

BV-Nr. 2439-5/19  
Index A

08.07.2019



**Allgemeines  
Brandschutzkonzept**  
für die Errichtung  
einer  
Windenergieanlage  
des Typs **ENERCON E-147 EP5 E2**  
mit **155 m** Nabenhöhe

Auftraggeber: Lagerwey Wind B.V.  
Nijverheidsplein 21  
NL 3771 MR Barneveld

<b>INHALTSÜBERSICHT</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
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 .....	6
<b>2</b>	<b>Gebäudetechnische Daten und Nutzungen</b> .....	<b>7</b>
2.1	Allgemein.....	7
2.2	Äußere Erschließung.....	7
2.3	Innere Erschließung .....	7
2.4	Nutzung der Windenergieanlage .....	7
2.4.1	Allgemeines .....	7
2.4.2	Funktion .....	8
2.4.3	Zahl der Nutzer .....	8
2.4.4	Betrieb; Wartung .....	8
2.4.5	Beschreibung der Einrichtungen der WEA .....	9
2.5	Risikoanalyse .....	9
2.5.1	Brandlasten und Brandgefährdungspotential .....	9
2.5.2	Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses .....	10
<b>3</b>	<b>Vorbeugender Brandschutz</b> .....	<b>13</b>
3.1	System der äußeren und inneren Abschottungen; Anforderungen an Bauteile und Baustoffe .....	13
3.1.1	Anordnung und Lage von Rauchabschnitten.....	13
3.1.2	Brandschutztechnische Abschnittsbildung .....	13
3.1.3	Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile.....	13
3.1.4	Nichttragende Außenwände und -bekleidungen.....	13
3.2	Flucht- und Rettungswege .....	13
<b>4</b>	<b>Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz</b> .....	<b>14</b>
4.1	Brandmeldeanlage .....	14
4.2	Alarmierungseinrichtung.....	14
4.3	Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung .....	14
4.3.1	Sensoren .....	14
4.3.2	Rauchmelder .....	15
4.4	Lüftungsanlagen.....	16
4.5	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen .....	16
4.6	Blitzschutz .....	16
<b>5</b>	<b>Organisatorischer Brandschutz</b> .....	<b>17</b>
5.1	Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen.....	17
5.2	Sicherheitsbeleuchtung .....	17
5.3	Flucht- und Rettungspläne .....	17
5.4	Alarmierung der Feuerwehr.....	17
5.5	Einrichtungen zur Brandbekämpfung .....	18
5.6	Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen.....	18
5.7	Übung mit der Zuständigen Feuerwehr .....	18
<b>6</b>	<b>Abwehrender Brandschutz</b> .....	<b>19</b>
6.1	Flächen für die Feuerwehr .....	19
6.2	Löschwasserversorgung .....	19

6.3	Löschwasserrückhaltung .....	19
6.4	Feuerwehrpläne .....	20
6.5	Hydrantenpläne .....	20
6.6	Brandbekämpfung .....	20
6.6.1	Brand im Turmfuß .....	20
6.6.2	Brand in der Gondel .....	20
6.6.3	Brand der Rotorblätter .....	21
6.6.4	Brandweiterleitung auf die Umgebung .....	21
<b>7</b>	<b>Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens .....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Abweichungen .....</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>23</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Auftrag

Die Unterzeichnerin wurde am 02.07.2019 beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-147 EP5 E2 mit 155 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung (MBO) zu erstellen.

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

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.

## 1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke

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

- /1/ MBO – Musterbauordnung, vom 1. November 2002 in der Fassung vom 13.05.2016 (ARGEbau)
- /2/ MBauVorIV – Musterbauvorschriftenverordnung, Muster einer Verordnung über Bauvorschriften und bauaufsichtliche Anzeigen, Fassung Februar 2007 (Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU)
- /3/ DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, in der zur Zeit gültigen Fassung und allen veröffentlichten Teilen
- /4/ DIN EN 62305-1, Blitzschutz-Teil 1, Allgemeine Grundsätze Ausgabe 2015-12
- /5/ Richtlinie 2006/42/EG vom 17.05.2006
- /6/ 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	Dokumenten-Nr.	Datum
Technische Beschreibung Windenergieanlage E-147 EP5 E2	D0808090-1	03.06.2019
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Brandschutz E-147 EP5 E2 und E-160 EP5	D0736681-1	08.03.2019
Spezifikation Erdung und Blitzschutz	D0809685-0	17.09.2014
Vorl. Elektrische Spezifikation E-147 EP5 E2	D0809694-0	22.02.2019
Ansichtszeichnung E-147 EP5 E2-MST-155-FB-C-01	D0840222-0	ohne
Gondelschnitt	D0829335-1	ohne
Turmbeschreibung EP5 Mk2	D0810103-1	29.05.2019
Rotorblatt LM 71-8P	DR-08798/A1	ohne
Spezifikation Abfallstoffe und Entsorgung EP5	D0808160-0	31.08.2018
Wassergefährdende Stoffe E-147 EP5 E2 und E-160 EP5	D0776875-4	03.07.2019
Sicherheitsdatenblatt HHS 2000-500 ML	SDB 263460-00019 V 8.0	27.02.2018
Sicherheitsdatenblatt Castrol Tribol GR 1350-2.5 PD	D0754108-0	13.07.2017
Sicherheitsdatenblatt Mobil SHC GREASE 460 WT	D0418756-0	27.05.2015
Sicherheitsdatenblatt Mobil Univis HVI 26	D0754251	29.01.2018
Sicherheitsdatenblatt Shell Omala S4 WE 320	D0754246-0	12.12.2012
Sicherheitsdatenblatt Goracon GTO 68	D0306661-2	03.04.2018
Sicherheitsdatenblatt Midel 7131 SDS	D0361512-2	Mai 2018
Sicherheitsdatenblatt Carter SG 220	D0776385-0a	03.02.2015
Sicherheitsdatenblatt Mobil SHC GEAR 460	D0776378-0	09.05.2014
Sicherheitsdatenblatt Aral Degol BG 460	456206-DE04	21.03.2014
Menge des Isolieröls im Transformator	D0776875-4	03.07.2019

