

Brandschutzkonzept

Siemens Gamesa 5.X

Änderungsübersicht

Revision:	Änderungsbeschreibung	Verantwortlichkeit
001	Erste Version.	ON CRO NE&ME TE TPM
002	Neue Revision. Akustische und visuelle Alarmer und Rauchmelder serienmäßig statt optional.	ON CRO NE&ME TE TPM

Referenzen

Dok-ID	Dokumentenname

Haftungsausschluss und Verwendungsbeschränkung

Soweit gesetzlich zulässig, übernehmen die Siemens Gamesa Renewable Energy A/S sowie sonstige verbundene Unternehmen der Siemens Gamesa Gruppe, einschließlich der Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. und deren Tochterunternehmen, (nachfolgend „SGRE“) keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklich noch implizit, im Hinblick auf die Verwendung bzw. Verwendungstauglichkeit dieses Dokuments oder von Teilen hiervon für andere Zwecke als dem bestimmungsmäßigen Gebrauch. In keinem Fall haftet SGRE für Schäden, einschließlich aller direkten, indirekten oder Folgeschäden, die sich aus dem Gebrauch bzw. der Gebrauchsuntauglichkeit dieses Dokuments sowie allen Begleitmaterials oder der in diesem Dokument enthaltenen oder hiervon abgeleiteten Angaben oder Informationen ergeben. Soweit dieses Dokument oder andere Begleitmaterialien Bestandteile eines Vertrages mit SGRE werden, richtet sich die Haftung von SGRE nach den Bestimmungen dieses Vertrages. Dieses Dokument wurde vor seiner Veröffentlichung einer umfassenden technischen Überprüfung unterzogen. Ferner überprüft SGRE das Dokument in regelmäßigen Abständen, wobei sachdienliche Anpassungen in nachfolgenden Auflagen aufgenommen werden. Dieses Dokument ist und verbleibt geistiges Eigentum von SGRE. SGRE behält sich das Recht vor, das Dokument auch ohne vorherige Anzeige von Zeit zu Zeit zu anzupassen.

Allgemeine Beschreibung der Windenergieanlage



Die Windenergieanlagen der SGRE ON 5.X Plattform sind so konstruiert, dass die regulären Wartungseinsätze sicher durchgeführt werden können. Alle Personen, welche Zutritt zu der WEA haben, absolvieren Sicherheitstrainings und arbeitsspezifische Trainings. Personen ohne die notwendigen Trainings dürfen nur in Begleitung die WEA betreten. Im Folgenden wird der Aufbau der WEA kurz beschrieben und die Vorteile für den Brandschutz und Schutz von Personen.

Gondel

Die Gondelgestaltung gewährleistet die Sicherheit von in der Gondel anwesenden Servicetechnikern auch bei Servicetestläufen unter Volllast, solange keine Sicherheitsausrüstung demontiert ist. Dieses ermöglicht eine hohe Wartungsqualität der Windenergieanlage und stellt optimale Bedingungen für die Fehlersuche und -behebung dar.

Rotorblätter

Die Rotorblätter der Siemens Gamesa 5.X besteht aus glasfaserverstärkten Komponenten und gezogenen Karbonformbauteilen. Die Blattstruktur

ist aus aerodynamischen Schalen mit eingebetteten Holmgurten aufgebaut, die mit zwei Epoxy-Glasfaser-Balsa/Schaumkern-Hauptstegen verklebt sind. Die Blattkonstruktion der Siemens Gamesa 5.X von SGRE beruht auf proprietären aerodynamischen Profilen von SGRE.

Hauptwelle

Die langsam laufende Hauptwelle ist geschmiedet und überträgt das Drehmoment des Rotors auf das Getriebe und die Biegemomente über die Hauptlager und die Hauptlagergehäuse auf den Maschinenträger.

Gondelverkleidung

Der Wetterschutz und das Gehäuse der Komponenten innerhalb der Gondel bestehen aus mit Glasfaser verstärkten Schichtverbundplatten.

Turm

Die Windenergieanlage wird standardmäßig mit einem konischen Stahlrohrturm ausgeführt. Weitere Turmausführungen werden für größere Nabenhöhen zur Verfügung stehen. Die Türme werden von innen bestiegen und es besteht ein direkter Zugang zur Windrichtungsnachführung und zur Gondel. Sie sind mit Plattformen und elektrischer Innenbeleuchtung ausgestattet.

