



Brandschutzkonzept
für die Errichtung
einer
Windenergieanlage
des Typs ENERCON E-160 EP5 E2
mit 166 m Nabenhöhe
in Nordrhein-Westfalen
gemäß §9
Verordnung über bautechnische Prüfungen
Nordrhein-Westfalen

Auftraggeber: WRD Management Support GmbH
Innovationszentrum
Borsigstr. 26
26607 Aurich

INHALTSÜBERSICHT

| | Seite |
|---|--------------|
| 1 Einleitung..... | 4 |
| 1.1 Auftrag..... | 4 |
| 1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke | 5 |
| 1.3 Verwendete Unterlagen..... | 5 |
| 1.4 Schutzziele | 6 |
| 1.5 Bestimmung der Gesamthöhe..... | 6 |
| 1.6 Einstufung des Gebäudes | 6 |
| 1.7 Risikobeurteilung der Maschine..... | 7 |
| 2 Gebäudetechnische Daten und Nutzungen | 8 |
| 2.1 Allgemein..... | 8 |
| 2.2 Äußere Erschließung | 8 |
| 2.3 Innere Erschließung | 8 |
| 2.4 Nutzung der Windenergieanlage | 8 |
| 2.4.1 Allgemeines..... | 8 |
| 2.4.2 Funktion..... | 9 |
| 2.4.3 Zahl der Nutzer (§9 (2) 6. BauPrüfVO) | 9 |
| 2.4.4 Betrieb; Wartung..... | 9 |
| 2.4.5 Beschreibung der Einrichtungen der WEA..... | 10 |
| 2.5 Risikoanalyse | 10 |
| 2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential | 10 |
| 2.5.2 Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses | 11 |
| 3 Vorbeugender Brandschutz | 14 |
| 3.1 System der äußeren und inneren Abschottungen; Anforderungen an Bauteile und Baustoffe (§9 (2) 4. BauPrüfVO)..... | 14 |
| 3.1.1 Anordnung und Lage von Rauchabschnitten | 14 |
| 3.1.2 Brandschutztechnische Abschnittsbildung | 14 |
| 3.1.3 Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile..... | 14 |
| 3.1.4 Nichttragende Außenwände und -bekleidungen | 14 |
| 3.2 Flucht- und Rettungswege (§9 (2) 5. BauPrüfVO)..... | 14 |
| 4 Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz..... | 15 |
| 4.1 Brandmeldeanlage (§9 (2) 13. BauPrüfVO)..... | 15 |
| 4.2 Alarmierungseinrichtung (§9 (2) 10. BauPrüfVO)..... | 15 |
| 4.3 Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung (§9 (2) 14. BauPrüfVO) | 15 |
| 4.3.1 Sensoren..... | 15 |
| 4.3.2 Rauchschalter..... | 16 |
| 4.4 Lüftungsanlagen (§9 (2) 8. BauPrüfVO) | 17 |
| 4.5 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (§9 (2) 9. BauPrüfVO) | 17 |
| 4.6 Blitzschutz | 17 |
| 5 Organisatorischer Brandschutz..... | 18 |
| 5.1 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen (§9 (2) 16. BauPrüfVO) | 18 |
| 5.2 Kennzeichnung von Rettungswegen (§9 (2) 16. BauPrüfVO) | 18 |
| 5.3 Flucht- und Rettungspläne (§9 (2) 5. BauPrüfVO)..... | 18 |
| 5.4 Alarmierung der Feuerwehr (§9 (2) 10. BauPrüfVO) | 18 |
| 5.5 Einrichtungen zur Brandbekämpfung (§9 (2) 11. BauPrüfVO)..... | 19 |
| 5.6 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen | 19 |
| 5.7 Übung mit der Zuständigen Feuerwehr | 19 |
| 6 Abwehrender Brandschutz..... | 20 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.1 | Flächen für die Feuerwehr (§9 (2) 1. BauPrüfVO)..... | 20 |
| 6.2 | Löschwasserversorgung (§9 (2) 2. BauPrüfVO)..... | 20 |
| 6.3 | Löschwasserrückhaltung (§9 (2) 3. BauPrüfVO)..... | 20 |
| 6.4 | Feuerwehrpläne (§9 (2) 15. BauPrüfVO)..... | 21 |
| 6.5 | Hydrantenpläne (§9 (2) 11. BauPrüfVO)..... | 21 |
| 6.6 | Brandbekämpfung | 21 |
| 6.6.1 | Brand im Turmfuß..... | 21 |
| 6.6.2 | Brand in der Gondel..... | 22 |
| 6.6.3 | Brand der Rotorblätter | 22 |
| 6.6.4 | Brandweiterleitung auf die Umgebung..... | 22 |
| 7 | Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens (§9 (2) 18. BauPrüfVO)..... | 23 |
| 8 | Abweichungen (§9 (2) 17. BauPrüfVO)..... | 23 |
| 9 | Zusammenfassung | 24 |

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Die Unterzeichnerin wurde am 25.08.2020 beauftragt, für die Errichtung der Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-160 EP5 E2 mit 166 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept mit dem Index A gemäß der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NRW 2018) und der Verordnung über bautechnische Prüfungen Nordrhein-Westfalen (BauPrüfVO § 9 Satz (1)), zu erstellen.

Ein Brandschutzkonzept ist eine zielorientierte Gesamtbewertung des baulichen und abwehrenden Brandschutzes bei Gebäuden besonderer Art oder Nutzung. Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird. Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen berücksichtigen die Anforderungen für dieses Objekt.