**Tabelle 1: Unterlagen**

Bei Änderungen der Dokumente muss eine Anpassung erfolgen.

## **1.4 Schutzziele**

Für die Beurteilung der zu errichtenden Windenergieanlagen gelten die materiellen Vorschriften der Musterbauordnung. 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 (§14 MBO).

## **1.5 Bestimmung der Gesamthöhe**

Die Windenergieanlage weist eine Nabenhöhe von ca. 155 m auf und der Rotor hat einen Durchmesser von ca. 147 m. Die Rotorblattlänge beträgt ca. 72 m. Damit ergibt sich eine Gesamthöhe von ca. 229 m.

## **1.6 Einstufung des Gebäudes**

In den WEA befinden sich keine Aufenthaltsräume gemäß § 47 MBO. Die Anlagen werden nur temporär zu Wartungs- und Reparaturzwecken begangen.

Sie ist eine freistehende Maschine gemäß Maschinenrichtlinie.

Die WEA mit mehr als 30 m Höhe über der Geländeoberfläche im Mittel werden als Sonderbauten im Sinne des § 2 (4) Nr. 2 MBO eingestuft.

Eine Windenergieanlage ist eine bauliche Anlage besonderer Art und Nutzung, an der im Einzelfall zur Verwirklichung der allgemeinen Anforderungen besondere Anforderungen gestellt werden. Erleichterungen können gestattet werden, 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-147 EP5 E2 mit 155 m Nabenhöhe.

Als Träger der Windenergieanlage Typ E-147 EP5 E2 dient ein modularer Stahlurm Mk2 (MST), bestehend aus 13 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.

Die Mittelspannungsschaltanlage steht in einem separaten Raum, der durch eine feuerbeständige Wand vom restlichen Turm getrennt ist.

### **2.4 Nutzung der Windenergieanlage**

#### **2.4.1 Allgemeines**

Die WEA dient zur Wandlung der kinetischen Energie des Windes in elektrische 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. Über einen Umformer im Turmfuss wird die (niedrige) variable Frequenz des Generators in Gleichstrom (Zwischenkreiskondensatoren) und danach in die Festfrequenz des Netzes umgewandelt und eingespeist.

## **2.4.3 Zahl der Nutzer**

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 Wartung findet alle 6 bis 12 Monate routinemäßig statt. Bei den Begehungen ist die Anlage in der Regel 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	Dauermagnetgenerator Nebenaggregate	unterwiesenes Personal
Turm	Turm	Leistungskabel (690 V)	unterwiesenes Personal
Fuß	E-Modul	Umrichter Schaltschränke Transformator	Feuerwehr / unterwiesenes Personal/ Elektrofachleute

Tabelle 2: Beschreibung WEA

## 2.5 Risikoanalyse

### 2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential

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

Bezeichnung	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
Gondel	Nebenaggregate Gleichrichter  Rotorlager  Gondelhülle	12 Stellmotoren zur Windnachführung je ca. 17 l Öl 3 Antriebe für die Blattverstellung je 21 l Öl Schmierstoffe insgesamt ca. 140 l Hydrauliksystem Azimutbremse 12 l Öl 120 l Öl Farbanstriche, Kabel glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)	durch Reibung  durch elektrische Störungen durch elektrische Störungen Durch Reibung
Turm	Leistungskabel 690V Aufstiegshilfe	Kabel  1,0 l Fett 0,6 l Öl Kurbellager	keine Geräte
Fuß	Wechselrichter Schränke Transformator	Kabel Verteiler ca. 2050 l (bei 20°C) synthetische Ester MIDEL 7131	durch elektrische Störungen

