

Eingeschränkte Weitergabe
Dokumentennr.: 0116-1100 V01
30.03.2023

Allgemeine Beschreibung EnVentus™ Brandschutz der Windenergieanlage



Inhaltsverzeichnis

1	Haftungsausschluss	3
2	Zweck.....	4
3	Abkürzungen.....	5
4	Allgemeine Beschreibung	6
4.1	Referenznormen.....	6
5	Konstruktive Maßnahmen zur Vorbeugung.....	7
5.1	Verbrennungsdreieck	7
5.2	Brandgefahr	7
5.3	Brennbare Materialien	7
6	Occupational health and safety (Arbeitsschutz).....	8
6.1	Brandschutz/Erste Hilfe	8
7	Blitzschutzsystem (Lightning Protection System, LPS)	10
8	Meldeanlage	11
8.1	Lichtbogen-Überschlagsdetektoren	11
8.2	Hochentwickeltes Rauchmeldesystem (Advanced smoke detection system, ASD).....	11
8.2.1	Systembeschreibung.....	11
8.2.2	(Advanced Smoke Detection) Hochentwickeltes Rauchmeldesystem	12
8.2.3	Eigenschaften.....	12
8.2.4	Brandschutzbereiche.....	12
8.2.5	Branderkennung und Ereignisabfolge	13
8.2.6	Systemausfallschutz.....	13
8.2.7	Integrierte Brandschutzsteuerung	13
8.2.8	VestasTurbineWatch – 24/7 Fernüberwachungsoption	14
8.2.9	Ready-to-protect.....	14
Anhang 1: Brandmeldung – Tätigkeitsmatrix		15
Anhang 2: Blockdiagramm hochentwickeltes Rauchmeldesystem		16
Anhang 3: Risikosituation und Brandschutzmaßnahmen		17

1 Haftungsausschluss

© 2022 Vestas Wind Systems A/S. Dieses Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer der Tochtergesellschaften des Unternehmens erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Markenzeichen und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form (grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen) vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.

Die allgemeinen Beschreibungen in diesem Dokument gelten für die Windenergieanlagen EnVentus™ von Vestas.

Die vorliegende „Allgemeine Spezifikation“ stellt kein Verkaufsangebot dar. Sie beinhaltet keine Garantie oder Zusage und auch keine Prüfung der Leistungskurve bestimmter Optionen.

2 Zweck

In diesem Dokument werden die für die Windenergieanlagen EnVentus™ verfügbaren Vestas-Brandschutzlösungen erläutert.¹

¹ Für weitere Informationen zur Vestas Windenergieanlagenplattform EnVentus™ wenden Sie sich an: 0112-2836 Allgemeine Beschreibung EnVentus™

3 Abkürzungen

Tabelle 3.1: Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung
ASD	(Advanced Smoke Detection) Hochentwickeltes Rauchmeldesystem
FR	Fire Retardant (Flammhemmend)
HMI/MMS	Human-machine interface (Mensch-Maschine-Schnittstelle)
ms	Millisekunde
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung)

4 Allgemeine Beschreibung

Die Vestas-Brandschutzlösungen für die Windenergieanlagen EnVentus™ bestehen aus verschiedenen Prinzipien, die sich in verschiedenen Bereichen der Windenergieanlage befinden:

1. Konstruktive vorbeugende Maßnahmen – Verwendung des Verbrennungsdreiecks:

- Einkapselung der Zündquellen
- Wahl flammhemmender Materialien

2. Konstruktionsmerkmale Brandschutz:

- Blitzschutz
- Lichtbogenerkennung
- Wärme- und Rauchererkennung
- Feuermelde- und Feuerlöschsystem (optional)



Vestas bietet das Vestas-Feuerlöschsystem aufgrund der Vorschriften der örtlichen Behörden oder Versicherungsunternehmen als Option an.

4.1 Referenznormen

Der Verweis auf die in diesem Dokument verwendeten Normen bezieht sich auf die relevanten Teile der Normen zur Vermeidung/Begrenzung einer Entzündungsgefahr.

5 Konstruktive Maßnahmen zur Vorbeugung

Die vorbeugenden Maßnahmen umfassen zur Senkung der Entzündungs- und Brandgefahr in der Windenergieanlage die drei Elemente im Verbrennungsdreieck. Bekannte Zündquellen werden beispielsweise gegenüber brennbarem Material isoliert und diese Abtrennung begrenzt die Brandgefahr.

5.1 Verbrennungsdreieck



Bild: Verbrennungsdreieck

Das Verbrennungsdreieck ist ein Grundlagenmodell, das dem Verständnis der für einen Brand erforderlichen Elemente dient. Das Verbrennungsdreieck zeigt die drei Elemente Brennstoff, Hitze und Oxidationsmittel (normalerweise Sauerstoff in der Luft), die erforderlich sind, damit ein Brand ausbricht.