Das Brandschutzkonzept beinhaltet die Einzelmaßnahmen aus

- vorbeugendem Brandschutz
- organisatorischem (betrieblichem) Brandschutz und
- abwehrendem Brandschutz.

Unter Berücksichtigung

- der Nutzung
- des Brandrisikos und
- des zu erwartenden Schadenausmaßes

werden im Brandschutzkonzept die Einzelkomponenten und ihre Verknüpfung im Hinblick auf die Schutzziele beschrieben.

Es werden nur die brandschutztechnischen Belange berücksichtigt, Eiswurf oder immissionsschutzrechtliche Belange werden nicht betrachtet.

1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke

Folgende Gesetze und Richtlinien wurden zur Erstellung des vorliegenden Brandschutzkonzeptes berücksichtigt:

- /1/ BauO NRW 2018 - Landesbauordnung 2018, Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen in der Fassung vom 21.07.2018, zuletzt geändert am 26.03.2019
- /2/ BauPrüfVO - Verordnung über bautechnische Prüfungen - Nordrhein-Westfalen - vom 6. Dezember 1995 zuletzt geändert vom 10.12.2018
- /3/ BHKG - Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz - Nordrhein-Westfalen - Vom 17. Dezember 2015 zuletzt geändert vom 17.05.2018
- /4/ DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, in der zur Zeit gültigen Fassung und allen veröffentlichten Teilen
- /5/ DIN EN 62305-1, Blitzschutz-Teil 1, Allgemeine Grundsätze Ausgabe 2015-12
- /6/ Windenergie-Erlass- Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung, Nordrhein-Westfalen vom 08.05.2018, zuletzt geändert am 10.01.2019
- /7/ Richtlinie 2006/42/EG vom 17.05.2006
- /8/ 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenrichtlinie) vom 12.05.1993 zuletzt geändert am 08.11.2011

1.3 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

| Unterlagen | Dokument | Datum |
|---|------------|------------|
| Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E2 | D0918234-3 | 13.05.2020 |
| Gewichte und Abmessungen E-160 EP5-MST-166-FB-C-01 | D0891177-1 | ohne |
| Technisches Datenblatt, Rotorblatt LM 78.3 P mit Hinterkantenkamm | D0858735-1 | ohne |
| Ansichtszeichnung modularer Stahlturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 Turm/ Gondel/Blätter | D0924875-0 | 11.02.2020 |
| Technische Beschreibung Turm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 | D0954451-0 | ohne |
| Technische Beschreibung Wassergefährdende Stoffe ENERCON Windenergieanlagen EP5* | D0880521-2 | 03.04.2020 |
| Technische Beschreibung Warnsignalisierung bei unsicheren Betriebszuständen | D0421975-1 | 11.10.2018 |
| Technische Beschreibung Einrichtungen zum Arbeits-, Personen- und Brandschutz | D0446785-1 | 27.06.2019 |
| Technische Beschreibung Anlagensicherheit, EP5 | D0765718-1 | 29.05.2019 |
| Verhalten im Brandfall | D0516940-0 | - |
| Technische Beschreibung Brandschutz ENERCON Windenergieanlagen EP5 | D0736681-3 | 12.02.2020 |
| Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen EP5 Erdung und Blitzschutz | D0809685-1 | 08.07.2020 |
| Datenblatt Installationsorte der Rauchschalter | D0701831-1 | 24.02.2020 |
| Technisches Datenblatt Installationsorte der Feuerlöscher ENERCON Windenergieanlagen | D0648865-4 | 31.08.2020 |
| Technische Beschreibung Aufstiegshilfe | D0917105-0 | - |

| Unterlagen | Dokument | Datum |
|---|--|------------|
| Spezifikation Zuwegung und Baustellenflächen E-160 EP5 E2, 166 m, Modularer Stahlturm | D02087706-0 | 05.03.2020 |
| Spezifikation Netzanschlussvariante Standard 1, E-160 EP5 E2 5500 kW | PLM-EWES-SP045-S1 E-160 EP5 E2 5500 kW-Rev000de-de | 30.01.2020 |

Tabelle 1: Unterlagen

*In dem Dokument Wassergefährdende Stoffe sind alle Stoffe mit Mengenangaben aufgeführt, die in der WEA Verwendung finden, mit der Auflistung der entsprechenden Sicherheitsdatenblätter.

1.4 Schutzziele

Für die Beurteilung der zu errichtenden Windenergieanlagen gelten die materiellen Vorschriften der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NRW 2018). Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern 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.

Dies wird in der Regel durch Wahrung der Abstandsregelungen gemäß § 6 (13) BauO NRW 2018 und den Bestimmungen des Windenergieerlasses erreicht.

1.5 Bestimmung der Gesamthöhe

Die Windenergieanlage weist eine Nabenhöhe von ca. 166 m auf und der Rotor hat einen Durchmesser von ca. 160 m. Die Rotorblattlänge beträgt ca. 78 m. Damit ergibt sich eine Gesamthöhe von ca. 247 m.

1.6 Einstufung des Gebäudes

In der WEA befinden sich keine Aufenthaltsräume gemäß § 46 BauO NRW 2018. Die Anlage wird nur temporär zu Wartungs- und Reparaturzwecken begangen.

Sie ist eine freistehende Maschine gemäß Maschinenrichtlinie.

Eine WEA mit mehr als 30 m Höhe über der Geländeoberfläche im Mittel wird als Sonderbau im Sinne des § 50 Abs.2 Pkt. 2 BauO NRW 2018 eingestuft.