Sicherheitsphilosophie

Die Sicherheitsphilosophie verfolgt die folgenden Ziele:

- Minimierung des Risikos von Feuer und Explosion
- Vorsehen von automatischen Systemen zur Branderkennung und Alarmierung
- Bekämpfung und Kontrolle eines Feuers und die Begrenzung der Auswirkungen eines Feuers

Anhand der nachfolgenden Gesichtspunkte erfolgen die Risikoanalyse und die geeigneten Maßnahmen:

- Layout der Installation
- Geometrie, Lüftungsbedingungen und deren Einfluss
- Risiko von Feuern und Explosionen
- Flüssigkeiten (Eigenschaften, Lagerung etc.)
- Bemanning und der Einfluss von Personen
- Festlegung der Schutzzonen und Schutzziele

Weiterhin wird berücksichtigt, dass folgendes Equipment auch im Brandfall funktionsfähig sein muss:

- Notbeleuchtung
- Notstoppeinrichtungen
- Kommunikationssysteme

Risiken und Gefahren

Die Basis für die Analyse der möglichen Zündquellen ist eine SGRE-interne Brandrisikoanalyse-FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), die gemäß 2006/42/EC Maschinenrichtlinie und deren harmonisierten Normen durchgeführt wurde.

Unter anderem sind folgende Normen berücksichtigt worden:

- EN 50308:2004, Windenergieanlagen -Schutzmaßnahmen -Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung
- ISO 12100:2011, Sicherheit von Maschinen -Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung
- ISO 13849-1:2015, Sicherheit von Maschinen-Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen- Teil1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- ISO 13849-2:2013, Sicherheit von Maschinen -Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2: Validierung

Das generelle Ziel dieser Analyse ist die Minimierung von Risiken und Gefahren für:

- Personal
- Material und Ausrüstung
- Umwelt
- Rentabilität

Während der Brandrisikoanalyse wurden Komponenten / Systeme untersucht und mögliche Auswirkungen auf andere Systeme beachtet. In der Gondel und Nabe wurden folgende Komponenten untersucht:

1. Schaltschränke
2. Hydrauliksystem
3. Bremse
4. Gondelverkleidung
5. Generator
6. Transformator
7. Antriebsstrang
8. Kühlung
9. Windnachführung

Im Turm wurden folgende Komponenten untersucht:

1. Schaltanlage
2. Kabelführung und Kabelverbindung
3. Servicelift

Im Allgemeinen wurden das gesamte elektrische System und das Blitzschutzsystem übergreifend betrachtet. Bei der Analyse wird jede einzelne der ausgewählten Komponenten von einem Expertenteam auf bauteilbezogene Fehler ausgewertet, die als relevant in Bezug auf Brandrisiko eingestuft werden, ob der Brand nun vom Bauteil selbst ausgeht oder von Schnittstellen oder Interaktionen mit anderen Bauteilen.

Die Analyse hat einen umfassenden Überblick über das Brandrisiko ergeben. Die Analyse bestätigt, dass die Windenergieanlagen der Siemens Gamesa 5.X Plattform wenig anfällig für Brandrisiken sind. Die brennbaren Materialien sind in dem Dokument „*SGRE ON Siemens Gamesa 5.X Brennbare Materialien*“ mit Menge und Brennwert gelistet.

Überwachung der WEA

Die SGRE 5.X Windenergieanlage ist für höchste Ausfallsicherheit entworfen worden, so dass jedes Sicherheitssystem redundant ausgelegt ist. Durch diese Redundanz führt ein Fehler in einem Sicherheitssystem nicht zu einem Turbinenausfall.

Sicherheit der WEA, Überwachungssystem

Die WEA wird ständig von einer Vielzahl an Sensoren überwacht. Wenn ein Fehler oder ein Fehlverhalten wahrgenommen wird, fährt die Turbine gesichert herunter. In Fällen eines größeren Ausfalls wird das redundante Sicherheitssystem tätig. Das bedeutet, dass im Falle eines Ausfalles ein oder mehrere unabhängige Systeme in der Lage sind, die Turbine auf sichere Art und Weise herunterzufahren.

