

**12.5 Brandschutz**

Anlagen:

- D0253903-3\_#\_de\_# TB Brandschutz EP1, EP2, EP3, EP4.pdf
- D0971517-1\_BSK\_E-138\_EP3\_E2\_NH131\_HST.pdf
- D0340045-5\_#\_de\_# TB Automatische Löschsyste me für Windenergieanlagen.pdf
- E126-EM-03-04-X011-01 Bauteile Löschrack.pdf
- E126-EM-03-X010-00 Übersicht.pdf
- D0648865-0\_#\_de\_#\_Technische\_Beschreibung\_Feuerlöscher\_in\_Windenergieanlagen.pdf
- D0981344-0a\_#\_de\_#\_Brandschutz\_ENERCON\_E-Modul\_EP3-EM-5E.pdf

# Technische Beschreibung

## Brandschutz

### ENERCON Windenergieanlagen EP1, EP2, EP3, EP4

**Herausgeber** ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland  
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109  
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de  
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben  
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411  
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

**Urheberrechtshinweis** Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

**Geschützte Marken** Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

**Änderungsvorbehalt** Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

#### Dokumentinformation

<b>Dokument-ID</b>	D0253903-3		
<b>Vermerk</b>	Originaldokument		
<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2019-07-04	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

**Mitgeltende Dokumente**

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in ( ). Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN EN 60204-1:2007*VDE 0113-1:2007	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60332-1-2:2005*VDE 0482-332-1-2:2005	Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall - Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel - Prüfverfahren mit 1-kW-Flamme mit Gas-/Luft-Gemisch
DIN EN 61100:1994	Einteilung von Isolierflüssigkeiten nach dem Brennpunkt und dem spezifischen Heizwert Hu
DIN VDE 0100-430:2010	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-43: Schutzmaßnahmen - Schutz bei Überstrom
DIN VDE 0100-520:2013	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen
DIN VDE 0298	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen

Dieses Dokument gilt für Windenergieanlagen der Plattformen EP1 bis EP4 (E-44, E-48, E-53, E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2, E-101, E-115, E-115 E2, E-115 EP3 E3, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2, E-126 EP4 und E-141 EP4).

## **Brandschutz**

Für ENERCON Windenergieanlagen wurden zahlreiche Maßnahmen getroffen, die die Brandeintrittswahrscheinlichkeit, die Brand- und Rauchausbreitung und den Personen- und Sachschaden auf ein Minimum reduzieren.

### **Technische Brandschutzmaßnahmen**

#### **Vermeidung von Zündquellen**

Die Windenergieanlage ist mit einem Blitzschutzsystem ausgestattet, das Blitzeinschläge ableitet, ohne dass Schäden an der Windenergieanlage entstehen.

Das Antriebssystem der Windenergieanlage ist getriebelos. Wesentliche Brandgefahren, erzeugt durch heißlaufende Getriebe und entflammbare Getriebeöle, werden dadurch beseitigt.

Die elektrische Ausrüstung und die Überstromschränke entsprechen der DIN EN 60204-1:2007\*VDE 0113-1:2007. Kabel und Leitungen werden entsprechend der DIN VDE 0100-430:2010, DIN VDE 0100-520:2013 und DIN VDE 0298 ausgewählt und dimensioniert. Am Generator, an der Turmverkabelung und an der Rotorblattheizung der Prototypen werden Thermografieuntersuchungen durch einen Sachverständigen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse wird ggf. die Konstruktion angepasst.

#### **Vermeidung der Brandentstehung**

Brennbare Baustoffe und Materialien sind möglichst so angeordnet, dass sie durch mögliche Zündquellen (z. B. Wärmeenergie, ungewöhnliche Temperaturanstiege, elektrische Energie, zufällige Funken und Lichtbögen, hoher Spitzenstrom von Transienten und mechanische Energie) nicht entzündet werden können. Elektrische Komponenten werden in Schaltschränken aus Stahlblech gekapselt. Lüftungsschläuche beginnen in einem ausreichenden Abstand zu den Leistungsschränken, so dass Brandgase herunterkühlen und die Lüftungsschläuche voraussichtlich nicht entzünden können. Da die Lüftungsschläuche aus wenig Material bestehen und schon weit unter der Gondel enden, begünstigen sie die Übertragung eines Brandes vom Turmfuß in die Gondel nicht.

Eingesetzt werden, wo möglich, schwer entflammable Baustoffe (Baustoffklasse B1 oder besser nach DIN 4102), sowie selbstverlöschende/flammwidrige oder nicht brennbare Materialien, z. B. flammwidrige und selbstverlöschende Leistungskabel nach

DIN EN 60332-1-2:2005\*VDE 0482-332-1-2:2005. Als Isolations- und Kühlungsflüssigkeit des Leistungstransformators im Turmfuß wird synthetischer Ester eingesetzt, der schwerentflammbar ist, einen hohen Brennpunkt von  $> 300 \text{ °C}$  (Kühlmittelart K3 nach DIN EN 61100:1994) hat und einen geringen spezifischen Heizwert aufweist. Der Einsatz brennbarer Materialien, z. B. geschäumte Kunststoffe wie Polyurethan oder Polystyrol als Dämmstoff oder glasfaserverstärkte Kunststoffe für Abdeckungen und sonstige Bauteile, wird, wo möglich, vermieden.

#### **Sensorische Überwachung**

Mögliche Zündquellen in der Windenergieanlage werden laufend durch Sensoren überwacht.

Zur Detektion von Bränden werden zudem Rauchschalter eingesetzt. Die Rauchschalter reagieren bei Rauch, Verschmutzung, Störung und zu hoher Temperatur. Die Rauchschalter sind so in der Windenergieanlage positioniert, dass Brände im Turm und in der Gondel erkannt werden. Die genaue Position und die Anzahl der Rauchschalter sind abhängig vom Windenergieanlagentyp.

Wenn die Windenergieanlage eine potentiell sicherheitsrelevante Störung (z. B. Rauch) erkennt, hält die Windenergieanlage an (auch bei Netzausfall) und generiert eine Statusmeldung, die das ENERCON SCADA System sofort an den ENERCON Service weiterleitet.

### **Fluchtwege**

Der erste Fluchtweg führt von der Gondel durch den Turm nach draußen. Dieser Fluchtweg wird benutzt, falls der Abstieg im Turm möglich ist.

Ein alternativer, zweiter Fluchtweg führt durch die Windenluke im hinteren Bereich der Gondel nach draußen. Über diesen zweiten Fluchtweg kann die Gondel verlassen werden, ohne dass der Turm betreten werden muss.

In der Windenergieanlage ist eine Fluchtwegbeleuchtung installiert. Die Fluchtwegbeleuchtung ist akkugestützt und versorgt die Leuchten bei einem Netzausfall für mindestens eine Stunde.

## **Organisatorische Brandschutzmaßnahmen**

### **Schutzmaßnahmen während des Betriebs**

Während des Betriebs befinden sich in der Regel keine Personen in der Windenergieanlage. Die Windenergieanlage ist verschlossen.

Falls eine empfangene Statusmeldung auf einen Brand hindeutet, entsendet der ENERCON Service umgehend ein Serviceteam zur Windenergieanlage und alarmiert die Feuerwehr, welche vor Ort über weitere Maßnahmen entscheidet. Der ENERCON Service ist täglich 24 Stunden erreichbar.

