

BV-Nr.: E-115EP3/E3/149  
Index A

14.12.2018



**Brandschutzkonzept**  
für die Errichtung  
einer  
Windenergieanlage  
**des Typs ENERCON E-115 EP3 E3**  
mit 149 m Nabenhöhe

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

## INHALTSÜBERSICHT

	<b>Seite</b>
<b>1 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 .....	7
1.7 Risikobeurteilung der Maschine .....	7
<b>2 Gebäudetechnische Daten und Nutzungen .....</b>	<b>8</b>
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 .....	8
2.4.3 Zahl der Nutzer .....	9
2.4.4 Betrieb; Wartung .....	9
2.4.5 Beschreibung der Einrichtungen der WEA .....	9
2.5 Risikoanalyse .....	10
2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential .....	10
2.5.2 Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses .....	10
<b>3 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 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 Rauchschalter.....	15
4.4 Lüftungsanlagen.....	16
4.5 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen .....	16
4.6 Blitzschutz .....	16
4.7 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen.....	16
<b>5 Organisatorischer Brandschutz .....</b>	<b>17</b>
5.1 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen.....	17
5.2 Kennzeichnung von Rettungswegen .....	17
5.3 Flucht- und Rettungspläne .....	17
5.4 Alarmierung der Feuerwehr.....	17
5.4.1 Einrichtungen zur Brandbekämpfung .....	18
5.5 Übung mit der Zuständigen Feuerwehr .....	18
<b>6 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 Transformator .....	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>21</b>
<b>8</b>	<b>Abweichungen .....</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>22</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Auftrag

Die Unterzeichnerin wurde am 06.12.2018 beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-115 EP3 E3 mit 149 m Nabenhöhe ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung 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 – Musterbauvorlagenverordnung, Muster einer Verordnung über Bauvorlagen 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 2011-10 und Berichtigung 1, Ausgabe 2012-03
- /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	Blatt-Nr.	Datum
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlage E-115, EP3 E3	D0724970-0a / DA	19.08.2018
Gondelübersicht	D0726442-0	19.07.2018
Gondelabmessung	D0721027-0a / DA	ohne
Technische Beschreibung Turm E-115 EP3 E3-HT-149-IS-C-01	D0770583-0 / DA	ohne
Ansicht Hybridturm E-115 EP3 E3-HT-149-IS-C-01	EP3.00.152-0	16.10.2018
Blattdaten Rotorblatt E-115 EP3-RB-03	D0774727-0 / DA	11.12.2018
Technische Beschreibung Wassergefährdende Stoffe Enercon Windenergieanlage E-115 EP3 E3	D0771565-0 / DA	12.12.2018
Sicherheitsdatenblatt DEMAG	D0696957	09.02.2018
Sicherheitsdatenblatt GLYKOSOL N 45%	D0420786	08.01.2018
Sicherheitsdatenblatt Goracon GTO 68	D0306661	03.04.2018
Sicherheitsdatenblatt HHS 2000	D0515908	27.02.2018
Sicherheitsdatenblatt Klüberplex AG 11-461	D0188406	24.10.2017
Sicherheitsdatenblatt Klüberplex BEM 41-141	D0515511	29.01.2018
Sicherheitsdatenblatt Klübersynth GH 6-220. VG 220	D0381897	12.01.2018
Sicherheitsdatenblatt Midel 7131 Transformatorenflüssigkeit aus synthetischem Ester	D0361512	Mai 2018
Sicherheitsdatenblatt MOBIL SHC GREASE 460 WT	D0418756	20.09.2017
Sicherheitsdatenblatt Mousseal-CF	D0341148	12.12.2016
Sicherheitsdatenblatt Nyrosten N113	D0387695	22.02.2016
Sicherheitsdatenblatt Renolin PG 46	D0352574	29.04.2017
Sicherheitsdatenblatt Renolin Unisyn CLP 220	D0514498	06.04.2018

Unterlagen	Blatt-Nr.	Datum
Sicherheitsdatenblatt Renolin ZAF 32 LT	D0696957	30.07.2016
Sicherheitsdatenblatt SPIRAX S4 TXM	D0306770	13.07.2017
Sicherheitsdatenblatt TECTROL CLP 220	D0321747	27.02.2015
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Anlagensicherheit	D0248369-1b	30.06.2015
Spezifikation Enercon Standard 1 E-115 EP3 4000 kW	PLM-EWES-SP035- S1 E-115 EP3 4000 kW- Rev001de-de	19.07.2018
Technische Beschreibung Warnsignalisierung bei unsicheren Betriebszuständen	D0421975-1/ DA	11.10.2018
Technische Beschreibung Einrichtungen zum Arbeits-, Personen- und Brandschutz	D0446785-0 / DA	-
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Anlagensicherheit	D0248369-1b / DA	30.06.2015
Verhalten im Brandfall	D0516940-0	-
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Brandschutz	D0253903-2 / DA	14.07.2017
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Blitzschutz	D0260891-7 / DA	16.02.2018
Datenblatt Installationsorte der Rauchschalter	D0701831-0 / DA	28.11.2018
Technische Beschreibung ENERCON Aufstiegshilfe EL1 V2.0	D0161003-3 / DA	09.10.2017
Angabe der Menge des Isolieröls im Transformator	D0771565-0 / DA	12.12.2018
Spezifikation Zuwegung und Baustellenflächen	PLM SiteI-SP053-E_138 EP3 E2 160m HT- Rev000de-de	17.09.2018