Eine Windenergieanlage ist eine bauliche Anlage besonderer Art und Nutzung, an die gemäß § 50 BauO NRW 2018 im Einzelfall zur Verwirklichung der allgemeinen Anforderungen besondere Anforderungen gestellt oder Erleichterungen gestattet werden können, soweit es der Einhaltung von Vorschriften wegen der besonderen Art oder Nutzung baulicher Anlagen nicht bedarf.

1.7 Risikobeurteilung der Maschine

Der Hersteller ist verpflichtet für die komplette WEA eine Risikobeurteilung nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG durchzuführen.

Der auf dem Turm angeordnete maschinentechnische Teil der Windenergieanlage, hierzu zählen u.a. die Rotorblätter sowie die Nabe, die regelungs- und elektrotechnischen Komponenten, der Generator, die Lager und die Bremse, entsprechen laut Hersteller den anerkannten Regeln der Technik.

2 Gebäudetechnische Daten und Nutzungen

2.1 Allgemein

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um eine Errichtung einer Windenergieanlage der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-160 EP5 E2 mit 166 m Nabenhöhe. Als Träger der Windenergieanlage Typ E-160 EP5 E2 dient ein modularer Stahlurm Mk2 (MST), bestehend aus 14 Turmsektionen. Die Verkleidung der Gondel wird aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), die Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Epoxidharz hergestellt.

2.2 Äußere Erschließung

Die äußere Erschließung erfolgt über die öffentliche Verkehrsfläche und weiter über befestigte Wege zur WEA.

2.3 Innere Erschließung

Der Zugang zum Turm erfolgt über eine Außentreppe (Stahlkonstruktion) in die Eingangsebene auf Höhe von 3,0 m über Oberkante Fundament. Auf Höhe des Eingangs ist der Steuerschrank zum Betrieb der Windenergieanlage untergebracht.

Der Transformator, die Mittelspannungsschaltanlage und die unterbrechungsfreie Elektrizitätsversorgung sind im Turm unter der Eingangsebene auf Fundamentebene untergebracht und über einen separaten Eingang zu erreichen.

Zusätzlich wird eine Aufstiegshilfe (Nutzlast 240 kg) nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eingebaut. Sie fährt leitergeführt bis zu einem Podest einige Meter unterhalb des Turmkopfs. Für die restliche Strecke wird die Sicherheitssteigleiter mit Steigschutzeinrichtung benutzt.

Die Turmeingangstür ist abschließbar und kann von innen jederzeit ohne Schlüssel und Werkzeug geöffnet werden. Der Turm ist für die Feuerwehr nicht zugänglich.

2.4 Nutzung der Windenergieanlage

2.4.1 Allgemeines

Die WEA dient zur Wandlung der kinetischen Energie des Windes in elektrischer Energie. Durch das getriebelose Anlagenkonzept (Direktantrieb) besitzt der Antriebsstrang keine schnell drehenden Komponenten, kein Getriebeöl. Auf Grund dessen verringert sich wesentlich die Brandentstehungswahrscheinlichkeit.

2.4.2 Funktion

Im Maschinenhaus, das auf dem Turm montiert ist, liefert ein Dauermagnetgenerator, der direkt an der Nabe mit den Rotorblättern angekoppelt ist, die elektrische Energie. Der Wechselstrom wird über die Turmkabel zu den im E-Modul befindlichen Vollumrichtern geführt. Dort wird der Wechselstrom aktiv gleichgerichtet und in einen netzspezifischen Drehstrom umgewandelt. Der netzkonforme Wechselstrom der Vollumrichter wird in einem Niederspannungssystem zusammengeführt und über einen Mittelspannungstransformator ins Netz eingespeist.

2.4.3 Zahl der Nutzer (§9 (2) 6. BauPrüfVO)

Die Zahl der Nutzer wird vom Grundsatz mit „keine“ angegeben. Es befinden sich keine Aufenthaltsräume in der Windenergieanlage, nur zu Wartungszwecken halten sich 2 bis 6 Personen in der Anlage auf.

2.4.4 Betrieb; Wartung

Die WEA ist im Betrieb unbemannt und verschlossen. Der Betrieb wird automatisch durch eine Fernabfrage überwacht. Die Daten werden in einer Zentrale ausgewertet, die permanent besetzt ist. Bei Störungen schaltet die WEA selbsttätig ab, wobei die Abschaltung über ein mehrfach redundantes System, auch bei Netzausfall, erfolgt.

Die WEA wird bei einer Störung bis zur Wartung nicht freigegeben.

Die Begehung findet mind. einmal jährlich routinemäßig statt. Bei den Begehungen ist die Anlage außer Betrieb. Wird ein Probelauf notwendig, muss hierfür das Servicepersonal ihr Abseilgeschirr tragen, um sich bei eventuellen Störungen direkt über den 2. Fluchtweg abseilen zu können. Die Wartungen werden nur durch Fachpersonal ausgeführt, welches auf die Anlagentechnik und der Rettung aus der Windenergieanlage geschult ist.

Für diesen kurzzeitigen Probelauf bestehen aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken.