### **Schutzmaßnahmen während der Wartung**

Die Windenergieanlage wird im Rahmen einer Wartung alle 6 bis 12 Monate von 2 bis 6 Personen betreten. Diese Personen sind mit der Windenergieanlagentechnik und der Rettung aus der Windenergieanlage vertraut. Während der Wartung ist die Windenergieanlage die meiste Zeit außer Betrieb. Die Leistungselektronik ist abgeschaltet. Nur wenige Komponenten, z. B. Beleuchtung, Steckdosen und Steuerung, bleiben aktiv. Dadurch wird das Brandrisiko bei Anwesenheit von Personen reduziert.

Bei detektiertem Rauch schaltet die Windenergieanlage die optisch-akustischen Signalmelder im Turmfuß, im Maschinenhaus 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. Der Signalmelder im Turmfuß ist nur bei eingeschaltetem Wartungsschalter aktiv. Die Signalmelder im Maschinenhaus und im Rotorkopf sind nur bei eingeschalteter Gondelbeleuchtung aktiv. Dadurch wird gewährleistet, dass die Signalmelder nur bei Anwesenheit von Personen in der Windenergieanlage aktiv sind.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden stehen CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher im Turmfuß, im Maschinenhaus und im ENERCON Servicefahrzeug bereit. Der Wartungsschalter ist eingeschaltet, wodurch Statusmeldungen nicht an den ENERCON Service weitergeleitet werden. Wartungen an Branderkennungselementen führen somit nicht zu Fehlalarmen beim ENERCON Service.

Für den Brandfall sind alle ggf. benötigten Informationen zur Windenergieanlage (Koordinaten, Anfahrtsbeschreibung, wichtige Rufnummern naher Stellen) und zum Verhalten im Brandfall und bei Unfällen im Notruf-Ablaufplan bzw. im Flucht- und Rettungsplan eingetragen. Die Pläne sind im Turmeingangsbereich und im Gondelausstiegsbereich angebracht. Das Verhalten im Brandfall und bei Unfällen wird zusätzlich in der Betriebsanleitung der Windenergieanlage beschrieben.

## Brandschutz und Brandbekämpfung durch die Feuerwehr

Die Feuerwehr kann aufgrund der Alarmierung durch den ENERCON Service schnell am Einsatzort sein und Brände ggf. vor der weiteren Ausbreitung löschen. Die Kranstellfläche steht als Stellfläche zur Verfügung. Der Ablauf der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr wird im Brandschutzkonzept der Windenergieanlage genauer beschrieben.

### Brand im Turmfuß

Ein Brand im Turmfuß ist örtlich begrenzt. Der Brand kann sich weder auf die Gondel ausbreiten noch auf die Umgebung der Windenergieanlage auswirken. Sobald die Windenergieanlage spannungsfrei geschaltet wurde, kann der Brand im Turmfuß gelöscht werden.

### Brand in der Gondel

Ein Brand in der Gondel kann zu einem Ausbrennen der Gondel und zu einem Übergreifen auf die Rotorblätter führen. Die Rotorblätter stehen zu diesem Zeitpunkt bereits still. Ein brennendes Rotorblatt wird nach längerer Brandeinwirkung aufgrund seines Gewichts an der Blattwurzel abknicken und auf die Aufstellfläche herabfallen.

Die Feuerwehr kann einen Brand in der Gondel nicht bekämpfen, jedoch den Zugang zum Gefahrenbereich der Windenergieanlage weiträumig absperren und die Gondel und herabfallende Teile kontrolliert abbrennen lassen.

# **Brandschutzkonzept**

## **für die Errichtung einer Windenergieanlage**

### **des Typs ENERCON E-138 EP3 E2**

#### **mit 131 m Nabenhöhe**

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

## INHALTSÜBERSICHT

	Seite
<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.....	6
1.7 Risikobeurteilung der Maschine .....	6
<b>2 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.....	8
2.4.1 Allgemeines.....	8
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 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
<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
5.5 Einrichtungen zur Brandbekämpfung.....	18
5.6 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen .....	18
5.7 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 Turmfuß .....	20
6.6.2	Brand in der Gondel .....	21
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 24.07.2020 beauftragt, für die Errichtung der Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-138 EP3 E2 mit 131 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauverordnung 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 Schadensausmaßes

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/ MBO – Musterbauordnung, vom 1. November 2002 in der Fassung vom 22.02.2019 (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	Dokument	Datum
Technische Beschreibung Enercon Windenergieanlagen E-138 EP3 E2	D0745897-7	21.04.2020
Datenblatt Abmessungen E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	D0905997-1	-
Gondelschnitt M1:20 E-138-EP3 E2	EP3.00.148-0	24.09.2018
Datenblatt Gondelabmessung E-138-EP3 E2	D0749798-1	-
Datenblatt Rotorblatt E-138 EP3-RB-02	D0769859-2	-
Ansicht Hybridturm E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	EP3.00.215-1	12.06.2020
Technische Beschreibung Turm E-138 EP3 E2-HST-131-FB-C-01	D0908418-1	-
Technische Information Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 E2 Wassergefährdende Stoffe*	D0762766-1	17.04.2019
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 ENERCON Windenergieanlagen Anlagensicherheit	D0248369-1b	30.06.2015
Verhalten im Brandfall	D0516940-0	-
Technische Beschreibung Brandschutz EP1-4	D0253903-3	04.07.2019
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlagen Blitzschutz	D0260891-11	28.10.2019
Datenblatt Installationsorte der Rauchschalter	D0701831-1	24.02.2020
Technische Beschreibung Aufstiegshilfe	D0917105-0	-
Spezifikation Zuwegung und Baustellenflächen	PLM-SiteL-SP106-E-138 EP3 E2_131 m HST-Rev000de-de	14.02.2020

**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 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. 131 m auf und der Rotor hat einen Durchmesser von ca. 138 m. Die Rotorblattlänge beträgt ca. 68 m. Damit ergibt sich eine Gesamthöhe von ca. 200 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-138 EP3 E2 mit 131 m Nabenhöhe. Als Träger der Windenergieanlage Typ E-138 EP3 dient ab Fundamentoberkante ein Hybrid-Stahlurm (HST), bestehend aus 7 Stahlsektionen. Die Verkleidung der Gondel wird aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), die Rotorblätter aus GFK, Epoxidharz, Balsaholz und Schaumstoff hergestellt.

### 2.2 Äußere Erschließung

Die äußere Erschließung erfolgt über die öffentliche Verkehrsfläche.

### 2.3 Innere Erschließung

Der Zugang in den Turm erfolgt über eine Außentreppe. Die Turmeingangstür befindet sich auf Höhe der Fundamentoberkante.

Auf der Eingangsebene sind unter anderem der Steuerschrank zur Bedienung der Windenergieanlage, eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und optional die Fernüberwachung der Windenergieanlage angeordnet. Der Transformator und die Mittelspannungsschaltanlage sind ebenfalls auf der Eingangsebene oder alternativ außerhalb des Turms in einer Transformatorstation untergebracht; der Zugang ist in beiden Fällen mit einem separaten Schließsystem gesichert.