Bezeichnung	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
Rotor	Rotorblatt	Glasfaserverstärkter Kunststoff, Epoxidharz, Holz, Schaumstoff 22,9 t optional mit Blattheizung	Blitzschlag; Brandüberschlag zwischen Gondel und Rotorblättern, durch elektrische Störungen der Blattheizung

Tabelle 3: Brandlasten

### 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 Einzelschriften ergibt jedoch „stillschweigend“, analog zur Standsicherheit, ein bestimmtes Sicherheitsniveau. Dieses Sicherheitsniveau lässt sich semiprobabilistisch derzeit mittels der Versagenswahrscheinlichkeit von  $1 \times 10^{-6}$  (bei großen Risiken pro Ereignis) bis  $1 \times 10^{-5}$  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  $\text{SF}_6$  – Gas isolierte Anlage und somit nicht brennbar. Diese Brandlast bleibt unberücksichtigt.

Die Windenergieanlage besitzt ein getriebeloses Antriebssystem. Rotornabe und Dauermagnetgenerator sind ohne Getriebe als feste Einheit direkt miteinander verbunden. Das Fehlen von Getriebe und Getriebeöl verringert wesentlich die Brandentstehungswahrscheinlichkeit.

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**

##### **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 Stahlturm Mk2 (MST) werden keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse des Turmes 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**

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 Notfälle sowie zur Rettung von Verletzten wird ein Abseilgerät bei den Service-Einsätzen mitgeführt, 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**

Es ist keine Brandmeldeanlage erforderlich.

### **4.2 Alarmierungseinrichtung**

Eine Alarmierungseinrichtung ist nicht erforderlich.

Bei detektiertem Rauch schaltet die WEA die optischen Signalmelder im Turmfuss und im Maschinenhaus ein.

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.

### **4.3 Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung**

Brandursache aus mechanischer Reibung wird vorgebeugt, indem wenig schnell drehende Teile verwendet werden und kein Getriebe vorhanden ist. Alle wichtigen Komponenten werden mit Temperaturfühler 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**

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
- Lagertemperatur 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

#### **4.3.2 Rauchmelder**

Es ist ein Rauchmelder im Maschinenhaus der Gondel installiert. Des Weiteren befindet sich jeweils ein Rauchmelder im Turmfuss, im Transformatorraum und in jedem Schaltschrank.

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**

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**

Es werden aus brandschutztechnischer Sicht keine Rauchabzüge benötigt. Eine Entrauchung ist durch permanente Öffnungen in der Gondel und der Thermik im Turm vorhanden.

#### **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.

## **5 Organisatorischer Brandschutz**

### **5.1 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen**

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 Sicherheitsbeleuchtung**

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 EN1838 – Angewandte Lichttechnik-Notbeleuchtung-, und die DIN EN 50172 –Sicherheitsbeleuchtungsanlagen.

### **5.3 Flucht- und Rettungspläne**

Flucht- und Rettungspläne werden erstellt und mittels Piktogramme angebracht.

### **5.4 Alarmierung der Feuerwehr**

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**

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden während der Wartung werden in der Gondel, im Turmfuß und im Transformatorraum jeweils ein CO<sub>2</sub>-Löscher (5kg) vorgehalten. Diese sind für die Bekämpfung von allenfalls kleinsten Entstehungsbränden ausreichend. Selbstrettung geht vor Brandbekämpfung.

Zusätzlich befindet sich ein CO<sub>2</sub> -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**

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 Muster-Richtlinie „Flächen für die Feuerwehr“ entsprechen sowie frei und instand gehalten werden.

### **6.2 Löschwasserversorgung**

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**

Es ist ein Transformator verbaut, der mit ca. 2050 Liter synthetischer, dielektrischer Flüssigkeit auf Esterbasis, dem Dielektrikum, gefüllt ist. Die Esterflüssigkeit ist ungiftig, leicht biologisch abbaubar und als nicht wassergefährdend eingestuft. Esterflüssigkeiten zeichnen sich durch einen hohen Flammpunkt > 250 °C aus.

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

#### **6.4 Feuerwehrpläne**

Der einzige Zugang und die Aufstellfläche der WEA sind eindeutig. Der Turm ist für die Feuerwehr nicht zugänglich und der Turmfuß ist übersichtlich, damit sind keine Feuerwehrpläne notwendig.

#### **6.5 Hydrantenpläne**

Hydrantenpläne sind nicht notwendig.

#### **6.6 Brandbekämpfung**

Die Brandbekämpfung (abwehrender Brandschutz) ist Aufgabe 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 der Transformatoren 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. 22,9 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 Schadenseintritt 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 Brandschutzingenieurwesens**

Es wurden keine Rechenverfahren des Brandschutzingenieurwesens verwendet.

## **8 Abweichungen**

Es sind keine brandschutztechnischen Abweichungen zu berücksichtigen.

## 9 Zusammenfassung

Die Unterzeichnerin wurde beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-147 EP5 E2 mit 155 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung (MBO) 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 der Windenergieanlage Typ ENERCON E-147 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 08.07.2019

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