2.4.5 Beschreibung der Einrichtungen der WEA

| Bezeichnung | Bereich | Anlagen | Zugangsberechtigung |
|--------------------|----------|---|--|
| Gondel mit Rotoren | Maschine | Ringgenerator Nebenaggregate Schaltschränke | unterwiesenes Personal |
| Turm | Turm | Leistungskabel (690 V) | unterwiesenes Personal |
| Fuß | E-Modul | Schaltschränke Transformator | Feuerwehr / unterwiesenes Personal Elektrofachleute |

Tabelle 2: Einrichtungen

2.5 Risikoanalyse

2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential

Die meisten Komponenten der WEA (Turmhülle oberen Sektionen, Maschinenhaus, Getriebe, Rotorwelle, Hydraulikaggregat, Generator, Bremse und die Kupplung) bestehen weitestgehend aus Metall, also aus nicht brennbaren Materialien.

Brennbare Baustoffe und damit die überwiegenden Brandlasten befinden sich im Maschinenhaus.

Die folgende Tabelle dient als Übersicht in welchen Anlagenteilen sich die Brandlasten befinden und wodurch ein Brand entstehen kann:

| Bezeichnung | Anlagen | Brandlasten | Brandgefahren |
|-------------|--|--|---|
| Gondel | Schaltschränke | Kabel | elektrische Störung |
| | diverse Kabel | Kabel | |
| | Azimutantriebe | 12 Stellmotoren zur Windnachführung je ca. 17 l Öl | durch Reibung und elektrische Störungen |
| | Blattverstellantriebe | 3 Antriebe für die Blattverstellung je 21 l Öl | |
| | Rotorlager | 120 l Öl | |
| | Zentralschmiereinheit | Schmierstoffe insgesamt ca. 140 l | |
| | Hydrauliksystem | Rotorarretierung und -bremse 12 l Öl | |
| Gondelhülle | glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) Farbanstriche | keine direkte Brandgefahr | |

| Bezeichnung | Anlagen | Brandlasten | Brandgefahren |
|-------------|---------------------|---|---|
| Turm | Leistungskabel 690V | Kabel | durch elektrische Störungen |
| | Aufstiegshilfe | Schmierstoffe 1,6 l | |
| Fuß | Schaltschränke | Kabel Verteiler | durch elektrische Störungen |
| | Transformator | max. 2.050 l synthetische Ester MIDEL 7131 | |
| Rotor | Rotorblatt | Glasfaserverstärkter Kunststoff, Epoxidharz, Holz, Schaumstoff 24,3 t optional mit Blattheizung | Blitzschlag; Brandüberschlag zwischen Gondel und Rotorblättern, durch elektrische Störungen der Blattheizung |

Tabelle 3: Brandlasten

Für alle Aggregate und Flüssigkeiten besteht ein abgestimmtes Abdichtung- und Auffangsystem. Sollten die speziellen Auffangwannen ggf. austretende Flüssigkeiten nicht auffangen können, werden diese von der Maschinenhausverkleidung aufgefangen, die als Wanne ausgeführt ist und alle Rohrleitungen sind über diese Wanne verlegt.

Sollten trotzdem Flüssigkeiten aus dem Maschinenraum austreten werden diese auf der obersten Turmplattform sicher aufgefangen, da diese als öldichte Auffangwanne ausgebildet ist.

2.5.2 Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses

Der Brand lässt sich nach den Normen der Feuerwehren DIN 14011 als nicht bestimmungsgemäßes Brennen, das sich unkontrolliert ausbreiten kann, definieren. Bei einer Brandentstehung und auch für eine Brandausbreitung müssen bestimmte Voraussetzungen vorhanden sein. Diese Voraussetzungen können in die Gruppe der stofflichen Voraussetzungen und in die Gruppe der energetischen Voraussetzungen unterteilt werden. Damit es zum Brennen kommt, bedarf es eines energetischen Anstoßes, d.h. es muss dem Brandgut genügend Zündenergie zugeführt werden. Neben der Zündtemperatur, die für das Einleiten der Verbrennung bzw. das Entzünden ausschlaggebend ist, wird für das selbstständige Brennen eine Mindestverbrennungstemperatur benötigt. Die Mindestverbrennungstemperatur kennzeichnet den Reaktionszustand eines Systems, bei dem die Reaktionswärme

gerade noch ausreicht, um den Energiekreislauf unter Berücksichtigung der Wärmeverluste zu schließen, so dass das Feuer nicht erlischt. Aufgrund der überschüssigen Reaktionswärme, die für die Aufbereitung und Aktivierung nicht verbraucht wird, steigt die Temperatur im System selbständig weiter auf die Brandtemperatur an, welche letztendlich getrennt als Flammentemperatur und als Brandraumtemperatur (Rauchgastemperatur) interpretiert wird.

Brandereignisse sind gefährliche Brände, bei denen angenommen wird, dass sich ein Entstehungsbrand zu einem fortentwickelten Brand ausbreiten kann.

Während zur Gewährleistung der Standsicherheit in der Bauordnung gefordert und formuliert wird, dass die baulichen Anlagen standsicher sein müssen, wird demgegenüber die Anforderung zur Gewährleistung des Brandschutzes auf die Beschaffenheit der baulichen Anlage abgestellt:

Es wird in der Bauordnung offenbar nicht auf eine bestimmte Sicherheit (Brandsicherheit) abgestellt, sondern es werden vielmehr die Schutz- und Sicherungsziele ganz allgemein benannt. Deren Erfüllung entsprechend den bauordnungsrechtlichen Einzelvorschriften ergibt jedoch „stillschweigend“, analog zur Standsicherheit, ein bestimmtes Sicherheitsniveau. Dieses Sicherheitsniveau lässt sich semiprobabilistisch derzeit mittels der Versagenswahrscheinlichkeit von 1×10^{-6} (bei großen Risiken pro Ereignis) bis 1×10^{-5} pro Gebäude je m^2 und Jahr beschreiben. Das Risiko ist theoretisch durch die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung eines Brandes und die Ausbreitung zu einem gefährlichen Brand pro Bezugsfläche und pro Zeiteinheit sowie dem zu erwartenden Schadensumfang gegeben.