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 Steigschutteinrichtung 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 Ringgenerator, der direkt an der Nabe mit den Rotorblättern angekoppelt ist, die elektrische Energie. Der Wechselstrom wird über die Turmkabel zu den 12 im E-Modul befindlichen B2B Umrichterschranken geführt. Dort wird der Wechselstrom aktiv gleichgerichtet und über den Gleichspannungszwischenkreis in den ENERCON Wechselrichter eingespeist. Nach Umformung des Gleichstroms in einen netzspezifischen Drehstrom werden die Ausgänge der B2B Umrichterschranke in einem Niederspannungssystem zusammengeführt und über einen Mittelspannungstransformator 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 Schaltschränke	unterwiesenes Personal
Turm	Turm	Leistungskabel (400 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 folgende Tabelle dient als Übersicht in welchen Anlagenteilen sich die wesentlichen 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. 16,5 l Öl	durch Reibung und elektrische Störungen
	Blattverstellantriebe	3 Antriebe für die Blattverstellung je 4 l Öl	
	Azimutlager	ca. 18 l Fett	
	Zentralschmiereinheit	Schmierstoffe insgesamt ca. 344 l	
	Hydrauliksystem	Rotorarretierung und -bremse 35 l Öl	
Gondelhülle	glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) Farbanstriche	keine direkte Brandgefahr	
Turm	Leistungskabel 400V	Kabel	durch elektrische

Bezeichnung	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
	Aufstiegshilfe	Schmierstoffe 2,6 l	Störungen
Fuß	Schaltschränke	Kabel Verteiler	durch elektrische Störungen
	Transformator	max. 1.845 l synthetische Ester MIDEL 7131	
Rotor	Rotorblatt	Glasfaserverstärkter Kunststoff, Epoxidharz, Holz, Schaumstoff 20,5 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 Einzelvorschriften ergibt jedoch „stillschweigend“, analog zur Standsicherheit, ein bestimmtes Sicherheitsniveau. Dieses Sicherheitsniveau lässt sich semiprobabilistisch derzeitig 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  $\text{SF}_6$ -gasisolierte 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 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 Hybridturm 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/Balsaholz/Schaumstoff. 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 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**

Es ist keine Brandmeldeanlage erforderlich.

### **4.2 Alarmierungseinrichtung**

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**

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 zur 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 sind drei Rauchschalter in der Gondel vorhanden, a) am Maschinenträger, b) am Generator und c) im Maschinenhaus der Gondel.

Des Weiteren befinden sich vier Rauchschalter an der Deckenunterseite der Ebenen 1-4 im Turm.

Die Rauchschalter reagieren bei Rauch, Verschmutzung, Störung und zu hoher Temperatur.

Bei den Rauchschaltern 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.

Bei der Detektion von Feuer oder Rauch wird die Anlage abgeschaltet. Diese Nachricht wird an die Service-Zentrale gesendet. In der Gondel der E-138 EP3 E2 wird die Temperatur an mehreren Stellen gemessen.

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 Flüssigkeitskühlung des E-Modul ist ein geschlossenes Kühlsystem, welche die Leistungsschränke und den USV-Schaltschrank kühlt.

In der maschinenhausseitigen Kapselung des aktiven Generatorteils sind 12 Gondellüfter eingebaut. Die Lüfter saugen Luft durch Abscheidersegmente in der Gondelverkleidung an. 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. 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.

## **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 Windenlücke 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–, DIN EN 1838 –Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung– und die 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 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 sind in der Gondel ein CO<sub>2</sub>-Löscher (5kg) und im Turmfuß ein weiterer CO<sub>2</sub>-Löscher (2kg) 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 Löschwasserversorgung (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 max. 1.845 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 °C aus.

Zur Kühlung des E-Moduls wird als Kühlmittel 360 Liter Wasser-Monoethylenglykol-Gemisch (Glykosol N45%) eingesetzt. Die Kühlflüssigkeit ist nicht toxisch und gut biologisch abbaubar und in der Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft.

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. 20,5 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 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-138 EP3 E2 mit 131 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-138 EP3 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 30.07.2020

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

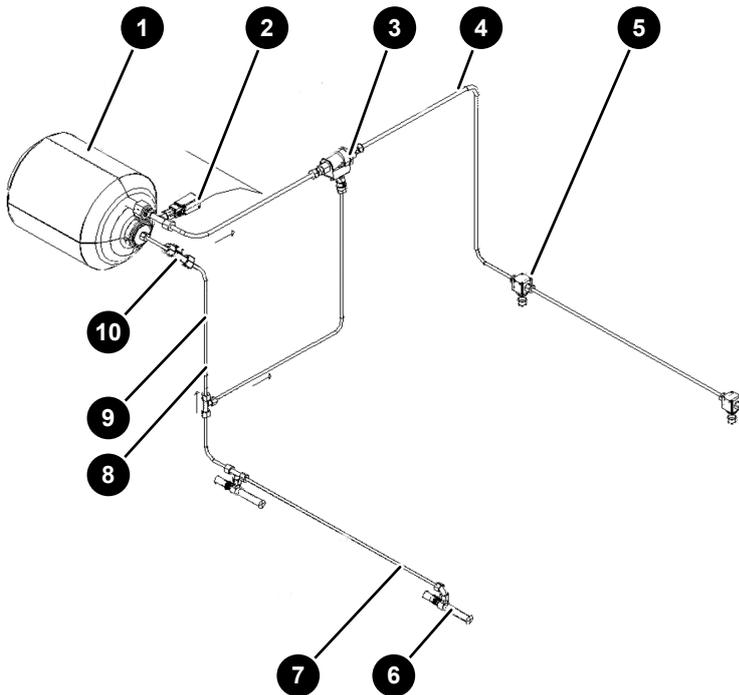


Für die Gondeln und die E-Module im Turmfuß sind, je nach Windenergieanlagentyp, optional automatische Löschsysteeme verfügbar.

Die automatische Löschsysteeme dienen dem Schutz der Windenergieanlage und der Standortumgebung. Durch den Einsatz der automatische Löschsysteeme kann die Ausdehnung eines Feuers verhindert werden, indem entstehende Brände umgehend am Brandherd gelöscht werden. Das Ausmaß von Schäden an der Windenergieanlage und der Umwelt wird so minimiert.

### Aufbau

Die automatische Löschsysteeme in der Gondel und im E-Modul funktionieren unabhängig voneinander und sind nicht miteinander verbunden. Sie sind prinzipiell identisch aufgebaut. Die Komponenten der automatische Löschsysteeme werden von einem zertifizierten Zulieferer bezogen und individuell an die Windenergieanlage angepasst.



**Abb. 1: Automatisches Löschsysteem (schematische Darstellung eines Löschbereichs)**

1	Löschmittelbehälter mit integrierter Steuerung	2	Druckschalter
3	Bereichsventil	4	Löschleitung
5	Feinsprühdüse	6	Branderkennungselement
7	Steuerleitung	8	Druckschalter (nicht abgebildet)
9	Absperrventil (nicht abgebildet)	10	Booster mit integrierter Zeitverzögerung

### Funktionsweise

In den Schaltschränken, von denen die höchste Brandgefahr ausgeht, sind Branderkennungselemente und Feinsprühdüsen eingebaut, die über Steuer- und Löschleitungen mit einem Löschmittelbehälter verbunden sind.

In den Branderkennungselementen befinden sich wärmeempfindliche Ampullen, die beim Überschreiten einer festgelegten Temperatur (30 Kelvin über Betriebstemperatur) auslösen.

