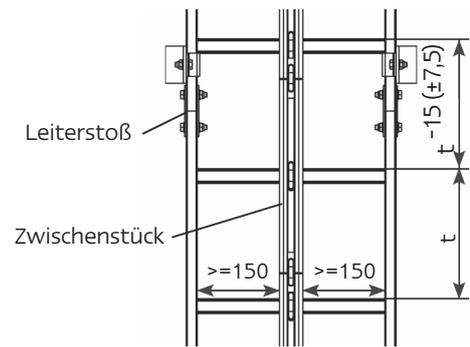


Abb. 11: Leiterstoß nach EN 50308 am Turmflansch

Die EN 50308 Windenergieanlagen (Abb. 11) erlaubt im Bereich des Turmflansch am Leiterstoß eine Abweichung des Sprossenabstands von $<15\text{mm}$ ($\pm 7,5\text{ mm}$). Bei Verwendung einer vorgelochten Fallschutzschiene muss durch ein angepasstes Zwischenstück [2] der regelmäßige Lochabstand wieder hergestellt werden. Zum Verbinden der Fallschutzschiene mit dem Zwischenstück sind die Verbinder [3] (Abb.10) zu verwenden. Das Zwischenstück und die beiden Fallschutzschienen sind mit einer Bügelschraube [1] an der Leiter zu befestigen.

Bei der Montage der Fallschutzschiene auf einer Al-Leiter ist eine Bügelschraube mit zwei Distanzhülsen, damit die Sprosse nicht „verdrückt“ wird, zu verwenden (Abb. 9).

Die Fallschutzschienen werden in der Leitermitte angeordnet und sind an der Ersten, Letzten sowie jeder 6. Sprosse der Leiter zu befestigen. Dabei kann es je nach Leiterlänge vorkommen, dass der Abstand der letzten zu der vorletzten Bügelschraube keine 6 Sprossen ist.

Bei einer kürzeren Fallschutzanlage gelten folgende Mindestanzahlen der Befestigungspunkte:

- 4 Befestigungspunkte bei verzinkten Stahlsprossen 25 x 25 mm
- 6 Befestigungspunkte bei verzinkten Stahlsprossen 20 x 20 mm
- 4 Befestigungspunkte bei Sprossen aus Edelstahl 25 x 25 mm
- 4 Befestigungspunkte bei Sprossen aus Aluminium 30 x 30 mm
- 4 Befestigungspunkte bei Sprossen aus U- Profilen
- 4 Befestigungspunkte bei runden, rund um verschweißten Sprossen
- 4 Befestigungspunkte bei GFK-Sprossen 28 x 28 mm

2.3 Nachrüsten von Steigeisengängen an Schornsteinen mit Fallschutzschienen mittels Klemmschienen

Steigeisenauftrittsbreite 250 mm, Steigeisen \varnothing 20 - 25 mm

Das Merkblatt BGI 691 „Nachrüsten von Steigeisen- und Steigleitergängen mit Steigschutzeinrichtungen an Schornsteinen“ ist zu beachten. Nach diesem Merkblatt müssen die Steigeisen ausreichend tragfähig sein. Sie sind ausreichend tragfähig, wenn sie der DIN EN 13084 Teil 1, 2 u. 4 entsprechen sowie der Querschnitt nicht durch Korrosion geschwächt ist



Werden Führungen an Steigleitergängen befestigt, sind diese Bauteile vor der Montage von einer befähigten Person auf ausreichende Tragfähigkeit zu prüfen.

und die hinteren Steigeisenaufkantungen hinter einem Mauerstein verankert sind.

Werden Fallschutzschienen an Steigeisen befestigt, sind die Steigeisen vor der Montage von einer befähigten Person auf ausreichende Tragfähigkeit hin zu prüfen.

Die Fallschutzschienen-Befestigung in Steigeisenmitte ist erlaubt, wenn die Auftrittsbreite an jeder Stelle im Steigeisengang 85 mm beträgt und die Fallschutzschienen an jedem dritten Steigeisen befestigt werden.

Die Rasterlochung der Fallschutzschienen von 140 mm gewährleistet in Verbindung mit den beiden Einkerbungen in der Klemmschiene eine stufenlose Befestigung an jedem Steigeisen (Abb.12), unabhängig vom Steigeisenabstand und den Toleranzen innerhalb der Steigeisenabstände. Die Fallschutzschienen müssen lotrecht montiert werden. Bei Neigungen, gleich in welche Richtung, wird um vorherige Rücksprache mit HACA gebeten.

Fallschutzschiene und Klemmschiene mit je zwei Flachrundschrauben, Distanzrohren, Beilagscheiben, Muttern und Kontermuttern in Steigeisenmitte befestigen. Bei Steigeisen \varnothing 25 mm müssen zusätzlich zwischen dem Distanzrohr und der Klemmschiene je 2 Stück Unterlegscheiben beigelegt werden (Abb.11 und 12). Eine von beiden Einkerbungen an der Klemmschiene muss das Steigeisen aufnehmen und ist je nach Übereinstimmung der Fallschutzschienen-Rasterlochung mit der Klemmschienenlochung auszuwählen (Abb.12).

Das Anzugsmoment der M10 Mutter beträgt 35 Nm

2.4 Nachrüsten von Steigleitergängen an Schornsteinen mit Fallschutzschienen mittels Klemmschienen (für Rundstahlsprossen \varnothing 20 bis 25 mm)

Das Merkblatt BGI 691 „Nachrüsten von Steigeisen- und Steigleitergängen mit Steigschutzeinrichtungen an Schornsteinen“ ist zu beachten. Die Fallschutzschienenbefestigung auf Leitermitte nach diesem

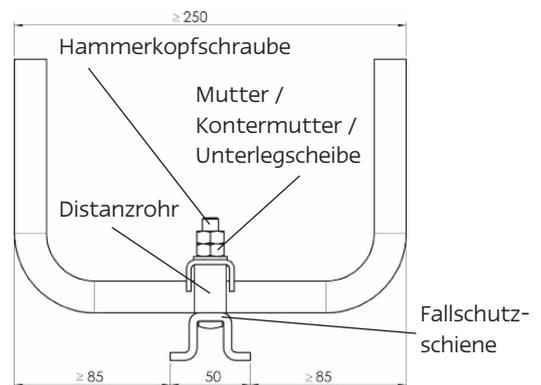


Abb. 12

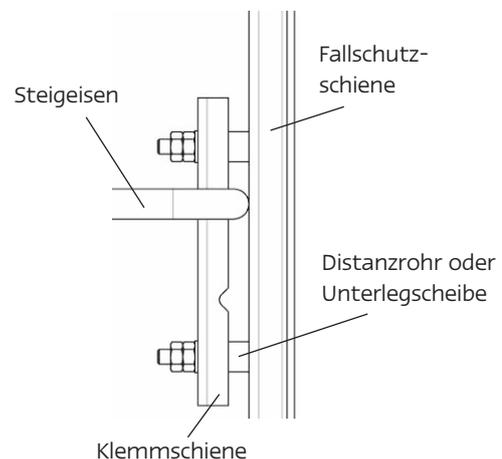


Abb. 13



In Schächten, wo Gase entstehen können (hierzu zählen die Bereiche der Zone 0 und 1) dürfen keine Aluminiumteile verwendet werden. Benutzen Sie deshalb in diesen Bereichen nur den HACA-Fallschutzläufer der Typenreihe 0529.60 sowie nur Stahl, feuerverzinkte oder Edelstahlteile.

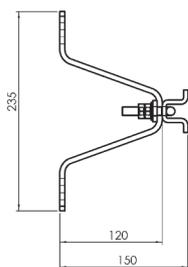


Abb. 14: Typ 0544.12 / 0944.12

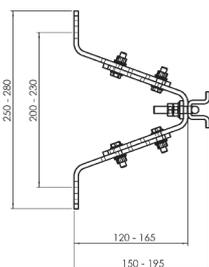


Abb. 15: Typ 0544.13 / 0944.13

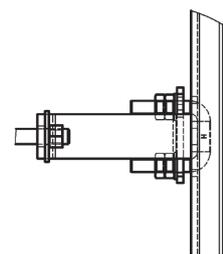


Abb. 16: Typ 0544.12 / 0944.13

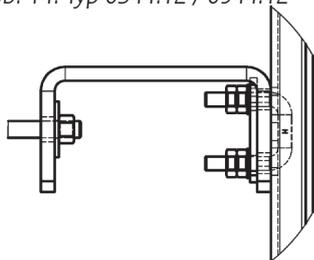


Abb. 17: Typ 0544.14 / 0944.14

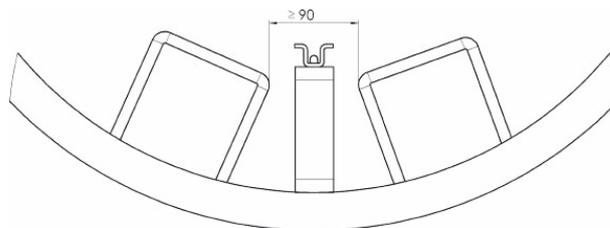


Abb. 18: Typ 0544.14 / 0944.14

Merkblatt ist erlaubt, wenn die Auftrittsbreite zwischen Holm und Fallschutzschiene an allen Stellen mind. 125 mm beträgt und die Fallschutzschienen mind. an jeder vierten Sprosse befestigt werden. Die lichte Leiterbreite sollte > 349 mm betragen, jedoch bei Verwendung der 50 mm breiten HACA-Fallschutzschienen dürfen auch Leitern mit einer lichten Weite von > 299 mm nachgerüstet werden.

Es sind mind. 4 Befestigungspunkte pro Fallschutzschiene erforderlich. Die Fallschutzschienen müssen lotrecht montiert werden. Bei Neigungen, gleich in welche Richtung, wird um vorherige Rücksprache mit HACA gebeten. Für die Auswahl der Dübel siehe Punkt 4.

2.5 Nachrüsten von ein- und zweiläufige Steigeisengängen in Schächten

Die Fallschutzschiene kann links oder rechts neben den Steigeisen (Abb.14 bis 17) oder bei ausreichend breiten Steigeisen auch mittig auf den Steigeisen angeordnet werden (Abb.12 und 13). Die verbleiben-

3. Prüfungen

Nach beendeter Montage ist zu prüfen, ob die Sicherungszungen der beweglichen Endanschlänge durch ihr Eigengewicht in Schutzstellung fallen. Weiterhin ist mit einem Fallschutzläufer zu prüfen, ob er nur in die richtige Richtung eingeführt werden kann und ob die Durchfahrt des Läufers gestoppt wird, wenn sich die Endanschlänge in Schutzstellung befinden. Entsprechend den betrieblichen Verhältnissen sind nach Bedarf vom Unternehmer (Betreiber) die Prüfintervalle festzulegen. Ausnahme: Fallschutzeinrichtungen an Schornsteinen müssen gemäß BGI 691 mindestens einmal jährlich überprüft werden. Kontrollblätter erhalten Sie von uns auf Anforderung kostenlos.

 **Dübel sind entsprechend dem Untergrund und den Verankerungskräften nach den Tabellen für die gewählte Wandbefestigung auszuwählen.**

den Auftrittsflächen müssen mindestens 85 mm betragen. Für die Seitenmontage werden die HACA-Wandbefestigungsbügel Typ 0544.12 / 0944.12, Typ 0544.13 / 0944.13 oder Typ 0544.14/0944.14 (siehe Abb.14 bis 17) verwendet.

Das Anzugsmoment für M8 beträgt 17 Nm. Das Anzugsmoment für M10 beträgt 35 Nm.

Der Abstand der Befestigungspunkte ist max. 1,68 m. Bei Verwendung der Typen 0544.14/0944.14 ist er max. 0,98 m. Statisch ausreichend ist es, wenn die Rasterabstände im Wechsel von 0,98 m, zur nächsten Befestigung 1,12 m eingehalten werden.

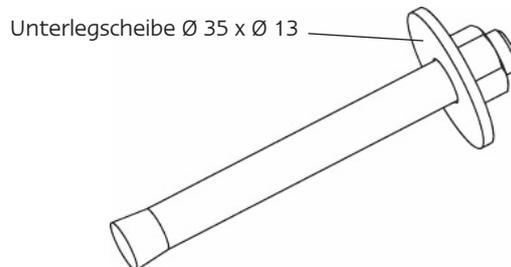


Abb. 19: Durchsteckanker 0529.51.09 / 0529.51.05

3.1 Hinweise für die regelmäßige Überprüfung durch die befähigte Person

Überprüfung der Befestigungsmuttern von der Fallschutzschiene

Es ist auf einen festen Sitz der Schraubenverbindung zu achten. Dies ist gewährleistet, wenn die Gegenplatte (Abb.6) sich nicht per Hand drehen oder verschieben lässt. Wenn sich die Teile von Hand verschieben lassen, sind die HACA - Sondermuttern wieder mit einem Anzugsmoment von 35 Nm anzuziehen. Dies ist kein Mangel.

Überprüfung der Spaltmaße am Fallschutzschiene Stoß

Das Spaltmaß ist bei der Montage mit 2 +-1mm einzuhalten. In Einzelfällen kann dies bis zu 5mm sein und ist kein Mangel. Einzelfälle sind als Ausnahme zu verstehen und könnten z.B. an dem Turmstoß bei der Errichtung von Windenergieanlagen vorkommen. Während des Betriebs der Fallschutzanlage dient das Spaltmaß zur Kompensierung der temperaturabhängigen Längenausdehnung der Fallschutzschiene. Das kann bedeuten, dass ordnungsgemäß montierte Spaltmaße sich verändern und nicht dem Montagemaß entsprechen. Dies ist kein Mangel.

Überprüfung der Fallschutzschienen auf Korrosion

Flugroststellen auf der Fallschutzschiene sind mit einer Edelstahlbürste gründlich zu reinigen und die Schiene ist gegebenenfalls, bei verzinkten Schienen, an diesen Stellen kalt nach zu verzinken. Dies ist kein Mangel. Die Summe der Stellen ohne Zinküberzug dürfen nach DIN EN ISO 1461 0,5% der Gesamtoberfläche des Einzelteils nicht überschreiten.

Ausklüngen und Schnittstellen an der Fallschutzschiene, die während der Montage und zur Anpassung durchgeführt worden sind, müssen erneut gegen Korrosion geschützt werden. Das bedeutet, dass die betroffenen Stellen bei den Stahlschienen kalt nach verzinkt und bei den Edelstahlschienen gebeizt werden müssen. Diese Bereiche sollten auf dem Kontrollblatt vermerkt und bei der regelmäßigen Überprüfung gesondert kontrolliert werden.

4. Dübel

Angaben in den Tabellen, bzw. bei Verwendung anderer Dübel als die von HACA empfohlenen, sind die Vorgaben des Dübelherstellers zu beachten.

Wird der Durchsteckanker Typ 0529.51.09 / 0529.51.05 verwendet, so sind Unterlegscheiben $\varnothing 35 \times \varnothing 13 \times$ mind. 4 mm stark feuerverzinkt, bzw. aus Edelstahl V4A, beizulegen (Abb.18).

Edelstahldübel aus V4A Typ 0529.5109 sind geeignet für Feuchträume, Außen- und Innenverwendung (nicht für Hallenbäder, Straßentunnel, Meerwasserat-

mosphäre u. ä.).

Galv. verzinkte Dübel Typ 0529.51.05 sind nur geeignet für Innenverwendung (Ausnahme Feuchträume).

Die Dübel sind zugelassen für gerissenen und ungerissenen Beton.

4.1 Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Montage gemäß Dübel-Zulassung:

- Einbau ist durch entsprechend geschultes Personal unter der Aufsicht des Bauleiters durchzuführen.
- Der Einbau der Bauteile hat nur so zu erfolgen, wie von HACA geliefert, ohne Austausch der einzelnen Teile.
- Die Festigkeit des Montageuntergrund ist zu überprüfen. Danach ist das Befestigungsmaterial auszuwählen.
- Der Untergrund ist zu prüfen, ob keine signifikanten Hohlräume vorhanden sind.
- Das Bohrloch ist vom Bohrmehl zu befreien.
- Die effektive Verankerungstiefe ist einzuhalten. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Setzmarkierung des Dübels nicht über die Betonoberfläche hinausragt.
- Vorgegebene Rand- und Achsabständen der Durchsteckanker sind ohne Minustoleranzen einzuhalten.
- Die Anordnung der Bohrlöcher ist ohne Beschädigung der Bewehrung durchzuführen.
- Die Muttern sind mit einem geprüften Drehmomentschlüssel und dem in Tabelle 1 angegebenen Drehmoment anzuziehen.
- Es ist ein „dübeltauglicher“ Bohrhammer zu verwenden.
- Es sind Hartmetall-Hammerbohrer mit Zeichen  zu verwenden.
- Bei Fehlbohrungen ist das neue Bohrloch in einem Abstand, der mindestens der doppelten Tiefe der Fehlbohrung entspricht anzuordnen. Bei einem geringeren Abstand, muss die Fehlbohrung mit einem hochfesten Mörtel verfüllt werden. Dies gilt auch dafür, wenn die Quer- oder Schrägzuglast nicht in Richtung der aufgebrachten Last liegt.