Nach der Normdefinition gelten brennbare Stoffe in geschlossenen Behältern aus Stahlblech oder anderen nicht zerbrechlichen und im Brandverhalten vergleichbaren Werkstoffen als „geschützt“ (TSF, Leistungsschrank, Steuerschrank und USV). Die Schutzwirkung der Systeme ist gewährleistet, d.h. die Stahlschränke werden durch das Gehäuse und dadurch dass kein Sauerstoff zugeführt wird geschützt.

Die Zündwahrscheinlichkeit von nicht erhitzten Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt $> 100^\circ\text{C}$ in Maschinen (hier Dielektrikum im Transformator) wird vom DIN-Ausschuss für so gering angesehen, dass hier ein Beitrag zur Brandbelastung nur bei Leckage vorstellbar ist.

Die Mittelspannungs-Schaltanlage ist eine SF₆-gasisolierte Anlage und somit nicht brennbar. Diese Brandlast bleibt unberücksichtigt.

Um das Brandrisiko auch bei den elektrischen Einbauten zu minimieren, werden Materialien mit geringer Brandlast verwendet, z.B. schwer entflammbare Leistungskabel und Kabelverschraubungen. Elektrische Schaltschränke haben eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß IEC 60529. Kabeleinführungen in Schaltkästen sind durch Kabelverschraubungen abgedichtet, so dass diese dicht verschlossen sind. Für Leistungskabel und an kleineren Schaltschränken werden ebenfalls nicht brennbare, mindestens aber schwer entflammbare, Kabelverschraubungen eingesetzt.

Ein Brand an den Rotorblättern ist unwahrscheinlich, jedoch nicht endgültig auszuschließen. Ein Vollbrand in der Gondel oder die Installation einer Blattheizung können Brandursachen für den Brand eines Rotorblattes sein.

Sofern eine Blattheizung installiert ist, ist sie Teil der Rotoren und unterliegt den allgemein Technischen Regeln für Maschinen. Entsprechend sind anlagentechnische Sicherungen als Konsequenz der Risikobeurteilung des Herstellers eingebaut die dazu führen, dass die Blattheizung oder die gesamte WEA abgeschaltet wird und dass eine Alarmierung über die Weiterschaltung an eine ständig besetzte Stelle erfolgt. Die Folgemaßnahmen sind im organisatorischen Brandschutz unter anderem durch Begutachtung durch das Service-Personal geregelt.

Daraus resultiert, dass aufgrund der besonderen Konstruktionsart und der Anlagenüberwachung der Windenergieanlage der Firma ENERCON keine erhöhte Brandgefährdung besteht und dem Brandschutz anlagentechnisch und organisatorisch erheblich Rechenschaft getragen wird.

3 Vorbeugender Brandschutz

3.1 System der äußeren und inneren Abschottungen; Anforderungen an Bauteile und Baustoffe (§9 (2) 4. BauPrüfVO)

3.1.1 Anordnung und Lage von Rauchabschnitten

Eine Unterteilung in Rauchabschnitte ist nicht erforderlich.

3.1.2 Brandschutztechnische Abschnittsbildung

Eine brandschutztechnische Abschnittsbildung in dem Sonderbau ist nicht erforderlich.

3.1.3 Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile

An den modularen Stahlurm (MST) werden keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse gestellt.

3.1.4 Nichttragende Außenwände und -bekleidungen

Die Gondelverkleidung besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), ebenso bestehen die Rotorblätter aus GFK-Material mit Epoxidharz. Die Innenseiten der Rotorblätter sind mit einer Stahlmatte für den Blitzschutz ausgerüstet.

Es sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

3.2 Flucht- und Rettungswege (§9 (2) 5. BauPrüfVO)

In der WEA sind keine Aufenthaltsräume vorhanden. Es gelten nicht die Vorschriften an bauliche Rettungswege.

Der Maschinenraum der Gondel wird nur von geschultem Personal begangen. Die Flucht aus der Gondel der WEA erfolgt über eine über die gesamte Turmhöhe zur Verfügung stehende Steigleiter. Für den Ausfall der Aufstiegshilfe ist ein Notablass vorhanden. Für sonstige Nofälle sowie zur Rettung von Verletzten ist in der Gondel ein Evakuierungsgerät installiert, mit dem ein Notabstieg aus der Windenluke im Heck der Maschine oder im Turm möglich ist. Das Gerät ermöglicht den zweiten Rettungsweg und kann alle Personen in der Gondel nacheinander abseilen. Die Geräte müssen regelmäßig gewartet werden.

Die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend.

4 Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz

4.1 Brandmeldeanlage (§9 (2) 13. BauPrüfVO)

Es ist keine Brandmeldeanlage erforderlich.

4.2 Alarmierungseinrichtung (§9 (2) 10. BauPrüfVO)

Eine Alarmierungseinrichtung ist nicht erforderlich.