**Tabelle 1: Unterlagen**

## 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. 149 m auf und der Rotor hat einen Durchmesser von ca. 115 m. Die Rotorblattlänge beträgt ca. 56 m. Damit ergibt sich eine Gesamthöhe von ca. 207 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 die Errichtung einer Windenergieanlage der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-115 EP3 E3 mit einer Nabenhöhe von 149 m.

Als Träger der Windenergieanlage Typ E-115 EP3 E3 dient im unteren Abschnitt ab Fundamentoberkante ein Stahlbetonturm. Der obere Abschnitt setzt sich aus Stahlrohrsegmenten zusammen. Die Verkleidung der Gondel wird aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), die Rotorblätter werden aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK und Epoxidharz), Balsaholz und Schaumstoff hergestellt.

### **2.2 Äußere Erschließung**

Die äußere Erschließung erfolgt über die öffentliche Verkehrsfläche.

### **2.3 Innere Erschließung**

Der Zugang zum Turm erfolgt über eine Außentreppe (Stahlkonstruktion) auf der Höhe der Fundamentabdeckung. Für die Feuerwehr ist nur diese Eingangsebene auf Höhe der Fundamentabdeckung begehbar. 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 Ringgenerator, der direkt an der Nabe mit den Rotorblättern angekoppelt ist, die elektrische Energie. Über Gleichrichter wird aus dem Wechselstrom ein Gleichstrom. Im Turmfuß wird mittels Wechselrichter der Gleichstrom in den ans Netz angepassten

Wechselstrom gewandelt. Dieser wird über einen Transformator ins Netz 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 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 Gleichrichter	unterwiesenes Personal
Turm	Turm	Leistungskabel (400 V)	unterwiesenes Personal
Fuß	E-Modul	Wechselrichter Schaltschränke Transformator	Feuerwehr / unterwiesenes Personal Elektrofachleute

## 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:

Bereich	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
Gondel	Ringgenerator  Neben- aggregate Gleichrichter	Flüssigkeits-Luftkühlung Glykosol N45% 360 l  12 Stellmotoren zur Windnachführung je ca.11,4 l Öl  6 Antriebe für die Blattverstellung je 12 l Öl  Schmierstoffe insgesamt ca. 237 l  Farbanstriche, Kabel Hydrauliksystem Feststellbremse 35 l Öl	durch Reibung  durch elektrische Störungen durch elektrische Störungen  durch Reibung  durch Reibung
Turm	Leistungskabel 400V Aufstiegshilfe	Kabel  Schmierstoffe 2,6l	keine Geräte
Fuß	Wechselrichter Schaltschränke Transformator	Kabel Verteiler ca. 1.350 l synthetisches Ester MIDEL 7131	durch elektrische Störungen
Rotor	Rotorblatt	Glasfaserverstärkter Kunststoff, Epoxidharz, Holz 16,3 t optional mit Blattheizung	Blitzschlag; Brandüberschlag zwischen Gondel und Rotorblättern, durch elektrische Störungen der Blattheizung

### 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  $1 \times 10^{-6}$  (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 SF<sub>6</sub> – Gas isolierte Anlage und somit nicht brennbar. Diese Brandlast bleibt unberücksichtigt.

Die Windenergieanlage besitzt ein getriebeloses Antriebssystem. Rotornabe und Ringgenerator 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 organisatorisch, konstruktionsbedingt und anlagentechnisch 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 Hybridturm werden keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse des Turmes gestellt.

##### **3.1.4 Nichttragende Außenwände und -bekleidungen**

Die Gondelverkleidung besteht aus GFK und die Rotorblätter aus GFK- Material mit Epoxidharz/Holz. 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**

Bei detektiertem Rauch schaltet die WEA die optisch-akustischen Signalmelder im Turmfuss, im Maschinenhaus und im Rotorkopf ein. Die Melder erzeugen ein rotes Dauersignal mit Lichtblitzen und einen Dauerton mit schnell schwankender Tonhöhe. Damit werden ggf. anwesende Personen gewarnt.

Die Gondel wird nur von geschultem Personal zu Wartungszwecke begangen. Für Notfälle trägt das Wartungspersonal immer ein Mobiltelefon bei sich.

### **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 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 in der WEA werden laufend durch Sensoren überwacht.