Ein Beispiel für das Überwachungssystem ist die Identifizierung von unterschiedlichen Drehzahlsituationen. Wird eine Überschreitung der Normaldrehzahl vom Controller wahrgenommen, wird die Turbine in einen sicheren Status gebracht. Zusätzlich läuft parallel ein Überwachungseinheit, welche unabhängig voneinander in der Lage ist, die Situation zu erkennen und die Turbine gesichert herunterzufahren. Diese würde aktiv werden, falls der Controller aus irgendeinem Grund eine Überdrehzahl nicht detektiert.

Sicherheit der WEA, Betriebssystem

Wird ein Fehler in der Turbine detektiert, wird die Turbine durch Initiieren des Standard-Stopverfahrens angehalten, wobei die drei Rotorblätter in die Stopposition gefahren werden.

Jedes Rotorblatt wird von einem einzelnen unabhängigen System kontrolliert. Wenn eines der Systeme fehlschlägt werden die anderen Systeme nicht beeinflusst. Das hydraulische System für

jedes Rotorblatt ist mit Back-Up-Akkumulatoren ausgestattet. So ist das System im Falle eines Fehlers der hydraulischen Powerstation geschützt.

Das Sicherheitssystem der WEA besteht aus zwei separaten Sicherheitssystemen, welche individuell und redundant arbeiten und fähig sind, die Turbine in einer Notsituation anzuhalten:

- Das Hauptsystem besteht aus drei individuell pitchbaren Rotorblättern ohne mechanische Verbindung.
- Das sekundäre System besteht aus zwei individuellen pitchbaren Rotorblättern ohne mechanische Verbindung.

Kommunikation über das SCADA System

Die Windenergieanlage ermöglicht eine Verbindung zum SGRE SCADA-System. Über einen Standard-Internetbrowser besteht die Möglichkeit die WEA fernzusteuern, sowie verschiedene Betriebszustände und Berichte auszulesen. Die Statusansichten liefern Informationen wie z.B. elektrische und mechanische Daten, Betriebs- und Fehlermeldungen sowie meteorologische und netzspezifische Daten.

Im Fall, dass ein Brand erkannt wird, wird eine Fehlermeldung über das SCADA-System an die ständig besetzte Warte geschickt.

Baulicher Brandschutz

Der Wetterschutz und das Gehäuse um die in der Gondel installierten Geräte stellen einen vollständig integrierten Blitz- und EMV-Schutz sicher. Überschüssiges Schmiermittel und auslaufendes Öl werden in Sammelbehältern aufgefangen, die bei der planmäßigen Wartung zu entleeren sind. Die beweglichen Komponenten des Bremssystems sind abgeschirmt, so dass sichergestellt ist, dass mögliche Funken nicht in die Gondel gelangen. Die WEA verfügt über ein effizientes Blitzschutzsystem und für zusätzlichen Schutz vor Bränden wurde so weit wie möglich auf die Verwendung von entzündlichen Materialien verzichtet. Halogenfreie Kabel werden verwendet.

Blitz und Überspannungsschutz

Die WEA verfügt über ein effizientes Blitzschutzsystem und für zusätzlichen Schutz vor Bränden wurde so weit wie möglich auf die Verwendung von entzündlichen Materialien verzichtet. Halogenfreie Kabel werden verwendet.

Designgrundlage

Die allgemeine Designgrundlage richtet sich nach der Norm IEC 61400-24:2010 „Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz“ sowie nach der Norm IEC 62305-1-4 Ed. 2.0:2010, Blitzschutzklasse I.

Rotorblätter

Die Rotorblätter verfügen über ein eigenes Blitzschutzsystem. Jedes Rotorblatt ist im Bereich der Spitze mit einem Rezeptor ausgerüstet; bei Rotorblättern mit einer Länge von 40 m und mehr sind weitere Rezeptoren entlang des Rotorblattes vorhanden. Die Blitzableiter ragen an beiden Seiten des Rotorblattes ein wenig über dessen Oberfläche hinaus.

Ein flexibler, in das Rotorblatt integrierter Metallleiter stellt die Ableitung vom Rezeptor (von den Rezeptoren) zur Nabe dar.