Ein Brand entsteht meistens, wenn die drei Elemente des Verbrennungsdreiecks vorhanden sind und im richtigen Mischungsverhältnis vorliegen. Wird eines der drei Elemente des Verbrennungsdreiecks beseitigt, lässt sich der Brand verhindern oder löschen. Das Verbrennungsdreieck zeigt, dass konstruktive vorbeugende Maßnahmen die Trennung von Brennstoff und Zündquellen voneinander gewährleisten müssen. Reicht die Trennung nicht aus, können Brennstoff oder Zündquelle zur Brandverhinderung isoliert werden.

5.2 Brandgefahr

Die Risiken und die entsprechenden vorbeugenden Maßnahmen in der Bauweise zur Minderung der Risiken auf ein zulässiges Niveau sind in Abschnitt 3 aufgelistet: Risikosituation und Brandschutzmaßnahmen.

5.3 Brennbare Materialien

Bricht in einer Windenergieanlage ein Brand aus, können flammhemmende Mittel die Ausbreitung des Brands auf andere Materialien verhindern. Die Liste brennbarer Materialien in den Windenergieanlagen ist Anhang 3 zu entnehmen: Risikosituation und Brandschutzmaßnahmen.

6 Occupational health and safety (Arbeitsschutz)

Das Vestas-Handbuch zu Arbeitsschutz, Sicherheit und Umwelt enthält weitere Informationen zu erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen für die Personensicherheit bei Montage, Betrieb und Service.

Siehe auch die entsprechenden Abschnitte von 0055-5622 „Vestas-Handbuch zu Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit“:

- Abschnitt 2: Schulung.
- Abschnitt 3: Notfallschutzplan und -maßnahmen.
- Abschnitt 3.7: Zwischenfälle an Windenergieanlagen
- Abschnitt 5: Brandschutz und Brandverhütung.
- Abschnitt 5.4: Heißarbeit.
- Abschnitt 6: Sicherheitsleitfaden.
- Abschnitt 20.3 Inhalte der Baustelleneinweisung/-orientierung

6.1 Brandschutz/Erste Hilfe

Im Maschinenhaus stehen ein tragbarer Feuerlöscher, ein Erste-Hilfe-Kasten und eine Feuerlöschdecke zur Verfügung:

- Ein tragbarer Feuerlöscher (5–6 kg CO₂ oder gleichwertiges Gerät) ist nur während Service- und Wartungsarbeiten erforderlich.
- Erste-Hilfe-Kästen sind nur während Service- und Wartungsarbeiten erforderlich. Feuerlöschdecken müssen nur bei Schweißarbeiten vorhanden sein. Sicherheitssymbole in Windenergieanlagen und in der Dokumentation

Der Monteur muss bei Wartungsarbeiten in einer Windenergieanlage die mit Brand in Zusammenhang stehenden Schilder und Zeichen kennen und auf diese achten.

Tabelle 6.1: Mit Brand in Zusammenhang stehende Schilder und Zeichen in Windenergieanlagen

	Vestas-Handbuch zu Arbeitsschutz, Sicherheit und Umwelt	Alle Wartungsarbeiten an einer Windenergieanlage müssen gemäß Abschnitt 5 „Brandschutz und Brandverhütung“ von 0055-5622 „Vestas-Handbuch zu Arbeitsschutz, Sicherheit und Umwelt“ ausgeführt werden.
	Zugang nur durch berechtigte Personen	Nur Personen, die eine Genehmigung besitzen, dürfen die Windenergieanlage betreten!
	Rauch und offene Flammen	Rauch und die Verwendung offener Flammen erhöhen die Brandgefahr! In der Windenergieanlage nicht rauchen! Für Schweißarbeiten ist eine Erlaubnis zwingend vorgeschrieben.
	Elektrische Sicherheit	Elektrischer Strom gilt als Hauptzündquelle. Zur Senkung der Gefahr durch Elektrizität müssen während der Arbeit in der Nähe elektrischer Systeme bewährte Verfahren eingesetzt und die Arbeiten überwacht werden! Verfahren und Anweisungen zur elektrischen Sicherheit und Kontrolle gefährlicher Energie müssen eingesetzt und überwacht werden!
	Notausgänge/Flucht- und Rettungswege	Flucht- und Rettungswege sowie Notausgänge müssen jederzeit unverstellt und frei passierbar sein!

7 Blitzschutzsystem (Lightning Protection System, LPS)

Die Windenergieanlage ist mit einem Blitzschutzsystem ausgestattet, um Schäden an mechanischen Komponenten, Elektrik und Steuerungen möglichst gering zu halten.

Das Blitzschutzsystem umfasst äußere und innere Blitzschutzsysteme.

- Das äußere Schutzsystem nimmt direkte Blitzschläge auf und leitet den Blitzstrom in die Erde unter dem Turm.
- Das innere Blitzschutzsystem kann den Blitzstrom sicher in den Boden leiten. Es kontrolliert auch die durch einen Blitzschlag induzierten magnetischen Felder.

Weitere Informationen über das Blitzschutzsystem sind 0077–8468 „Blitzschutz und elektromagnetische Verträglichkeit“ zu entnehmen.