4.2 Zusätzliche Montagehinweise

- Betrauen Sie mit der Montage nur verantwortungsbewusste Fachfirmen/Fachkräfte.
- Bei unsachgemäßer Montage besteht Lebensgefahr!
- Vor der Erstbenutzung ist die ordnungsgemäße Montage des ausführenden Unternehmens durch eine befähigte Person schriftlich zu bestätigen.
- Benennen Sie einen Bauleiter.
- Lassen Sie sich schriftlich bestätigen, dass die entsprechende Montageanleitung gelesen, verstanden und danach montiert wurde.
- Soweit der Verankerungsgrund nicht aus Beton B 25 – B 55 besteht und nicht die original Dübel Typ 0529.51.09, 0529.51.05 verwendet werden, so

wenden Sie sich bezüglich der Auswahl geeigneter Dübel an den Fachhandel.

- Wenn auch durch Auszugsversuche keine befriedigenden Ergebnisse zu erreichen sind, so ist die Verankerung entsprechend den vorgefundenen Verhältnissen ingenieurmäßig zu planen, d. h. es ist ein Ingenieurbüro einzuschalten.
- Achten Sie darauf, dass der Verankerungsgrund nicht durch Heizkörper-Nischen und anderes geschwächt ist. In diesem Falle müssen die Verankerungspunkte verschoben werden oder es muss eine ingenieurmäßig geplante Unterkonstruktion eingesetzt werden.
- Für die Abnahme stellen wir Ihnen gerne unser Leiterkontrollblatt zur Verfügung.

4.3 Dübel- und Schrauben-Kennwerte

Tabelle 1: Dübelkennwerte zur Herstellung des Anschlusses mit Durchsteckanker Typ 0529.51.09, 0529.51.05

Dübel-länge ca. mm	Dübel-Nutz-länge max. mm	Bohrloch-tiefe mind. mm	Bohrer-nenn Ø mm	Dreh-moment Nm	Bauteildicke (Dicke des Verankerungs- grundes) mind. mm	Achs-/Randabstand ¹⁾ bei gerissemem Beton mind. mm		Rand-/Achsabstand ¹⁾ bei gerissemem Beton mind. mm	
115	20	95	12	60	140	70	100	70	130

¹⁾ Hinweis: Die jeweiligen Kombinationen Achs-/Randabstand sind maßgebend. Gerissener Beton ist der Normalfall, der auch ungerissenen Beton beinhaltet.

Tabelle 2: Bedarf an Dübeln für Wandbefestigungen

Verankerungsgrund*)	Typ 0544.12 / 0944.12 Typ 0544.13 / 0944.13	Typ 0544.14 / 0944.14
B25 – B55	2 Stück	1 Stück

*) Bei anderen Verankerungsgründen wenden Sie sich bitte, hinsichtlich der Auswahl geeigneter Dübel, an den Fachhandel mit den erforderlichen Verankerungskräften nach Tabelle 3.

Tabelle 3: Charakteristische Werte der Dübeleinwirkungen (Belastwerte) für Anker mit Schraubendurchmesser bis zu Ø 16 mm

Wandbefestigung	axiale Zugkraft H	Querzug V	maßg. Quer- oder Schrägzug R	Biegemoment im Schraubenschaft M
0544.12 / 0544.13 u. ä. 0544.14 u. ä.	0,33 KN **) 3,87 KN	2,46 KN **) 2,12 KN	2,46 KN **) 4,41 KN	16,0 Nm 33,9 Nm

**) Belastungswerte gelten für eine 2er Dübelgruppe mit dem Abstand a = 240 mm der Einzeldübel untereinander

5. Normen und Vorschriften

- BGR 199 "Regeln für den Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen zum Halten und Retten".
- BGR 198 „Regeln für den Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“
- BGI 691 „Regeln für das Nachrüsten von Steigeisen- und Steigleitergängen mit Steigschutzeinrichtungen an Schornsteinen“

- DIN 18799 „Steigleitern an baulichen Anlagen“
- DIN EIN ISO 14122 „Sicherheit von Maschinen“
- DIN EN 14396 „Schachtleitern“

- DIN EN 361 „Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz-Auffanggurte“
- DIN EN 353 „Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich beweglicher Führung

Instructions for assembly and use

for Model 0529.62, 0529.66.03, 0629.62, 0629.66.03, 0929.62, 0929.66.03

HACA Fall Arrest Rails



HACA LEITERN



Read before assembly!

Attention: Incorrect assembly will cause danger to life!

If you have any questions regarding assembly, please contact our head office in Bad Camberg.

1. General

A ladder must be equipped with fall protection if it has a fall height of > 3 m in accordance with DIN EN ISO 14122 and >5 m in accordance with DIN 18799. The perforated, corrosion-resistant fall arrest rails are available in lengths of 1.96 m, 2.80 m, 3.64 m and 5.88 m. The non-perforated fall arrest rails are supplied in 6 m lengths. These are ungalvanised, are not acid cleaned and not anodised.

Step irons or vertical ladders equipped with the HACA fall protection system may only be ascended using a HACA fall arrest runner Model 0529.60, 0529.71, 0529.72, 0529.73, 0529.74 or 0529.74.50 in connection with a harness in accordance with DIN EN 361. The separate instructions for the fall arrest runner and harness must be observed.

It must be possible to establish or release the connection between fall arrest runner and harness from a secure location.

The number of fall arrest runners should be determined with the operator. At least two fall arrest runners must be held in readiness, however.

A legibly completely identification sign (Fig. 5) must be attached to each access level of vertical ladders and manhole ladders that cannot be reached without this climbing protection system.

The customer must prepare and assemble fall arrest rails without perforation (Model 0529.62, 0629.62, 0929.62) in line with these assembly instructions. The ends of the fall arrest rails must be accurately cut off, deburred and protected against corrosion in order to guarantee perfect functioning of the fall arrest runner.

Rust film has to be removed with the help of a stainless steel brush (see also 3.1).

2. Assembly of the fall arrest rails

Every desired overall rail length can be achieved by combining the different rail lengths. The fall arrest rail connector (Fig. 10) should be used to connect the rails. Lengths of fall arrest rail which have been correctly mounted may be regarded as continuous fall arrest rails.

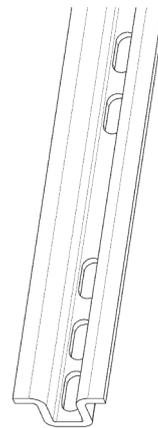


Fig. 1: Fall arrest rail, perforated, tZn steel Model 0529.66.03, 0929.66.03

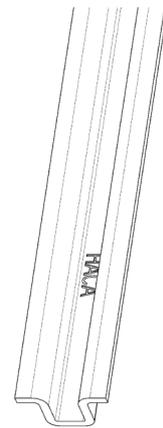


Fig. 2: Fall arrest rail non-perforated, tZn steel Model 0529.62, 0929.62

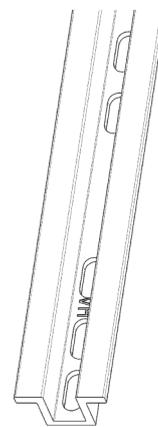


Fig. 3: Fall arrest rail perforated, aluminium Model 0629.66.03



Fig. 4: Fall arrest rail non-perforated, aluminium Model 0629.62



Fig. 5

Depending on the rung type the fall arrest rail may be fixed to the rung using different U bolts (Fig. 7 - 9).

To permit easy insertion and removal of the fall arrest runner the lower end of the fall arrest rail should be arranged approx. 0.80 – 1.00 m above standing area (between the 3rd and 4th rung). Each removal point or interruption of the fall arrest rail must be secured with end stops in order to prevent the fall arrest runner slipping out unintentionally. Constructively there is no need for end stops at the removal points.

The fixing holes in the fall arrest rails are designed such that a "connectable or pivoting" access aid can be incorporated where necessary on the upper end of the fall arrest rail.

When using accessories in the exit area it is advisable to commence assembly of the fall arrest rails from the top. The overhang from the upper end of the fall arrest rail to the middle of the top rung must then be 210 mm. Please observe the special assem-



Failing to assemble end stops causes danger to life!

bly instructions when using one of these access aids. To fasten the fall arrest rail additional drill holes with a maximum diameter of 11 mm may be incorporated with an edge distance of 5 mm to the next drill hole or to the rail end.

Ungalvanised fall arrest rails must subsequently be hot-dip galvanised and freed from zinc peaks and similar after galvanising. The cut surfaces of galvanised fall arrest rails must be cold-galvanised. The processed areas of anodised and stainless steel fall



A gap must be provided on rail joints for length adjustments that occur due to fluctuations in temperature (Fig. 10). The ideal clearance is 2 mm +/- 1. Clearances of up to 5 mm are acceptable in isolated cases and are not a defect.

Isolated cases: Isolated cases means, that this is an exception. For example at the joints of segments of a tower when erecting wind energy plants or similar.

arrest rails should be acid cleaned due to contact corrosion.

Typus of fall arrest runners	max. position backwards	max. position to the side
0529.60	3°	3°
0529.71 0529.72 0529.73 0529.74 0529.74.50	15°	20°

The fallarrest rail can be mounted out of plumb. For the user this leads to a position backwards or to the side when climbing. The maximum degree of inclination depends on the fall arrest runner.

The fixed rail joint can be checked with the help of a HACA fall arrest runner. As long as the fall arrest runner passes the rail joint without canting or getting caught, you can consider the rail joints to be positioned correctly. Fig. 6: U bolt mounted without rail.

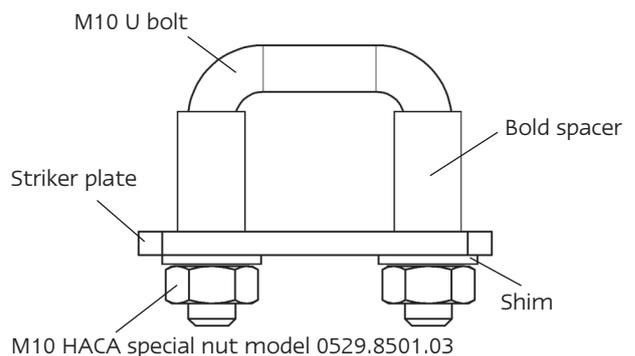


Fig. 6: U bolt mounted without rail

2.1 U bolts

Four different U bolts are available for the assembly of the fall arrest rail to the various types of rung (Fig. 7 - 9). Different bolt spacers are contained in packs of screws in the case of U bolts for U rungs (Fig. 7) and in the case of U bolts for square AL rungs (Fig. 9). These prevent the rungs being crushed. In the case of a 25 x 25 mm rung a 16 x 2 x 24.8 mm bolt spacer, in case of a 29 x 29 mm rung a

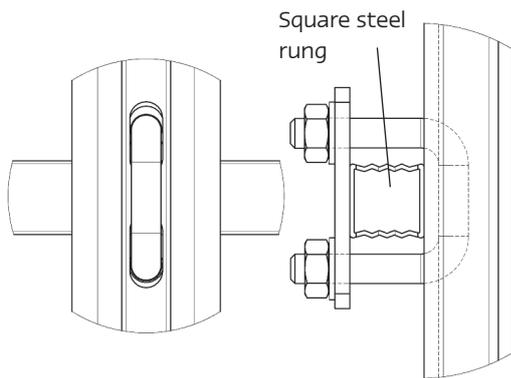


Fig. 7: Securing to the square rung
Model 0529.85.40 / 0929.85.40

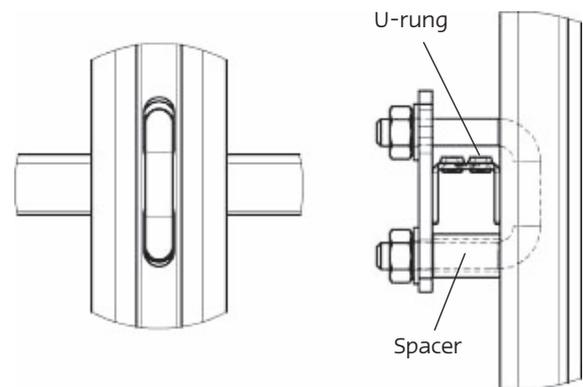


Fig. 8: Securing to the U-rung
Model 0529.85.43 / 0929.85.43



In order to counteract assembly errors the nuts of the U-bolt have to be tightened equally. Failing this the U-bolt may get jammed and damage components as e.g. rung or connector.

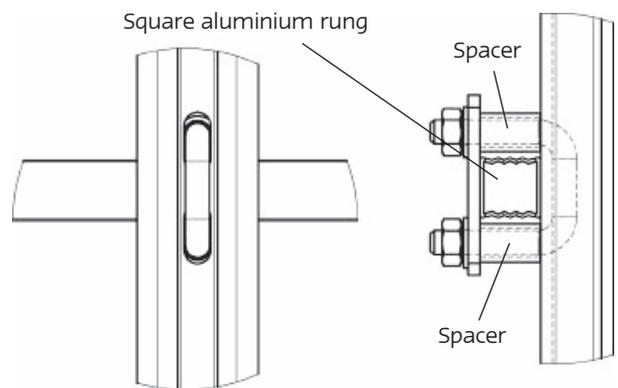


Fig. 9: Securing to the aluminium rung
Model 0529.85.44 / 0929.85.44

The tightening torque for M10 nuts is 35 Nm

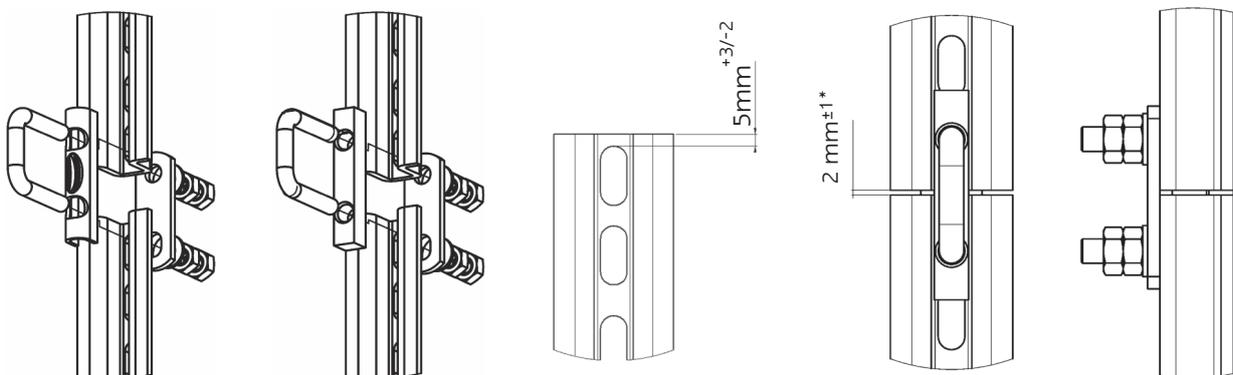


Fig. 10: Connection of two guide rails. Fall arrest rail connection
Model 0529.87.10, 0629.87.10, 0929.87.10

*** The ideal measure for gaps is 2 mm +/- 1. Larger gaps up to 5mm are acceptable in isolated cases and are not a defect.**

16 x 2 x 28 mm bolt spacer should be used and for a 30 x 30 rung a 16 x 2 x 29.8 mm bolt spacer should be used.

for a 30x30 rung a 16x2x29 mm bolt spacer should be used. The special HACA nuts in the screw pack



It must be ensured that the ladder to which a fall arrest rail is to be mounted has been assembled using suitable fastening material. The fastening material should be designed using the anchor and torque forces specified by HACA and the information provided by the fastening material manufacturer.

have a special coating to secure bolts. There is no need for additional bolt securing elements. The tightening torque for the M10 nuts during initial assembly is 35Nm. The special HACA nuts should be applied such that they can be identified when mounted. For this purpose HACA applies a special layer of coating to one side of the nut. This should be visible after assembly

The nut must be replaced after an assembled screw connection has been unscrewed.

The qualified person conducting regular inspections of the fall arrest rail must ensure the tight fit of screw connections. This fit is guaranteed if the washer (Fig. 6) and the striker plate (Fig. 6) cannot be twisted or moved by hand. If parts can be moved by hand the special HACA nuts must be tightened again to a torque of 35Nm.

2.2 Fixing of the fall arrest rails to the rungs of a fixed ladder

The ladder to which a fall arrest system is to be mounted must be secured using at least 6 pairs of wall fastenings.