Nabe

Die gusseiserne Nabe fungiert als natürlicher Erdungsleiter zur Hauptwelle. Bei Windenergieanlagen des Typs SG 5.X ist der isolierte Erdungsleiter an der Nabe befestigt. Bürsten und Funkenstrecken werden verwendet, um den Blitzstrom vom Rotorblatt zur Nabe zu leiten. Diese Bürsten stellen einen elektrischen Pfad mit geringem Widerstand dar.

Hauptwelle und Hauptlager

Um das Hauptlager ausreichend vor Blitzschäden zu schützen, kommen Bürsten und Funkenstrecken zum Einsatz, welche den Blitzstrom von der Nabe über die Hauptwelle zum Gondelgehäuse und von dort über den Maschinenträger und den Turm zum Boden ableiten. Diese Bürsten stellen einen elektrischen Pfad mit geringem Widerstand dar.

Gondel

Die Rahmenkonstruktion der Gondel ist als Faraday'scher Käfig konzipiert und bietet somit Schutz vor direktem Blitzeinschlag für die darin installierten Komponenten. Zusätzlich sind alle aus der Gondel hervorstehenden Bauteile gegen direkten Blitzeinschlag und elektromagnetische Beeinflussung durch entsprechende Blitzableiter geschützt. An einigen Übergängen in die Gondel sind Überspannungsableiter angebracht. Es gibt einen kleinen Bereich der Gondel, wo aufgrund der Konstruktion der Hauptwelle der Blitzstrom von der Hauptwelle zum Maschinenträger abgeleitet wird. Im Falle eines Blitzeinschlags in eines der Blätter kann um diesen Bereich im vorderen Teil der Gondel ein erhöhtes Magnetfeld auftreten.

Komponenten innerhalb der Gondel

Die Komponenten innerhalb der Gondel sind durch entsprechende Erdungspunkte und metallische Ableiter geerdet.

System zur Windrichtungsnachführung

Die Gondel ist zum Turm hin durch ein entsprechendes Aufnahmesystem geerdet.

Turm

Der Turm dient als natürlich leitende Verbindung zwischen der Gondel und der Erde. Das Erdungssystem der WEA muss an ein (kundenseitiges) Erdungssystem im Fundament angeschlossen werden.

Elektrisches System

Überspannungsableiter an den Leistungskabeln und den glasfaserbasierter Kommunikationsverbindungen schützen gegen Beeinflussung durch Blitzeinschläge. Die Stromversorgung der Steuerung basiert auf einer Einheit zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV), welche für eine sichere Stromversorgung der Computer und elektrischen Geräte sorgt.

Die Faraday'schen Käfige der Nabe, der Gondel und des Turms dämpfen das magnetische Feld für alle stromführenden Bauteile im Inneren, also sämtliche Schmierungs-, Elektro- und Hydrauliksysteme. Die signalführenden Kabel sind geschirmt und von stromführenden Kabeln getrennt. Außerdem sind sämtliche Schaltschränke und Anschlusskästen aus Metall und weisen eigene Erdverbindungen auf.

SGRE empfiehlt für alle zur WEA hin- bzw. von ihr wegführenden Kabeln eine Metallkapselung.

Geräte und Kabel im Freien

Außerhalb der WEA installierte Anlagen, z.B. ein Transformator außerhalb des Turms, müssen ausreichend geerdet und mit dem Erdungssystem der WEA verbunden sein. Außerdem müssen Kabel, die zur WEA hin- bzw. von ihr wegführen, entweder in einer EMV-konformen Metallkapselung verlegt sein oder tief genug im Boden bzw. im Fundament liegen, so dass die Kabel unterhalb der Bewehrung des Erdungssystems liegen.

Branderkennung der WEA

Windenergieanlagen der Siemens Gamesa 5.X Plattform sind mit einem Branderkennungs- und Brandwarnsystem ausgerüstet, damit im Falle eines entstehenden Brandes der Schaden reduziert werden kann. Das System besteht aus mehreren Rauchmeldern. Als eine Option bietet Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) zusätzliche Pakete inklusive Sirenen zur akustischen Warnung und Signalleuchten zur optischen Warnung an.