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

Die Rotorblätter der Windenergieanlage sind mit Notverstelleinheiten ausgestattet. Bei einer sicherheitsrelevanten Störung wird die Windenergieanlage angehalten, indem die Blattregelschränke die Blattverstellmotoren von der Steuerung trennen und die Schütze in den Blattrelaisschränken auf Stromversorgung durch die Kondensatorschränke umstellen. Die Rotorblätter fahren ungesteuert und voneinander unabhängig in Fahnenstellung, bis sie durch Endschalter an den Blattlagern abgeschaltet werden.

Bei einer Notbremsung des Rotors wird zusätzlich eine elektromechanische Rotorbremse eingesetzt.

#### **4.3.2 Rauchschalter**

Zur Detektion von Bränden werden zudem Rauchschalter eingesetzt, die bei Rauch, Verschmutzung, Störung und zu hoher Temperatur reagieren.

Es ist drei Rauchschalter in der Gondel vorhanden, a) am Maschinenträger, b) im Maschinenraum und c) am Generator. Weitere vier Rauchschalter befinden sich auf den Ebenen 1-4 im unteren Turmbereich.

Durch das Kühlsystem der WEA strömt Luft aus dem Turmfuß mit hoher Geschwindigkeit nach oben in Richtung Gondel.

Ein Brand in der Leitungsschrankebene des E-Moduls (obere Ebene) wird durch den Rauchschalter am Generator erkannt. Ein Brand in der unteren Ebene des E-Moduls wird durch den dort installierten Rauchschalter erkannt. Bei der Detektion von Feuer oder Rauch schaltet die Leistungselektronik ab, die Blätter drehen aus dem Wind, hierdurch wird die Rotationsbewegung auf ein Minimum reduziert bis hin zum Stillstand. Diese Statusmeldung wird mittels ENERCON SCADA an die ENERCON Service-Zentrale gesendet.

Die Steuerleitung bleibt nach Anhalten 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**

Das E-Modul wird über Schläuche im Turm gelüftet und gekühlt. Die Gondelkühlung erfolgt indirekt über die Seiten der Gondel. Hier wird Luft angesaugt und durch den Spinner bzw. Generator wieder heraus geblasen.

#### **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 (Blitzschutzklasse I) wird nach der DIN EN 61400-24 Blitzschutz für Windenergieanlagen ausgeführt.

#### **4.7 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen**

Die Prüfungen von technischen Anlagen oder Einrichtungen werden durch Fachpersonal in Abständen von 6 bis 12 Monaten durchgeführt.

## **5 Organisatorischer Brandschutz**

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

Die WEA wird regelmäßig, mind. einmal jährlich 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**

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

### **5.3 Flucht- und Rettungspläne**

Flucht- und Rettungspläne werden erstellt und angebracht.

### **5.4 Alarmierung der Feuerwehr**

Durch die zuvor beschriebene Anlagentechnik wird die WEA bei einer Detektion von Feuer oder Rauch automatisch angehalten. 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 zur Windenergieanlage zu fahren und die Lage zu erkunden.

#### **5.4.1 Einrichtungen zur Brandbekämpfung**

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden während der Wartung wird in der Gondel und im Turmfuß je ein 2 kg CO<sub>2</sub>-Löscher und im Fahrzeug der Servicekräfte ein weiterer CO<sub>2</sub>-Löscher vorgehalten. Diese ist für die Bekämpfung von allenfalls kleinsten Entstehungsbränden ausreichend. Selbstrettung geht vor Brandbekämpfung.

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.

#### **5.5 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.

### **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**

Der Transformator beinhaltet ca. 1.350 l synthetische, dielektrische Flüssigkeit auf Esterbasis; das Dielektrikum. Die Esterflüssigkeit ist ungiftig, leicht biologisch abbaubar und nicht als wassergefährdend eingestuft. Esterflüssigkeiten zeichnen sich durch einen hohen Flammpunkt  $> 250\text{ °C}$  aus. Die Flüssigkeit kann vollständig in einer dafür vorgesehenen Wanne, welche sich unterhalb des Transformators befindet, aufgefangen werden.

Es werden in den WEA keine weiteren Stoffe gelagert. Eine Löschwasserrückhaltung 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) sind Aufgaben der Gemeinden und Landkreise sowie des Landes. Die Brandbekämpfung der WEA muss mit Hilfe der Feuerwehr durchgeführt werden.

Es müssen folgende Brandszenarien unterschieden werden:

### **6.6.1 Brand im Transformator**

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 und zu einem Übergreifen auf die Rotorblätter führen. Die Standsicherheit des Turms ist hierdurch nicht gefährdet. 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. 16.3 t und wird direkt herabfallen. 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 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 der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-115 EP3 E3 mit 149 m Nabenhöhe ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung 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-115 EP3 E3.

**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 14.12.2018

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