Das Auslösen eines Branderkennungselements bewirkt einen Druckanstieg in der Steuerleitung. Durch den Druckanstieg werden zeitgleich der Druckschalter in der Steuerleitung betätigt, ein Booster aktiviert und ein Bereichsventil geöffnet.

Die Druckschalter sind die Schnittstelle zwischen dem (mechanisch-pneumatischem) Löschsyste m und der (elektrischen) Steuerung der Windenergieanlage. Die Druckschalter bewirken eine Trennung des gesamten Leistungsstrangs der Windenergieanlage vom Netz und ein Anhalten der Windenergieanlage. Die Windenergieanlage sendet eine Statusmeldung an den ENERCON Service.

Der aktivierte Booster erhöht nach 6 bis 10 Sekunden den Druck in der Steuerleitung. Durch den erhöhten Druck löst innerhalb des Löschmittelbehälters eine Treibgaspatrone aus. Das freigesetzte Treibgas presst das Löschmittel in die Löschleitung.

Das geöffnete Bereichsventil leitet das Löschmittel durch die Löschleitung zu den Feinsprühdüsen, wo es als feiner Nebel auf den Brandherd gegeben wird. Andere Bereichsventile bleiben geschlossen, sodass das Löschmittel nur in den betroffenen Schaltschrank (bzw. in die betroffene Schaltschrankgruppe) geleitet wird.

Der ENERCON Service prüft nach empfangener Statusmeldung umgehend die Plausibilität eines Brands anhand weiterer Sensorik (Temperatursensoren, Rauchschalter) und entsendet ein Serviceteam zwecks erster Überprüfung zur Windenergieanlage. Sofern ein Brand festgestellt wird, alarmiert der ENERCON Service die Feuerwehr, welche vor Ort über weitere Maßnahmen entscheidet. Der ENERCON Service ist täglich 24 Stunden erreichbar.

Die in der Windenergieanlage installierten Rauchschalter sind nicht Teil der automatischen Löschsyste me. Die Rauchschalter werden nicht als Auslöseelemente für die automatischen Löschsyste me verwendet, da sie den genauen Brandort nicht erkennen können und Fehlauflösungen der Rauchschalter nicht unüblich sind.

## **Weitere Eigenschaften**

Das eingesetzte Löschmittel ist geeignet zum Löschen von Bränden der Brandklassen A und B und bietet eine gute Oberflächenbenetzung und -imprägnierung fester Stoffe. Es ist biologisch abbaubar und entspricht der Wassergefährdungsklasse 1.

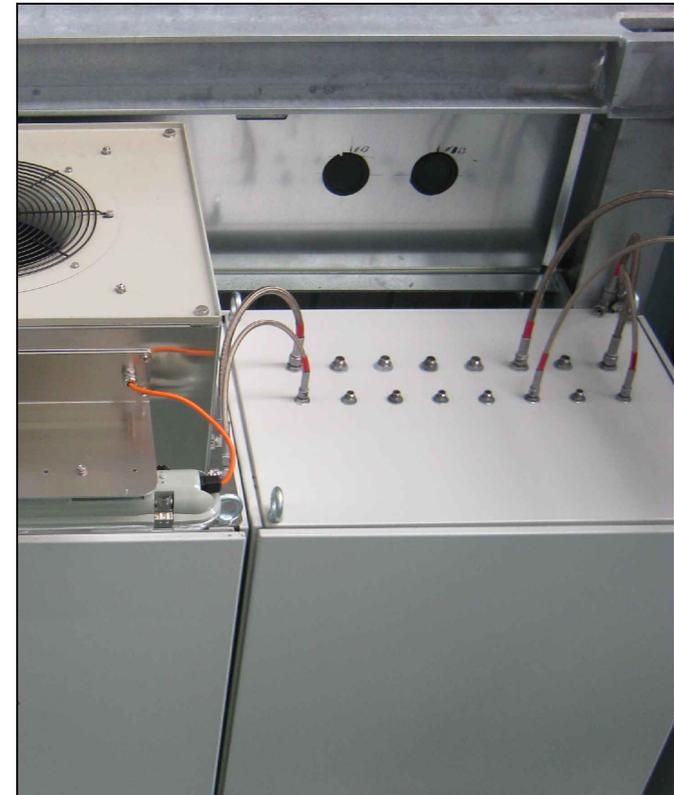
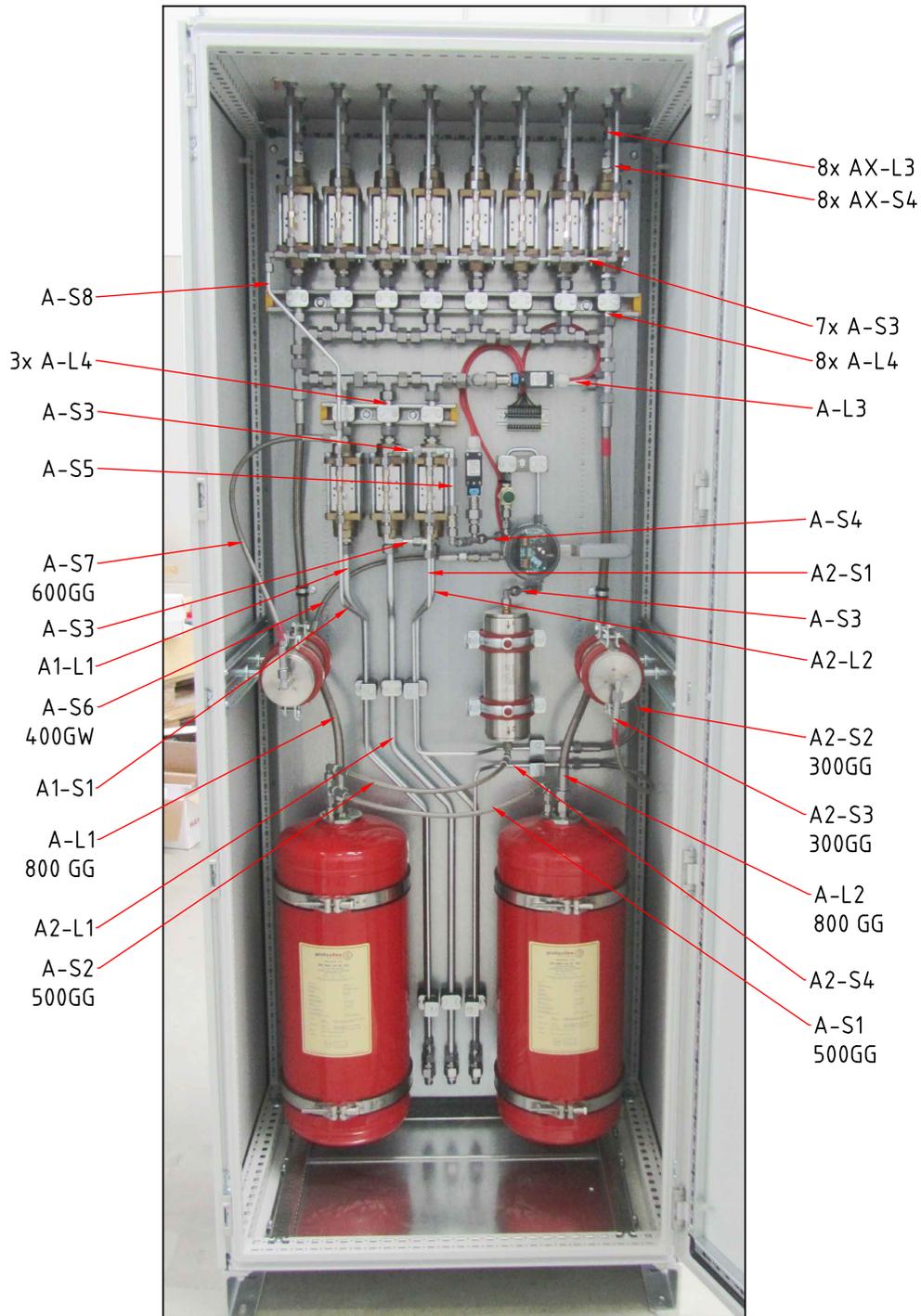
Die Funktionstüchtigkeit der automatischen Löschsyste me ist in einem Temperaturbereich von -30 °C bis +75 °C gewährleistet.