8 Meldeanlage

Ein Brand kann im elektrischen und mechanischen Bereich der Windenergieanlage entstehen, wenn ein elektrischer oder mechanischer Defekt zu starker Hitze führt. Elektrische Störungen können zudem einen Lichtbogenüberschlag verursachen. Zur Eindämmung der Gefährdung durch elektrische und mechanische Defekte sind die Windenergieanlagen von Vestas in brandgefährdeten Bereichen mit Lichtbogen-Überschlagsdetektoren, Multisensor-Rauchmeldern sowie mit der Zusatzoption „Vestas-Ready-to-Protect System“ ausgestattet, um sicherzustellen, dass Lichtbogenerkennung, Rauchererkennung, Schaltanlagen-Schutzrelais und das Sicherheitssystem aktiviert sind, bevor die Schaltanlage geschlossen wird und die Windenergieanlage mit dem Netz verbunden ist:

- Ein Lichtbogendetektor trennt die Schaltanlage sofort vom Netz, damit die Windenergieanlage ordnungsgemäß abgeschaltet wird.
- Ein Multisensor-Rauchmelder schaltet die Windenergieanlage in kontrollierter Weise ab und beseitigt die Energie, welche die Entstehung des Brandes verursacht.
- Das Schaltanlagenschutzrelais öffnet die Schaltanlage, wenn eine Überlast oder ein Kurzschluss am Mittelspannungssystem festgestellt wird.
- Das Sicherheitssystem übernimmt die Auslösefunktion und überwacht, ob die Schaltanlage zum Auslösen bereit ist.
- Das „Vestas-Ready-to-Protect System“ stellt sicher, dass die Schaltanlage nicht geschlossen wird, bevor Lichtbogenerkennung, Rauchererkennung, Schaltanlagen-Schutzrelais und Sicherheitssystem aktiviert sind.

8.1 Lichtbogen-Überschlagsdetektoren

Der erste und wichtigste Schutz gegen einen Brand im Maschinenhaus durch unkontrollierte Lichtbögen ist das Standard-Lichtbogenerkennungssystem von Vestas, das den Lichtbogen in der Elektroanlage im Maschinenhaus feststellt und die Stromquelle in weniger als 100 ms abschaltet.

8.2 Hochentwickeltes Rauchmeldesystem (Advanced smoke detection system, ASD)

Hauptzielsetzung des ASD ist die Erkennung des durch mechanische oder elektrische Defekte verursachten Rauchs in den Windenergieanlagenräumen. Der ASD-Alarm wird aktiviert:

- Apollo Intelligent Sounder Visual Indicator (Sirene und blinkendes Licht)
- Schaltet die Windenergieanlage ab und trennt die Schaltanlage

In den folgenden Bereichen der Windenergieanlage sind standardmäßig Rauchmelder installiert:

- Schaltanlagenbereich
- Maschinenhausraum
- Transformator-Raum
- Maschinenhaus-Schaltschrank
- Umrichterschrank

Vestas bietet optional ein zusätzliches Rauchmelderpaket an. Das Paket enthält fünf zusätzliche Sensoren im Turm, die entlang der Turmleiter verteilt sind, einen zusätzlichen Sensor im Maschinenhaus unterhalb des Triebstrangs im Bereich der Windnachführung und einen zusätzlichen Sensor in der Nabe.

8.2.1 Systembeschreibung

Das ASD-System verfügt über mehrere intelligente Brandmelder mit optischen Rauchsensoren und Thermistor-Temperatursensoren.

Zur Senkung der Wahrscheinlichkeit von Fehlalarmen wird erst dann Alarm ausgelöst, wenn auch die optischen Rauchsensoren Rauch melden. Ein Alarm schaltet die Windenergieanlage ab und meldet dem System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung den Alarm.

Das Vestas-Brandmeldesystem verwendet das Datenbussystem, das auch unter dem Namen Discovery bekannt ist. Der Discovery-Bus ist ein spezieller Brandschutzdatenbus nach der Norm EN54. Die ASD-Software wird separat ausgeführt, teilt sich aber die Hardware mit der Hardware der

Windenergieanlage. Das bedeutet, dass ein Abschalten oder Absturz der Software der Windenergieanlage keinen Einfluss auf die ASD-Software hat. Die Brandschutzsteuerung funktioniert auf jeden Fall.

8.2.2 (Advanced Smoke Detection) Hochentwickeltes Rauchmeldesystem

Komponenten des hochentwickelten Rauchmeldesystems (ASD):

Schaltanlagenbereich: Multidetektor, Sockel des Kombisignalgebers mit Intelligent Sounder Visual Indicator (intelligenter akustischer Signalanzeige).

Maschinenhausraum: Multidetektor, Sockel des Kombisignalgebers mit Intelligent Sounder Visual Indicator (intelligenter akustischer Signalanzeige).

Transformatorraum: Multidetektor, Standardmontagesockel.

Maschinenhaus- Multidetektor, Standardmontagesockel.
Schaltschrank:

Umrichter: Multidetektor, Standardmontagesockel.

