

Brandschutzkonzept Siemens Onshore Direct Drive Turbine Platform

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Beschreibung der Windenergieanlage	2
2.	Sicherheitsphilosophie.....	3
3.	Risiken und Gefahren.....	3
4.	Überwachung der WEA	4
5.	Baulicher Brandschutz.....	5
6.	Branderkennung der WEA.....	6
7.	Brandvorbeugung bei Servicearbeiten	7
8.	Rettungswege	7
9.	Brandfall.....	9

1. Allgemeine Beschreibung der Windenergieanlage



gefertigt.

Der Begriff „Siemens Onshore Direct Drive Turbine Plattform“ ist die Zusammenfassung der getriebe-losen Onshore Windenergieanlagen (WEA). Die Siemens ON DD WEA ist so konstruiert, dass die regulären Wartungseinsätze sicher durchgeführt werden können. Alle Personen, welche Zutritt zu der WEA haben, absolvieren Sicherheitstrainings und arbeits-spezifische 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 aus glasfaserverstärktem Kunststoff (Epoxidharz) werden nach dem von Siemens geschützten IntegralBlade®-Verfahren hergestellt. Dabei werden die Rotorblätter in einem Stück gefertigt und somit Schwachstellen an Klebefugen vermieden.

Das Rotorblatt B69 der SWT-DD-142 wird aus einer Kombination aus glas- und kohlenstofffaser-verstärktem Kunststoff im Halbschalenprozess

Hauptwelle

Eine hohlgegossene und fixierte Hauptwelle ermöglicht einen einfachen Zugang vom Innern der Gondel zur Nabe.

Gondelverkleidung

Der Wetterschutz und das Gehäuse um die in der Gondel installierten Geräte bestehen aus glasfaser-verstärkten, beschichteten Paneelen mit vielfältigen Brandschutzeigenschaften. Diese Art der Konstruktion stellt einen vollständig integrierten Blitz- und EMV-Schutz sicher.

Turm

Die Windenergieanlage wird standardmäßig mit einem konischen Stahlrohturm 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.

2. 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.)
- § Bemannung 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

3. Risiken und Gefahren

Die Basis für die Analyse der möglichen Zündquellen ist ein Siemens-interner Brandrisikoanalyse-FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), welche gemäß CFPA-E NO22: 2010 F (CFPA-E Confederation of Fire Protection Associations in Europe // Wind Turbines Fire Protection Guideline) ausgeführt wurde.

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

- § Personal
- § Material und Ausrüstung
- § Umwelt
- § Rentabilität

Während der Brandrisikoanalyse wurden die 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. Kühlung
7. Windnachführung
8. Hauptlager

Im Turm wurden folgende Komponenten untersucht:

1. Umrichter/ Steuerung
2. Transformator und Schaltanlage
3. Kabelführung und Kabelverbindung
4. Servicelift
5. Kühlung

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 Siemens ON DD WEA wenig anfällig für Brandrisiken ist, was auch die Feldefahrung beweist.

Die brennbaren Materialien sind in den Dokumenten „*Siemens D3 Brennbare Materialien*“ und „*Siemens ON DD MkII R17_R18_R19, Brennbare Materialien*“ mit Menge und Brennwert gelistet.

4. Überwachung der WEA

Die Siemens ON DD 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 Siemens Turbine 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 Geschwindigkeitssituationen. Wird eine Überschreitung der Normalgeschwindigkeit vom Controller wahrgenommen, wird die Turbine in einen sicheren Status gebracht. Zusätzlich laufen parallel zwei Überwachungseinheiten, welche unabhängig voneinander in der Lage sind, die Situation zu erkennen und die Turbine gesichert herunterzufahren. Diese würden 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-Stoppverfahrens 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 Siemens WebWPS 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.