Interne Rauchmelder sind in allen elektrischen Schränken für unmittelbare Rauchererkennung im Falle eines Fehlers installiert. Gemäß EN 54 sind in allen wichtigen elektrischen Schaltschränken Rauchmelder platziert und jeweils an einzelne digitale Eingänge am WEA-Steuerungssystem angeschlossen. Das Steuerungssystem überwacht die Rauchmelder und aktiviert alle Alarmanlagen, Sirenen (falls vorhanden) und Signalleuchten (falls vorhanden), falls ein Brand erkannt wurde. Zusätzlich wird ein Alarm über das SCADA-System mit Angaben zum Ort des Vorfalls geschickt.

Die Rauchmelderschaltkreise sind ausfallsicher. Die Entfernung eines Rauchmelders aus seiner Fassung öffnet den Schaltkreis. Wenn aufgrund von Rauchbildung in einem Schrank (oder einem Fehler im Rauchmelderschaltkreis) ein Alarm registriert wird, wird die WEA angehalten. Zusätzlich werden die Lüfter in allen Schaltschränken ausgeschaltet, um bei einem potenziellen Feuer die Luftzufuhr zu verringern und die Ausbreitung von Rauch und Gasen in Turm und Gondel zu verhindern. Darüber hinaus werden alle Motoren und der Hauptleistungsschalter ausgeschaltet. Ein vom Rauchmelder im Transformatorraum ausgehender Alarm löst ebenfalls einen Schnellschluss der Mittelspannungsschaltanlage aus, womit der Transformator freigeschaltet wird. Die Rauchmelder sind jeweils an einzelne digitale Eingänge angeschlossen und werden wie die standardmäßigen Rauchmelder behandelt. Der optionale akustische und visuelle Alarm wird ausgelöst, wenn einer der standardmäßigen oder zusätzlich installierten Rauchmelder Rauch registriert. Der Alarm kann über die festinstallierte Benutzeroberfläche oder das optionale Handterminal stumm geschaltet werden.

Standard

- Gondel: Die Gondel ist mit Rauch- und Hitzemeldern ausgestattet.
- Turmspitze: Auf der Unterseite des Maschinenträgers ist ein Rauchmelder installiert. Dieser Detektor dient dem Schutz vor Kabelbränden im Turm.
- Alle elektrischen Schaltschränke sind mit Rauchmeldern ausgestattet.
- Transformatoreinheit: Rauchmelder sind im Transformatorraum verbaut.
- Rauchmelder im Turmfuß
- Kombiniertes akustisches und optisches Alarm im Turmfuß

Optional

Auf Anfrage können weitere Detektoren und / oder Alarmsysteme eingebaut werden.:

- Kombiniertes akustisches und optisches Alarm in der Gondel

Bitte beachten Sie, dass das Branderkennungssystem inaktiv ist, falls die WEA ohne Netzanschluss ist und die Dauer von einer Stunde Batteriebetrieb überschritten ist.

Brandvorbeugung bei Servicearbeiten

Während des Betriebs der WEA ist diese verschlossen. Im Falle von Servicetätigkeiten wird die WEA in den Servicemodus versetzt. Servicetechniker sind für alle Aufgaben, welche vom Service ausgeführt werden, trainiert. Arbeiten werden nach Arbeitsanweisungen ausgeführt, welche vorbeugende Maßnahmen beschreiben, damit Brände verhindert werden. Für jeden Arbeitsschritt wird die notwendige Anzahl von Servicetechnikern angegeben. Servicetechniker arbeiten im Team und sind mit mindestens zwei Kommunikationsmöglichkeiten ausgerüstet. Jeder Servicetechniker wird trainiert andere Servicetechniker aus der Turbine zu retten.

Rettungswege

In jeder WEA liegt ein Sicherheitshandbuch aus, welches die Sicherheitszonen definiert und die einzelnen Schritte einer Evakuierung beschreibt.

Flucht- und Rettungspläne (siehe beispielhaft Abbildung 1 *Error! Reference source not found.*) hängen sowohl in der Gondel als auch im Turmfuß aus. Der erste Fluchtweg ist das Herabsteigen der Leiter und das Verlassen der WEA durch die Tür. In Fällen, in denen der Ausgang versperrt ist, kann über den Ausgang der Gondel abgeseilt werden.