Die Gondel wird nur von geschultem Personal zu Wartungszwecke begangen. Für Notfälle trägt das Wartungspersonal immer ein Mobiltelefon bei sich. In der WEA ist weiterhin eine direkte Gegensprechanlage von der Gondel zum Turmfuß vorhanden. Bei detektiertem Rauch schaltet die WEA die optisch-akustischen Signalmelder im Turmfuss, im Maschinenraum und im Rotorkopf ein. Die Signalmelder erzeugen ein rotes Dauersignal mit Lichtblitzen und einen Dauerton mit schnell schwankender Tonhöhe.

Gegebenenfalls anwesende Personen werden dadurch gewarnt.

4.3 Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung (§9 (2) 14. BauPrüfVO)

Brandursache aus mechanischer Reibung wird vorgebeugt, indem wenig schnell drehende Teile verwendet werden und kein Getriebe vorhanden ist. Alle wichtigen Komponenten werden mit Temperaturfühlern überwacht. Erhöhte Temperaturen oder Überdrehzahlen führen zur sofortigen Abschaltung der WEA und Absendung einer Störmeldung über das ENERCON SCADA System zur Service-Zentrale.

Falls die Steuerung der Windenergieanlage einen unzulässigen Zustand erkennt, wird die Windenergieanlage mit verminderter Leistung weiter betrieben bzw. angehalten.

4.3.1 Sensoren

Mögliche Zündquellen werden laufend durch Sensoren überwacht.

Der Generator wird auf Plausibilität geprüft (Temperaturen, Leistung in Abhängigkeit der Drehzahl). Fehler führen zur sofortigen Abschaltung der Anlage und Übermittlung einer Störmeldung auf die Service-Zentrale.

Folgende Parameter werden in der WEA permanent kontrolliert und bei Störungen wird die Anlage automatisch außer Betrieb genommen und die Störmeldung weiter geleitet.

- Temperatur in der Maschine
- Temperatur im Rotorkopf
- Lagertemperaturen der beiden Rotorlager
- Temperatur im Turm
- Außentemperatur
- Temperatur in allen Schaltschränken
- Temperatur des Transformators
- Funktionsbereitschaft der Kondensatorpakete für die Notabschaltung
- Erdschlusskennung für den Generator
- Differenzstromüberwachung für alle elektrischen Antriebe, um schwergängige bzw. überlastete Antriebe zu erkennen, u.a. Antriebe der Blattverstellung und die Windnachführung
- Fehlerstromerkennung für die Versorgungsleitungen Licht und Steckdose
- Funktion der Fernüberwachung
- Temperaturüberwachung Lüfter und Heizregister

4.3.2 Rauchschalter

Es ist ein Rauchmelder im Maschinenhaus der Gondel installiert. Des Weiteren befindet sich jeweils ein Rauchmelder an der Deckenunterseite des Tower Base Moduls im Turmfuss, auf Ebene 1 und 2, in der Tower Control Box und in der Cooling Control Box.

Bei den Rauchmeldern handelt es sich um Brandmelder mit optischer Rauchererkennung und zusätzlichem Temperaturfühler, der ab einer Umgebungstemperatur von 70°C anspricht. Es wird ein Signal an die Anlagensteuerung gesendet und die Gondellüfter ausgeschaltet, dieses wird über ENERCON SCADA übermittelt.

Die Rauchmelder reagieren bei Rauch, Verschmutzung, Störung und zu hoher Temperatur. Die Rauchmelder sind so in der Windenergieanlage positioniert, dass Brände im Turm und in der Gondel erkannt werden.

Bei der Detektion von Feuer oder Rauch wird die Anlage abgeschaltet. Diese Nachricht wird an die Service-Zentrale gesendet.

Die Steuerleitung bleibt nach Abschalten der Anlage funktionsfähig, so dass von den Servicekräften vor Ort die aktuellen Temperaturen mittels Fernüberwachung abgerufen werden können. Aus diesen Messdaten können eventuelle Rückschlüsse auf tatsächliche Temperaturen und auf den Schaden ausgewertet werden.

4.4 Lüftungsanlagen (§9 (2) 8. BauPrüfVO)

Aus brandschutztechnischer Sicht werden keine Anforderungen an die Lüftung gestellt.

Die Gondel wird durch den natürlichen Luftstrom um den Stator gekühlt (passive Kühlung). Wärme wird von den Kupferspulen des Stators direkt über die Kühlrippen an der Außenfläche abgeführt. Bei höheren Lasten werden zusätzliche Kühlerlüfter zugeschaltet, um zum Wärmeaustausch des Innenteils beizutragen.

Diese Generator-Luftkühlung bewirkt als Nebeneffekt auch eine Kühlung des Maschinenhauses.

4.5 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (§9 (2) 9. BauPrüfVO)

Es werden aus brandschutztechnischer Sicht keine Rauchabzüge benötigt. Eine Entrauchung ist durch permanente Öffnungen in der Gondel und der Thermik im Turm vorhanden. Durch das Kühlsystem der WEA strömt Luft aus dem Turmfuß mit hoher Geschwindigkeit nach oben in Richtung Gondel.

4.6 Blitzschutz

Bauliche Anlagen, bei denen nach Lage, Bauart oder Nutzung Blitzschlag leicht eintreten oder zu schweren Folgen führen kann, sind mit dauernd wirksamen Blitzschutzanlagen gemäß DIN EN 62305 zu versehen. Es ist ein integrierter Blitzschutz von der Rotorblattspitze bis ins Fundament vorhanden und notwendig.

Die Blitzschutzanlage wird nach der DIN EN 61400-24 Blitzschutz (Blitzschutzklasse I) für Windenergieanlagen ausgeführt. So werden Blitzeinschläge abgeleitet, ohne dass Schäden am Rotorblatt oder an sonstigen Komponenten der Windenergieanlage entstehen.

