

Restricted
Document no.: 0045-9033 V02
2015-12-16

Brandschutz

3-MW-Plattform

Inhaltsverzeichnis

1	Haftungsausschluss	3
2	Einführung	3
3	Allgemeine Beschreibung	3
4	Blitzschutz	3
4.1	Systembeschreibung	4
5	Rauch- bzw. Wärmemelder	5
5.1	Schutzzonen	5
6	Feuerlöschsystem	5
6.1	Systembeschreibung	6
6.1.1	Direkte Löschsysteme.....	7
6.1.2	Indirekte Löschsysteme	7
6.2	Löschmittel	8
6.3	Brandschutzzertifizierung.....	8

1 Haftungsausschluss

Der Käufer erkennt an, dass die vorliegenden allgemeinen Spezifikationen nur der Information des Käufers dienen, kein Verkaufsangebot darstellen und keine Haftungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen oder andere Erklärungen des Lieferanten nach sich ziehen oder darstellen. Diese werden von Vestas und seinen Tochtergesellschaften ausdrücklich nicht anerkannt, es sei denn, es liegt eine ausdrückliche schriftliche Zusicherung des Lieferanten vor. Dieses Dokument und alle Spezifikationen dienen nur zu Informationszwecken und können ohne Vorankündigung geändert werden. Möglicherweise gelten für die Informationen bestimmte Ausschlüsse.

2 Einführung

In diesem Dokument werden die auf der Vestas 3-MW-Plattform verfügbaren Brandschutzlösungen beschrieben. Die in diesem Dokument behandelten Windenergieanlagen sind:

WEA-Typ	Mk-Version
V105-3.3 MW	Mk 2
V112-3.3 MW	Mk 2
V117-3.3 MW	Mk 2
V126-3.3 MW	Mk 2

Tabelle 2-1: WEA-Typ

3 Allgemeine Beschreibung

Die Brandschutzlösungen in den Windenergieanlagen basieren auf verschiedenen Technologien und sind in vorgeschriebenen Bereichen im Maschinenhaus und an den Rotorblättern positioniert. Sie umfassen vier Haupttechnologiebereiche: Blitzschutz, Lichtbogenerkennung, Wärme- und Rauchererkennung und Brandschutz.

Im Maschinenhaus müssen während der Servicearbeiten ein CO₂-Feuerlöscher von 5 bis 6 kg, ein Erste-Hilfe-Kasten und eine Feuerlöschdecke vorhanden sein.

4 Blitzschutz

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

Das Vestas-Blitzschutzsystem umfasst äußere und innere Blitzschutzsysteme.

Das äußere Schutzsystem nimmt einen direkten Blitzschlag auf und leitet den Blitzstrom in das Erdungssystem unterhalb des Turms.

Das innere Schutzsystem leitet den Blitzstrom sicher in das Erdungssystem. Außerdem fängt es die durch Blitzschlag verursachten magnetischen und elektrischen Induktionsfelder auf.

4.1 Systembeschreibung

Mit dem „Blitzkugelverfahren“ werden gemäß IEC 61400-24 Blitzschlagpunkte definiert. Studien haben gezeigt, dass die Blattspitzen und die Wetterstation (und, sofern vorhanden, die Gefahrenfeuer) am hinteren Ende des Maschinenhauses die Bereiche mit der höchsten Blitzschlaggefahr sind.

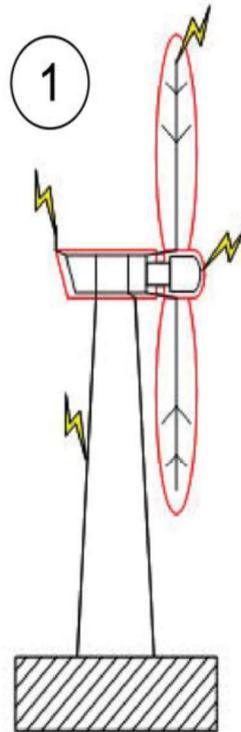


Abbildung 4-1: Blitzschlagpunkte und Blitzableitungssystem

Die Rotorblätter sind die empfindlichsten Komponenten, die Blitzschlägen ausgesetzt sind. Die Rotorblätter sind standardmäßig so ausgelegt, dass sie diesen extremen Blitzschlagbedingungen standhalten.

Das LCTU-System schützt Blattlager, Hauptlager und Azimutlager vor hohen Blitzspannungen. Aufgabe des LCTU-Systems ist es, die Blitzspannung sicher von den Blättern zum Maschinenhaus, vom Maschinenhaus zum Turm und dann in das Erdungssystem zu leiten.

Die Konstruktionsteile des Maschinenhauses sind so ausgelegt, dass sie Blitzströme sicher zum Turm ableiten. Die Komponenten im Maschinenhaus sind so ausgelegt, dass sie hohen magnetischen und elektrischen Feldern bei Blitzschlägen standhalten.

Der Turm bildet den primären Weg für die Ableitung des Blitzstroms nach unten in das Erdungssystem.

Weitere Informationen über das Blitzschutzsystem sind dem Dokument 0010-6424 – Blitzschutzsystem zu entnehmen.

5 Rauch- bzw. Wärmemelder

Die Rauch- und Wärmemeldeanlage soll in erster Linie wichtige Systeme in der Windenergieanlage effizient auf übermäßige Wärmeentwicklung und Rauch überwachen. Bei Wärme- oder Rauchentwicklung löst die Schaltanlage aus. Dadurch schaltet sich die WEA ab. In der Windenergieanlage ertönt ein Alarmsignal und über SCADA wird eine Meldung übertragen.

Zur Meldeanlage gehört eine bestimmte Anzahl intelligenter Feuermelder mit optischen Rauchsensoren bzw. Thermistor-Temperatursensoren. Die Brandschutzsteuerung ist in der WEA-Steuerung und im Sicherheitssystem integriert. Sie kommuniziert mit der WEA-Steuerung und dem SCADA-System.

5.1 Schutzzonen

In folgenden Bereichen ist die Entzündungswahrscheinlichkeit am höchsten:

- Umrichter und Schaltschränke, insbesondere mit Kondensatoren
- Triebstrang inklusive Bremsvorrichtung
- Transformatorraum
- Generator
- Hilfstransformator des Controllers
- Schaltanlage im Turm

Die Anlage wird in den obengenannten Bereichen auf Rauch- und Wärmeentwicklung überwacht.