5. Baulicher Brandschutz

Der Wetterschutz und das Gehäuse um die in der Gondel installierten Geräte bestehen aus glasfaser-verstärkten Paneelen mit vielfältigen Brandschutzeigenschaften. Diese Art der Konstruktion stellt einen vollständig integrierten Blitz- und EMV-Schutz sicher. Gondel und Turm fungieren als Faraday'sche Käfige und verhindern somit durch Blitzschlag ausgelöste Brände. 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.

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 Rotorblatts 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 den ON DD-WEA wird der isolierte Erdungsleiter durch die Nabe zum Ende der Hauptwelle geführt.

Hauptlager

Um das Hauptlager vor Blitzschäden zu schützen, kommen spezielle Bürsten zum Einsatz, welche den Blitzstrom von den Rotorblättern über den Stator des Generators und weiter durch den Maschinenträger ableiten. Diese Bürsten stellen einen elektrischen Pfad mit geringem Widerstand dar.

Gondel

Die Gondelverkleidung ist als Faraday'scher Käfig konzipiert und bietet somit den darin installierten Komponenten Schutz vor direktem Blitzeinschlag. Zusätzlich sind alle aus der Gondel hervorstehenden Bauteile gegen direkten Blitzeinschlag und elektromagnetische Beeinflussung durch entsprechende Blitzableiter geschützt. An einigen Übergängen in die Gondel befinden sich Überspannungsableiter.

Es gibt einen kleinen Bereich der Gondel, wo aufgrund der Konstruktion der Hauptwelle der Blitzstrom von der Welle 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 Verbindung zwischen der Gondel und der Erde. Das Erdungssystem der WEA muss an ein kundenseitiges Erdungssystem angeschlossen werden.

Elektrisches System

Überspannungsableiter an den Leistungskabeln und den glasfaserbasierten 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. Alle signalführenden Kabel sind geschirmt und von stromführenden Kabeln getrennt. Sämtliche Schaltschränke und Anschlusskästen bestehen aus Metall und weisen eigene Erdverbindungen auf.

Siemens Wind Power (SWP) empfiehlt für alle zur WEA hin- bzw. von ihr wegführenden Kabel 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 Metallkapselung verlegt sein oder tief genug im Boden bzw. im Fundament liegen, so dass die Kabel unterhalb der Bewehrung des Erdungssystems liegen.

6. Branderkennung der WEA

Siemens ON DD WEA sind mit einem Branderkennungs- und Brandwarnsystem ausgerüstet, damit im Falle eines Brandes der Schaden reduziert werden kann. Das System besteht aus mehreren Rauchmeldern. Als eine Option bietet Siemens 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. In allen wichtigen elektrischen Schaltschränken sind Rauchmelder gemäß EN 54 platziert und jeweils an einzelne digitale Eingänge am WEA-Steuerungssystem (WTC) angeschlossen. Das Steuerungssystem überwacht die Rauchmelder und aktiviert alle Alarmeinheiten, Sirenen und Signalleuchten, falls ein Feuer erkannt wurde. Zusätzlich wird ein Alarm über das SCADA-System mit Angaben zum Ort des Vorfalls abgesetzt.

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 akustische und visuelle Alarm wird ausgelöst, wenn

einer der standardmäßigen oder zusätzlich installierten Rauchmelder Rauch registriert. Dieser kann über das Service-Handterminal stumm geschaltet werden.

Standard

- Generator: Der Generator besitzt einen Rauchmelder im Kühlkreislauf.
- Gondel: Die Gondel ist mit Rauchmeldern und Hitzesensoren ausgestattet.
- Turmspitze: Auf der Unterseite des Maschinenträgers ist ein Rauchmelder installiert. Dieser Detektor dient dem Schutz vor Kabelbränden im Turm.
- Umrichter (PU): Interne Rauchmelder sind in allen elektrischen Schränken installiert.
- Transformatoreinheit (TU): Rauchmelder sind im Transformatorraum verbaut.
- Wichtige elektrische Schaltschränke sind mit Rauchmeldern ausgestattet:
 - AA1 - Schaltschrank, Turmfuß
 - A3 - Schaltschrank, Gondel
 - A24 - Generatorleistungsschalter

Optional (auf Anfrage können weitere Detektoren und / oder Alarmsysteme eingebaut werden):

- Rauchmelder im Turmfuß
- Akustischer Alarm und optischer Alarm im Turmfuß
- Akustischer Alarm und optischer 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.