5 Organisatorischer Brandschutz

5.1 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen (§9 (2) 16. BauPrüfVO)

Die WEA wird regelmäßig spätestens nach 12 Monaten gewartet und überwacht.

Das Verhalten im Brandfall und die Selbsthilfemaßnahmen werden entsprechend einer Gefährdungsbeurteilung regelmäßig geschult und geübt. Während der Wartung wird die Anlage außer Betrieb genommen, damit ist das Gefahrenrisiko verringert. Das Servicepersonal trägt bei den Wartungsarbeiten und einem eventuell notwendigen Probelauf der WEA seine persönliche Schutzausrüstung, somit ist ein Abseilen aus der Windenluke mit dem Abseilgerät sofort möglich.

5.2 Kennzeichnung von Rettungswegen (§9 (2) 16. BauPrüfVO)

Zur Beleuchtung der Wege während der Wartung ist eine Sicherheitsbeleuchtung gemäß ASR A3.4/3 erforderlich und wird installiert. Diese kann über batteriegepufferte Einzelleuchten realisiert werden.

Die Sicherheitsbeleuchtung der Windenergieanlage entspricht der DIN EN 50308 – Windenergieanlage - Schutzmaßnahmen - Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung–, DIN EN 1838 –Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung– und die DIN EN 50172 –Sicherheitsbeleuchtungsanlagen–.

5.3 Flucht- und Rettungspläne (§9 (2) 5. BauPrüfVO)

Flucht- und Rettungspläne werden mittels Fluchtweg-Piktogrammen erstellt und eindeutig gekennzeichnet.

5.4 Alarmierung der Feuerwehr (§9 (2) 10. BauPrüfVO)

Durch die zuvor beschriebene Anlagentechnik wird die WEA bei einer Detektion von Feuer oder Rauch automatisch abgeschaltet. Dabei wird eine Nachricht an eine vom Betreiber zu bestimmende Service-Zentrale gesendet. Diese benachrichtigt daraufhin die Leitstelle der Feuerwehr.

Gleichzeitig wird das Servicepersonal informiert um umgehend die Windenergieanlage anzufahren und die Lage zu erkunden.

5.5 Einrichtungen zur Brandbekämpfung (§9 (2) 11. BauPrüfVO)

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden während der Wartung werden in der Gondel und im Turmfuß jeweils ein CO₂-Löscher (5kg) vorgehalten. Diese sind für die Bekämpfung von allenfalls kleinsten Entstehungsbränden ausreichend. Selbstrettung geht vor Brandbekämpfung.

Zusätzlich befindet sich ein CO₂-Löscher (2kg) im ENERCON-Service-Fahrzeug.

Die Feuerlöscher sind mindestens alle zwei Jahre durch einen Sachkundigen zu prüfen. Ein Vermerk über die letzte Prüfung ist fest oder plombiert am Feuerlöscher anzubringen.

5.6 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen

Die Prüfungen von technischen Anlagen oder Einrichtungen werden durch Fachpersonal in Abständen von max. 12 Monaten durchgeführt.

5.7 Übung mit der Zuständigen Feuerwehr

Vor Inbetriebnahme ist der örtlichen Feuerwehr und in Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle, die Gelegenheit zu geben sich mit dem Bauwerk vertraut zu machen.

6 Abwehrender Brandschutz

6.1 Flächen für die Feuerwehr (§9 (2) 1. BauPrüfVO)

Die Anfahrt zur WEA erfolgt über die öffentliche Straße. Die Anfahrt bis an den Turmfuß geschieht über die befestigte Zuwegung. Die ausreichend befestigte und tragfähige Kranaufstellfläche während der Bauzeit bleibt nach Fertigstellung bestehen und kann durch die Feuerwehr genutzt werden.

Die Zufahrts- und Bewegungsflächen müssen, hinsichtlich ihrer Radien und Belastbarkeit, der DIN 14090 „Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken“ entsprechen sowie frei und instand gehalten werden.

6.2 Löschwasserversorgung (§9 (2) 2. BauPrüfVO)

Aufgrund der besonderen Konstruktionsart der Windenergieanlagen der Firma ENERCON besteht keine erhöhte Brandlast oder Brandgefährdung. Im Falle eines Brandes werden eine größere Anzahl von Menschen, Tiere oder erhebliche Sachwerte nicht gefährdet.

Deshalb ist eine örtliche Löschwasserbereitstellung (Hydranten, Löschwasserbehälter usw.) nicht notwendig. Zur Erfüllung des abwehrenden Brandschutzes haben die Gemeinden die notwendige Löschwasserversorgung bereitzustellen und zu unterhalten. Bei einem Brand in der Gondel ist zunächst die Sicherung der Umgebung notwendig, und Löschwasser wird erst benötigt, wenn brennende Teile herabstürzen. Bei einem Brand im Turmfuß muss zunächst die Abschaltung der Anlage bestätigt werden, bis Löschwasser benötigt wird.

Ein Brand des Isolieröls sollte mit Mittelschaum gelöscht werden. Dafür wird das Auffangbecken mit einer Schicht Schaum bedeckt. Die erforderlichen Schaummittel stehen bei der Ausrüstung der Feuerwehr zur Verfügung.