Eine Brandschutzsteuerung, welche die unterschiedlichen Meldertypen, Alarme und Warnmeldungen steuert, sammelt sämtliche Informationen aus dem System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung (SCADA) und schaltet die Windenergieanlage über das Sicherheitssystem ab.

8.2.3 Eigenschaften

Das ASD-System umfasst:

1. Ein vollständig in die Windenergieanlagenvarianten integriertes Vestas-System.
 - Ein Standardprodukt von Vestas, das in allen Windenergieanlagen verwendet wird, sodass die Schulung der Monteure und die Ersatzteile für alle Plattformen der Windenergieanlage einsetzbar sind.
 - Gekoppelt mit dem Schaltanlagen-Schutzrelais, den Windenergieanlagensteuerungen, dem Ready-to-Protect System und den SCADA-Systemen.
 - Melderdaten werden über SCADA für jeden Raum einzeln zur Fernüberwachung und -diagnose bereitgestellt.
2. ASD System
 - EN 54 Industriestandard, Multidetektor, Sockel des Kombisignalgebers mit Intelligent Sounder Visual Indicator (intelligenter akustischer Signalanzeige).
 - Zur schnellen Erkennung und Lokalisierung entstehender Brände kommen Multisensor-Detektoren zum Einsatz. Die Windenergieanlage wird abgeschaltet, um die Energie, welche das in der Entstehung befindliche Feuer nährt, zu beseitigen.

8.2.4 Brandschutzbereiche

Die Brandschutzbereiche sind in Anhang 3 dargestellt: Risikosituation und Brandschutzmaßnahmen

- Kellerbereich (Schaltanlage)
- Triebstrang- und Generatorbereich
- Bereich der Maschinenhaussteuerung
- Umrichterbereich
- Transformatorbereich

Die Meldeanlage erkennt autonom Rauch in den vorgesehenen Räumen, welche die Brandschutzzonen bilden.

Die Rauchdichte im Raumschutzbereich wird durch das SCADA-System für jeden Raum aufgezeichnet. Das SCADA-System ermöglicht den Fernzugriff auf das Rauchprotokoll und verkürzt die Stillstandszeit bei der Diagnose von Vorfällen, bei denen Rauch erkannt wird.

8.2.5 Branderkennung und Ereignisabfolge

Multisensor-Melder

Die Multisensor-Punktmelder bestehen aus zwei Sensortypen in einem Meldergehäuse, um das Risiko eines Fehlalarms zu minimieren. Diese Detektoren enthalten einen Rauch- und einen Wärmesensor. Die Signalgewichtung der Sensoren ist vorkonfiguriert.

Die Signalgewichtung der beiden Sensortypen bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit von Fehlalarmen verringert wird.

Für die Melder sind fünf Modi (1 bis 5) einstellbar (von rein optischer bis ausschließlicher Hitzeerkennung, mit verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten dazwischen). Vestas hat bereits einen auf Tests basierenden Modus für den Melder ausgewählt.

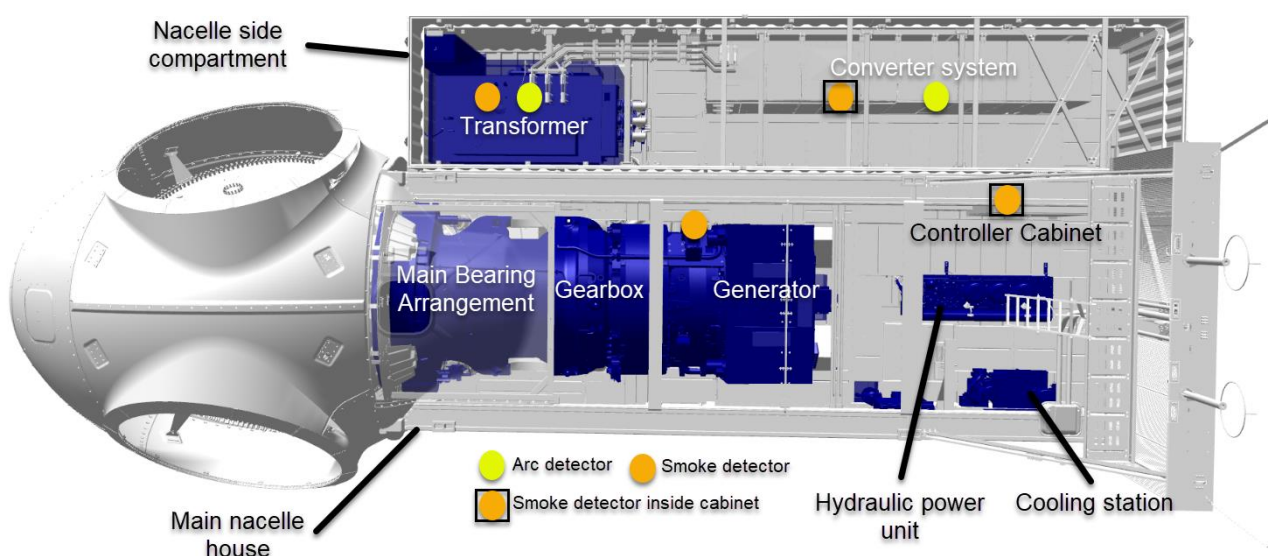


Abbildung 8.1: Prinzipzeichnung des Maschinenhauses von EnVentus™. Der endgültige Einbauort der Sensoren kann angepasst werden.