Weitere Informationen zur Rauch- und Wärmemeldeanlage finden Sie in Dokument 0027-0163 – Allgemeine Spezifikation: Rauch- und Wärmemeldeanlage.

6 Feuerlöschsystem

Das Vestas Feuerlöschsystem schützt die folgenden Bereiche:

- Schaltschrank für die Netzanbindung (nur gültig bei WEAs, die PMG Generatoren enthalten)
- Filterschrank
- Umrichtermodule

Dieser Schutz kann optional auch auf den Transformatorraum erweitert werden. Das Feuerlöschsystem schaltet bei Aktivierung die Windenergieanlage ab und öffnet die Mittelspannungsschaltanlage (MV), wodurch die Windenergieanlage vom Netz getrennt wird.

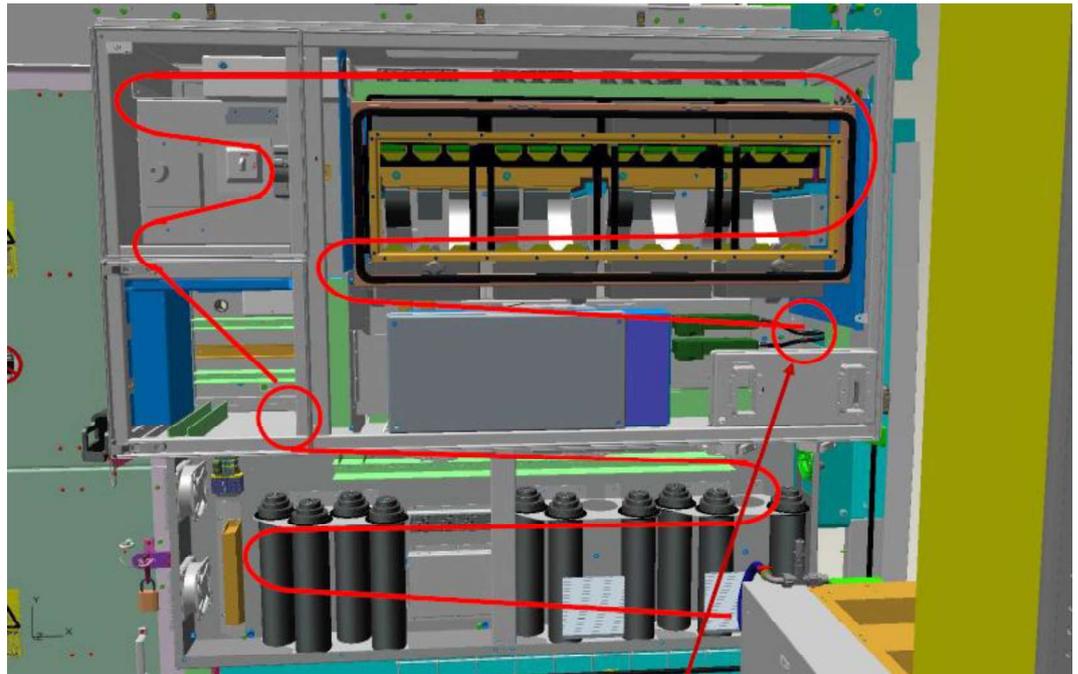


Abbildung 6-1: Schlauchverlegung für den Oberschwingungsfilterschrank (direkte Löschmittelversorgung)

Zu den Merkmalen des Feuerlöschsystems zählen:

- Umweltfreundliches, nicht giftiges und elektrisch nicht leitendes Löschmittel. 3M™ Novec™ 1230 hat ein Ozon-abbauendes Potenzial von 0 und ein globales Erwärmungspotenzial von 1
- Nutzungssicherheit im Maschinenhaus oder im Turm während der Löschvorgänge.
- System ist immer aktiv. Für die Aktivierung der Melde- oder Löschfunktionen ist keine Stromversorgung erforderlich.
- Das Löschmittel befindet sich nahe bei den kritischen Zündbereichen, sodass eine sofortige Reaktion auf einen potenziellen Brand erfolgen kann.
- Integration der Anlagensteuerung, die gewährleistet, dass die Schaltanlage während Löschereignissen öffnet, sodass die Windenergieanlage in die Anhalteposition versetzt wird und elektrische Energiequellen getrennt werden.
- Automatische Protokollierung eines Löschereignisses über SCADA
- Im Fall einer Fehl Löschung keine Nebeneffekte auf Komponenten und keine Entfernung von Rückständen erforderlich.

6.1 Systembeschreibung

Das System ist für die Lagerung bei -20 °C (-4 °F) bis +60 °C (+140 °F) und den Betrieb bei Temperaturen bis -30 °C (-22 °F) ausgelegt.

Das System basiert auf dem direkten Erkennungsverfahren und besteht aus:

- Linearen pneumatischen Schläuchen der Wärmemeldeanlage (siehe Abbildung 1)
- Ablassdüsen, zugehörigen Schläuchen und Halterungen
- Zugehörigen Behältern mit Löschmittel 3MTM Novec™ 1230
- In der Windenergieanlage integrierter Druckschalter zur Bedienung des Auslösemechanismus der Schaltanlage



Abbildung 1: Die linearen Schläuche der pneumatischen Meldeanlage werden bei offenem Feuer oder Umgebungswärme aktiviert.

6.1.1 Direkte Löschesysteme

Beim direkten Löschesystem dienen wärmereaktive Schläuche zur Wärmeerkennung und anschließenden Abgabe des Löschmittels direkt an die Wärmequelle. Die Schläuche bersten bei offener Flamme oder einer Umgebungswärme von 175 °C (~350 °F), und das Mittel wird bei 1,34 MPa (195 psi) freigesetzt. Das direkte Löschesystem wird für den Schutz der Umrichter-, Filter- und Schaltschränke im Maschinenhaus verwendet.



Abbildung 6-1-1: Direktes Löschesystem

6.1.2 Indirekte Löschesysteme

Das indirekte Löschesystem unterscheidet sich vom direkten Löschesystem dadurch, dass das Löschmittel nach dem Bersten des Schlauchs über strategisch platzierte Düsen an die Wärmequelle abgegeben wird. Das indirekte Löschesystem ist auf Sonderwunsch für den Transformatorraum erhältlich.