Abbildung 1: Evakuierungsrouten

Position	Bezeichnung
1	Hauptevakuierungsrouten
2	Alternative Evakuierungsrouten über die untere Gondelluke
3	Alternative Evakuierungsrouten zum Dach der Gondel, bis Route 1 wiederhergestellt ist

Brandfall

Das Sicherheitshandbuch in der WEA beschreibt das Verhalten im Fall eines Brandes.

Prozedur für die Evakuierung:








1. Rettungsdienste alarmieren
2. Personen in der WEA retten
 - a. Wenn sich Personen unterhalb des Brands befinden: Zum Zugangsbereich evakuieren.
 - b. Wenn sich Personen oberhalb des Brands befinden und sie es als unmöglich ansehen, den Brand zu passieren, müssen sie nach oben zur Gondel evakuieren und das in „Evakuierung der Gondel“ beschriebene Verfahren befolgen.
3. Versuchen, Rauch und Hitze zu meiden und Feuerlöscher zur Flucht einsetzen.
4. Personen versammeln, zählen und Erste-Hilfe-Bedarf einschätzen.
5. Sobald sich alle Personen außerhalb der WEA befinden, WEA anhalten, wenn dies keine Gefahr bedeutet. Wenn möglich, Fern-Stopp verwenden.
6. Außerhalb einen sicheren Abstand halten (auf der windzugewandten Seite) und fern vom Rauch. Auf Unterstützung warten.
7. Vorgesetzte benachrichtigen.

Im Falle eines kleinen Brandes: Brand beurteilen und mit Feuerlöscher bekämpfen. Falls die Löschung des Brandes nicht möglich ist, muss evakuiert werden.

Brandbekämpfungsausrüstung

Sowohl in der Gondel als auch im Turm sind Feuerlöscher vorhanden, damit sichergestellt ist, dass ein versehentlich bei Arbeiten in der WEA ausgelöster Brand unverzüglich gelöscht werden kann. Lokale Richtlinien, Normen und Gesetze sind entscheidend für die Anzahl und den Typ der benötigten Brandbekämpfungsausrüstung in einer WEA. Das Sicherheitshandbuch (siehe beispielhaften Auszug in *Abbildung 2* und *Abbildung 3*) beschreibt, an welcher Position die Feuerlöscher vorhanden sind.

Position der Feuerlöscher in der Gondel:

EVACUATION PROCEDURES	
-1-	Fire in the nacelle • Evacuation via route 1 -1- Fire in the tower • Evacuation via route 2 -2- • Use the emergency descent device. The rest of the team waits on the roof of the nacelle until route 1 is reestablished
-2-	Fire in the tower • Alternative evacuation route to the nacelle roof until route 1 -1- is reestablished
The evacuation routes will not be modified even if there are more or less intermediate platforms. Depending on the length of the tower, the number of intermediate platforms in the wind turbine varies.	
EVACUATION PLAN LEGEND	
	Fire
	Fire extinguisher
	Emergency exit
	Evacuation route
	Safe conditions with direction arrow
	Emergency descent device
	Mandatory to remain attached

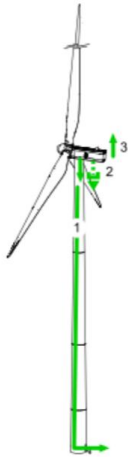
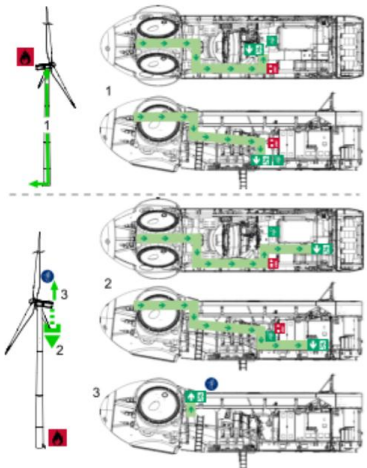



Abbildung 2: Beispiel aus dem Sicherheitshandbuch einer WEA der Siemens Gamesa 5.X Plattform

Position der Feuerlöscher im Turm:

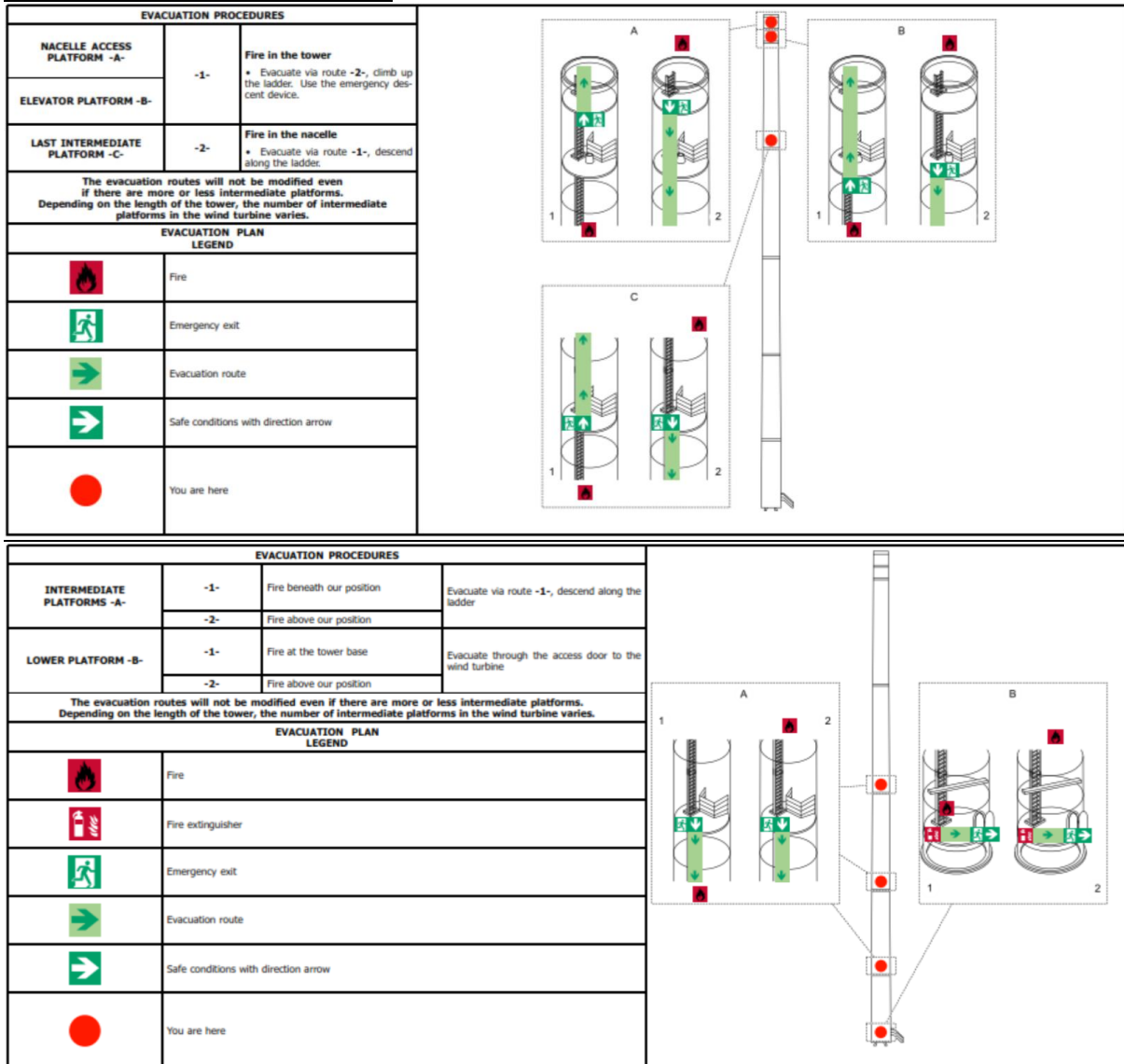


Abbildung 3: Beispiel aus dem Sicherheitshandbuch einer WEA der Siemens Gamesa 5.X Plattform

Feuerwehreinsatz

Das Verhalten der Feuerwehr wird immer projektspezifisch abgestimmt. Der Zugang in die WEA ist über die Tür im Turmfuß möglich, jedoch ist ein Betreten der WEA im Brandfall nicht empfohlen. Löschwasser wird nicht in der WEA bereitgestellt.