Base plates (Model 0529.16.10) or ties (Model 0529.47) must be mounted where fewer wall fixings are used. The fixing holes of the fall arrest rails have been aligned to a rung spacing of 280 mm. In the case of other rung spacing the customer must drill the non-perforated fall arrest rail and protect it against corrosion.

If the fall arrest rail is secured to a ladder from a different supplier, evidence must be provided that this is capable of accommodating the requisite forces. The individual lengths of fall arrest rail do not need to be assigned to the corresponding same length ladder parts. Overlapping assembly of the fall arrest rail is possible.

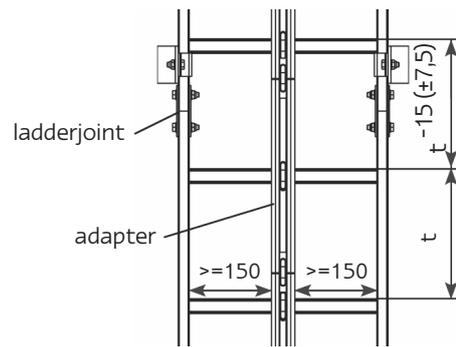


Fig. 11: Ladder joint in accordance with EN 50308 near the towerflange

EN 50308 Wind Turbines (Fig. 11) permits $<15\text{mm}$ ($\pm 7,5\text{ mm}$) deviation in rung spacing in the area of the towerflange near the ladder joint. When using a pre-perforated fall arrest rail the regular hole spacing must be established again using an adjusted spacer [2]. The connectors [3] (Fig. 10) should be used to connect the fall arrest rail to the spacer. The spacer and both fall arrest rails should be secured to the ladder with a U bolt [1].

A U bolt with two bolt spacers should be used when the fall arrest rail is mounted onto an aluminium ladder to prevent the rung from being "crushed" (Fig. 9).

The fall arrest rails are arranged in the centre of the ladder, and should be secured to the first, last and every 6th rung of the ladder. Depending on the length of the ladder there may not be a 6 rung spacing between the last and penultimate U bolt.

The following minimum number of fixing points applies to shorter fall arrest systems:

- 4 fixing points for galvanised steel rungs 25 x 25 mm
- 6 fixing points for galvanised steel rungs 20 x 20 mm
- 4 fixing points for stainless steel rungs 25 x 25 mm
- 4 fixing points for aluminium rungs 30 x 30 mm
- 4 fixing points for rungs made from U profiles
- 4 fixing points for round rungs with all-round welded rungs
- 4 fixing points for GRP rungs 28 x 28 mm

2.3 Retrofitting of manhole ladders to chimneys with fall arrest rails using terminal strips, step iron tread widths 250 mm, step irons Ø 20 - 25 mm

Data sheet BGI 691 "Retrofitting of step irons and manhole ladders with climbing protection devices on chimneys" should be observed. According to this



If guides are fastened to manhole ladders, these components must be checked for sufficient load-bearing capacity by a competent person before assembly.

data sheet the step irons must be sufficiently load-bearing. They are sufficiently load-bearing if they correspond to DIN EN 13084 Parts 1, 2 and 4 and if the cross-section is not weakened by corrosion and the rear step iron edges are anchored behind a building brick.

If fall arrest rails are secured to step irons, the step irons must be checked for sufficient load-bearing capacity by a competent person before assembly. It is permissible to secure the fall arrest rails in the centre of the step iron if there is 85 mm tread width at each point in the manhole ladder and the fall arrest rails are secured to every **three** step irons. The 140 mm grid perforation of fall arrest rails combined with the two notches in the terminal strip guarantees the continuous securing to every step iron (Fig. 12), irrespective of the step iron spacing and the tolerances within the step iron spacing. The fall arrest rails must be mounted plumb. In the case of slopes, irrespective of the direction, please consult HACA beforehand.

Secure the fall arrest rail and terminal strip with two of each of the following in the centre of the step iron: round headed screws, distance sleeves, lining discs, nuts and counter nuts. In the case of step irons with Ø 25 mm 2 shims each must also be inserted between the distance sleeve and the terminal strip (Fig.11 and 12). One of the two notches on the terminal strip must accommodate the step iron and should be selected according to compliance between

the grid perforation of the fall arrest rails and the perforation of the terminal strip (Fig. 12). **The tightening torque of the M10 nut is 35 Nm**

2.4 Retrofitting of manhole ladders to chimneys with fall arrest rails using terminal strips (for round steel rungs Ø 20 to 25 mm)

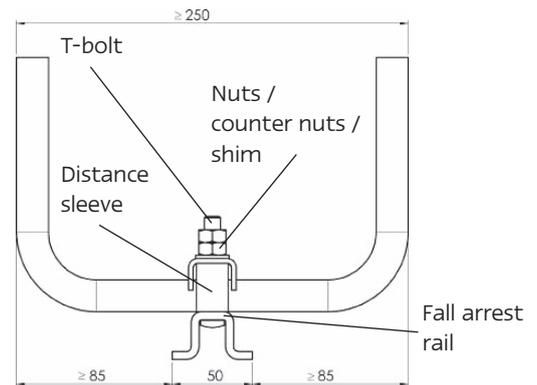


Fig. 12

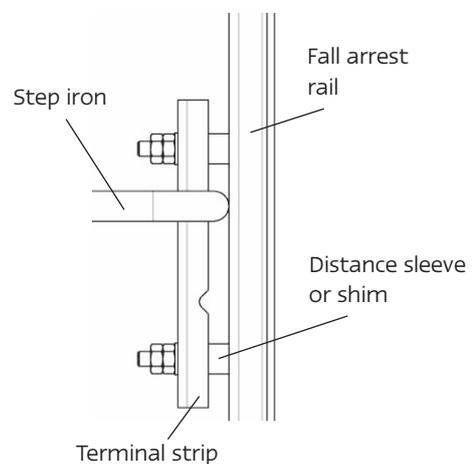


Fig. 13



No aluminium parts may be used in shafts where gas generation is possible (which includes areas in Zone 0 and 1). Therefore only use HACA fall arrest runners Model 0529.60 and only steel, hot-dip galvanised or stainless steel parts in these areas.

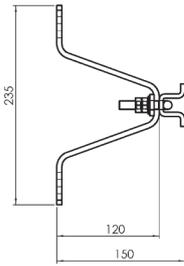


Fig. 14: Model 0544.12 / 0944.12

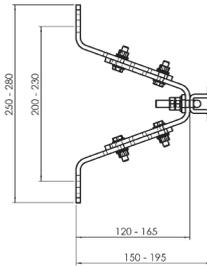


Fig. 15: Model 0544.13 / 0944.13

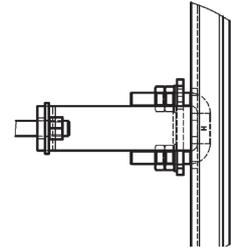


Fig. 16: Model 0544.12 / 0944.13

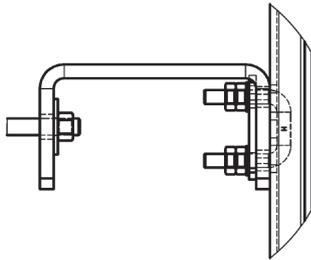


Fig. 17: Model 0544.14 / 0944.14

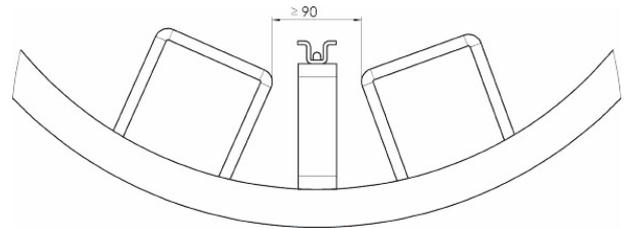


Fig. 18: Model 0544.14 / 0944.14

The BGI 691 data sheet "Retrofitting step irons and manhole ladders with climbing protection equipment to chimneys" must be observed. According to this data sheet, it is permissible to secure the fall arrest rail to the ladder centre if the tread width at all points between the stile and fall arrest rail is at least 125 mm and the fall arrest rails are secured at least to every **fourth** rung.

The clear ladder width should be > 349 mm, although ladders with a clear width of > 299 mm may be retrofitted when 50 mm wide HACA fall arrest rails are used.



Anchors should be selected according to the tables based on the foundation and the anchoring forces for the selected wall fixing.

2.5 Retrofitting of one and two runner manhole ladders in shafts

The fall arrest rail can be placed to the left or right next to the step irons (Fig. 14 to 17) or, where the step irons are broad enough, also centrally on the step irons (Fig. 12 and 13). The remaining tread surfaces must be at least 85 mm.

HACA wall fastening bolts Model 0544.12 / 0944.12, Model 0544.13 / 0944.13 or Model 0544.14 / 0944.14 are used for lateral mounting (see Fig. 14 to 17).

**The tightening torque for M8 is 17 Nm.
The tightening torque for M10 is 35 Nm.**

The max. distance between fixing points is 1.68 m. When using Models 0544.14/0944.14 it is max. 0.98 m. There is sufficient structural stability if grid

spacing is maintained to alternate every 0.98 m with 1.12 m to the next fastening.

At least 4 fixing points are required for each fall arrest rail. The fall arrest rails must be mounted plumb. In the case of slopes, irrespective of the direction, please consult HACA beforehand. See Point 4 for selection of anchors.

3. Inspections

When assembly has been completed inspections should be carried out to check whether the locking tangs on the movable end stops fall into the protective position by virtue of their own weight. It must further be checked using a fall arrest runner whether it can only be inserted in the right direction and whether the passage of the runner is stopped when the end stops are in the protective position.

The entrepreneur (operator) must stipulate inspection intervals as required according to the conditions of use.

Exception: fall arrest equipment on chimneys must be checked at least once every year in accordance with BGI 691.

Control sheets may be obtained from us on request

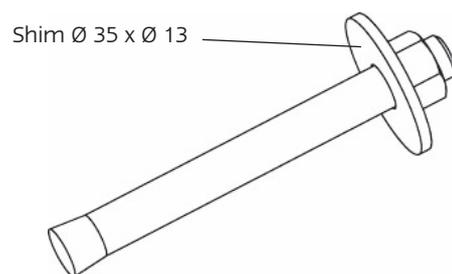


Fig. 19: Anchor rod 0529.51.09 / 0529.51.05

free of charge.

3.1 Hints for the regular inspection by a qualified person

Inspection of the attaching nut of the fall arrest rail
You have to ensure the tight fit of the screw connection. In this case the striker plate (Fig. 6) cannot be moved or turned manually. If the parts can be moved by hand you have to tighten the HACA special nut with a tightening torque of 35 Nm. This is no defect.

Inspection of the clearances at the rail joint

You have to observe a clearance of 2+-1 mm when assembling. In isolated cases it can be up to 5mm and is no defect. Isolated cases have to be exceptions and can occur e.g. on segment joints during the erection of wind energy plants. During the period of use of the fall arrest device the clearance regulates the length extension of the fall arrest rails due to temperature variation. It may happen that correctly mounted clearances change and do not correspond to the mounting measures. This is no defect.

Check of the fall arrest rail concerning corrosion

Rust films on the fall arrest rail have to be cleaned properly with a stainless steel brush. If the rail had been galvanized it might be necessary to cold-galvanise it at these points. This is no defect.

According to DIN ISO EN 1461 there may not be more than 0.5% of the complete surface of the part without a zinc layer.

Notches and cuts on the fall arrest rail which have been made during assembly for reasons of modification have again to be protected against corrosion. This means that the affected points on the steel rails have to be cold-galvanized and the stainless steel rails have to be acid cleaned again. These areas should be documented on the control sheet and should be controlled separately during the regular controlling interval of the rail.

4. Anchors

Information on anchors is provided in the tables; the specifications of the anchor manufacturer should be observed when other anchors are used to those recommended by HACA.

If anchor rods of Model 0529.5109/ 0529.5105 are used, shims $\varnothing 35 \times \varnothing 13 \times$ at least 4 mm thick, hot-dip galvanized, or made of stainless steel V4A should be inserted (Fig. 18). Stainless steel anchors made from V4A Model 0529.51.09 are suitable for rooms prone to moisture, outdoor and indoor use (not for indoor swimming pools, road tunnels, seawater

atmosphere etc.).

Galv. zinc-coated anchors Model 0529.51.05 are only suitable for indoor use (with the exception of rooms prone to moisture).

The anchors are approved for cracked and non-cracked concrete.

4.1 Prerequisites for correct assembly in accordance with the anchor approval:

- Installation must be carried out by correspondingly trained personnel and supervised by a construction manager.
- Installation of the components may only be performed as delivered by HACA, without replacing individual parts.
- The stability of the assembly foundation should be checked. The fixing material may then be selected.
- The foundation must be checked to ascertain whether there are any significant hollow spaces.
- The drill hole must be freed from drilling swarf.
- Effective anchor depth must be maintained. This condition is satisfied if the position mark on the anchor does not protrude beyond the concrete surface.
- Specified edge or axis distances of the anchor rod must be complied with without minus tolerances.
- Drill holes should be arranged without damage to the concrete reinforcement.
- The nuts should be tightened using a tested torque spanner to the torque specified in Table 1.
- A hammer drill "suitable for anchors" should be used.
- Hard metal hammer drills with the  mark should be used.
- In the event of a faulty bore, the new drill hole must be placed at a distance that corresponds to at least double the depth of the faulty bore. If there is less distance the faulty bore must be filled with high strength mortar. This also applies if the transverse or diagonal pull does not lie in the direction of the applied load.

4.2 Further assembly instructions

- Only trust responsible professional companies/skilled technicians with assembly.
- Incorrect assembly results in danger to life!
- Appoint a construction manager.
- Obtain written confirmation that the corresponding assembly instructions have been read, understood and that assembly has been performed accordingly.
- Where the anchorage is not made of concrete B 25 - B 55 and the original anchors Model 0529.51.09, 0529.5105 are not used, contact a

specialist shop with respect to the choice of suitable anchors.

- If extraction tests have produced no satisfactory results, the anchoring should be planned by an engineer in accordance with the existing conditions, i.e. an engineer must be consulted.
- Take care that the anchorage is not weakened by radiator recesses and other factors. In this case the anchorage points must be moved or a substructure must be used that has been designed by an engineer.

4.3 Anchors and screws – characteristic values

Table 1: Anchor characteristic values to establish a connection with anchor rod Model 0529.51.09, 0529.51.05

Anchor length approx mm	Effective anchor length max. mm	Bore-depth at least mm	Bore rated Ø mm	Torque Nm	Component thickness (thickness of the anchorage) at least mm	Axis distance edge distance ¹⁾ in the case of cracked concrete at least mm		Edge distance axis distance ¹⁾ in the case of cracked concrete at least mm	
						70	100	70	130
115	20	95	12	60	140	70	100	70	130

¹⁾ NB: The respective combinations of axis/edge distance are decisive. The standard case is cracked concrete which also includes non-cracked concrete

Table 2: Requirement for anchors for wall fastenings

Anchorage*)	Model 0544.12 / 0944.12 Model 0544.13 / 0944.13	Model 0544.14 / 0944.14
B25 – B55	2 units	1 unit

*) With respect to the choice of suitable anchors for other anchorages, please consult specialist suppliers of the requisite anchor forces as set out in Table 3

Table 3: Characteristic values of anchor impacts (stress values) for anchors with screw diameters of up to Ø 16 mm

Wall fastening	Axial traction H	Transverse V	Customised transverse or diagonal pull R	Bending moment in screw shaft M
0544.12 / 0544.13 and similar 0544.14 and similar	0,33 KN **) 3,87 Kn	2,46 KN **) 2,12 KN	2,46 KN **) 4,41 KN	16,0 Nm 33,9 Nm

**) Stress values apply to a 2-anchor group distance $a = 240$ mm for individual anchors to each other

5. Standards and regulations

BGR 199	"Rules for the Use of Personal Protective Equipment for Arresting and Rescuing"
BGR 198	"Rules for the Use of Personal Protective Equipment Against Falling"
BGI 691	"Rules for Equipping Step irons and Vertical Ladders for Chimney Fall Protection Systems"
DIN 18799	"Vertical ladders for Construction Work"
DIN EIN ISO 14122	"Safety of Machinery"
DIN EN 14396	"Shaft ladders"
DIN EN 361	"Personal Protective Equipment Against Falls From a Height – Harnesses"
DIN EN 353	"Personal Protective Equipment Against Falls from a Height – Guided type Fall Arresters Including a Flexible Anchor Line"

ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Zertifikatsinhaber:
Licensee:

Hailo-Werk Rudolf Loh GmbH & Co. KG
Daimlerstraße 8
35708 Haiger
Germany

Produkt:
Product:

Ortsfeste Steigleiter
Fixed ladder

Handelsname(n):
Trade name(s):
Produktkenndaten:
Product specifications:

Hailo

Typ: Steigleiter mit 2 Seitenholmen
(ALO-72 MA / ALO-72 BA)

Werkstoff: Aluminium
Holm (mm): 72x25x1,2 mm
Sprosse (mm): 30x30x1,2 mm
Lichte Weite (mm): 440 / 370 mm (als Notleiter nur 440 mm)
Wandhalterabstand: 1,96 m
Wandhalter: Winkel 50x6 mm, Wandabstand 165 mm, 215 mm,
165-215 mm, 165-300 mm, 300-430 mm

(Wandabstand > 215 mm, nur Leitern mit Bodenberührung oder
zusätzliche Horizontalstreben / alle max. 5880 mm)
Steigleiter/Wandhalter zur Montage von Steig-
Schutzeinrichtungen gemäß EN 353-1 ausgelegt.