8.2.6 Systemausfallschutz

Das hochentwickelte Rauchmeldesystem gibt eine Warnung aus, wenn ein Sensor defekt ist, die Verbindung abbricht oder starke Verschmutzung vorliegt. Diese Warnung wird an die Steuerung der Windenergieanlage übertragen und dann über SCADA angezeigt. Eine Warnung trennt die Schaltanlage nicht. Die Windenergieanlage bleibt so lange in Betrieb, wie es der in den Parametern der Steuerung der Windenergieanlage eingestellte Zeitraum vorgibt, bevor die Warnung in einen Alarm übergeht, durch den dann die Windenergieanlage angehalten wird. Der Standardparameter ist 7 Tage.

8.2.7 Integrierte Brandschutzsteuerung

Das Brandschutzsystem ist ein eigenständiges System, das ohne menschliches Eingreifen und mit nur minimalen Abhängigkeiten von externen Systemen betrieben wird.

Das Brandschutzsystem bleibt betriebsfähig, nachdem die Windenergieanlage vom Netz genommen wurde, um dem in der Windenergieanlage befindlichen Personal Alarmsignale zu geben sowie Daten an die Steuerung der Windenergieanlage und das System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung zu senden.



Der Kombisignalgeber ist nach dem Trennen der Schaltanlage während der Backup-Zeit von 60 Minuten aktiv, um eine Evakuierung zu ermöglichen und zu verhindern, dass das Personal im Falle eines Feuers die Windenergieanlage erneut betritt.

Die Brandschutzsteuerung verarbeitet alle ein- und ausgehenden Signale für Warnmeldungen und Alarmer. Die Schnittstellen der Brandschutzsteuerung sind wie folgt:

- Discovery-Bus für alle Multisensor-Detektoren.
- Die Windenergieanlagensteuerung für Abschalt-, Alarm- und Fehlersignale.
- Die Schaltanlage durch das Sicherheitssystem.
- Das SCADA-System durch die Steuerung der Windenergieanlage.
- Überwacht Melder und Schaltungen bei Kabelversagen.

Die Brandschutzsteuerung ist in das Sicherheitssystem der Windenergieanlagensteuerung und das Vestas-Ready-to-Protect-System integriert und besitzt eine Schnittstelle zur Windenergieanlagensteuerung und dem System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung.

Bei einem Alarmzustand leitet die Brandschutzsteuerung das Herunterfahren der Windenergieanlage durch die Windenergieanlagensteuerung ein. Unmittelbar darauf bewirkt die Windenergieanlagensteuerung ein schnelles, aber kontrolliertes Abschalten und öffnet dann die Schaltanlage (das dauert gewöhnlich 10 bis 20 Sekunden).

Die Brandschutzsteuerung wartet 30 Sekunden, damit die Windenergieanlagensteuerung Zeit zum Auslösen der Schaltanlage hat. Kann die Windenergieanlagensteuerung die Schaltanlage nicht innerhalb von 30 Sekunden auslösen, löst die Brandschutzsteuerung die Schaltanlage als Notfallmaßnahme aus. Ein Alarm wird an die Steuerung der Windenergieanlage gesandt und dann über SCADA angezeigt.

Die Brandschutzsteuerung übergibt Informationen an das SCADA-System. Um eine Ferndiagnose des Systems zu ermöglichen, enthalten die Daten der Melderebene die Kennung des jeweiligen Raums, damit der jeweilige Schaltschrank und die Brandzone, in denen Rauch erkannt wurde, ermittelt werden können.

Die Hauptfunktion des SCADA-Systems besteht in der Fernüberwachung und -diagnose und der Anzeige der aufgezeichneten Fehler. Das SCADA-System ist kein Steuerungssystem.

8.2.8 VestasTurbineWatch – 24/7 Fernüberwachungsoption

Wenn die Windenergieanlage 24/7 fernüberwacht wird, sendet die Steuerung der Windenergieanlage einen Alarm an ein Fernüberwachungszentrum, wo ein Bediener Fehlalarme ausschließt und bei Bedarf den Vestas Service benachrichtigt.

8.2.9 Ready-to-protect

Das RtoP-System (Ready-to-Protect-System) von Vestas stellt sicher, dass das Brandmeldesystem einen Zwischenfall während des Aufstarts der Windenergieanlage feststellen kann, bevor die Schaltanlage verbunden ist. Die RtoP-Funktion ist ein integraler Bestandteil der Turmsteuerung der Windenergieanlage und der Mittelspannungsschaltanlage. Diese Funktion verhindert, dass die Anlage mit Strom versorgt wird, bevor das gesamte Schutzsystem der Mittelspannungsanlage betriebsbereit ist.