Im Bereitschaftszustand sind die Löschsyste me drucklos und benötigen keine Fremdenergie. Zudem sind die Löschsyste me unempfindlich gegenüber Stößen, Vibrationen, Erschütterung, Verschmutzung sowie elektromagnetischen Auswirkungen.

Die Löschsyste me können während der Produktion eingebaut oder nachgerüstet werden. Die benötigte Zeit für die Montage richtet sich nach dem Umfang der durchzuführenden Arbeiten, wobei eine Nachrüstung zeitintensiver ist als die Montage während der Produktion.

Um auch nach langem Bereitschaftszustand schlagartig die volle Löschwirkung entfalten zu können, werden die Löschsyste me jährlich von geschultem Personal gewartet.

Bei bestimmten Wartungstätigkeiten in der Windenergieanlage müssen die Löschsyste me deaktiviert werden. Zu diesem Zweck ist vor dem Booster ein handbetätigtes Absperrventil (Wartungschalter) eingebaut. Die Absperrventile werden durch die Anlagensteuerung überwacht. Sollte ein Absperrventil außerhalb der Wartung geschlossen sein, hält die Windenergieanlage an. Dadurch wird ein Automatikbetrieb der Windenergieanlage bei deaktivierten Löschsyste men verhindert.

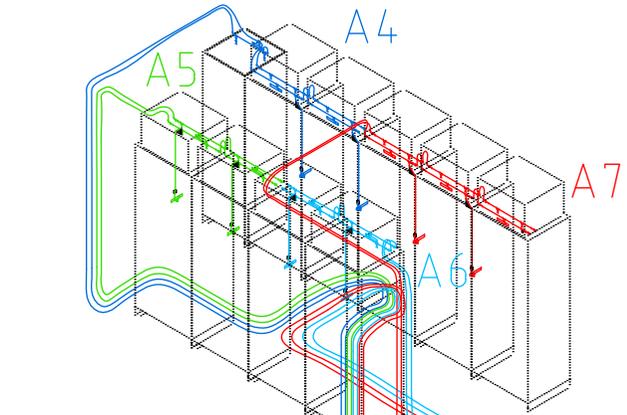


Standort Level 2.2

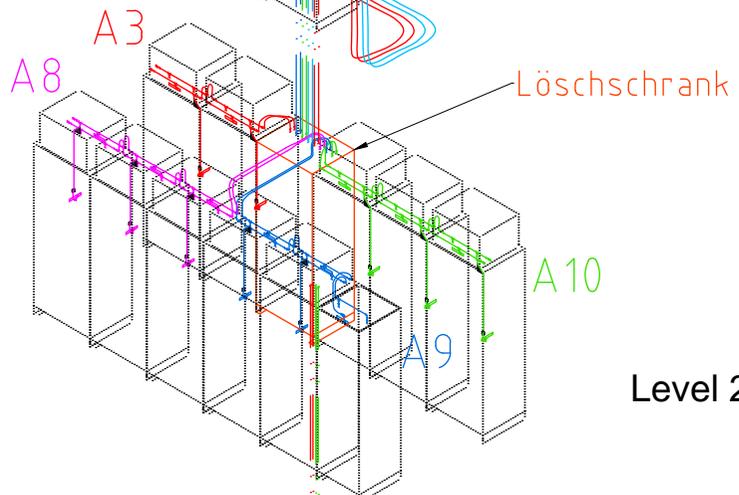
Index	Datum	Änderung	<input checked="" type="checkbox"/> Vorabzug	Montageplan	Revisionsplan	Gez.:	Gepr.:
 Weidekamp 10 D - 23558 Lübeck Tel. : 0451 - 399 61 0 Fax.: 0451 - 399 61 20				2017	Datum:	Name:	Maßstab:
Projekt: <b>Kompaktfeuerlöschanlage/COMPACT EXTINGUISHING SYSTEM E126 EM-03-04 Turmfuß</b>				Gezeichnet:	30.06.	Schmidt	/
Planinhalt: <b>Bauteile Löschschränk</b>				Projektleitung:	30.06.	Solis	
Zeichnungsnr.: <b>E126EM03-04-X11-00-01</b>				Techn. Leitung:			Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte nach DIN34 vor!
Index Format A3				Montageleitung:			
Ursprung:				Auftraggeber: <b>Enercon</b>		Ers. für:	
Ers. durch:				Ers. durch:		33/58	

Copyright reserved

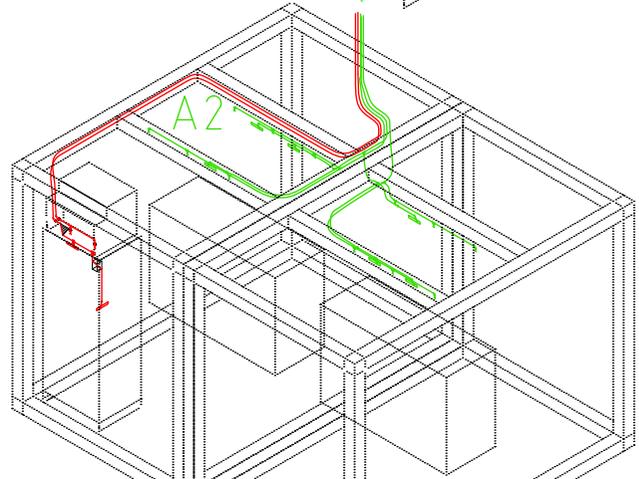
Level 3.2



Level 3.1

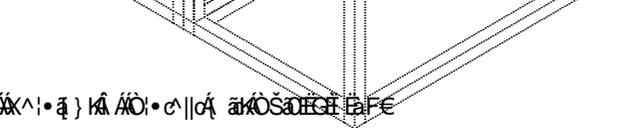


Level 2.2



Level 1.2

A1



Level 1.1

### Bereich A1

Level 1.2  
USV  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A2

Level 1.1+1.2  
Travo  
Auslösetemperatur 141°C

### Bereich A3

Level 2.2  
2x Leistungsschrank  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A4

Level 3.2  
2x Leistungsschrank  
1x Unterverteiler  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A5

Level 3.2  
2x Leistungsschrank  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A6

Level 3.1  
2x Leistungsschrank  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A7

Level 3.1  
2x Leistungsschrank  
1x Blattheizung  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A8

Level 2.2  
3x Leistungsschrank  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A9

Level 2.1  
2x Leistungsschrank  
1x Unterverteiler  
Auslösetemperatur 93°C

### Bereich A10

Level 2.2  
3x Leistungsschrank  
Auslösetemperatur 93°C

© 2017 by protecfire GmbH, Lüneburg, Germany. Alle Rechte vorbehalten.