Bestimmungsgemäße Verwendung: Steigleiter für maschinelle (MA) und bauliche (BA)
Anlagen und als Notleiter im Feuerwehresen.

DEKRA Testing and Certification GmbH erklärt hiermit, dass das oben genannte Produkt den unten genannten Anforderungen entspricht. Das Produkt kann mit dem abgebildeten Prüfzeichen gekennzeichnet werden. Eine Veränderung der Darstellung des Prüfzeichens ist nicht zulässig. Die Verwendung des Prüfzeichens ist ausschließlich für das genannte Produkt bis zum angegebenen Zeitpunkt erlaubt.

DEKRA Testing and Certification GmbH hereby declares that the above-mentioned product is in conformity with the below mentioned requirements. The Product may be labelled with the shown certification mark. Any modification of the layout of the certification mark is prohibited. The Use of the certification mark is only allowed for the mentioned product until the stated date of expiry.

Prüfgrundlage:
Test requirements:

DIN EN ISO 14122-4:2010
DIN 18799-1:2009
DIN 14094-1:2004
EK5/AK1-Beschlüsse in der aktuellen Fassung

Fertigungsstätte(n):
Factory location(s):

Hailo-Werk Rudolf Loh GmbH & Co. KG, Daimlerstraße 8, 35708 Haiger, Germany

Einzelheiten, wie Prüfergebnisse und Komponenten, sind in folgenden Dokumenten niedergelegt:

Details like test results or components are laid down in following documents:

- **Zertifizierungsakten-Nr(n):** 5011028.16002
Certification file no(s):
- **Prüfbericht(e):** 340628600-A
Test report(s):

Das Prüfzeichen darf nur auf den in diesen Dokumenten beschriebenen Produkten angebracht werden. Nur die der Zertifizierungsstelle gemeldeten Bauteile sind zugelassen. Die Verwendung von Alternativen bedarf der vorherigen Zustimmung der Zertifizierungsstelle.

The certification mark may be applied only to products as described in these documents. Only those components are allowed that have been accepted by the certification body. The use of alternatives requires the prior approval of the certification body.

Das Zertifikat wurde ausgegeben am: 22. Juni 2016
This certificate was issued on: June 22, 2016

Es wird spätestens ungültig am: 22. Juni 2021
It expires at the latest on: June 22, 2021

Zertifikats-Nr.: 5011028.16002
Certificate no.:

DEKRA Testing and Certification GmbH

F. Dül

Dühhnen
Zertifizierungsstelle
Certification Office

Prüfzeichen:
Certification mark:

Bauart geprüft
▶ Produktsicherheit
▶ Fertigung überwacht
www.dekra-siegel.de



Seite 1 von 1
page 1 of 1

© Integral publication of this certificate is allowed.



BETRIEBSANLEITUNG

Servion Dokumenten-Nummer		Rev.
P-3.1-RT.BA.06-A		A
Freigabe	Datum	
F.Maaßen	09.10.2015	

SERVICE-AUFZUG FÜR WINDTURBINEN

TYP: SHERPA-LG (leitergeführt)

IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER
MASCHINENRICHTLINIE 2006/42/EG



HINWEIS

- Alle Personen, die diese Anlage benutzen und installieren, müssen diese Anleitung gelesen und verstanden haben.
- Alle Personen müssen im Umgang mit dieser Anlage gründlich geschult sein, deren Betriebs- und Sicherheitsfunktionen beherrschen und die täglichen Routine-Checks durchführen können.
- Für den Umgang mit dieser Anlage sind nur befugte und körperlich belastbare Personen geeignet.
- Jegliche Nichtbeachtung dieser Betriebsanleitung erfolgt auf eigene Gefahr des Betreibers und kann zu schweren Verletzungen führen.
- Bewahren Sie dieses Handbuch stets beim Service-Aufzug auf.
- Es dürfen ausschließlich Ersatzteile und Stahlseile von POWER CLIMBER WIND Verwendung finden.



Hersteller

Power Climber Wind
Ein Bereich von SafeWorks, LLC
Satenrozen 7, B-2550 Kontich
Belgien

Kundendienst

Tel.: +32-3-451.05.00
Fax: +32-3-451.05.01
Service@PowerClimber.be
www.PowerClimberWind.com

Referenz: 38923-OM-DE

Ausgabedatum: 27052015

Rev.: B

Seite 2 von 28

BESCHREIBUNG.....	4
ALLGEMEINER ÜBERBLICK.....	7
BETRIEBSSYSTEM.....	9
SICHERHEITSVORRICHTUNGEN / SCHALTER.....	15
FEHLERSUCHE.....	22
STAHLSEIL.....	24
VORSICHTSMASSNAHMEN UND EINSCHRÄNKUNGEN.....	25
PERSÖNLICHE SICHERHEIT & EVAKUIERUNG.....	26
TÄGLICHE KONTROLLE.....	27

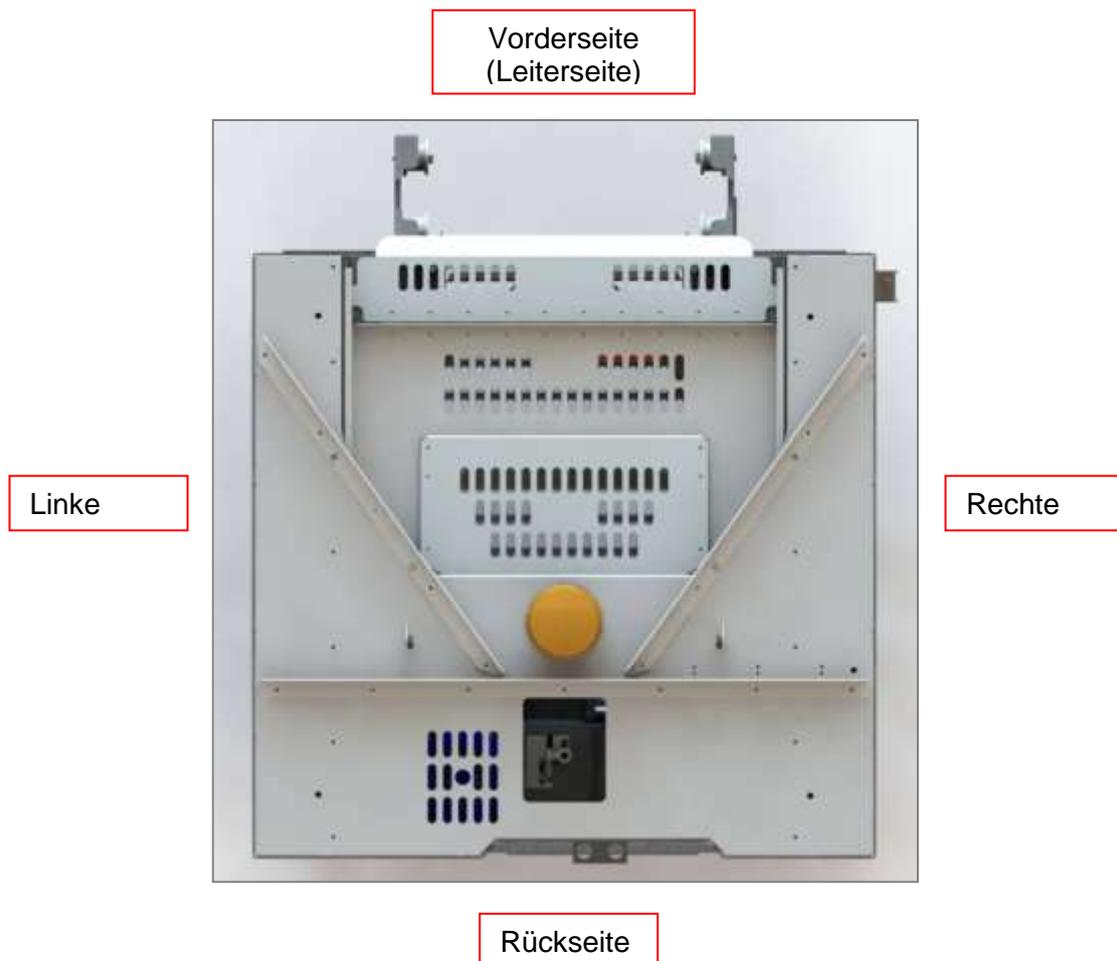
Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 3 von 28
-----------------------	------------------------	---------	----------------

BESCHREIBUNG

Die Verwendung des Service-Aufzugs dient der Beförderung von Personen und deren Werkzeugen für Wartung und Inspektion im Turm von Windenergieanlagen (WEA).
Der Service-Aufzug ist jeweils einer WEA zugeordnet und verbleibt dort dauerhaft.

Der Service-Aufzug besteht aus:

- Füllwände aus Aluminium (wenn man vor der Leiter steht → links, rechts, Vorderseite, Rückseite)
- Mit Leiter erreichbare Zugangstür (Vorderseite)
- Aluminium-Boden (mit Evakuierungsluke)
- Unteres Blockiersystem (mit Evakuierungsluke)
- Oberes Blockiersystem (mit Evakuierungsluke)
- Aluminium-Rolltor (linke Seite)
- Elektrische Steuerungskomponenten und Kabel (einschließlich Display)
- Power Climber-Zugwinde, auf einem Overhead-Stahlbügel montiert
- Sicherheitseinrichtungen der Zugwinde
- Laufrollen-System für Leiterführung (Hailo-Leiter 490x72x25)
- Zwei Stahlseile zur Aufhängung und Sicherung des Aufzugs
- Elektrokabelführungssystem



TECHNISCHE DATEN		400V-Modell	690V-Modell
Spannungsversorgung		3 x 400V / 50 Hz + E	3 x 690 V / 50 Hz + E
Logik		24V Gleichspannung	
Eigengewicht des Aufzugs (*)		270kg	
Max. Tragfähigkeit (Max.Tf.)		2300 N (230kg) oder 2 Personen	
Hubgeschwindigkeit:		18 m/min.	
Max. Tragfähigkeit von Zugwinde (Max. Tf ZW)		5000N (500kg)	
Stromstärke bei Max. Tf. ZW	AUFWÄRTS	5,2 A	-
	ABWÄRTS	3,2 A	
Motorleistung		1,54 kW	
Lärmpegel:		70-80dBA	
Seildurchmesser der Zugwinde		Ø8,4 mm (siehe Abschnitt "Stahlseil")	
Leiterabmessungen		Leiterschiene 72x25 – Leiterbreite: 490 – Leitersprossenabstand: 280	

(*) Hinweis: Eigengewichtsangabe ohne Stahlseil (0,25 kg/m)
und ohne Stromversorgungskabel (H07RNF 12G1.5 = ±0,4kg/m)

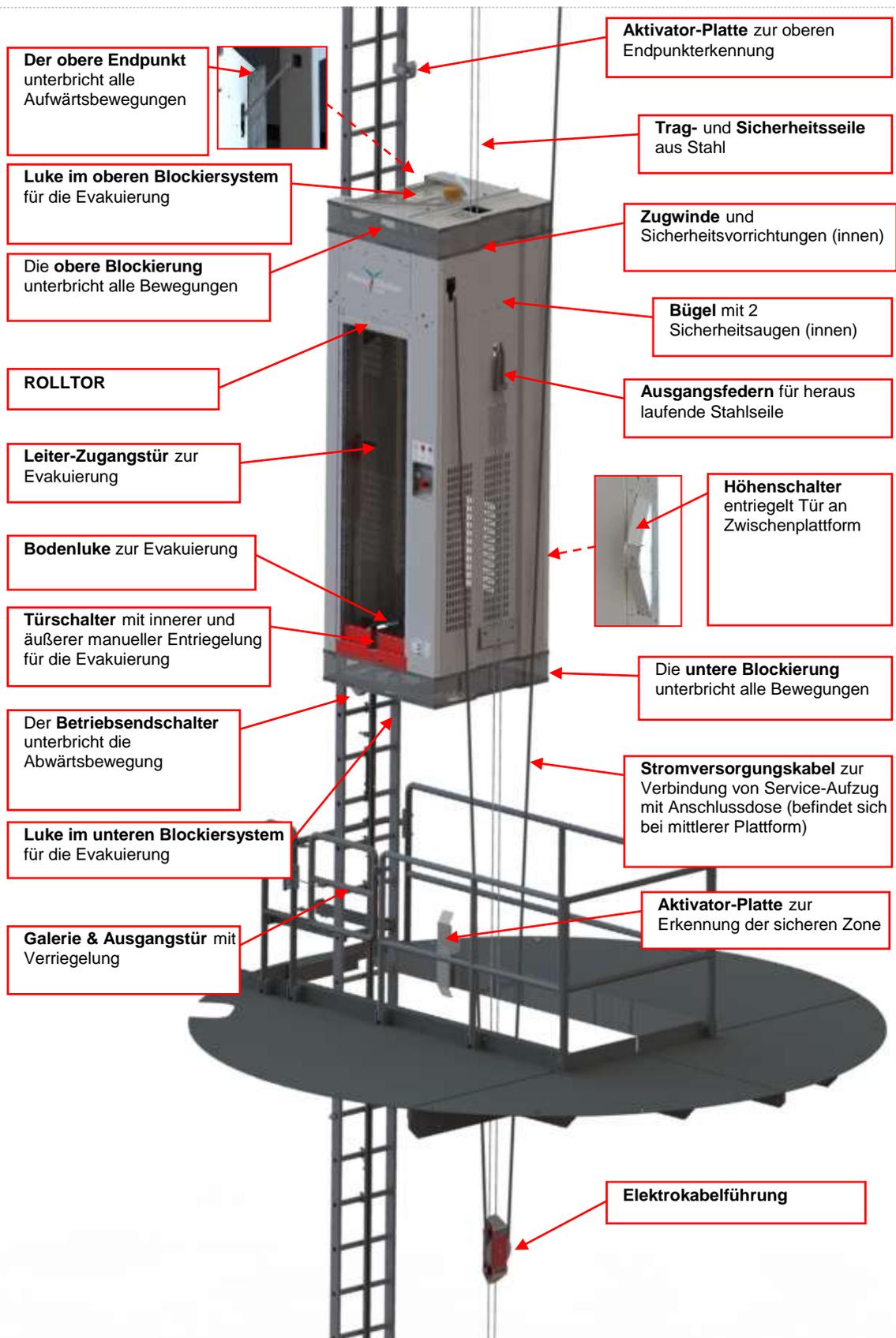
INSTANDHALTUNG

Die Instandhaltung darf nur von entsprechend geschultem Personal durchgeführt werden. Hinweise für die Instandhaltung sind im SERVICEHANDBUCH SHERPA-LG (38923-SM-XX) beschrieben.