Neustart nach Feueralarm

Wenn die Windenergieanlage aufgrund eines Feueralarms abgeschaltet wurde, wird das ASD-System in einem früheren Abschaltzustand neu gestartet und wartet auf das Zurücksetzen des Feueralarms.

Stets betriebsbereit

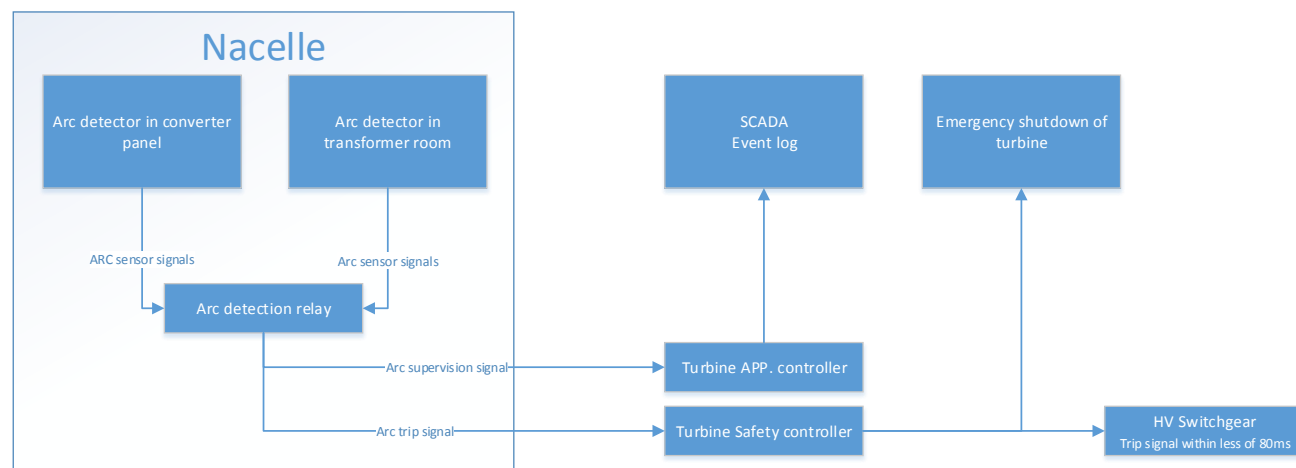
Die Brandschutzanlage ist ein automatisches System mit minimaler Benutzerschnittstelle (HMI). Eine Funktion der Software des ASD-Systems kehrt automatisch aus dem SERVICE-Modus in den Betriebsmodus zurück, wenn der SERVICE-Modus während einer gewissen Zeitspanne nicht durch einen Monteur verwendet wird.