6.2 Löschmittel

Das Brandschutzmittel 3MTM Novec™ 1230 wurde als nachhaltig sauberes Mittel für die Verwendung in Totalflutungsanwendungen entwickelt. Novec™ 1230 löscht im Prinzip durch das Entfernen der Wärme vom Brand. Die Löschmittel-/Luftmischung zeichnet sich durch eine Wärmekapazität aus, die weit über der liegt, die vorliegt, wenn nur Luft verwendet wird. Eine höhere Wärmekapazität bedeutet, dass diese Gasmischung auch bei jedem einzelnen Grad Temperaturänderung mehr Energie (Wärme) absorbiert als dieselbe Masse an Luft. Diese Energieabsorption sorgt dafür, dass die Verbrennungszone so genau abgekühlt wird, dass der Brand gelöscht wird. Brände können gelöscht werden, wenn die einzelnen dafür erforderlichen Komponenten entfernt werden: Wärme, Sauerstoff, Brennstoffquelle oder die Kettenreaktion. Novec™ 1230 zeichnet sich durch die höchste Wärmekapazität aller gewerblich erhältlichen Halon-Alternativen aus und somit auch durch die niedrigsten Löschkonzentrationen für die jeweiligen Brände.

Novec™ 1230 wurde auch aufgrund seiner umweltfreundlichen Eigenschaften ausgewählt. Die Flüssigkeit beeinträchtigt in keiner Weise den Ozonabbau und hat dieselbe Auswirkung auf die Klimaerwärmung, wie Kohlendioxid. Das Mittel hinterlässt im Fall einer Fehllöschung keine zu reinigenden Rückstände. Novec™ 1230 ist elektrisch nicht leitend und darf mit spannungsführenden Teilen, ohne dass Nebeneffekte auftreten, in Kontakt kommen. Die Kosten einer Fehllöschung begrenzen sich auf den WEA-Ausfall, die durch den Alarm verursachten Wartungskosten und die Kosten, die durch den Austausch des entsprechenden Systems entstehen (wärmereaktive Schläuche und Löschmittelaufbewahrungsbehälter), da Reinigungskosten entfallen und keine beschädigten Komponenten des Löschsystems auszuwechseln sind.

Novec™ 1230 ist für Menschen sicher, auch wenn im Fall eines Löschereignisses Personen vor Ort sind.

6.3 Brandschutzzertifizierung

Die im gelieferten System enthaltenen Komponenten sind gemäß UL, FM, CE und weiteren Akkreditierungseinrichtungen weltweit zertifiziert. Die Komponenten wurden außerdem umfangreichen Stoß- und Vibrationstests für das US-amerikanische Militär unterzogen und entsprechen ISO 9001.

Die Abmessung und Konfiguration des Feuerlöschsystems innerhalb der Windenergieanlage wurde so konstruiert, dass den in der ISO 14520-5:2006-Norm und ihrer modifizierten Version, der europäischen Norm EN 15004-2:2008, dargelegten Konzentrationsniveaus entsprochen wird. In dieser Norm werden die Anforderungen für das Löschmittel FK-5-1-12, mit der handelsüblichen Bezeichnung 3MTM Novec™ 1230, dargelegt.

Bei diesem Löschsystem werden Löschmethoden verwendet, die sich für Brände entsprechend EN/NFPA Klasse A (Brände mit entzündlichen Stoffen), EN/NFPA Klasse B (Entzündung entflammbarer Flüssigkeiten) und NFPA Klasse C (von elektrischer Ausrüstung verursachte Brände) eignen.

Das System erzielt innerhalb der 10 Sekunden gemäß Anforderungen des OSHA (US Department of Labor's Occupational Safety & Health Administration, US-amerikanisches Ministerium für Arbeitsschutz) Löschkonzentrationsniveaus.



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**



Generisches Brandschutzkonzept

für die Errichtung von Windenergieanlagen
der Typen V105, V112, V117, V126 und V136

Revision 01

Datum: 29.04.2016

Unsere Zeichen:
IS-ESM2-MUC/eb

Das Dokument besteht aus
12 Seiten.
Seite 1 von 12

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

Auftraggeber: Vestas Wind Systems A/S
Technology & Service Solutions (TSS)
Product Incidents, Perf. & Certification
c/o Mr. Claus Brynaa
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Denmark

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Karsten Xander (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Dr. Ulrich Klotz, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-0
Telefax: +49 89 5791-2157
www.tuev-sued.de/is



TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Energie und Systeme
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
1.1	Auftrag	3
1.2	Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke	3
1.3	Verwendete Unterlagen.....	5
2.	Allgemeine Angaben	6
2.1	Beschreibung der baulichen Anlage	6
2.2	Einstufung der baulichen Anlage.....	6
2.3	Schutzziele.....	6
2.4	Abstandsflächen.....	7
2.5	Zugänglichkeit / Kennzeichnung.....	7
2.6	Nutzung.....	7
2.7	Brandlasten und Brandgefährdungen.....	7
3.	Vorbeugender Brandschutz.....	8
3.1	Baulicher Brandschutz	8
3.1.1	Auswahl der Baustoffe und Feuerwiderstand von Bauteilen	8
3.1.2	Bildung von Brandabschnitten und Brandbekämpfungsabschnitten	9
3.1.3	Sicherstellung der Flucht- und Rettungswege	9
3.2	Anlagentechnischer Brandschutz	9
3.2.1	Brandmeldeanlage	9
3.2.2	Feuerlöschanlagen.....	9
3.2.3	Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen	10
3.2.4	Blitzschutz.....	10
3.2.5	Notbeleuchtung.....	10
3.2.6	Technische Maßnahmen zur Brandverhütung.....	10
4.	Organisatorischer Brandschutz	11
4.1	Brandverhütungsmaßnahmen.....	11
4.2	Brandschutzordnung	11
4.3	Rettungswegekennzeichnung	11
4.4	Einrichtungen zur Selbsthilfe und Handfeuerlöschgeräte	11
5.	Abwehrender Brandschutz	11
5.1	Brandbekämpfung.....	11
5.2	Löschwasserversorgung / -rückhaltung	12
5.3	Brandschutzpläne / Feuerwehrpläne	12
5.4	Aufstell- / Bewegungsflächen	12
6.	Zusammenfassung.....	12

Einleitung

1.1 Auftrag

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Geschäftsfeld Energie und Systeme) wurde von der Fa. Vestas Wind Systems A/S (nachfolgend: Vestas) beauftragt ein generisches Brandschutzkonzept für Windenergieanlagen der Typen V105 - V136 zu erstellen. Im Brandschutzkonzept werden die in der Windenergieanlage vorgesehenen bautechnischen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen dargestellt. Die Ausführungen beinhalten im Hinblick auf das föderale deutsche Bauordnungsrecht abdeckende Brandschutzmaßnahmen (vgl. Abs. 1.2). Bei der Erstellung des Brandschutzkonzeptes wurden bezüglich der hier betrachteten Windenergieanlagen der Typen V105 - V136 die vorgelegten Unterlagen des Herstellers zugrunde gelegt (vgl. Abs. 1.3). Die Umsetzung der Brandschutzmaßnahmen obliegt Vestas.