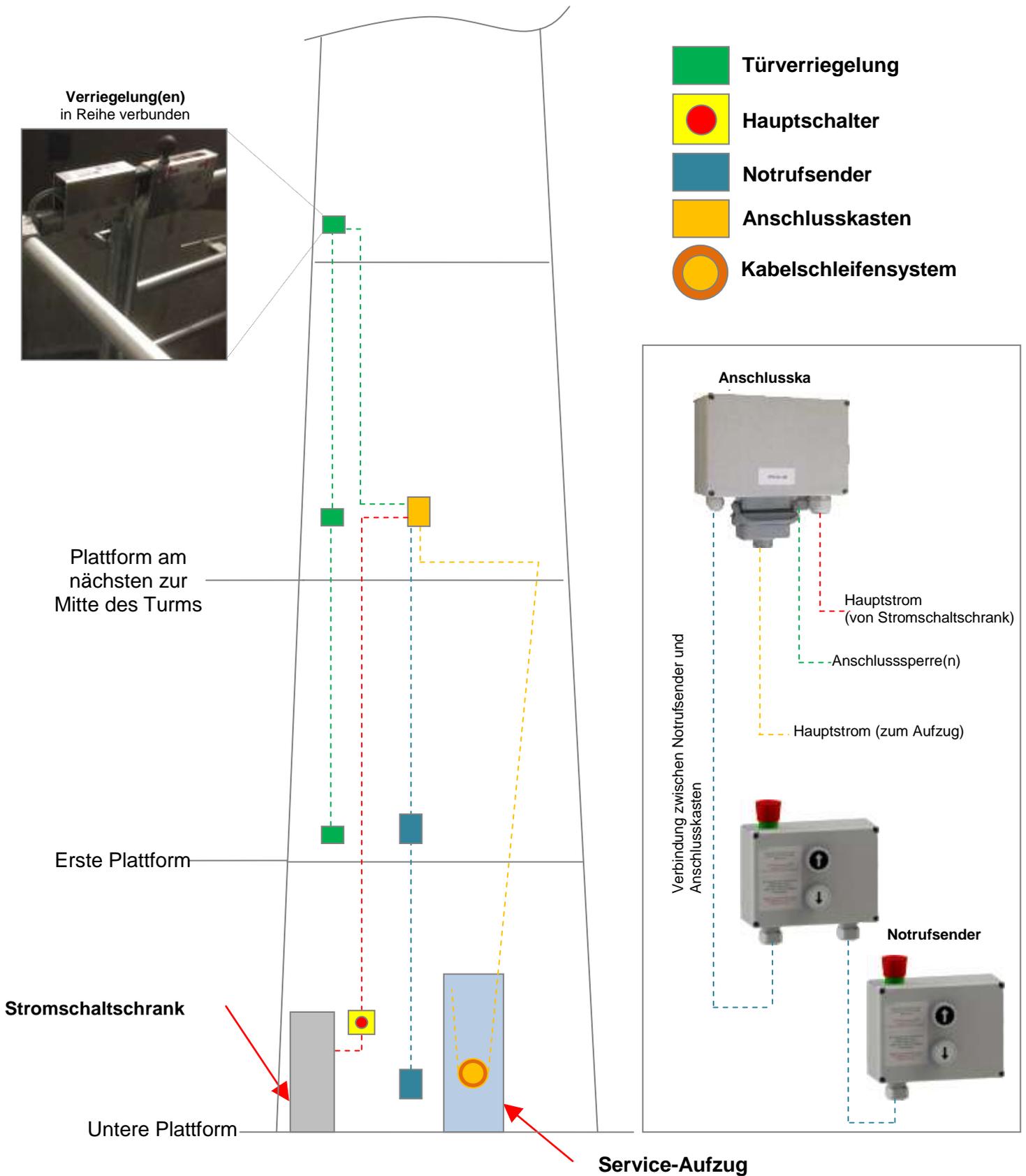
1. Tägliche Kontrolle! Vor der Nutzung des Service-Aufzugs.
2. Jährliche Inspektion!
3. Überholung der Zugwinde und Prüfung nach 210 Std. Betrieb.

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 5 von 28
-----------------------	------------------------	---------	----------------

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 6 von 28
-----------------------	------------------------	---------	----------------



Übersicht der elektrischen Verbindungen



Referenz: 38923-OM-DE

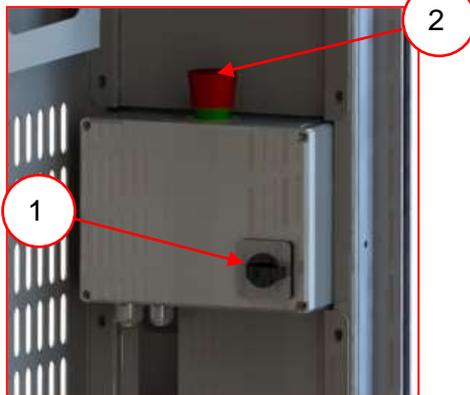
Ausgabedatum: 27052015

Rev.: B

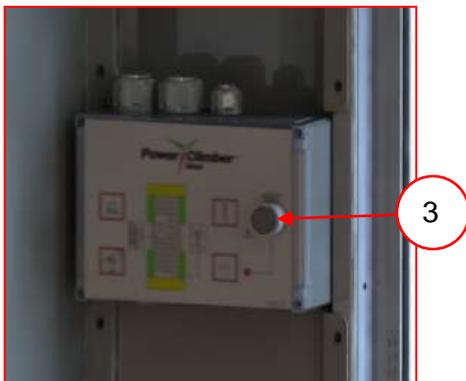
Seite 8 von 28

BETRIEBSSYSTEM

INNERE BEDIENELEMENTE



1. **Aufwärts-/Abwärts-Kipphebelschalter (mit selbsttätiger Rückstellung).**
 - Aufzug bewegen (AUFWÄRTS/ABWÄRTS)
2. **NOTAUSSCHALTER**
 - Alle Bewegungen deaktiviert
 - Reset erforderlich (siehe "3")



3. **RESET (Redundanzleitung)**
 - Die Betätigung von 1 oder mehreren der folgenden Schalter erfordert ein System-RESET nach Deaktivierung:
 - o Untere Blockierung
 - o Untere Blockiersystem-Luke
 - o Leiter-Zugangstür
 - o Notausschalter (Innen)
 - o Obere Blockierung
 - o Obere Blockiersystem-Luke

EINSCHALTEN (wenn System im automatischen Stromabschaltmodus ist)

- Das System wechselt automatisch in den AUTOMATISCHEN STROMABSCHALTMODUS, wenn es 2 Minuten in einer sicheren Zone stillsteht.
- Drücken Sie die Taste mindestens 3 Sekunden lang, um das System EINZUSCHALTEN.

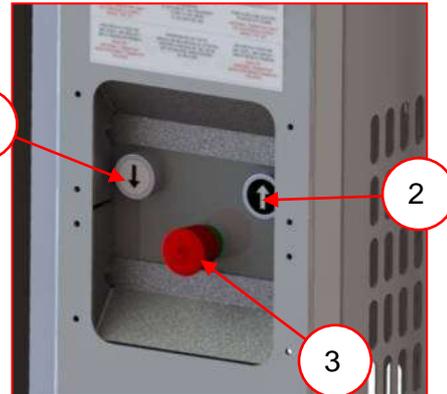
BYPASS-MODUS (Einsicherung / Aussicherung)

- Wenn man die Taste zusammen mit dem AUF/AB-Kipphebelschalter mindestens 3 Sekunden lang drückt, geht das System in den BYPASS-MODUS. Dies ist nur möglich, wenn der Aufzug auf seinen Puffern steht.
- Wenn die Reset-Taste losgelassen wird oder das untere Blockiersystem oder der untere Betriebsendschalter deaktiviert sind, wird der Bypass-Modus verlassen.

ACHTUNG:

Verwenden Sie die manuelle Abwärtsbewegung, um den Aufzug nach unten bis auf seine Puffer zu bringen, wenn der BYPASS-MODUS für Aussicherung benötigt wird. Tun Sie dies vorsichtig, um das System nicht zu beschädigen.

ÄUSSERE BEDIENELEMENTE

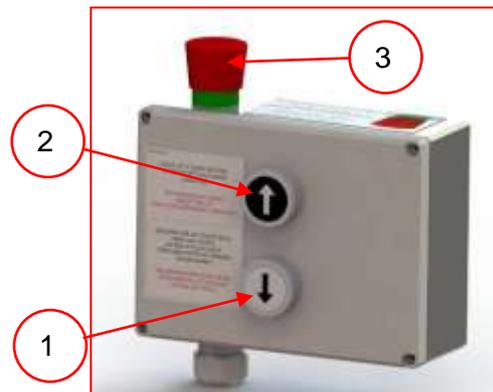


1. **ABWÄRTS - Tasten:**
 - Den Aufzug ABWÄRTS fahren lassen
 - Der Aufzug startet 3 Sekunden nach Loslassen der Taste
2. **AUFWÄRTS - Tasten:**
 - Den Aufzug AUFWÄRTS fahren lassen
 - Der Aufzug startet 3 Sekunden nach Loslassen der Taste
3. **STOPP-Taste**
 - Alle Bewegungen deaktiviert
 - Drehen zum Deaktivieren der Notruftaste

ACHTUNG:

NIEMAND darf sich im Aufzug befinden. Der externe Betrieb wird NUR zum Materialtransport BENUTZT!

BEDIENELEMENTE FÜR NOTRUF (Untere und/oder Zwischenplattform)

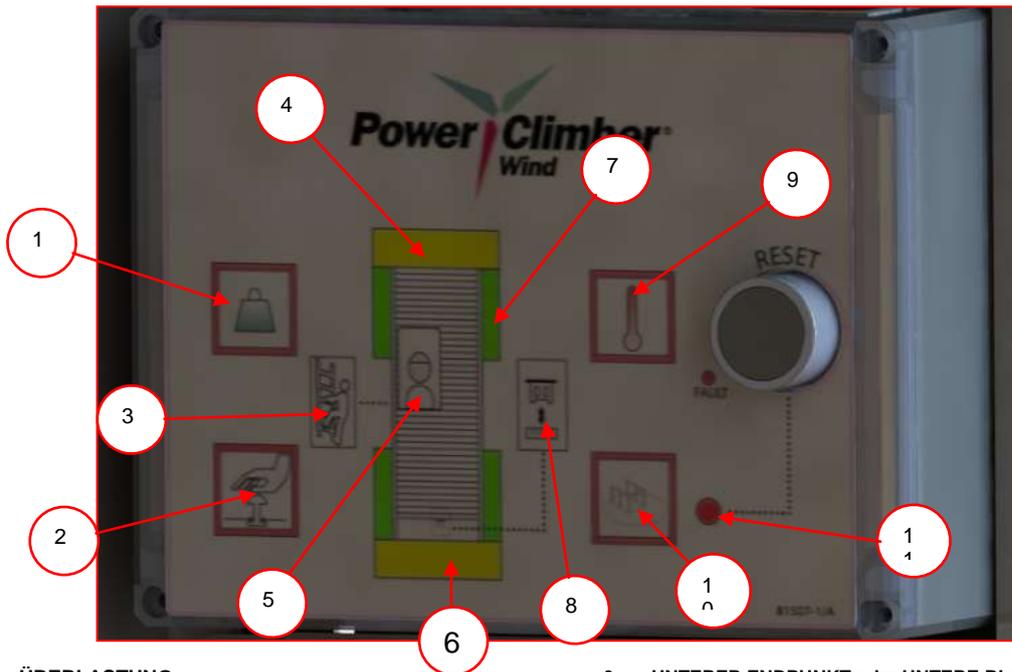


1. **ABWÄRTS-Taste (mit selbsttätiger Rückstellung).**
 - Der Aufzug beginnt sich nach 3 Sekunden zu bewegen.
2. **AUFWÄRTS-Taste (mit selbsttätiger Rückstellung).**
 - Der Aufzug beginnt sich nach 3 Sekunden zu bewegen.
3. **NOT-AUS**
 - Alle Bewegungen deaktiviert

EINSCHALTEN (wenn System im automatischen Stromabschaltmodus ist)

- Das System wechselt automatisch in den AUTOMATISCHEN STROMABSCHALTMODUS, wenn es 2 Minuten in einer sicheren Zone stillsteht.
- Drücken Sie die Taste mindestens 3 Sekunden lang, um das System EINZUSCHALTEN.

DISPLAY & FUNKTIONALITÄT



1. ÜBERLASTUNG

- Symbol blinkt = Überlastungszustand.
 - o Wenn die Nennkapazität von 230kg um 25% oder mehr überschritten wird.
 - o Alle AUFWÄRTS/ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.

2. (NOT)-AUS

- Symbol blinkt = 1 oder mehrere Stopp-Tasten sind gedrückt (siehe innere und äußere Steuerung).
 - o Alle AUFWÄRTS/ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
 - o Wenn die INNERE Notastaste betätigt wurde, ist RESET erforderlich (nach Deaktivierung).

3. LEITER-ZUGANGSTÜR

- Symbol blinkt = Schalter ist NICHT eingesetzt.
 - o Alle AUFWÄRTS/ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
 - o RESET erforderlich (nach Deaktivierung).

4. OBERER ENDPUNKT oder OBERE BLOCKIERUNG (LUKE)

- Symbol kontinuierlich AN = Oberer Endpunkt aktiviert.
 - o Alle AUFWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
- Symbol blinkt = obere Blockierung (Luke) ist aktiviert.
 - o Alle ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
 - o Innen gesteuerte Abwärtsbewegung ist möglich bis Blockierung beseitigt ist (mit einer maximalen Fahrzeit von 1,5 Sekunden).
 - o RESET erforderlich (nach Deaktivierung).

5. SYSTEM BEREIT

- Symbol kontinuierlich AN = Anlage ist bereit für normalen Betrieb.
 - o Abhängig von der Aufzugposition sind alle AUFWÄRTS- und/oder ABWÄRTS-Bewegungen möglich.

6. UNTERER ENDPUNKT oder UNTERE BLOCKIERUNG (LUKE)

- Symbol kontinuierlich AN = Unterer Endpunkt aktiviert.
 - o Alle ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
- Symbol blinkt = untere Blockierung (Luke) ist aktiviert.
 - o Alle ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
 - o Innen gesteuerte Aufwärtsbewegung ist möglich bis Blockierung beseitigt ist (mit einer maximalen Fahrzeit von 1,5 Sekunden).
 - o RESET erforderlich (nach Deaktivierung).

7. SICHERE ZONE

- Symbol blinkt = Aufzug ist in einer sicheren Zone und in Bewegung.
 - o Rolltor wird NICHT elektrisch entriegelt
- Symbol ist kontinuierlich AN = Aufzug ist in einer sicheren Zone und NICHT in Bewegung.
 - o Rolltor wird elektrisch entriegelt

8. ROLLTOR

- Symbol blinkt = Tür ist offen oder die mechanische Entriegelungstaste am Türschalter wird außerhalb einer sicheren Zone gedrückt.
 - o Alle AUFWÄRTS/ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.
- Symbol kontinuierlich AN = Tür kann geöffnet werden.
 - o Tür ist in sicheren Zonen elektrisch entriegelt.

9. THERMISCHE ÜBERLASTUNG (Motor)

- Symbol blinkt = Motor ist überhitzt.
 - o Alle AUFWÄRTS/ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.

10. PLATTFORM-NOTFALLEITUNG

- Symbol blinkt = Mindestens 1 Tür ist an den Zwischenplattformen geöffnet, oder die Stopp-Taste auf dem Notrufsender wird betätigt.
 - o Alle AUFWÄRTS/ABWÄRTS-Bewegungen werden unterbrochen.

11. RESET

- Symbol kontinuierlich AN = Sicherheitsproblem ist aufgetreten
- Symbol blinkt = Sicherheitsproblem ist behoben und das System muss zurückgesetzt werden.

BYPASS-MODUS (Einscherung und Ausscherung von Stahlseilen)

Hauptsächlich für Einscherung oder Ausscherung des stählernen Tragseils kann auf den Bypass-Modus zugegriffen werden.

Dies ist nur möglich, wenn das untere Blockiersystem UND der untere Betriebsendschalter aktiviert sind. Daher sollte sich der Aufzug auf seinen Puffern befinden.

ACHTUNG:

Verwenden Sie immer die Notbremse, um den Aufzug nach unten auf seine Puffer zu bringen.

Um auf den BYPASS-Modus zuzugreifen oder ihn zu verwenden:

Schritt 1:

Betätigen Sie den Aufwärts-/Abwärts-Kipphebelschalter und die Reset-Taste gleichzeitig 3 Sekunden lang.

Hinweis:

Während dieser 3 Sekunden werden Summer & Blinklicht mit einer höheren Frequenz tönen/blinken, was darauf hinweist, dass Sie auf den Bypass-Modus zugreifen.

Sobald Sie auf den Bypass-Modus zugegriffen haben, werden Summer & Blinklicht wieder normal tönen/blinken. Das Display blinkt.

Schritt 2:

NICHT die Reset-Taste loslassen. Dies würde den Bypass-Modus beenden und Sie müssten mit Schritt 1 erneut beginnen.

Die Zugwinde wird sich nicht sofort in Bewegung setzen. Zunächst lassen Sie den Kipphebelschalter los und betätigen ihn wieder in der gewünschten Richtung:

- AUFWÄRTS für Einscheren des Drahtseils
- ABWÄRTS für Ausscheren des Drahtseils.