Index	Datum	Änderung	Vorabzug	Montageplan	Revisionsplan	Gez.:	Gepr.:
 Weidekamp 10 D - 23558 Lünebeck Tel. : 0451 - 399 61 0 Fax.: 0451 - 399 61 20				2017	Datum:	Name:	Maßstab:
Projekt: <b>Kompaktfeuerlöschanlage/COMPACT EXTINGUISHING SYSTEM</b> <b>E126 EM-03 Turmfuß</b>				Gezeichnet:	11.06.	Schmidt	/
Planinhalt: <b>Übersicht</b>				Projektleitung:	11.06.	Solis	Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte nach DIN34 vor!
Zeichnungsnr.: <b>E126EM03-X10-00</b>				Techn. Leitung:			
Index: A3				Auftraggeber: <b>Enercon</b>		Ers. durch: <b>34/58</b>	
Ursprung:				Ers. für:		Ers. durch:	

# Datenblatt

## ENERCON Windenergieanlagen Feuerlöscher

**Herausgeber** ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland  
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109  
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de  
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben  
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411  
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

**Urheberrechtshinweis** Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

**Geschützte Marken** Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

**Änderungsvorbehalt** Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

#### Dokumentinformation

<b>Dokument-ID</b>	D0648865-0		
<b>Vermerk</b>	Originaldokument		
<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2017-11-16	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Im Folgenden werden die in ENERCON Windenergieanlagen installierten Feuerlöscher aufgeführt. Die Tabellen nennen die Anzahl und die CO<sub>2</sub>-Kapazitäten der Feuerlöscher für die Gondel und die Türme in den verschiedenen Windenergieagentypen.

**Tab. 1: Feuerlöscher in der E-44**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg
Turm E-44/S/44/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-44/S/44/3K/02	1 x 2 kg
Turm E-44/S/54/3K/01	1 x 2 kg

**Tab. 2: Feuerlöscher in der E-48**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg
Turm E-48/S/49/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-48/S/55/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-48/S/59/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-48/S/64/3F/01	1 x 2 kg
Turm E-48/S/75/3F/01	1 x 2 kg

**Tab. 3: Feuerlöscher in der E-53**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg
Turm E-53/S/49/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-53/S/59/3K/02	1 x 2 kg
Turm E-53/S/72/3K/03	1 x 2 kg

**Tab. 4: Feuerlöscher in der E-70 E4**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg
Turm E-70 E4/S/56/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-70 E4/S/63/3F/02	1 x 2 kg
Turm E-70 E4/S/63/3K/01	1 x 2 kg
Turm E-70 E4/S/73/5K/01	2 x 2 kg
Turm E-70 E4/S/84/4F/01	1 x 2 kg
Turm E-70 E4/BF/83/17/02	1 x 2 kg
Turm E-70 E4/BF/83/17/03	1 x 2 kg
Turm E-70 E4/BF/97/20/02	1 x 2 kg

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Turm E-70 E4/BF/112/24/02	1 x 5 kg

Tab. 5: Feuerlöscher in der E-82 E2

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg
Turm E-82 E2/S/77/5K/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/S/77/4F/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/S/77/4F/02	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/S/83/5K/01	2 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/82/17/05	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/83/17/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/83/17/02	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/83/17/03	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/97/20/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/97/20/03	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/97/20/05	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/107/23/01	2 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/107/23/05	1 x 2 kg
Turm E-82 E2/BF/137/24/01	2 x 5 kg

Tab. 6: Feuerlöscher in der E-82 E3

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg
Turm E-82 E3/S/77/5K/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/S/77/4F/02	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/S/83/5K/01	2 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/82/17/05	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/83/17/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/83/17/02	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/83/17/03	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/97/20/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/97/20/03	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/97/20/05	1 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/107/23/01	2 x 2 kg
Turm E-82 E3/BF/107/23/05	1 x 2 kg

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Turm E-82 E3/BF/137/24/01	2 x 5 kg

**Tab. 7: Feuerlöscher in der E-82 E4**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg
Turm E-82 E4/S/57/4K/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E4/S/67/5K/01	1 x 2 kg
Turm E-82 E4/S/77/5K/01	2 x 2 kg
Turm E-82 E4/BF/82/11/01	1 x 2 kg

**Tab. 8: Feuerlöscher in der E-92**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg
Turm E-92/S/67/5K/01	1 x 2 kg
Turm E-92/S/77/5K/01	1 x 2 kg
Turm E-92/S/83/5K/01	2 x 2 kg
Turm E-92/BF/82/17/05	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/83/17/01	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/97/20/01	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/97/20/05	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/102/17/01	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/102/17/02	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/107/17/01	1 x 5 kg
Turm E-92/BF/107/29/02	1 x 2 kg
Turm E-92/BF/137/25/02	1 x 2 kg, 1 x 5 kg

**Tab. 9: Feuerlöscher in der E-101**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-101/BF/97/17/01	1 x 2 kg
Turm E-101/BF/122/25/01	1 x 5 kg
Turm E-101/BF/133/27/01	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-101/BF/133/37/01	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-101/BF/147/36/01	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-101/BF/147/31/01	1 x 2 kg, 1 x 5 kg

Tab. 10: Feuerlöscher in der E-101 E2

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-101 E2/S/72/5K/01	2 x 2 kg
Turm E-101 E2/S/72/5K/02	2 x 2 kg
Turm E-101 E2-ST-99-FB-C-01	2 x 2 kg

Tab. 11: Feuerlöscher in der E-103 EP2

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg
Turm E-103 EP2-ST-85-FB-C-01	2 x 2 kg
Turm E-103 EP2-ST-98-FB-C-01	2 x 2 kg
Turm E-103 EP2-HT-98-IS-C-02	1 x 2 kg
Turm E-103 EP2-HT-108-IS-C-01	1 x 2 kg
Turm E-103 EP2-HT-125-IS-C-01	1 x 5 kg
Turm E-103 EP2-HT-138-IS-C-01	3 x 2 kg

Tab. 12: Feuerlöscher in der E-115

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-115/BF/90/14/01	1 x 2 kg
Turm E-115/BF/90/14/02	1 x 2 kg
Turm E-115/BF/120/33/01	1 x 5 kg
Turm E-115/BF/133/37/01	1 x 5 kg
Turm E-115/BF/133/27/02	1 x 5 kg
Turm E-115/BF/147/36/01	1 x 5 kg
Turm E-115/BF/147/31/02	1 x 5 kg

Tab. 13: Feuerlöscher in der E-115 E2

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-115 E2/BF/90/14/01	1 x 2 kg
Turm E-115 E2/BF/90/14/02	1 x 2 kg
Turm E-115 E2/BF/120/33/01	1 x 5 kg
Turm E-115 E2/BF/133/27/02	1 x 5 kg
Turm E-115 E2/BF/147/31/02	1 x 5 kg