6.3 Löschwasserrückhaltung (§9 (2) 3. BauPrüfVO)

Es ist ein Transformator verbaut, der mit max. 2050 Liter synthetischer, dielektrischer Flüssigkeit auf Esterbasis, dem Dielektrikum, gefüllt ist. Die Esterflüssigkeit ist ungiftig, leicht biologisch abbaubar und als allgemein wassergefährdend eingestuft. Esterflüssigkeiten zeichnen sich durch einen hohen Flammpunkt $> 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aus.

Es werden in der WEA keine weiteren Stoffe gelagert. Eine Löschwasser-Rückhaltung ist bei diesen geringen Mengen nicht notwendig.

6.4 Feuerwehrpläne (§9 (2) 15. BauPrüfVO)

Der einzige Zugang und die Aufstellfläche der WEA sind eindeutig. Der Turm ist für die Feuerwehr nicht zugänglich und der Turmfuß ist übersichtlich. Da die Brandbekämpfung sich nur im Turmfuß oder auf ein Ablöschen herabfallender Teile beschränkt, sind Feuerwehrpläne nicht notwendig.

6.5 Hydrantenpläne (§9 (2) 11. BauPrüfVO)

Hydrantenpläne sind nicht notwendig.

6.6 Brandbekämpfung

Die Verhütung von Brandgefahren (vorbeugender Brandschutz) und die Brandbekämpfung (abwehrender Brandschutz) sind laut § 2 BHKG Aufgaben der Gemeinden und Landkreise sowie des Landes.

Die Brandbekämpfung der WEA muss mit Hilfe der örtlichen Feuerwehr durchgeführt werden.

Es müssen folgende Brandszenarien unterschieden werden:

6.6.1 Brand im Turmfuß

Die Windenergieanlage gilt als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, die von der Feuerwehr nicht alleine oder nur nach Freigabe begangen werden darf. Die gesamte Anlage muss spannungsfrei gemeldet werden. Die ständig besetzte Service-Zentrale informiert die Leitstelle der Feuerwehr. Bis zur Freigabe der Spannungsfreiheit des Transformators muss die Feuerwehr in einem angemessenen Abstand in Bereitstellung verbleiben.

6.6.2 Brand in der Gondel

Ein Brand in der Gondel ist von der Feuerwehr nicht beherrschbar und stellt auch aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit somit das gesellschaftlich akzeptierte Risiko dar. Ein Feuer in der Gondel kann zu einem Ausbrennen der Gondel einschließlich der Gondelhülle und zu einem Übergreifen auf die Rotorblätter führen. Der Brand führt zum Abfallen der Teile. Bei einem Brand in der Gondel ist die Feuerwehr zunächst zum Schützen der Umgebung präsent.

6.6.3 Brand der Rotorblätter

Ein Brand der Rotorblätter ist nicht beherrschbar. Da die Windenergieanlage bei Schäden sofort abgeschaltet ist, werden keine brennenden Teile durch weiter anhaltende Rotation umhergeschleudert. Ein Rotorblatt wiegt ca. 24,3 t. Es wird direkt herabfallen und dort weiterbrennen, eine Brandweiterleitung auf die Gondel ist nicht auszuschließen. Ein Brand der Rotorblätter führt in der Hauptsache zu brennend direkt herabfallenden mehr oder weniger großen Teilen. Bei einem Brand der Rotorblätter ist die Feuerwehr zunächst zum Schützen der Umgebung präsent.

6.6.4 Brandweiterleitung auf die Umgebung

Die Alarmierung der Feuerwehr ist bei einem Schadeneintritt an der WEA wahrscheinlich früher als bei einem Sekundärbrand. Bei einem der o.g. Brände ist zunächst die Sicherung der Umgebung notwendig. Bei herabfallenden brennenden Teilen wird die Einsatzleitung geeignete Maßnahmen zur Brandbekämpfung nach Erkundung einleiten.

Da die Feuerwehr bereits vor Ort ist, können Entstehungsbrände sofort gelöscht werden. Eine Brandweiterleitung auf die Umgebung wird somit verhindert.

7 Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutz- ingenieurwesens (§9 (2) 18. BauPrüfVO)

Es wurden keine Rechenverfahren des Brandschutzingenieurwesens verwendet.

8 Abweichungen (§9 (2) 17. BauPrüfVO)

Es sind keine brandschutztechnischen Abweichungen zu berücksichtigen.

9 Zusammenfassung

Die Unterzeichnerin wurde beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-160 EP5 E2 mit 166 m Nabenhöhe ein Brandschutzkonzept gemäß der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen Landesbauordnung 2018 (BauO NRW 2018) und der Verordnung über bautechnische Prüfungen Nordrhein-Westfalen (BauPrüfVO §9 Satz (1)), zu erstellen.

Bei Beachtung der dargestellten Maßnahmen, Anforderungen und Hinweise sowie der allgemein anerkannten Regeln der Technik bestehen aus brandschutztechnischer Sicht

keine Bedenken

für die Errichtung und den Betrieb der Windenergieanlage Typ ENERCON E-160 EP5 E2.

Vorstehende Stellungnahme wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Zugrundelegung der anerkannten Regeln der Technik ohne Ansehen der Person des Auftraggebers angefertigt.

Aufgestellt

Sandkrug, den 03.09.2020


Dipl.-Ing. Monika Tegtmeier
ö.b.u.v. Sachverständige für den
vorbeugenden baulichen Brandschutz
Prüferin für den Brandschutz (EBA)
Brandamtfrau a.D.




ENERCON
ENERCON GmbH
Fornmannstraße 8b
95030 Hof
TEL. (09281) 7394500 · Fax (09281) 7394519