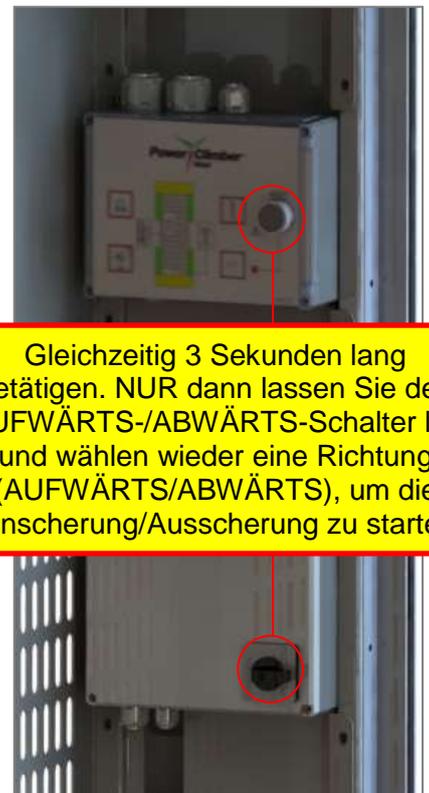
Solange Sie die Reset-Taste gedrückt halten ist es möglich, den Kipphebelschalter los zulassen oder die Richtung der Zugwinde zu ändern, ohne den Bypass-Modus zu verlassen.

Schritt 3: *nur für das Einscheren des Drahtseils anwendbar*

Sobald das Stahldrahtseil vollständig eingesichert ist, wird die Kabine vom Boden abgehoben. Fahren Sie weiter nach oben. Der Aufzug wird automatisch anhalten, sobald das untere Blockiersystem nicht mehr aktiviert ist, und das System wird den Bypass-Modus automatisch verlassen.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):

BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität



Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 11 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

FEHLERMODUS



Für den Fall, dass der Aufzug in den FEHLERMODUS geht, wird die Fehler-LED auf dem Display zu blinken anfangen. Die LED wird mehrere Male blinken und dann pausieren. Durch Zählen der Anzahl der Blinkvorgänge kann der Fehler ermittelt werden.

Wenn das System in den Fehlermodus geht, werden alle Bewegungen unterbrochen. In all diesen Fällen muss die Stromversorgung des Systems mit dem Hauptschalter oben im Schützkasten unterbrochen werden. Eine erneute Betätigung des Hauptschalters (erneute Stromzufuhr zum System) wird das System zurücksetzen.

Wenn der Fehlermodus bestehen bleibt, kontaktieren Sie den Website/Service-Verantwortlichen.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
FEHLERSUCHE – Fehlermodus

- Fehler #1: K8 erkennt aus Phase oder niedriger Spannung
- Fehler #2: K0A oder R2 sind verschweißt
- Fehler #3: K0B ist verschweißt
- Fehler #4: (K1 oder K2) sind verschweißt
- Fehler #5: R1 ist verschweißt
- Fehler #6: Redundanzfehler für Schalter TO (S23)
- Fehler #7: Redundanzfehler für Schalter BO (S21)
- Fehler #8: Redundanzfehler für Schalter LH (S24)
- Fehler #9: Redundanzfehler für Schalter BL (S11)
- Fehler #10: RESET-Schalter S20 ist verschweißt
- Fehler #11: Innerer AUFWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #12: Innerer ABWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #13: Notrufsender/AUFWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #14: Notrufsender/ABWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #15: Äußerer AUFWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #16: Äußerer ABWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #17: Unterer Betriebsendschalter ist verschweißt
- Fehler #18: Höhenschalter ist verschweißt
- Fehler #19: Oberer Betriebsendschalter ist verschweißt
- Fehler #20: Fehler der Leiterplatte

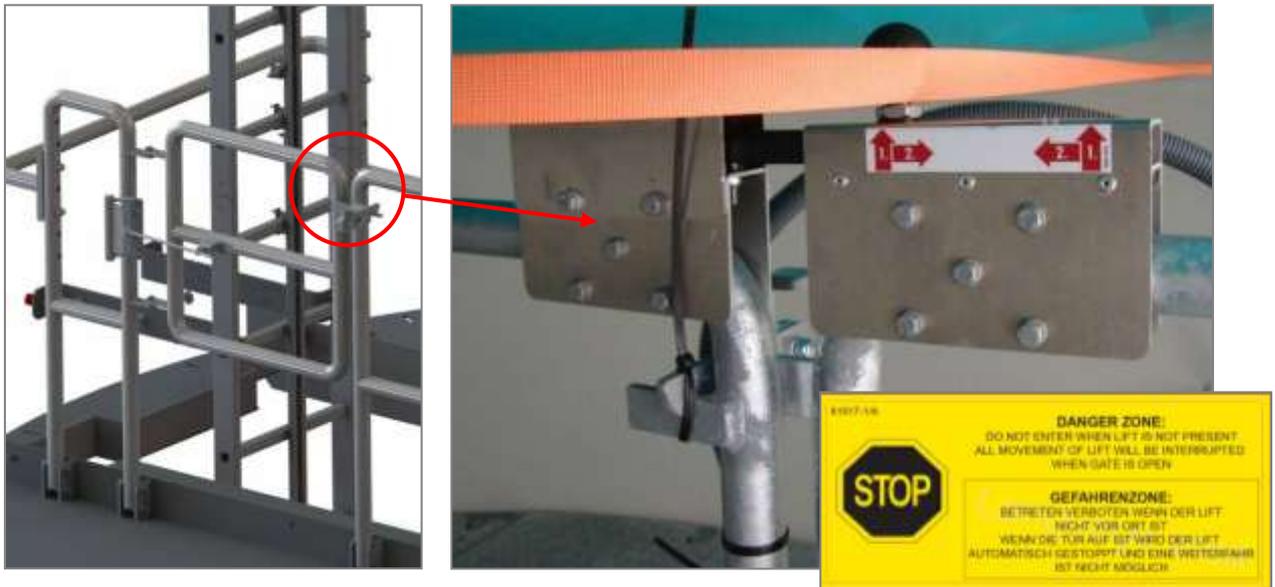
PLATTFORM-NOTFALLEITUNG

3XM Turm von Senvion:

- Selbstschließende Türen (mittels einer Feder).
- Türen sind selbstschließend (mittels eines Gelenkhebels).
- Türen sind mit einem Verriegelungssystem versehen, das zusätzlich die Tür verriegelt und überwacht:
 - o HAILO-Verriegelung (Art. Nr.1519719)
 - Manueller Sicherungsstift mit Überwachungsschalter

Durch die Verwendung des Verriegelungsstifts des Systems wird ein Schalter eingeschaltet/ausgeschaltet. Falls der Schalter ausgeschaltet wird (was bedeutet, dass eine Person den Stift entriegelt, um die Tür zu öffnen) wird jegliche Bewegung der Aufzugs unterbrochen. Das entsprechende Symbol auf dem Display blinkt.

- Warnzeichen, um das Restrisiko auf der Galerie anzuzeigen.



Verschiedene Plattformen im Turm 3xM:



Untere Plattform



Zwischenplattform
(Höhe = 1100mm)



Obere Plattform
(Höhe = 1100mm)

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 13 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

AUTOMATISCHER STROMABSCHALTMODUS (Ruhemodus)

Wenn der Service-Aufzug in einer sicheren Zone zum Stillstand gekommen ist;

- Das System der sicheren Zone (Höhenschalter) wird von den Anschlagplatten aktiviert, die an einer der Zwischenplattformen oder oberen Plattform montiert sind, ODER wenn der Aufzug sich in der untersten Position befindet, an der unteren Plattform (unterer Betriebsenschalter ist betätigt).

Und keine Bedienelemente werden betätigt;

Das System wird nach 120 Sekunden automatisch in den STROMABSCHALTMODUS gehen. Die weiße LED in der Kabine geht aus und die Stromzufuhr zum System wird unterbrochen.

WARNUNG:

Es wird dennoch Stromzufuhr zum Aufzug geben. Nur die inneren Komponenten im Schützkasten, Displaygehäuse und im Kasten mit Drucktasten werden stromlos sein.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, das System aus dem AUTOMATISCHEN STROMABSCHALTMODUS herauszuholen:

- **Drücken Sie die RESET-Taste** in der Kabine und lassen Sie die Taste nicht los, bis Sie den "Beep" hören (ca. 3-5 Sek.). Wenn der Service-Aufzug nicht in der Nähe ist, werden Sie den "Beep" nicht hören. In diesem Fall halten Sie die Taste 5 Sekunden lang gedrückt, um sicher zu gehen, dass der Service-Aufzug Stromzufuhr erhält.
- **Drücken Sie die Not-Aus-Taste auf dem Notrufsender** und lassen Sie die Taste nicht los, bis Sie den "Beep" hören (ca. 3-5 Sek.). Wenn der Service-Aufzug nicht in der Nähe ist, werden Sie nicht den "Beep" hören. In diesem Fall halten Sie die Taste 5 Sekunden lang gedrückt, um sicher zu gehen, dass der Service-Aufzug Stromzufuhr erhält.
- **Öffnen Sie eine Tür auf einer Galerie** (Schließen Sie sie nicht zu schnell, so dass das System Zeit hat, die Stromzufuhr zu ermöglichen, ca. 3-5 Sek.)

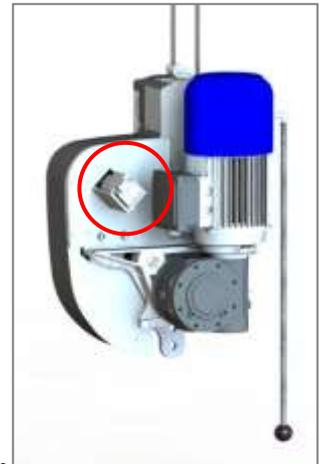
Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 14 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

1. Überlasterkennung

Die Überlasterkennung ist ab Werk so eingestellt, dass ein Fahren in beide Richtungen ('Auf' und 'Ab') unterbunden wird, wenn die maximale Traglast von 230kg um 25 % überschritten wurde. Das Überlast-Symbol auf dem Display blinkt. Um die Überlasterkennung zurückzusetzen, entfernen Sie das überschüssige Gewicht.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

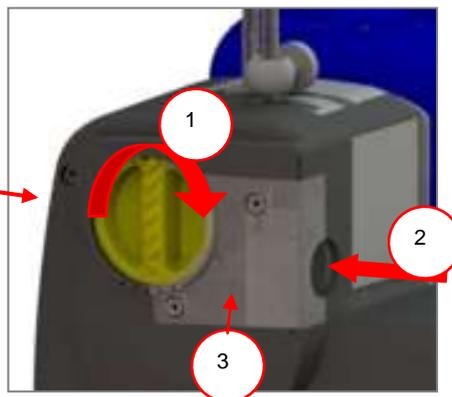
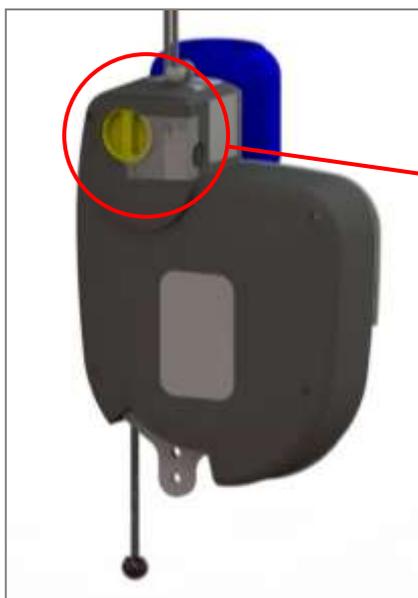
Hinweis: Neben der Beseitigung des überschüssigen Gewichts ist es evtl. erforderlich, einen Teil der normalen Last zu entfernen, um die Überlasterkennung zurückzusetzen. Nachdem die Überlasterkennung zurückgesetzt wurde, kann der Aufzug wieder mit der vollen normalen Last beladen werden



2. Sicherheitsfangvorrichtung

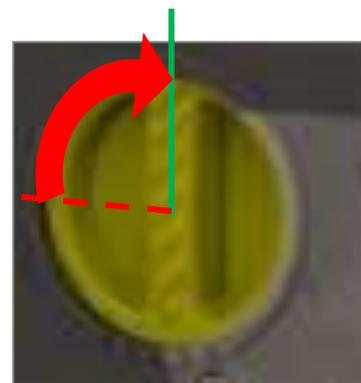
Die Sicherheitsfangvorrichtung arretiert am Trageil, wenn das Trageil mit mehr als 24 m/min durch die Zugwinde (Sinkgeschwindigkeit) läuft.

Die Fangvorrichtung kann auch durch Drücken des Knopfs für manuelle Fahrt ausgelöst werden.



1. Reset-Knopf. Zum Zurücksetzen der Fangvorrichtung in Pfeilrichtung drehen
2. Knopf für manuelle Fahrt.
3. Inspektionsfenster und Geschwindigkeitsbegrenzer (durch das Fenster erkennbar)

Um die Sicherheitsfangvorrichtung zurückzusetzen, fahren Sie zunächst die Zugwinde ein paar Zentimeter nach oben und drehen dann den Reset-Knopf im Uhrzeigersinn in Pfeilrichtung bis der Griff wieder vertikal steht (grüne Linie).



Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 15 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

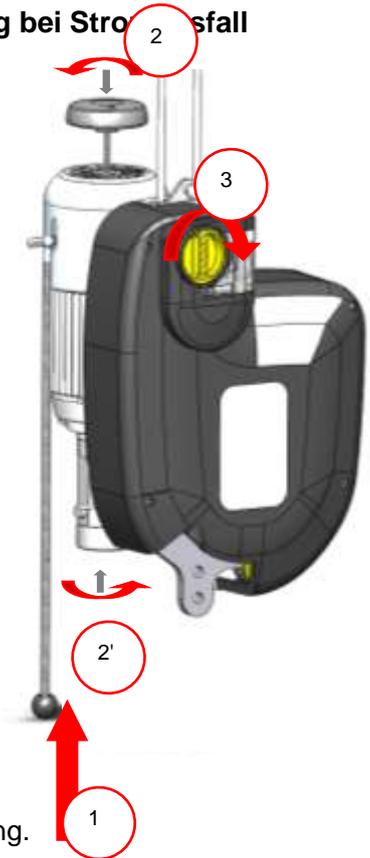
Verwendung des Handrads zum Rücksetzen der Fangvorrichtung bei Stromausfall

Wenn die Fangvorrichtung/Schlaffseilsicherung ausgelöst hat und kein Strom zur Verfügung steht, ist es notwendig, die Zugwinde einige Zentimeter von Hand noch oben zu kurbeln, um den Reset-Knopf drehen oder das Seil wieder spannen zu können.

1. Verwenden Sie ein Handrad, und führen Sie die Spindel in die Nabe in der Betriebsbremse (2) oder in die Öffnung an der Getriebeseite (2'), die am einfachsten zu erreichen ist.
2. Drücken Sie den Hebel zum manuellen, stromlosen Ablassen (1), um die Bremse zu entriegeln und drehen Sie die Zugwinde gleichzeitig in Aufwärtsrichtung: *gegen den Uhrzeigersinn (2) ODER im Uhrzeigersinn (2')* um eine halbe Umdrehung. Lassen Sie den Ablasshebel los und wiederholen Sie den Vorgang.

Tip: Greifen Sie das Handrad fest, wenn Sie die Bremse öffnen, um eine Umkehr der Zugwinde mit Absenken zu verhindern.

3. Setzen Sie die Sicherheitsfangvorrichtung (3) zurück.
4. Bringen Sie das Handrad nach Gebrauch wieder in Normalstellung.

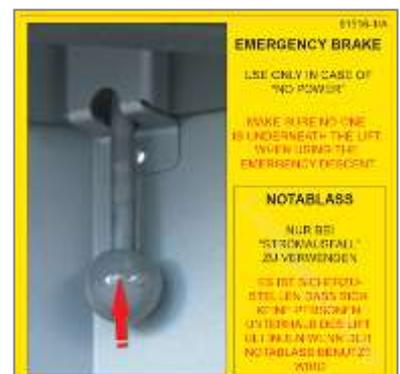


WARNUNG: Setzen Sie die Sicherheitsfangvorrichtung niemals zurück, bis der Grund für die Auslösung festgestellt und das Problem behoben wurde.

3. 'Stromloses' Herunterlassen

Bei einem Stromausfall kann der Aufzug mit kontrollierter Geschwindigkeit durch Schieben des Ablasshebels an der elektro-magnetischen Betriebsbremse abgelassen werden.

WARNUNG: Verwenden Sie niemals den manuellen, „stromlosen“ Ablassvorgang, wenn normaler Strombetrieb möglich ist.



4. Überhitzungsschutz des Elektromotors der Zugwinde

Der Elektromotor der Zugwinde ist mit einem Überhitzungsschutz ausgestattet, der die Stromzufuhr zum Motor im Falle einer Überhitzung unterbricht. Das Symbol für thermische Überlastung wird auf dem Display blinken und sowohl die 'Aufwärts-' als auch die 'Abwärts-'Bewegung wird angehalten. Wenn ein Windenmotor überhitzt ist, lassen Sie ihn vor dem Weiterbetrieb abkühlen.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

Tip: Das „stromlose“ Ablassen funktioniert auch dann, wenn der Überhitzungsschutz aktiviert ist.