Im nachfolgenden Brandschutzkonzept wird die Errichtung einer eigenständigen Windenergieanlage zugrunde gelegt. Im Hinblick auf die Errichtung eines Windparks (Anzahl der Windkraftanlagen > 3) können sich weitergehende Anforderungen (z. B. an die Löschwasserversorgung) ergeben.

Wir weisen darauf hin, dass im Bauordnungsrechtlichen Verfahren Abweichungen von den Anforderungen der jeweiligen Bauordnung und den aufgrund der jeweiligen Bauordnung erlassenen Vorschriften zugelassen werden können. Diese sind jedoch im Rahmen des konkreten Bauvorhabens jeweils schriftlich zu beantragen und zu begründen. Diesbezüglich sind die entsprechenden Kompensationsmaßnahmen im Konzept auszuweisen. Eine vorherige Abklärung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde ist empfehlenswert.

Die Erstellung des Brandschutzkonzeptes erfolgt nach den Vorgaben der vfdb-Richtlinie 01/01 „Brandschutzkonzept“.

Ferner weisen wir darauf hin, dass entsprechend unseres Auftrags privatwirtschaftliche Regelungen (z. B. VdS) im Rahmen des hier vorliegenden Brandschutzkonzeptes keine Berücksichtigung fanden.

1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke

- [R 1-1] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 05.03.2010, letzte berücksichtigte Änderung vom 11.11.2014 (GBl S. 501)
- [R 1-2] Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14.08.2007, letzte berücksichtigte Änderung vom 24.07.2015 (GVBl. S. 296)
- [R 1-3] Bauordnung für Berlin (BauO Bln) vom 29.09.2005, zuletzt geändert durch Gesetz vom 29.06.2011 (GVBl. S. 315)
- [R 1-4] Brandenburgische Bauordnung (BbgBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.09.2008, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29.11.2010 (GVBl./10, Nr. 39)
- [R 1-5] Bremische Landesbauordnung (BremLBO) vom 06.10.2009, zuletzt geändert durch Gesetz vom 27.05.2014 (Brem. GBl. S. 263)
- [R 1-6] Hamburgische Bauordnung (HBauO) vom 14.12.2005, zuletzt geändert am 17.02.2016 (HmbGVBl. S. 63)
- [R 1-7] Hessische Bauordnung (HBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15.01.2011, geändert durch Gesetz vom 30.11.2015 (GVBl. S. 457)



Industrie Service

- [R 1-8] Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V) vom 15.10.2015, letzte berücksichtigte Änderung vom 21.12.2015 (GVOBl. M-V S. 590)
- [R 1-9] Niedersächsische Bauordnung (NBauO) vom 03.04.2012, letzte berücksichtigte Änderung vom 23.07.2014 (Nds. GVBl. S. 206)
- [R 1-10] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW), Bekanntmachung der Neufassung vom 01.03.2000, letzte berücksichtigte Änderung vom 20.05.2014 (GV. NRW. S. 294)
- [R 1-11] Landesbauordnung Rheinland-Pfalz (LBauO) vom 24.11.1998, letzte berücksichtigte Änderung vom 15.06.2015 (GVBl. S. 77)
- [R 1-12] Landesbauordnung Saarland (LBO) vom 18.02.2004, zuletzt geändert durch das Gesetz vom 15.07.2015 (Amtsbl. I S. 632)
- [R 1-13] Sächsische Bauordnung (SächsBO) vom 28.05.2004, letzte berücksichtigte Änderung vom 16.12.2015 (SächsGVBl. S. 670; 2016 S. 38)
- [R 1-14] Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt (BauO LSA) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10.09.1013, letzte berücksichtigte Änderung vom 17.06.2014 (GVBl. LSA S. 288, 341)
- [R 1-15] Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein (LBO) vom 22.01.2009, letzte berücksichtigte Änderung vom 16.03.2015 (GVOBl. S. 96)
- [R 1-16] Thüringer Bauordnung (ThürBO) vom 13.03.2014
- [R 2-1] Verwaltungsvorschrift zur Brandenburgischen Bauordnung (VVBbgBO), Bekanntmachung des Ministeriums für Infrastruktur und Raumordnung vom 18.02.2009
- [R 2-2] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Bauordnung und Hochbau, Bauprüfdienst (BPD) 3/2008 Windenergieanlagen
- [R 2-3] Handlungsempfehlungen zum Vollzug der Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern 2006 (HE LBauO M-V), Stand: 02.2013
- [R 2-4] Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung (DVO-NBauO) vom 26.09.2012, letzte berücksichtigte Änderung vom 13.11.2012 (Nds. GVBl. S. 438)
- [R 2-5] Hinweise zum Vollzug der Landesbauordnung Rheinland-Pfalz (LBauO) vom 29.10.2015 (13 200-463)
- [R 2-6] Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Sächsischen Bauordnung (VwVSächsBO) vom 18.03.2005, zuletzt geändert am 07.10.2012 (SächsABl. S. 1031)
- [R 2-7] Bekanntmachung des Ministeriums für Bau und Verkehr zum Vollzug der Thüringer Bauordnung (VollzBekThürBO) vom 03.04.2014
- [R 3-1] Muster-Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr, Fachkommission Bauaufsicht, Fassung: 02.2007, zuletzt geändert 10.2009
- [R 3-2] Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur über Flächen für Rettungsgeräte der Feuerwehr auf Grundstücken und Zufahrten (VwV Feuerwehrflächen) vom 17.09.2012 (Baden-Württemberg)
- [R 4-1] Merkblatt Windenergieanlagen (Hessen), Hinweise für Planung und Ausführung, Fachausschuss Brandschutz beim HMdIS
Stand: 01.03.2013
- [R 4-2] Leitfaden des Landes Brandenburg für Planung, Genehmigung und Betrieb von Windkraftanlagen im Wald, Stand: Mai 2014
- [R 4-3] Windenergieerlass Baden-Württemberg, Stand: 09.05.2012