Anhang 1: Brandmeldung – Tätigkeitsmatrix

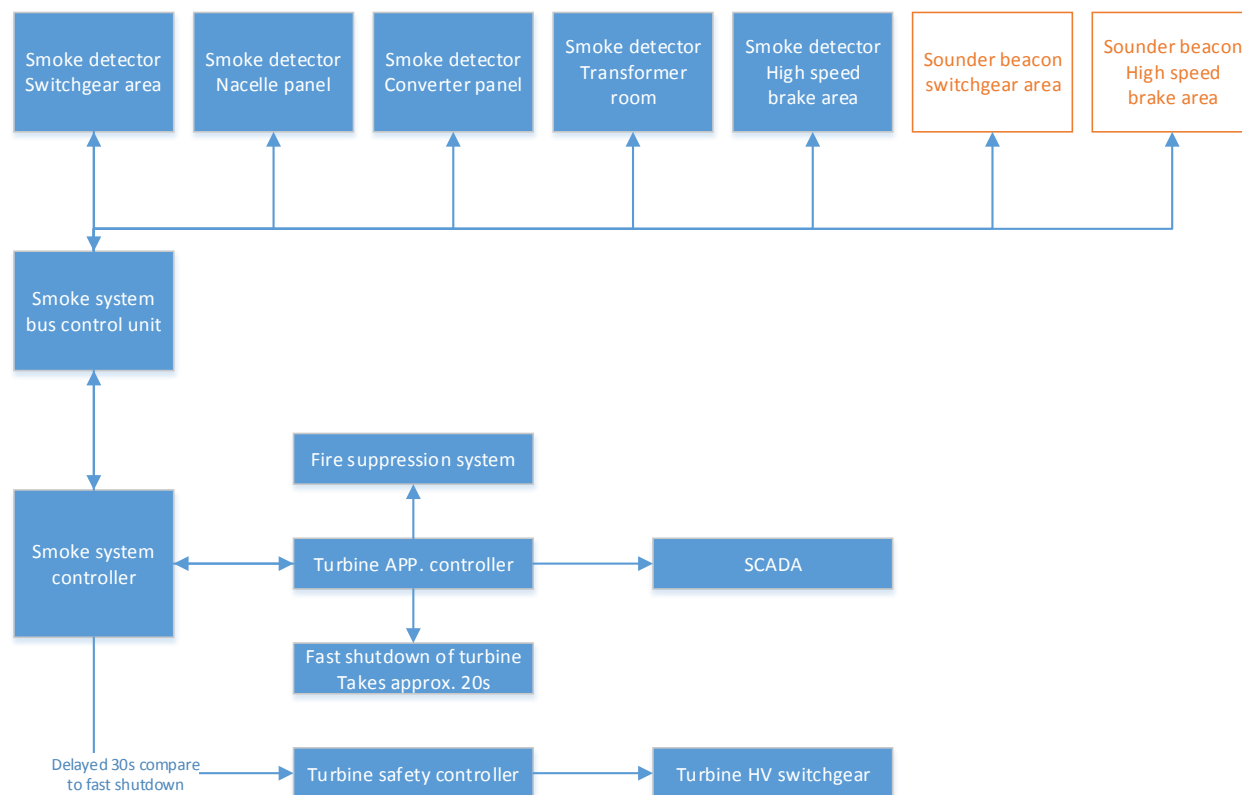
Fire measure → Mode selector key in position 1 ↓										Fire measure → Mode selector key in position 2, 3 & 4 ↓									
	Shutting down the wind turbine	Alarm via horns & Flashing	Alarm forwarding via SCADA	Shutdown ventilation	Close ventilation flap transformer room	Trip of switchgear	Fault message	Indicated on display / toolkit	Local triggering of FSS		Shutting down the wind turbine	Alarm via horns & Flashing	Alarm forwarding via SCADA	Shutdown ventilation	Close ventilation flap transformer room	Trip of switchgear	Fault message	Indicated on display / toolkit	Local triggering of FSS
Nacelle room Smoke sensor #23 Sound & flash #30	X	X	X	X	X	X		X		Nacelle room Smoke sensor #23 Sound & flash #30	X	X	X	X	X	X		X	
Transformer room Smoke sensor #16	X	X	X	X	X	X		X	X	Transformer room Smoke sensor #16	X	X	X	X	X	X		X	X
Nacelle Controller cabinet ++ 03 Smoke sensor #10	X	X	X	X	X	X		X	X	Nacelle Controller cabinet ++ 03 Smoke sensor #10	X	X	X	X	X	X		X	X
Converter ++73 Controller section Smoke sensor #14	X	X	X	X	X	X		X	X	Converter ++73 Controller section Smoke sensor #14	X	X	X	X	X	X		X	X
Converter ++73 Filter section Smoke sensor #15	X	X	X	X	X	X		X	X	Converter ++73 Filter section Smoke sensor #15	X	X	X	X	X	X		X	X
Basement/switchgear Smoke sensor #17 Sound & flash #31	X	X	X	X	X	X		X		Basement/switchgear Smoke sensor #17 Sound & flash ???	X	X	X	X	X	X		X	
Smoke sensor; dirty							X	X		Smoke sensor; dirty							X	X	
Cable break, smoke sensors							X	X		Cable break, smoke sensors							X	X	
Cable break FSS perssure switch							X	X		Cable break FSS perssure switch							X	X	
Leakage switch FSS							X	X		Leakage switch FSS							X	X	

Anhang 2: Blockdiagramm hochentwickeltes Rauchmeldesystem

Arc Detection System



Advance Smoke Detection (ASD) system



Anhang 3: Risikosituation und Brandschutzmaßnahmen

Brandgefahrenzonen:	Vorfall Entzündung/Brandszenario	Bei der Konstruktion Schutzmaßnahmen gegen Entzündung und die Ausbreitung eines Brandes einplanen	Brennbare Stoffe	Erkennungsverfahren Bei Erkennung von Lichtbögen oder Rauch wird die Windenergieanlage abgeschaltet.	
				Lichtbogen- überschla- gssensor	Multisensor für Rauch und Temperatur
Kellerbereich (Schaltanlage)	Brand in der Schaltanlage Eine Schaltanlage besteht aus Metallteilen und nur wenig brennbaren Materialien; daher ist ein Brand im Inneren des Schaltschranks sehr unwahrscheinlich und die Hitzeeinwirkung auf den Turm unerheblich.	Schaltanlagenkonstruktion gemäß IEC 62271-1.	Mittelspannungskabelisolierung FR		X
	Fehlerhafte Einstellungen des Relais können zu einer verlängerten Lichtbogendauer führen, was eine Lichtbogenexplosionsgefahr und die Gefahr eines Stromschlags/Todesfalls mit sich bringt.	Die Schaltanlage wird im Werk für eine bestimmte Spannung und Strom vorkonfiguriert und vor der Lieferung geprüft.			
	Lichtbogen/Lichtbogenüberschlag in der Schaltanlage.	Gekapselter Stahlschaltschrank gefüllt mit SF6-Gas und intern störlichtbogenklassifiziert.			
	Ein SF6-Leck erhöht die Gefahr eines Lichtbogens und kann zur Lichtbogenexplosion der Schaltanlage führen.	SF6-Drucksensor und Anzeige.			
	Explosionsgefahr bei Wiederanschließen der Schaltanlage.	Das Sicherheitssystem ist mit dem Vestas-Ready-to-Protect-System ausgestattet, das sicherstellt, dass alle Sicherheitsfunktionen wie Schaltanlagen-Schutzrelais, Lichtbogen- und Rauchdetektor aktiv sind, bevor die Schaltanlage geschlossen werden kann.			
	Lichtbogenüberschlag/elektrische Überhitzung von Mittelspannungsteilen aufgrund von losen Verbindungen.	Elektrische Isolierung zwischen den Klemmen mit T-Verbindern Typ C.			