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 16 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

5. Oberer Betriebsendschalter

Der obere Betriebsendschalter stoppt das Aufwärtsfahren, sobald er durch die Anschlagplatte auslöst, die an der Leiterseite am oberen Ende der Fahrstrecke angebracht ist. Wenn der obere Betriebsendschalter ausgelöst hat, kann der Aufzug nach unten, aber nicht weiter nach oben fahren. Wenn der obere Betriebsendschalter betätigt wird, leuchtet auf dem Display der entsprechende Bereich für den oberen Betriebsendschalter auf.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

WARNUNG:

Beachten Sie, dass die Position der Anschlagplatte von entscheidender Bedeutung ist. Wenn die Anschlagplatte nicht korrekt montiert ist, ist es möglich, dass der Aufzug an den Einhängeträger fährt.

Siehe Installationshandbuch 38923-IM-XX hinsichtlich der Justierung der Anschlagplattenposition, um sicherzustellen, dass der Aufzug nicht an den Einhängeträger fahren kann.



6. Oberes Blockiersystem

Das obere Blockiersystem wird aktiviert, wenn ein Objekt (z.B. eine Person auf der Leiter) im Bewegungsbereich des Aufzugs ist. Wenn das Blockiersystem aktiviert ist, werden alle AUFWÄRTS-Bewegungen unterbrochen und deaktiviert.

WARNUNG:

Es wird immer noch möglich sein, den Aufzug nach unten zu bewegen, um das System von einem Gegenstand, zu entfernen:

Das Blockiersystem wird freigegeben (= nicht mehr aktiviert)
ODER

Der Aufzug wurde für 1,5 Sekunden (*) betrieben.

Bestimmen Sie Immer die Ursache für die Aktivierung, EHE Sie den Aufzug nach unten fahren.



(*) das System ermöglicht 1,5 Sekunden lang eine tatsächliche Bewegung. Wenn eine Person den Aufzug 1 Sekunde lang abwärts fahren und dann anhalten würde, wird das System immer noch erlauben, weitere 0,5 Sekunden lang abwärts zu fahren.

Wenn das obere Blockiersystem aktiviert ist, wird der entsprechende Bereich auf dem Display zu blinken anfangen. Beachten Sie, dass gleichzeitig die RESET-LED AN ist, was bedeutet, dass nach der Freischaltung des Systems ein RESET erforderlich ist. Erst wenn das System freigeschaltet ist, wird der obere Blockierbereich aufhören zu blinken und die Reset-LED wird mit Blinken anfangen, was anzeigt, dass das System für ein RESET bereit ist.

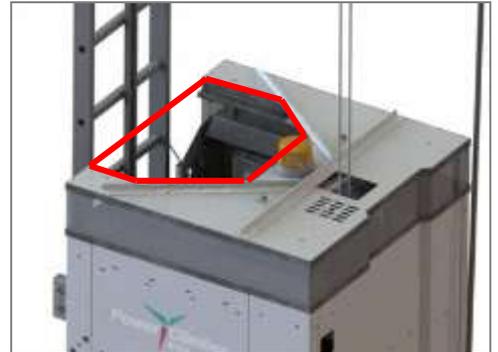
Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 17 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

7. Obere Luke (im oberen Blockiersystem)

In der oberen Blockierungsplatte ist für Evakuierungszwecke eine Luke vorgesehen. Beim Öffnen dieser Luke werden die gleichen Schalter wie bei einer Aktivierung des oberen Blockiersystems betätigt. Daher wird der Effekt der gleiche sein wie bei der Aktivierung des Blockiersystems selbst (siehe Punkt "6").

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität
PERSÖNLICHE SICHERHEIT & EVAKUIERUNG



8. Unteres Blockiersystem

Das untere Blockiersystem wird aktiviert, wenn ein Objekt (z.B. eine Person auf der Leiter) im Bewegungsbereich des Aufzugs ist. Wenn das Blockiersystem aktiviert ist, werden alle ABWÄRTS-Bewegungen unterbrochen und deaktiviert.

WARNUNG:

Es wird immer noch möglich sein, den Aufzug nach oben zu bewegen, um das System von einem Gegenstand, zu entfernen bis:

Das Blockiersystem freigegeben wird (= nicht mehr aktiviert)
ODER
Der Aufzug 1,5 Sekunden lang (*) betrieben wurde.

Bestimmen Sie Immer die Ursache für die Aktivierung, EHE Sie den Aufzug nach oben fahren.



(*) das System ermöglicht 1,5 Sekunden lang eine tatsächliche Bewegung. Wenn eine Person den Aufzug 1 Sekunde lang aufwärts fahren und dann anhalten würde, wird das System immer noch erlauben, weitere 0,5 Sekunden abwärts zu fahren.

Wenn das untere Blockiersystem aktiviert ist, wird der entsprechende Bereich auf dem Display zu blinken anfangen. Beachten Sie, dass gleichzeitig das RESET-LED AN ist, was bedeutet, dass nach der Freischaltung des Systems ein RESET erforderlich ist. Erst wenn das System freigeschaltet ist, wird der untere Blockierbereich aufhören zu blinken und das Reset-LED wird mit Blinken anfangen, was anzeigt, dass das System für ein RESET bereit ist.

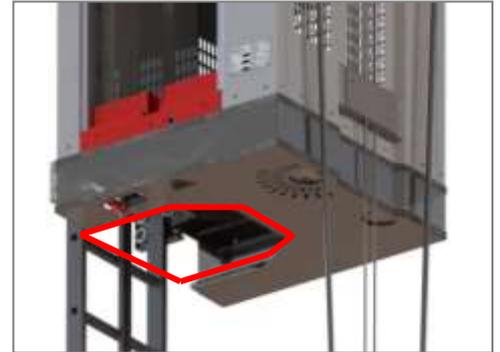
Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 18 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

9. Untere Luke (im unteren Blockiersystem)

In der unteren Blockierungsplatte ist für Evakuierungszwecke eine Luke vorgesehen. Beim Öffnen dieser Luke werden die gleichen Schalter wie bei einer Aktivierung des unteren Blockiersystems betätigt. Daher wird der Effekt der gleiche sein wie bei der Aktivierung des Blockiersystems selbst (siehe Punkt "8").

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität
PERSÖNLICHE SICHERHEIT & EVAKUIERUNG



10. Zugang mit Leiter

An der Vorderseite des Aufzugs ermöglicht eine Tür die Evakuierung über eine Leiter. Alle Bewegungen der Aufzugs werden beim Öffnen dieser Tür unterbrochen und deaktiviert. Auch hier beginnt das entsprechende Symbol auf dem Display zu blinken, wenn die Tür geöffnet wird. Die Reset-LED wird AN sein, was anzeigt, dass ein RESET nach dem Schließen der Tür erforderlich ist. Erst wenn die Tür wieder geschlossen ist, wird das Leiterzugangssymbol aufhören zu blinken und die Reset-LED wird mit Blinken anfangen, was anzeigt, dass das System für ein RESET bereit ist.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität
PERSÖNLICHE SICHERHEIT & EVAKUIERUNG

ACHTUNG:

Der Griff der Tür kann hoch und runter gleiten, so dass der Schlüssel immer in den Schalter eingeführt werden kann. Beachten Sie beim Schließen der Tür, dass der Schlüssel zum Schalter hin ausgerichtet wird, indem Sie den Griff nach oben oder unten schieben.

Zugang
mit Leiter

Bodenluke



11. Bodenluke

Um aus dem Service-Aufzug nach unten entkommen zu können, befindet sich im Boden eine Luke. Diese Luke wird nicht von einem Schalter überwacht.

12. Unterer Betriebsendschalter

Der untere Betriebsendschalter wird betätigt, wenn der Aufzug die untere Plattform erreicht und unterbricht alle Abwärtsbewegungen.

Der entsprechende Bereich auf dem Display wird eingeschaltet, und die Tür wird elektrisch entriegelt.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität
SICHERHEITSVORRICHTUNGEN/SCHALTER –
Sichere Zone



13. SICHERE ZONE

Der Service-Aufzug hat ein mechanisches System, das mit einem Schalter verbunden ist, der die sicheren Zonen überwacht. Der Schalter ist immer aktiviert. Bei jeder Zwischenplattform drückt eine Anschlagplatte der sicheren Zone das mechanische System nach innen, so dass der Schalter deaktiviert wird.

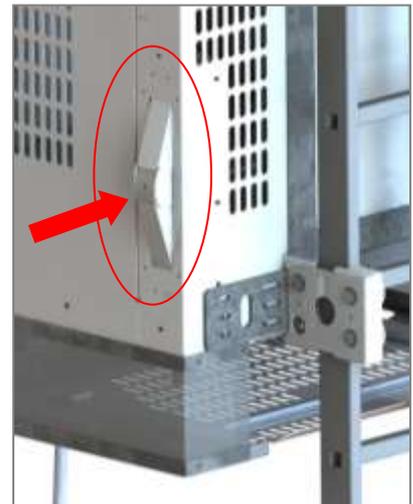
Nur an der unteren Plattform wird die Sicherheitszone durch die Aktivierung des unteren Betriebsendschalters angegeben.

Wenn sich der Aufzug durch eine sichere Zone bewegt, wird die entsprechende Sicherheitszone auf dem Display blinken. **Erst wenn der Aufzug in der sicheren Zone zum Stillstand kommt, werden die Bereiche der Sicherheitszonen auf dem Display AN sein und die Tür wird elektrisch entriegelt.**

ACHTUNG:

Bei Verwendung der inneren Steuerung wird der Aufzug automatisch nach 2 Sekunden angehalten (Aufzugboden auf gleicher Höhe mit Plattform), wenn eine sichere Zone an den Plattformen erkannt wird.

Lassen Sie die Bedienelemente los, wenn Sie aus dem Aufzug auf die Plattform aussteigen wollen. Wenn Sie die Steuertaste nicht loslassen, setzt sich der Aufzug nach 2 Sekunden wieder in Bewegung.



Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

14. Türschalter (Rolltür)

Der elektro-mechanische Türkontaktschalter ist unterhalb des Bodens montiert und überwacht und verriegelt die Schiebetür des Service-Aufzugs. Der Türkontaktschalter entriegelt die Tür nur dann, wenn sich der Service-Aufzug in einer sicheren Zone befindet und zum Stillstand gekommen ist. Er stellt auch sicher, dass der Aufzug nicht fahren kann, solange die Tür geöffnet ist. In diesem Fall wird das Türschloss-Symbol auf dem Display blinken.

Wenn der Aufzug in einer sicheren Zone zum Stillstand gekommen ist, wird das Türschloss-Symbol auf dem Display AN sein, was anzeigt, dass die Tür elektrisch entriegelt ist und sicher geöffnet werden kann. In diesem Fall werden auch die LEDs der sicheren Zonen AN sein.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):

BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

SICHERHEITSVORRICHTUNGEN/SCHALTER – Sichere Zone

Bei Stromausfall, kann die Tür manuell mit dem Not-Entriegelungsknopf (A) im Inneren des Service-Aufzugs oder an der unteren Seite des Service-Aufzug (B) entriegelt werden.

ACHTUNG:

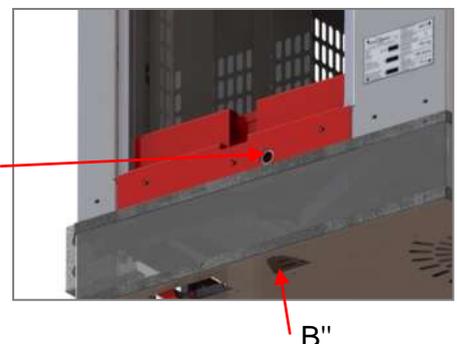
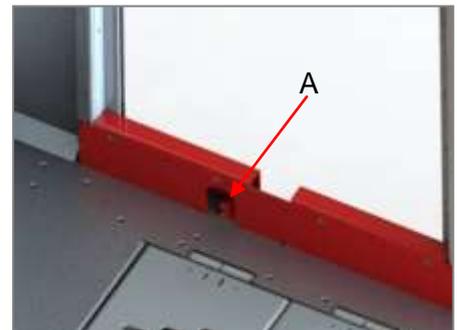
Der Benutzer muss vor der manuellen Türentriegelung durch optische Kontrolle sicherstellen, dass sich der Aufzug an einem sicheren Ort befindet.

In den meisten Fällen kann die Entriegelungstaste unter dem Aufzug leicht von der Leiter aus nach dem Öffnen der Luke im unteren Blockiersystem erreicht werden.

Nur wenn der Service-Aufzug sich an der unteren Plattform befindet oder mit dem Bodenniveau knapp unterhalb einer Zwischenplattform positioniert ist, wird es unmöglich sein, die Taste durch die Luke zu erreichen, da Sie sie nicht erreichen können, wenn der Aufzug am unteren Betriebsendschalter ist.

Dabei gibt es 2 Möglichkeiten:

- Verwenden Sie einen Schraubendreher und betätigen Sie die Taste durch das Loch im Fußblech (B').
- Heben Sie die Blockierungsplatte an und drücken Sie die Taste mit der Hand durch das Loch in der Platte (B'').



Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 21 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

Zustand des Aufzugsystems

Der SHERPA-LG ist mit einem Display ausgestattet, das ständig den aktuellen Status des Systems anzeigt. Die Logik hinter dem Display überwacht alle Schalter und Elektrokomponenten. Daher können die meisten Unklarheiten einfach durch einen Blick auf das Display festgestellt werden.

Im Zweifelsfall überprüfen Sie also zuerst das Display zum aktuellen Zustand. Verwenden Sie die Kurzanleitung (38923-QR-XX) oder den Abschnitt "Betriebssystem" in diesem Handbuch, um die Displayanzeigen zu verstehen.

Siehe ebenfalls Abschnitt(e):
BETRIEBSSYSTEM - Display & Funktionalität

Störmodus (Display)

Für den Fall, dass der Aufzug in den FEHLERMODUS geht, wird die Fehler-LED auf dem Display zu blinken anfangen. Die LED wird mehrere Male blinken und dann pausieren und wird dann genauso oft wieder blinken. Durch Zählen der Anzahl der Blinkvorgänge kann der Fehler ermittelt werden.

- Fehler #1: K8 erkennt aus Phase oder niedriger Spannung
- Fehler #2: K0A oder R2 sind verschweißt
- Fehler #3: K0B ist verschweißt
- Fehler #4: (K1 oder K2) sind verschweißt
- Fehler #5: R1 ist verschweißt
- Fehler #6: Redundanzfehler für Schalter TO (S23)
- Fehler #7: Redundanzfehler für Schalter BO (S21)
- Fehler #8: Redundanzfehler für Schalter LH (S24)
- Fehler #9: Redundanzfehler für Schalter BL (S11)
- Fehler #10: RESET-Schalter S20 ist verschweißt
- Fehler #11: Innerer AUFWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #12: Innerer ABWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #13: Notrufsender/AUFWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #14: Notrufsender/ABWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #15: Äußerer AUFWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #16: Äußerer ABWÄRTS-Schalter ist verschweißt
- Fehler #17: Unterer Betriebsendschalter ist verschweißt
- Fehler #18: Höhenschalter ist verschweißt
- Fehler #19: Oberer Betriebsendschalter ist verschweißt
- Fehler #20: Fehler der Leiterplatte

Beispiel:

Fehler-LED → "blinkt...blinkt...blinkt...Pause...blinkt...blinkt...blinkt...Pause...usw."

Anzahl der Blinkvorgänge zwischen Pausen → 3

Anzahl der Blinkvorgänge entspricht der Fehlernummer → Fehler #3: K0B ist verschweißt

In einigen Fällen wird es möglich sein, das System aus dem Fehlermodus herauszuholen, indem die Stromversorgung des Systems unterbrochen und das System neu gestartet wird. Verwenden Sie den Hauptschalter in der Aufzugskabine über dem Schützkasten.