Industrie Service

- [R 4-4] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) des Landes Nordrhein-Westfalen vom 04.11.2015
- [R 4-5] Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen, MKULNV 2012, Stand: 2012
- [R 5] Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO), Stand: 01.2009
- [R 6] DIN EN 61400-1: 2011-08
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
- [R 7] DIN EN 61400-24: 2011-04
Windenergieanlagen, Teil 24: Blitzschutz
- [R 8] DIN EN 50308: 2005-03
Windenergieanlagen – Schutzmaßnahmen – Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung
- [R 9] DIN EN 60076-11: 2005-04
Leistungstransformatoren, Teil 11: Trockentransformatoren
- [R 10] DIN EN 61936-1: 2014-12
Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV,
Teil 1: Allgemeine Bestimmungen
- [R 11] DIN 14096: 2014-05
Brandschutzordnung – Regeln für das Erstellen und das Aushängen
Teil A (Aushang)
- [R 12] DIN EN 62305: 2011-10
Blitzschutz,
Teil 1: Allgemeine Grundsätze
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
- [R 13] DIN EN 50172: 2005-01
Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
- [R 14] DIN EN 12094-2: 2003-09
Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Bauteile für Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln
Teil 2: Anforderungen und Prüfverfahren für nicht elektrische automatische Steuer- und Verzögerungseinrichtungen

1.3 Verwendete Unterlagen

- [U 1] General Description 3MW Platform,
Document no.: 0053-3707 V02, dated 2016-01-22
- [U 2] Design Description for the Advanced Smoke Detection: V112 platform standard interfaces, DMS Ref.: 0007-9942 V02
- [U 3] Design Description Fire Suppression System,
Document no.: 0053-4822 VER 01, dated:2016-01-21
- [U 4] General Specification Vestas Fire Supression System (FSS)
Document no.: 0056-5824 V00, dated 2016-01-21
- [U 5] Fire Hazard Risk Assessment - Engineering Platform 3 MW Mk3,
DMS: 00-56-8143.V00 T04, dated Oct 2015 - 2016-01-05



- [U 6] Vestas Firmenhandbuch zum Arbeitsschutz, Kap. 4 „Notfallschutzplan“, Ver. 03, Stand: 20.03.2012
- [U 7] Vestas Corporate – Handbuch zum Arbeitsschutz, Kap. 07 „Brandschutz und Vorbeugung“, Ver. 02, Stand: 23.09.2011
- [U 8] Vestas Corporate – Handbuch zum Arbeitsschutz, Kap. 08 „Persönliche Sicherheit“, Ver. 03, Stand: 31.05.2012

2. Allgemeine Angaben

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um Windenergieanlagen (WEA) der Firma Vestas aus der Reihe der 3MW Plattformen (MK3). Diese umfasst die Typenbezeichnungen V105-3.45 MW, V112-3.45 MW, V117-3.45 MW, V126-3.45 MW und V136-3.45 MW sowie V105-3.60 MW, V112-3.60 MW, V117-3.60 MW und V126-3.60 MW (HTq, High Torque).

Windenergieanlagen sind Anlagen zur Umwandlung von kinetischer Energie des Windes in elektrische Energie.

2.1 Beschreibung der baulichen Anlage

Die Windenergieanlage besteht aus einem Turm, einem Maschinenhaus einschließlich der elektrotechnischen Einrichtungen und drei Rotorblättern.

Das Maschinenhaus ist mittels einer Wand zum Transformatorraum, der im hinteren Teil des Maschinenhauses angeordnet ist, unterteilt. Weitere Wände zur Trennung von Einrichtungen sind nicht vorgesehen.

Die Erschließung der WEA erfolgt über den Turmfuß. Innerhalb des Turms installierte Leitern ermöglichen einen Aufstieg zum Maschinenhaus, von dem aus auch die Rotorblätter erreicht werden können. Optional besteht die Möglichkeit einen Aufzug für den Aufstieg zu nutzen.

Die WEA ist im störungsfreien Betrieb unbemannt und verschlossen. Die Anlage wird mittels eines seitens Vestas bereit gestellten Überwachungssystems (SCADA) fernüberwacht.

2.2 Einstufung der baulichen Anlage

Gemäß der Bauordnung des jeweiligen Bundeslandes [R 1-1] bis [R 1-16] handelt es sich bei Windenergieanlagen um baulichen Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung (Sonderbauten) mit einer Höhe von mehr als 30 m, an die gemäß der Landesbauordnung [R 1-1] bis [R 1-16] je nach Art und Nutzung besondere Anforderungen oder Erleichterungen gestellt werden können.

2.3 Schutzziele

Die für die Errichtung und den Betrieb einschließlich der Wartung relevanten Schutzziele ergeben sich aus den materiellen Vorschriften der Landesbauordnungen der Bundesländer [R 1-1] bis [R 1-16].

Bauliche Anlagen sind so zu anzuordnen, zu errichten und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.



Industrie Service

2.4 Abstandsflächen

Zu berücksichtigende Abstandsflächen zu benachbarten baulichen Anlagen, die nicht der WKA zu zuordnen sind, sind im jeweiligen Bundesland, aufgrund der länderspezifischen Vorgaben, gesondert zu ermitteln. Im Rahmen des standortspezifischen Konzepts ist darzustellen, welche Anforderungen an Abstandsflächen lokal bestehen und wie diese eingehalten werden. Die zu berücksichtigenden Abstandsflächen sind den jeweils gültigen Fassungen der Unterlagen [R 1-1] bis [R 1-16], [R 2-1], [R 2-2], [R 2-5] und [R 4-4] zu entnehmen.