Allgemeine Beschreibung

EnVentus™

Brandschutz der Windenergieanlage

Brandgefahrenzonen:	Vorfall Entzündung/Brandszenario	Bei der Konstruktion Schutzmaßnahmen gegen Entzündung und die Ausbreitung eines Brandes einplanen	Brennbare Stoffe	Erkennungsverfahren Bei Erkennung von Lichtbögen oder Rauch wird die Windenergieanlage abgeschaltet.	
				Lichtbogen- überschla- gssensor	Multisensor für Rauch und Temperatur
Triebstrang- und Generatorbereich	Brand im Triebstrang/Generator Aufgrund der geschlossenen und kompakten Bauweise des Triebstrangs/Generators wird ein beginnendes Feuer durch die begrenzte Menge an Luft (Sauerstoff) eingedämmt.				
	Mechanisches Überhitzen wegen Verschleiß von z. B. Lager, Wellen.	Gekapselt.	Schmieröl		X
	Funkenflug wegen Verschleiß von z. B. Lager, Wellen.				
	Große Hitze/Funkenflug aufgrund eines Bremsfehlers.	Gekapselt. Thermistor. Verschleißanzeige.	Hydrauliköl		
	Kurzschluss im Generator	Angewandte Norm: IEC 60034-1	Isolierung im Generator		
	Generatoranschlüsse, lose Verbindungen	Spannscheibe nach DIN 6796.	Generatorkabelisolierungen		
Bereich der Maschinenhaussteuerung	Brand in der Maschinenhaussteuerung Die Maschinenhaussteuerung wird durch einen Rauchdetektor geschützt, der das Abschalten der Windenergieanlage gewährleistet und damit dem beginnenden Brand die Energiezufuhr entzieht. Aufgrund des Gehäuses erlischt der beginnende Brand.	Elektrische Bauweise nach IEC 60204-1.			
	Elektrischer Kurzschluss/Überhitzung wegen Beschädigung der Kabel/loser Anschlüsse.	Gekapselter Stahlschaltschrank. Koordination der Isolierung nach IEC 60664-1. Kurzschlussberechnung nach IEC 60909.	Mittelspannungskabelisolierung FR Kunststoffkomponenten FR		X

Allgemeine Beschreibung

EnVentus™

Brandschutz der Windenergieanlage

Brandgefahrenzonen:	Vorfall Entzündung/Brandszenario	Bei der Konstruktion Schutzmaßnahmen gegen Entzündung und die Ausbreitung eines Brandes einplanen	Brennbare Stoffe	Erkennungsverfahren Bei Erkennung von Lichtbögen oder Rauch wird die Windenergieanlage abgeschaltet.	
				Lichtbogen- überschla- gssensor	Multisensor für Rauch und Temperatur
Umrichterbereich	Brand im Umrichter Der Umrichter wird durch einen Lichtbogen- und Rauchsensor geschützt, der das Abschalten der Windenergieanlage gewährleistet und damit dem beginnenden Brand die Energiezufuhr entzieht. Aufgrund des Gehäuses erlischt der beginnende Brand.	Umrichterbauweise nach IEC 62477–1.			
	Kondensatorexlosion.	Gekapselter Stahlschaltschrank.	Filterkondensatoren		X
	Elektrische Überhitzung wegen loser Anschlüsse.		Mittelspannungskabelisolierung FR		
	Elektrischer Lichtbogen/Lichtbogenüberschlag.		Mittelspannungskabelisolierung FR	X	
	Umrichteranschlüsse, lose Verbindungen	Spannscheibe nach DIN 6796.	Kabelisolierung am Generator		
Transformatorbereich	Brand im Transformator Elektrischer/mechanischer Defekt im Transformator	Angewandte Normen: IEC 60076-1, IEC 60076-16. Der flüssigkeitsgefüllte Transformator wird geschützt durch: Füllstandschalter, Überdruck-Wertschalter.	Transformatorwicklungen/-isolierungen Schwer entzündliches synthetisches Ester-Fluid		Siehe Schutzmaßnahmen in der Bauweise
	Elektrische Überhitzung wegen loser Anschlüsse (außerhalb des Transformators).	Elektrische Isolierung zwischen den Klemmen mit T-Verbindern Typ C.			X
	Elektrischer Lichtbogen/Lichtbogenüberschlag (außerhalb des Transformators).	Schraubverbindung mit Spannscheibe nach DIN 6796. Koordination der Isolierung nach IEC 60664-1.	Mittelspannungskabel FR Maschinenhausdach	X	