FALLS EIN FEHLER WEITERHIN BESTEHT, WENDEN SIE SICH AN DEN SERVICE-VERANTWORTLICHEN

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 22 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

Systemzustand (nicht auf Display angezeigt)

Problem	Wahrscheinliche Ursache	Lösung
Zugwinde summt, startet behäbig und schwergängig oder fährt den beladenen Aufzug nicht hoch.	Starker Spannungsabfall	Service-Verantwortlichen rufen.
	Ausfall der Betriebsbremse Klebrige Bremse aufgrund von Korrosion.	
Die weiße Leuchte ist AN Die Zugwinde dreht sich in Richtung 'nach unten', aber der Aufzug fährt nicht herunter und manuelles Ablassen mit der Bremse ist auch nicht möglich. Das Aufwärtsfahren ist dagegen möglich.	Die Schlaufseilsicherung hat ausgelöst.	Prüfen Sie, ob der Aufzug auf ein Hindernis auffährt und ob er korrekt waagrecht ausgerichtet ist.. Fahren Sie den Aufzug nach oben, um das Hindernis zu beseitigen.
	Die Sicherheitsfangvorrichtung hat ausgelöst.	Zum Zurücksetzen drehen Sie den Reset-Knopf der Sicherheitsfangvorrichtung im Uhrzeigersinn (siehe Pfeil) Achtung: Setzen Sie die Sicherheitsfangvorrichtung niemals zurück, bis der Grund für die Auslösung festgestellt und das Problem behoben wurde. <i>Tipp: Der Aufzug kann trotz ausgelöster Fangvorrichtung nach oben fahren. Ein Abwärtsfahren ist jedoch nicht möglich. Wenn der Aufzug bei ausgelöster Fangvorrichtung ganz nach oben gefahren wird und dort der Betriebsendschalter auf die Anschlagplatte trifft, gerät der Aufzug vollständig außer Betrieb und kann erst durch einen Kundendiensttechniker nach unten gefahren werden.</i>
Die weiße Leuchte ist AN Die Zugwinde dreht sich, aber der Aufzug lässt sich in keine Richtung fahren.	Das Tragseil ist gebrochen und die Schlaufseilsicherung hat ausgelöst.	Prüfen Sie den Zustand des Tragseils. => Aufzug hängt am Sicherheitsseil. Evakuieren Sie den Aufzug und befolgen Sie den Evakuierungsvorgang im Anhang. Service-Verantwortlichen rufen.
Übergeschwindigkeit-Schwungrad dreht sich nicht.	Schmutz oder Korrosion in der Sicherheitsfangvorrichtung.	Service-Verantwortlichen rufen.
Sicherheitsfangvorrichtung lässt sich nicht zurücksetzen.	Sicherheitsfangvorrichtung ist überladen.	Drehen Sie die „Aufwärts“-Taste und entlasten Sie die Fangvorrichtung. <i>Tipp: Im Falle eines Stromausfalls fahren Sie den Aufzug mit dem Handrad einige Zentimeter nach oben, um einen Reset der Fangvorrichtung durchführen zu können.</i>
Herablassen des Aufzugs mit manueller Bremse funktioniert nicht.	Klebrige Bremse aufgrund von Korrosion.	Service-Verantwortlichen rufen.

FALLS EIN PROBLEM WEITERHIN BESTEHT, WENDEN SIE SICH AN DEN SERVICE-VERANTWORTLICHEN

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 23 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

NUR VON POWER CLIMBER EMPFOHLENE STAHLSEILE VERWENDEN	
Typ	Greenflex
Durchmesser	8,4 mm
Ausführung	5 x 26 WSR (Warrington Seale Compacted) + HDPP Kern (Polypropylen mit hoher Dichte)
Struktur	Kreuzschlag rechtsgängig - leicht vorgeformt
Toleranz	(+0/-0,2 mm)
Zugfestigkeit der Seile	1960 N/mm ²
Mindestbruchlast (Ist)	51,5 kN
Mindestbruchlast (rechnerisch)	66,0 kN
Gewicht	0,255 kg/m
Verfahren	Galvanisch verzinkt
Kennzeichnung	Farbige Litze

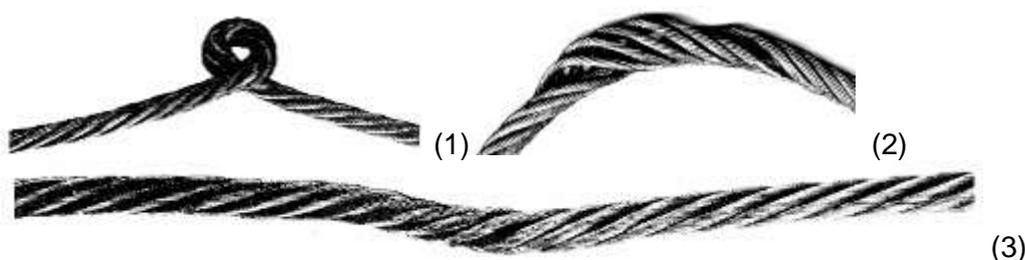
- Das Ende des Drahtseils sollte in Kugelform hartverlötet sein - mit einer maximalen Länge von 10 mm, ohne lose oder gebrochene Drähte.
- Tragen Sie Schutzhandschuhe bei der Arbeit mit den Stahlseilen.



ACHTUNG

Stahldrahtseile müssen unter folgenden Voraussetzungen ersetzt werden:

- Mehr als 10 Drähte sind auf einer Länge von 240 mm gebrochen
- Übermäßige Korrosion
- Beschädigungen durch Hitze
- Verringerung des Nenndurchmessers um mehr als 10%
- Knicken (1), Brechen (2), Korbformbildung (3) oder andere Veränderungen der Seilstruktur.



VORSICHTSMASSNAHMEN UND EINSCHRÄNKUNGEN

Allgemeine Nutzungsbedingungen

Temperaturbereich:	-20 °C bis +55 °C → -35 bis 40
Luftfeuchtigkeitsbereich:	30% bis 95%
Verunreinigungen:	Schutzgrad IP54
Spannungsbereich	Nennspannung +10% bis -15%
Äußere Windgeschwindigkeit Max.	12m/s

1. Vorsichtsmaßnahmen vor der Verwendung

- Die Benutzung des Service-Aufzugs ist nur geschultem Personal gestattet
- Vor der Benutzung der Anlage sind die täglichen Routine-Checks durchzuführen und es ist sicherzustellen, dass sich die Anlage in einwandfreiem Zustand befindet.
- Bei Benutzung des Service-Aufzugs muss jeder Benutzer stets seine persönliche Fallschutzausrüstung tragen.
- Nicht alle Gefährdungen beim Auftreffen des Aufzugs auf Hindernisse sind vollständig durch die Sicherheitseinrichtungen des Aufzugs abgedeckt. Der Benutzer hat dafür Sorge zu tragen, dass die Fahrstrecke des Aufzugs ohne Hindernisse ist.

2. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung

- Eine Verwendung des Aufzugs ist dann untersagt, wenn eine Sicherheitsgefährdung aufgrund von Mängeln, Schäden oder anderen Gegebenheiten vorliegt. In diesem Fall ist umgehend der Service-Verantwortliche zu verständigen.
- Bei der Verwendung des Aufzugs ist jeder Benutzer gehalten, ein geeignetes Kommunikationsmittel (z.B. Mobiltelefon) mit sich zu führen.

3. Schnittstelle mit den Turmeinbauten

Da (die Risikobewertung in Bezug auf) die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Einschränkungen für die Schnittstellen des Service-Aufzugs mit den Turmeinbauten vorschreibt, sind die Galerien so konzipiert, um die Gefahren und Risiken auf ein absolutes Minimum zu reduzieren.

Auf allen Ebenen ist ein Warnhinweis gut sichtbar an den Galerien anzubringen, der auf die Gefährdung durch Kontakt mit dem fahrenden Service-Aufzug bzw. Quetschgefahr hinweist.



ACHTUNG:

An der unteren Plattform gibt es keine Galerie. Achten Sie immer darauf, dass der Aufzugsbereich auf dem Boden mit schwarz-gelbem Band angezeigt wird. Passen Sie besonders auf, wenn Sie auf dieser Plattform stehen.

Normale Verwendung:

Die Verwendung des Service-Aufzugs besteht aus Fahrten vom unteren zum oberen Halt und umgekehrt.

Besondere Verwendung:

Es ist davon auszugehen, dass die Benutzer nur sehr selten zu den Zwischenebenen, den so genannten Flanschverbindungs-Plattformen fahren. Zugang zu diesen Zwischenebenen ist möglich. In diesem Fall sind die folgenden erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um ein Gefährdungsrisiko auf das zulässige Mindestmaß zu begrenzen:

- Vermeiden Sie direkten Kontakt mit dem fahrenden Service-Aufzug.
- Vermeiden Sie jede Quetschgefahr durch entsprechenden Abstand von den Galerien
- Ziehen Sie alle Arten von Warnungen in Betracht, um einen Benutzer auf die Gefahr eines fahrenden Service-Aufzugs aufmerksam zu machen.

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 25 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------

PERSÖNLICHE SICHERHEIT & EVAKUIERUNG

81519-1/A

SAFETY

Only personnel trained to use this type of service lift is allowed to operate the system.
Max. load: 230Kg/ 2 pers.

When using the service lift the user must put on his personal fall safety equipment in the lift. The fall safety equipment consists of a full body harness, rail slider (for the ladder rail), lanyard with a fall damper and lanyard with an extender. Additionally every user must bring a suitable means of communication (e.g. mobile phone) when using the service lift.

Always follow site and/ or turbine operating procedures.

SICHERHEIT

Nur an dem Service Lift ausgebildete Personen sind zugelassen.
Max. Gewicht: 230Kg/ 2 Pers.

Während der Nutzung des Service Lifes müssen die Insassen persönliche Schutzausrüstung (PSA) tragen. Die Ausrüstung besteht aus einem Arbeitsgurt (Harness), Auffanggerät für seil- oder leitergeführte Systeme, Umhängeseil mit Falldämpfer, Hand- und Kopfschutz. Zusätzlich muss jeder benutzer über ein geeignetes kommunikationsgerät (z.B. Mobiltelefon) verfügen.

Befolgen Sie immer die Standort- und/oder Turbinenbetriebsanleitung.

81520-1/B

EVACUATION

EVACUATION PROCEDURES SHOULD ONLY BE USED WHEN NORMAL POWERED OPERATION OR 'NO-POWER' DESCENT IS IMPOSSIBLE.

Always follow site and/ or turbine operating & safety procedures.

EVACUATION TO THE BOTTOM:

- open the door to the ladder
- use fall arrest or safety hooks to secure to the ladder or lift
- open the hatch in the floor
- open the hatch in the bottom obstruction
- climb down the ladder

EVACUATION TO THE TOP:

- open the door to the ladder
- use fall arrest or safety hooks to secure to the ladder
- open the hatch in the top obstruction
- climb up the ladder

EVAKUIERUNG

DIE EVAKUIERUNGSANWEISUNGEN SIND NUR DANN ANZUWENDEN, WENN EIN NORMALER STROMBETRIEB ODER EIN ABSENKEN BEI STROMAUSFALL NICHT MÖGLICH IST.

Befolgen Sie jederzeit die Standort- und/oder Turbinenbetriebsanleitungen & die Sicherheitsanweisungen.

EVAKUIERUNG NACH UNTEN

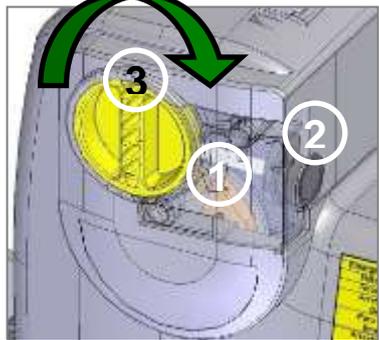
- öffnen Sie die Tür an der Leiter
- verwenden Auffang oder Haken um auf die Leiter oder lift zu sichern
- öffnen Sie die Luke in Boden
- öffnen Sie die Luke im unteren Behinderung
- klettern die Leiter runter

EVAKUIERUNG NACH OBEN

- öffnen Sie die Tür an der Leiter
- verwenden Auffang oder Haken um auf die Leiter zu sichern
- öffnen Sie die Luke im oberen Behinderung
- klettern die Leiter hinauf



TÄGLICHE KONTROLLE

DIE PRÜFUNGEN MÜSSEN VOR JEDER VERWENDUNG DES AUFZUGS DURCHGEFÜHRT WERDEN	
1	Sichtprüfung des Aufzugs bezüglich beschädigter, loser oder fehlender Teile.
2	Überprüfen Sie, ob die Rolltür außerhalb einer sicheren Zone verriegelt ist. Überprüfen Sie, ob die Rolltür elektrisch entriegelt ist, wenn der Aufzug stillsteht und sich in sicherer Zone befindet (bei unterem Betriebsendschalter oder Höhenschalter). Wenn die Rolltür offen ist, sollten alle AUFWÄRTS-/ABWÄRTS-Bedienelemente deaktiviert zu sein.
Fahren Sie den Aufzug für weitere Tests einen Meter in die Höhe ↑	
3	Halten Sie das Rolltor geschlossen. Betätigen Sie alle Not-Aus-Tasten (eine nach der anderen) und überprüfen Sie, ob alle AUFWÄRTS-/ ABWÄRTS-Bedienelemente deaktiviert sind. Überprüfen Sie, ob nach der Aktivierung/Deaktivierung des inneren Notstopps ein Reset erforderlich ist.
4	Öffnen Sie die Leiter-Zugangstür. Wenn die Tür offen ist, sind alle AUFWÄRTS-/ABWÄRTS-Bedienelemente deaktiviert. Schließen Sie die Tür wieder und beachten Sie, dass ein Reset erforderlich ist, um die AUFWÄRTS-/ ABWÄRTS-Bedienelemente zu aktivieren.
5	Öffnen Sie die Luke im unteren Blockiersystem. Alle ABWÄRTS-Bedienelemente sind deaktiviert. Die innere AUFWÄRTS-Steuerung steht für eine maximale Fahrzeit von 1,5 Sekunden zur Verfügung. Schließen Sie die Luke wieder und beachten Sie, dass ein Reset erforderlich ist, um die AUFWÄRTS-/ ABWÄRTS-Bedienelemente zu aktivieren.
6	Aktivieren Sie während der Abwärtsbewegung die untere Blockierungsplatte (an der Seite der Leiter). Überprüfen Sie, ob die ABWÄRTS-Bewegung unterbrochen wird, und dass die Blockierungsplatte nicht vollständig zusammengedrückt wird.
7	Öffnen Sie die Luke im oberen Blockiersystem. Alle AUFWÄRTS-Bedienelemente sind deaktiviert. Die innere ABWÄRTS-Steuerung steht für eine maximale Fahrzeit von 1,5 Sekunden zur Verfügung. Schließen Sie die Luke wieder und beachten Sie, dass ein Reset erforderlich ist, um die AUFWÄRTS-/ ABWÄRTS-Bedienelemente zu aktivieren.
8	Aktivieren Sie während der Aufwärtsbewegung die obere Blockierungsplatte (an der Seite der Leiter). Überprüfen Sie, ob die AUFWÄRTS-Bewegung unterbrochen wird, und dass die Blockierungsplatte nicht vollständig zusammengedrückt wird.
Fahren Sie den Aufzug für weitere Tests fünf Meter vom Boden in die Höhe ↑	
9	Ziehen Sie den Hebel zum manuellen 'stromlosen' Ablassen und prüfen Sie, ob die Zugwinde ein Abwärtsfahren mit einer gesteuerten Geschwindigkeit zulässt.
10	Fahren Sie den Aufzug einen Meter nach oben und unten und schauen Sie durch das Sichtfenster, ob sich der Geschwindigkeitsbegrenzer (1) dreht. Prüfen Sie auch, ob die Gewichte am Geschwindigkeitsbegrenzer freigängig sind und sich leicht bewegen während sich der Geschwindigkeitsbegrenzer dreht. a) Fahren Sie den Aufzug nach unten und drücken Sie den Knopf für manuelle Fahrt bei Überdrehzahl (2) . Die Abwärtsbewegung der Winde wird angehalten. b) Ziehen Sie am Hebel zum manuellen 'stromlosen' Ablassen und vergewissern Sie sich, dass kein weiteres Herunterfahren möglich ist. c) Zum Zurücksetzen fahren Sie die Winde etwa 10 cm hoch und drehen den Reset-Knopf (3) im Uhrzeigersinn, bis die Fangvorrichtung wieder in ihre 'offene' Position einklickt und zurückgesetzt ist. WICHTIG: Stellen Sie sicher, dass die Fangvorrichtung zurückgesetzt ist, bevor der Aufzug wiederverwendet wird. Die Nichtbeachtung kann zu einer BLOCKIERUNG DES SEILS führen.
	
11	Öffnen Sie die Tür in den mittleren und oberen Galerien . Stellen Sie sicher, dass der Aufzug weder nach oben noch nach unten fahren kann. Überprüfen Sie, ob das Display entsprechend anzeigt.
12	Fahren Sie den Aufzug wieder auf Bodenniveau und prüfen Sie, ob der untere Endschalter auslöst und den Aufzug stoppt, bevor die Bodenpuffer den Boden berühren oder das untere Blockiersystem aktiviert ist.
VERWENDEN SIE NUR FUNKTIONIERENDE AUSRÜSTUNG	
ÜBERBRÜCKEN SIE NIEMALS END- UND SICHERHEITSSCHALTER	

Referenz: 38923-OM-DE

Ausgabedatum: 27052015

Rev.: B

Seite 27 von 28

Referenz: 38923-OM-DE	Ausgabedatum: 27052015	Rev.: B	Seite 28 von 28
-----------------------	------------------------	---------	-----------------