Hinsichtlich der Aufstellung von WEA in Waldgebieten werden von einzelnen Bundesländern Leit-faden und Merkblätter zur Verfügung gestellt, aus denen ergänzende Hinweise zur zulässigen Bepflanzung oder bewuchsfreien Fläche im Bereich um die WEA hervorgehen (s. [R 4-1] und [R 4-2]) oder gesonderte Abstandsregelungen zu Waldgebieten vorgeschlagen werden (s. [R 4-1] und [R 4-5]).

2.5 Zugänglichkeit / Kennzeichnung

Die Zufahrtswege sind ausreichend befestigt und tragfähig, so dass sie von Feuerwehrfahrzeu-gen mit einer Achslast bis zu 10 t und einem zulässigen Gesamtgewicht bis zu 16 t befahren werden können. Die Zufahrtswege weisen eine lichte Breite sowie eine lichte Höhe von jeweils mindestens 4 m auf.

Die Windenergieanlage ist eindeutig und ausreichend gekennzeichnet (Schriftgröße mindestens 20 cm) und aus der Zufahrtsrichtung eindeutig erkennbar.

Die diesbezüglichen Anforderungen der betreffenden Landesbauordnungen [R 1-1] bis [R 1-16] werden somit erfüllt.

2.6 Nutzung

Im störungsfreien Betrieb ist die WEA unbemannt und verschlossen. Ein Betreten der WEA durch Personen erfolgt nur zu Wartungs- und Inspektionszwecken (3 Monate nach Inbetriebnahme, danach jährlich). Bei Arbeiten in der WEA sind grundsätzlich mindestens zwei Personen anwe-send. Bei den Personen handelt es sich um u. a. im Hinblick auf Arbeitssicherheit, Flucht- und Rettung und Brandbekämpfung geschulte und unterwiesene Service-Techniker.

Alleinarbeiten sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Diese Arbeiten finden ausschließlich im Turmfuß statt. Die entsprechenden Vorgaben sind im Vestas Corporate – Handbuch zum Arbeits-schutz [U 8] beschrieben.

Bei Arbeiten in der WEA ist ein Abschalten der Anlage nicht immer vorgesehen. Seitens des Her-stellers wird das Personal entsprechend geschult und es werden entsprechende Arbeitsanwei-sungen für die vor Ort tätigen Service-Techniker vorgehalten.

2.7 Brandlasten und Brandgefährdungen

Seitens der Fa. Vestas wurden für die Windenergieanlagen Brandgefährdungsanalysen durchge-führt. Hierbei wurden die wesentlichen Brandlasten und die vorhandenen Zündquellen ermittelt sowie die Gefährdungen im Hinblick auf die Gesundheit und Sicherheit, die Sachwerte und die Umwelt identifiziert und bewertet.



Die folgenden wesentlichen Brandlasten wurden identifiziert:

- Schmieröl
- Hydraulik-Öl
- glasfaserverstärktes Polyester
- glas- und karbonfaserverstärkte Epoxidharze
- Dämmstoffe
- Kabelisolierungen und elektrische Einrichtungen

Die wesentlichen Zündquellen in der WEA sind:

- Elektrische Erwärmung (z. B. auf Grund fehlerhafter elektrischer Verbindungen)
- Kurzschluss und Störlichtbogen
- Mechanische Erwärmung (Reibung metallischer Teile)
- Heißenarbeiten bei der Wartung / Instandsetzung und Reparatur
- Rauchen und offene Flammen
- Einwirkungen von außen (z. B. Feuer in der Umgebung)

Hinsichtlich der maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen wurden im Rahmen einer Brandgefährdungsanalyse der Generator sowie der Transformator als mittlere Brandgefährdungen identifiziert. Brandereignisse in diesen Einrichtungen können als abdeckende Ereignisse für die gesamte WEA angesehen werden. Bei dem Transformator handelt es sich um einen Trockengießharztransformator. Dieser ist gemäß DIN EN 60076-11 in die Brandklasse F1 eingestuft.

Anhand der in den Anlagen vorhandenen Brandlasten und Brandgefährdungen wurden die nachfolgend aufgeführten Brandschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen festgelegt.

3. Vorbeugender Brandschutz

Der vorbeugende Brandschutz beschreibt bauliche und anlagentechnische Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen eines Brandes einschließlich der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung), zum Ermöglichen der Flucht und Rettung von Menschen sowie dem Wirksamwerden von Löschmaßnahmen bei einem Brand.

3.1 Baulicher Brandschutz

3.1.1 Auswahl der Baustoffe und Feuerwiderstand von Bauteilen

Der Turm wird aus Stahl oder Stahlbeton hergestellt. Die Verkleidung des Maschinenhauses besteht aus Glasfaser- und Polyesterverbundwerkstoffen. Die Rotorblätter sind aus Karbon und Fieberglasfasern hergestellt. Die Baustoffe sind hinsichtlich ihres Brandverhaltens als normalentflammbar eingestuft.

Im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Baustoffe wird dem Ziel der Brandlastminimierung Rechnung getragen.

An die tragenden und aussteifenden Bauteile der WEA werden keine Anforderungen hinsichtlich des Feuerwiderstands gestellt. Sie werden daher ohne nachgewiesenen Feuerwiderstand errichtet.



Industrie Service

3.1.2 Bildung von Brandabschnitten und Brandbekämpfungsabschnitten

Die WEA ist nicht in Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte unterteilt. Die zum Teil bauaufsichtlich eingeführte EitBauVO [R 5] findet für das Maschinenhaus der WEA keine Anwendung, da die WEA als freistehendes Gebäude gemäß §3 EitBauVO [R 5] zu werten ist, für die eine Aufstellung von Transformatoren und Schaltanlagen für Nennspannungen >1kV innerhalb von elektrischen Betriebsräumen nicht erforderlich ist.

3.1.3 Sicherstellung der Flucht- und Rettungswege

In der Windenergieanlage sind keine Aufenthaltsräume im Sinne der Landesbauordnungen [R 1-1] bis [R 1-16] vorhanden. Die diesbezüglichen Anforderungen an die bauliche Ausführung von Flucht- und Rettungswegen sind daher nicht heranzuziehen.

Die im Hinblick auf die im Rahmen von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten notwendige Erschließung des Maschinenhauses erfolgt über Steigleitern, die gleichzeitig auch als Fluchtweg dienen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit das Maschinenhaus über alternative Fluchtwege (Luken) zu verlassen. Geeignete Schutz-/Rettungsausrüstungen zum Abseilen sind im Maschinenhaus hinterlegt. Im Bereich der Luken sind entsprechende Anschlagpunkte für diese Ausrüstung vorhanden.