7. 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.

8. 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*) 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.

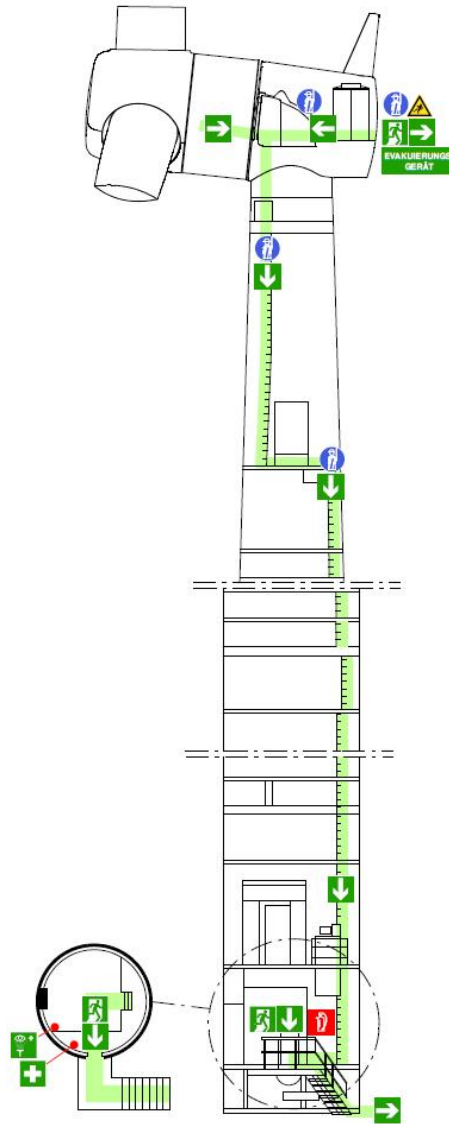


Abbildung 1: Beispiel eines Flucht- und Rettungsplans für eine Siemens ON DD WEA

9. 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 Brands 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, welcher Art und Anzahl der Feuerlöscher vorhanden ist.

Position der Feuerlöscher in der Gondel:

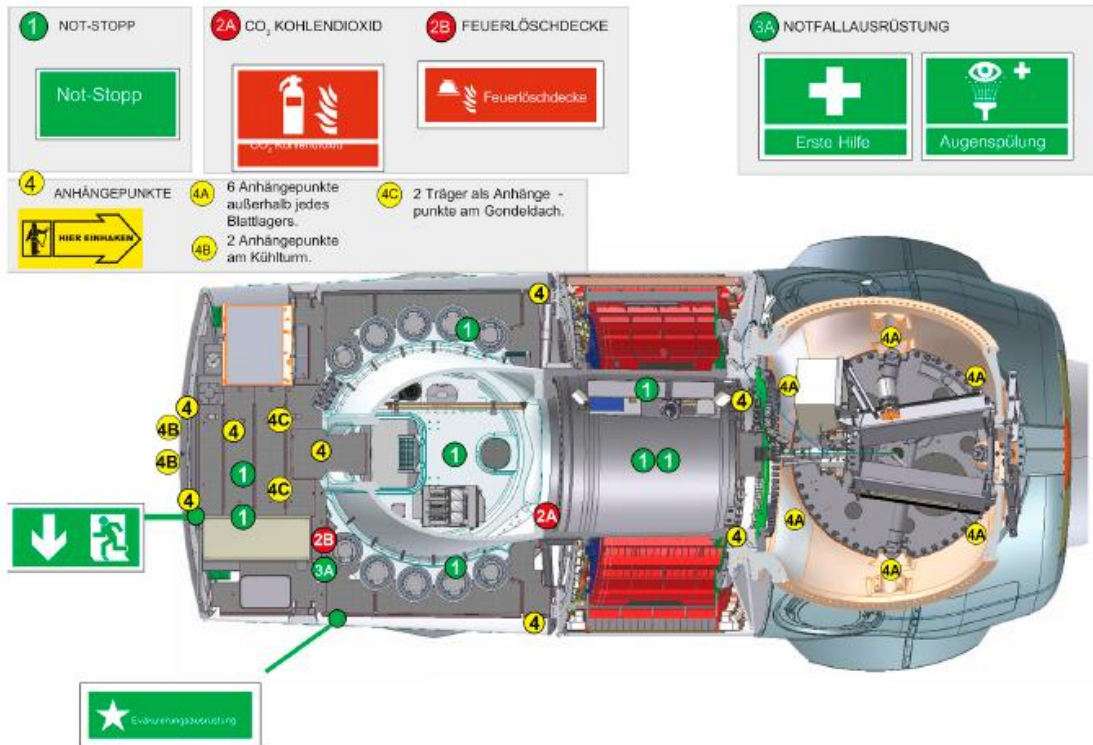


Abbildung 2: Beispiel aus dem Sicherheitshandbuch einer Siemens ON DD WEA

Position der Feuerlöscher im Turm:

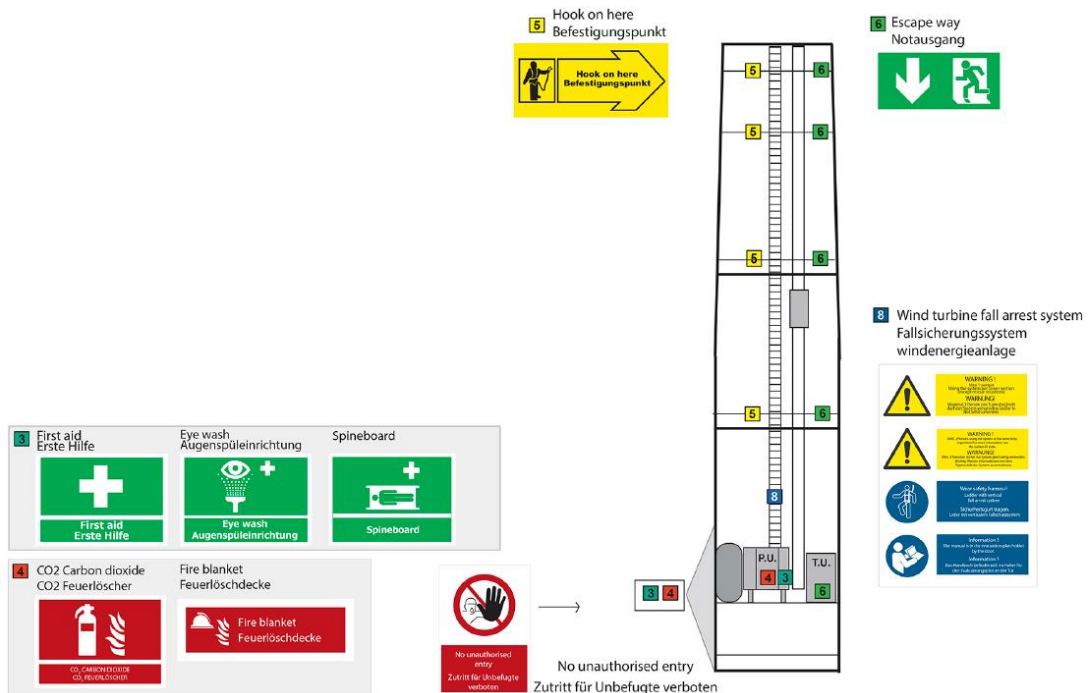


Abbildung 3: Beispiel aus dem Sicherheitshandbuch einer Siemens ON DD WEA

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.

Siemens Wind Power und ihre verbundenen Unternehmen behalten sich das Recht vor, die technischen Daten ohne Vorankündigung zu ändern.