**Tab. 14: Feuerlöscher in der E-126 EP4**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-126 EP4-ST-99-FB-C-01	1 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-126 EP4/BF/132/31/01	1 x 5 kg
Turm E-126 EP4-HT-135-ES-C-02	1 x 2 kg
Turm E-126 EP4-HT-159-ES-C-01	1 x 5 kg

**Tab. 15: Feuerlöscher in der E-141 EP4**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	2 x 2 kg, 1 x 5 kg
Turm E-141 EP4/BF/126/31/01	1 x 5 kg
Turm E-141 EP4-HT-129-ES-C-02	2 x 2 kg
Turm E-141 EP4-HT-159-ES-C-01	1 x 5 kg

**Tab. 16: Feuerlöscher in der E-126**

Installationsort	Anzahl und Kapazität
Gondel	3 x 5 kg
Turm E-126/BF/131/36/02	1 x 5 kg
Turm E-126/BF/131/36/04	1 x 5 kg
Turm E-126/BF/131/36/05	1 x 5 kg

# Technische Beschreibung

## Brandschutz

### ENERCON E-Modul EP3-EM-5E

<b>Herausgeber</b>	<p>ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360</p>
<b>Urheberrechtshinweis</b>	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
<b>Geschützte Marken</b>	<p>Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.</p>
<b>Änderungsvorbehalt</b>	<p>Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.</p>

**Dokumentinformation**

<b>Dokument-ID</b>	D0981344-0a
<b>Vermerk</b>	Originaldokument

<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2020-07-14	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

**Mitgeltende Dokumente**

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

<b>Dokument-ID</b>	<b>Titel</b>
ÖVE/ÖNORM E 8383:2000-03	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1 kV
EN 13501-2: 2016-06	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
EN 1992-1-2: 2004	Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
IEC 62271-200:2011-10	High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: Metal-enclosed AC switchgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.
IEC 62271-202:2014-03	High voltage switching devices and switchgears – Part 202 Factory-built stations for high/medium voltage

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau des ENERCON E-Moduls EP3-EM-5E .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Erfüllung der Anforderungen aus ÖVE/ÖNORM E 8383 .....</b>	<b>7</b>
2.1	Feuerwiderstandsklassifizierung der Bauelemente .....	7
2.2	Innenraum-Klimabedingungen .....	11
2.3	Störlichtbogenkanäle .....	12
2.4	Einschluss von Rauch unter Brandbedingungen .....	12
2.5	Feuerwiderstandsklasse des Kabelkanals .....	13
<b>3</b>	<b>Druckentlastungskonzept .....</b>	<b>14</b>
3.1	Kabelanschlussraum .....	14
3.2	Druckentlastungsschläuche .....	16
3.3	Äußere Druckentlastung .....	16
<b>4</b>	<b>Typenprüfung .....</b>	<b>17</b>

## Abkürzungsverzeichnis

### Abkürzungen

<b>IP</b>	International protection (international festgelegte Schutzart)
<b>IPH</b>	Institut „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik“ GmbH
<b>KFWF</b>	Liquid with flash point greater than 300°C – Forced circulation through cooling equipment – Water – Forced circulation through cooling equipment (Flüssigkeit mit Brennpunkt über 300°C – Forcierte Strömung durch Gebläse oder Pumpen – Wasser – Forcierte Strömung durch Gebläse oder Pumpen)

### Größen, Einheiten, Formeln

<b>SF<sub>6</sub></b>	Schwefelhexafluorid
-----------------------	---------------------

## 1 Aufbau des ENERCON E-Moduls EP3-EM-5E

Die Mittelspannungs-Komponenten der turmintegrierten Transformatorstation werden in einer feuerisolierten Stahlkonstruktion auf der Transformatorebene des E-Moduls installiert. Alle elektrischen Komponenten sind so dimensioniert, dass sie im Fehlerfall durch die Turmeingangstür bzw. die Lüftungsöffnung ausgetauscht werden können.

ENERCON realisiert die Brandsicherheit der Stahlkonstruktion mit folgenden Maßnahmen:

- 2 Brandschutztüren
- Dämmung von Stahlkonstruktion und Turmfuß mit Brandschutzplatten
- selbstdichtende Kabeldurchführungen und Lüftungsöffnungen
- Stromschiendurchführungen aus feuerfestem Isoliermaterial
- feuerbeständiger Stahlbetonboden
- feuerbeständige Fertigdecke, EI 60-klassifiziert

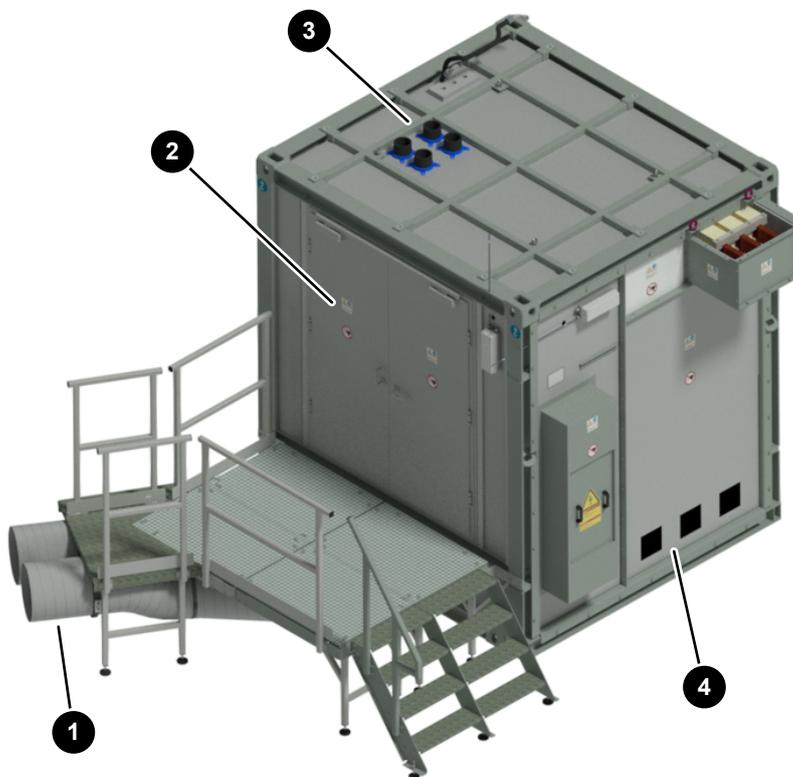


Abb. 1: E-Modul EP3-EM-5E Level 1

1	Druckentlastungskanal	2	Brandschutztür
3	Kabeldurchführungen	4	Lüftungsöffnungen

## 2 Erfüllung der Anforderungen aus ÖVE/ÖNORM E 8383

Bei einer Windenergieanlage handelt es sich um eine geschlossene, räumlich begrenzte, elektrische Anlage mit einer Nennspannung über 1000 V. Die Windenergieanlage besteht aus einer Generator-, Umrichter- und Transformatoreinheit zusammen mit den zugehörigen Schaltanlagen und den elektrischen Eigenbedarfsversorgungssystemen. Die normativen Anforderungen für diesen Anlagentyp fallen für Österreich unter die ÖVE/ÖNORM E 8383: 2000-03-01.