Optional ist die Windenergieanlage mittels eines Service-Aufzuges ausgestattet. Die Nutzung des Aufzuges ist nur mit persönlichem Sicherheitsgeschirr gestattet. Der Aufzug kann im Gefahrenfall über die Aufzugstür verlassen werden. Die weitere Flucht erfolgt dann über die Steigleitern.

Entsprechende Flucht- und Rettungswegpläne sowie die Brandschutzordnung sind in der Windenergieanlage vorhanden.

3.2 Anlagentechnischer Brandschutz

3.2.1 Brandmeldeanlage

Gemäß den bauordnungsrechtlichen Vorschriften ist eine Ausstattung der Windenergieanlage mit einer Brandmeldeanlage nach DIN 14675 und DIN VDE 0833 nicht erforderlich. Seitens des Herstellers ist jedoch eine Überwachung der sensiblen Bereiche der Windenergieanlage (z. B. Transformatorraum, Generator, Bremse, Oberwellenfilteranlage) mittels speziellen Rauch- und Wärmeerkennungseinrichtungen vorgesehen. Hierbei kommen Multi-Sensoren Rauch- und Wärmeerkennungseinrichtungen zum Einsatz. Bei Detektion von Rauch und Wärme werden sofort akustische Brandalarme ausgelöst. Die Alarmierungseinrichtungen befinden sich im Turmfuß und im Maschinenhaus (oberhalb der Bremse). Hierbei wird eine Warnmeldung in dem seitens Vestas bereitgestelltem SCADA Überwachungssystem aufgezeichnet. Anschließend schaltet die Anlage automatisch innerhalb von 30 Sekunden ab.

Sofern eine Weiterleitung der Brandmeldung an eine ständig besetzte Stelle gemäß den bauordnungsrechtlichen Anforderungen erforderlich ist, werden die hierfür erforderlichen technischen Maßnahmen im standortspezifischen Brandschutzkonzept aufgeführt.

3.2.2 Feuerlöschanlagen

In der WEA werden im Bereich der Oberwellenfilteranlage, der Netzschnittstelle und der Generator-Bereich oder der Umwandler-Baugruppe Feuerlöschanlagen nach DIN EN 12094-2 installiert. Als Löschmittel wird hierbei 3M™ Novec™ 1230 eingesetzt (ISO14520 „Feuerlöschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln“). Das Löschmittel wird als Flüssigkeit in entsprechenden Behältern



Industrie Service

Seite 10 von 12
Zeichen/Erstelldatum: IS-ESM2-MUC/eb/ 29.04.2016

bevorratet. Im Falle einer Auslösung der Löschanlagen wird das Löschmittel 3M™ Novec™ 1230 fein verteilt und bildet mit der Umgebungsluft ein gasförmiges Gemisch.

Die Löschwirkung von 3M™ Novec™ 1230 beruht auf dem Entzug von Verbrennungswärme, die ein Feuer zum Weiterbrennen benötigt. 3M™ Novec™ 1230 ist ein umweltschonendes Löschmittel, welches eine kurze Löschzeit, eine rückstandsfreie Verdampfung (keine Reaktion mit Materialien) aufweist und von dem keine Personengefährdung ausgeht.

Die Löscheinrichtung besteht aus einem Löschmittelbehälter und einem Rohrsystem mit fixierten Löschdüsen. Die Löschdüsen sind innerhalb der in [U 3] und [U 4] ausgewiesenen Überwachungs- und Schutzbereiche als Einrichtungsschutzanlage für den Gondel-Steuerungsschrank, den Konverter-Schrank sowie den Transformator-Raum angeordnet. Die Löscheinrichtung ist nicht für eine Löschung der gesamten Gondel ausgelegt. Im Falle eines Brandes wird die Löscheinrichtung über die Rauch- und Wärmeerkennungseinrichtungen angesteuert und das Ventil des Löschmittelbehälters geöffnet. Das Löschgas strömt innerhalb von 10 Sekunden über die Löschdüsen in den jeweiligen Überwachungs- und Schutzbereich aus.

Im Brandfall wird die Turbine automatisch abgeschaltet und in einen sicheren Zustand gebracht.

Entsprechende Meldung laufen in dem seitens Vestas bereit gestellten Überwachungssystem SCADA auf.

3.2.3 Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen

Es bestehen keine Anforderungen zur Installation von Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen.

3.2.4 Blitzschutz

Die Windenergieanlage verfügt über eine Blitzschutzanlage nach DIN EN 61400-24 bzw. DIN EN 62305-1, -3, -4.

Der Entstehung eines Brandes infolge eines Blitzeinschlags wird somit vorgebeugt.

3.2.5 Notbeleuchtung

In der Windenergieanlage ist eine Notbeleuchtung entlang aller Fluchtwege und in der Nähe von Ausgängen, Luken und Leiterenden nach DIN EN 50172 vorgesehen.

Die Notbeleuchtung ist batteriegepuffert. Sie schaltet automatisch ein, sobald die Windenergieanlage vom Stromnetz getrennt ist. Die Batterie der Notbeleuchtung ist für eine Betriebszeit von 30 Minuten ausgelegt.

3.2.6 Technische Maßnahmen zur Brandverhütung

Mit der Auswahl geeigneter Werkstoffe wird dem Ziel der Brandlastminimierung soweit möglich Rechnung getragen. Die vorhandenen Brandlasten und Brandgefährdungen werden in der Brandgefährdungsanalyse [U 5] untersucht und bewertet.

Mithilfe von technischen Maßnahmen (z. B. Kapselungen, geschlossene Systeme, elektrische Isolierungen, Einrichtungen zur Detektion von Störlichtbögen) wird darüber hinaus einer möglichen Brandentstehung entgegengewirkt.



Industrie Service

4. Organisatorischer Brandschutz

4.1 Brandverhütungsmaßnahmen

Die wesentlichen Brandverhütungsmaßnahmen sind im Vestas Corporate – Handbuch zum Arbeitsschutz [U 7] beschrieben, dies betrifft u. a. den Umgang und Lagerung von Brandlasten, Arbeiten mit offenen Flammen, Pflichten von Brandwächtern. Darüber hinaus erfolgt ein Betreten der Windenergieanlage nur zu Wartungs- und Inspektionszwecken und nur von geschultem und unterwiesenem Personal (Service-Technikern).

4.2 Brandschutzordnung

Die Brandschutzmaßnahmen sind im Vestas Corporate – Handbuch zum Arbeitsschutz [U 7] beschrieben.

Im Eingangsbereich der Windenergieanlage ist der Aushang der Brandschutzordnung nach DIN 14096, Teil A (Aushang) vorgesehen.

4.3 Rettungswegekennzeichnung

Flucht- und Rettungswege sind in der WEA mittels Fluchtweg-Piktogrammen eindeutig gekennzeichnet.

4.4 Einrichtungen zur Selbsthilfe und Handfeuerlöschgeräte

Die Windenergieanlage ist mit Feuerlöschern und einer Löschdecke ausgestattet, diese werden im Maschinenhaus vorgehalten. Bei den Feuerlöschern handelt es sich um einen 5-6 kg CO₂-Löscher und einen 9 l Schaumlöscher. Die Bereiche, in den die Feuerlöcher sowie die Löschdecke bereit gehalten werden, sind eindeutig gekennzeichnet.

5. Abwehrender Brandschutz

Im Falle eines Brandes erfolgt die Alarmierung der zuständigen Feuerwehr über eine ständig besetzte Stelle des Anlagenbetreibers (vgl. Abs. 3.2.1) oder aufgrund einer Anforderung Dritter.

5.1 Brandbekämpfung

Eine Brandbekämpfung ist in der Windenergieanlage nur bedingt möglich.

Die Brandbekämpfung in der Entstehungsphase eines Brandes kann durch das ggf. vor Ort tätige Personal erfolgen. Diesbezüglich sind in der WEA Handfeuerlöschgeräte angeordnet (vgl. Abs. 4.4). Die Selbstrettung des anwesenden Personals hat jedoch in jedem Fall oberste Priorität.

Da die wesentlichen Brandlasten im Maschinenhaus, das auf dem Turm in über 100 m Höhe montiert ist, angeordnet sind, ist eine Brandbekämpfung durch die örtliche Feuerwehr aufgrund der Höhe der Anlage sowie der gewöhnlich bei öffentlichen Feuerwehren vorhandenen Ausrüstung nicht vorgesehen.

Die Brandbekämpfung begrenzt sich somit ausschließlich auf die Verhinderung einer Brandausbreitung auf die Umgebung der Windenergieanlage. Im Rahmen des konkreten Bauvorhabens wird mit den zuständigen Brandschutzdienststellen abgeklärt, dass entsprechende Feuerwehreinheiten in der am Standort gültigen Ausrückeordnung festgelegt werden.



Industrie Service

5.2 Löschwasserversorgung / -rückhaltung

Im Allgemeinen erfolgt eine Brandbekämpfung lediglich außerhalb der Windenergieanlage. Hierbei werden Bände, die z. B. infolge des Herunterfallens der brennenden Rotorblätter entstehen, bekämpft. Das Löschwasser wird bei eigenständigen WEA über Löschfahrzeuge der Feuerwehr bereitgestellt.

Innerhalb der WEA erfolgt nur eine automatische Brandbekämpfung mittels selbsttätigen stationären Löschanlagen (vgl. Abs. 3.2.2). Eine manuelle Brandbekämpfung im Maschinenhaus durch die zuständige Feuerwehr ist nicht vorgesehen. Gesonderte Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung sind somit nicht erforderlich.

5.3 Brandschutzpläne / Feuerwehrpläne

Die Erstellung von Brandschutzplänen ist aufgrund der Größe sowie der Ausführung der Windenergieanlage nicht erforderlich. Feuerwehrpläne, aus denen die genaue Lage der Windenergieanlage hervorgeht, werden unter Berücksichtigung der standortspezifischen Gegebenheiten in Anlehnung an die DIN 14095 erstellt und dem standortspezifischen Brandschutzkonzept beigelegt.

Feuerwehrpläne bestehen aus:

- allgemeinen Objektinformationen
- Übersichtsplan
- Geschossplan/Geschossplänen
- Ggf. Sonderplänen
- zusätzlichen textlichen Erläuterungen

5.4 Aufstell- / Bewegungsflächen

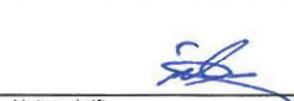
Um den Bereich der Anlage sind ausreichend befestigte und tragfähige Aufstell- und Bewegungsflächen für die Feuerwehr vorgesehen. Die Ausführung wird im standortspezifischen Brandschutzkonzept detailliert beschrieben.

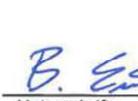
6. Zusammenfassung

Mit den vorgesehenen Maßnahmen des vorbeugenden baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes sowie den Maßnahmen zum organisatorischen und abwehrenden Brandschutz werden die Schutzziele gemäß den Bauordnungen der Länder [R 1-1] bis [R 1-16] einschließlich der aufgrund der Bauordnungen erlassenen Vorschriften eingehalten.

Im Hinblick auf die Abstandsflächen sind unter Berücksichtigung der landesspezifischen bauordnungsrechtlichen Anforderungen die Festlegungen im Rahmen des Brandschutzkonzeptes für das konkrete Bauvorhaben zu treffen. Ebenso ist im Rahmen der Erststellung des Brandschutzkonzeptes für das konkrete Bauvorhaben hinsichtlich des abwehrenden Brandschutzes Kontakt zur jeweiligen örtlichen Brandschutzdienststelle aufzunehmen.


Unterschrift
Abteilungsleiter, Brandinspektor, Nachweisberechtigter für den vorbeugenden Brandschutz gem. § 3 Abs. 1 NBVO, Brandschutzfachplaner, Sachverständiger für Brandschutz (IngKBW), ö.b.u.v. Sachverständiger für vorb. Brandschutz


Unterschrift
Fachbereichsleiter
IS-ESM-MUC
Sicherheits- und Maschinentechnik


Unterschrift
Sachbearbeiter

12.7 Sonstige Bauvorlagen

VESTAS - Elektrotechnische Einbindung DOK: 0028-0370.V03

Siehe Kapitel 3: Anlage + Betrieb