Alle elektrischen Betriebsmittel der Windenergieanlage über 1000 V befinden sich im ersten Level des E-Moduls, bestehend aus einem KFWF-Transformator mit K3-Isolierflüssigkeit (Midel 7131) und einer SF<sub>6</sub>-gasisolierten Schaltanlage in einem Metallgehäuse.

Im Sinne der ÖVE/ÖNORM E 8383: 2000-03-01 gilt eine Installation des Transformators in der Windenergieanlage als Innenraumanlage in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte. Das Design des E-Moduls muss somit den Vorgaben aus Punkt 7.6.2.2.2 oben genannter Norm entsprechen: „Für schwer brennbare Flüssigkeit-Transformatoren K2/K3 und Trockentransformatoren F0 ist eine feuerbeständige Abtrennung (EI 60/REI 60) von anderen Gebäudeteilen vorzusehen.“

Um die normativen Anforderungen der ÖVE/ÖNORM E 8383 an die Konstruktion zu erfüllen, ist für das erste Level des E-Moduls eine feuerbeständige Abtrennung gemäß REI 60 vom Rest der Windenergieanlage vorgesehen.

### 2.1 Feuerwiderstandsklassifizierung der Bauelemente

Die REI-Kennzeichnung nach EN 13501-2 gibt die Feuerwiderstandsklasse eines Bauelements an und setzt sich aus den folgenden Bestandteilen zusammen:

- R = Tragfähigkeit. Die Fähigkeit eines Bauelements, seine mechanischen Eigenschaften und die relevante Belastbarkeit während eines normalen Brands beizubehalten.
- E = Raumabschluss. Dies ist die Fähigkeit eines Bauelements, den Durchtritt bzw. die Erzeugung von Gasen oder Dämpfen in die bzw. in der dem Feuer abgewandte(n) Seite zu verhindern.
- I= Wärmedämmung. Dies ist die Fähigkeit eines Bauelements, innerhalb einer Temperaturgrenze die Übertragung von Wärme in die dem Feuer abgewandte (kalte) Seite zu begrenzen. Diese Temperaturgrenze beträgt innerhalb des Zeitraums durchschnittlich 140 °C und maximal 180 °C.

Per Definition erfordern nicht tragende Elemente nur die Feuerwiderstandsklasse EI. Die Elemente im ersten Level des Brandschutz-E-Moduls EP3-EM-5E, die Stützen, die Balken und der Betonboden, sind tragend und erfordern deshalb die R-Kennzeichnung. Alle weiteren Elemente müssen die Feuerwiderstandsklasse EI 60 besitzen, damit eine feuerbeständige Abtrennung des ersten Levels vom Rest der Windenergieanlage besteht.

Der Betonboden des E-Moduls EP3-EM-5E wird in Übereinstimmung mit EN-1992-1-2: 2004 (Eurocode 2) gemäß Feuerwiderstandsklasse REI 60 ausgeführt. Im Sinne von EN-1992-1-2: 2004 gilt die Betonplatte als einfach gestützte massive Platte, da sie auf einem Stahlgestell liegt (siehe Abb. 2, S. 8). Die Betonplatte ist an den Kanten nicht befestigt, sodass keine großen Biegemomente in der Mitte entstehen.

Entsprechend Tabelle 5.8 der Norm erhält die Betonplatte somit, bei einer Gesamtdicke von 80 mm und einem Abstand von 20 mm vom Betonstahl, die Feuerwiderstandsklasse REI 60. Der Brandschutz der Balken und Stützen (siehe Abb. 3, S. 8) wurde mittels Ummantelung mit PROMATECT®-H Brandschutzplatten umgesetzt.

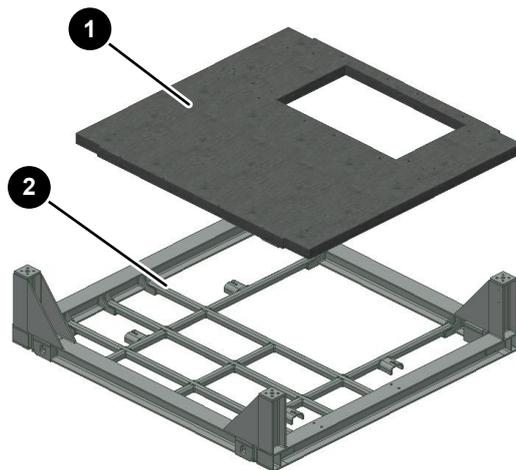


Abb. 2: Betonplatte im E-Modul EP3-EM-5E

1	Betonplatte	2	Stahlgestell TUBO 60x60x60x6,3 mm
---	-------------	---	--------------------------------------



Abb. 3: Stahlrahmen mit Balken und Stützen in der ersten Ebene des EP3-EM-5E

### Dicke der Ummantelung

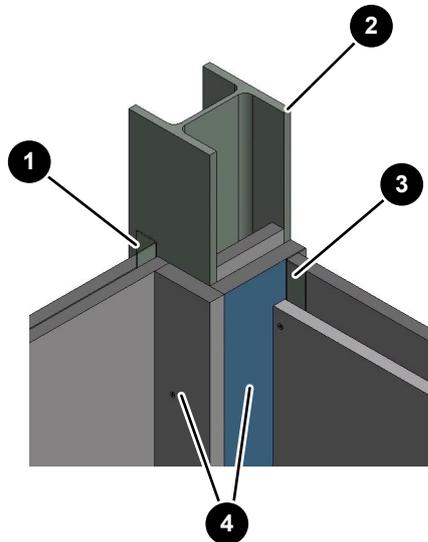
Die Dicke der Ummantelung ist entsprechend der  $T_{cr}$  (kritischen Temperatur) des Stahls gewählt. Die Stahlkonstruktion ist mit einer Toleranz in der Querschnittsklasse bis zu Klasse 3 geplant. Allerdings sind die Grenzen für die Kategorisierung der Querschnitte aufgrund von Feuerauswirkungen um einen Sicherheitsfaktor von 0,85 reduziert. Aus Sicherheitsgründen wird angenommen, dass die Stahlquerschnitte unter Feuerbedingungen Klasse 4 sein können. Aufgrund dieser Tatsache wurde die Schlussfolgerung getroffen, dass  $T_{cr}$  bei 350 °C liegt.

Das Verhältnis  $A_p/V$  berechnet sich wie folgt:

$$\frac{A}{V} = \frac{3 \cdot 140 \cdot 10^{-3}}{42,96 \cdot 10^{-4}} = 97,765 \text{ m}^{-1} \cong \underline{\underline{100 \text{ m}^{-1}}}$$

Wobei  $A_p$  der dem Feuer ausgesetzte Umfang des Balkens/der Stütze ist, und  $V$  die Querschnittsfläche des Balkens/der Stütze.

Aus Sicherheitsgründen wird angenommen, dass 3 Seiten dem Feuer ausgesetzt sind, obwohl im Brandschutz-E-Modul EP3-EM-5E im Brandfall nur 2 Seiten dem Feuer ausgesetzt wären. Für ein gegebenes  $T_{cr}$  und  $A_p/V$  beträgt die berechnete Dicke der Ummantlung, um eine Isolierung von 1 Stunde Dauer mit PROMATECT®-H Brandschutzplatten und die R-Kennzeichnung zu erreichen, 25 mm.



**Abb. 4: Beispiel für die Ummantelung einer Stütze**

1	L-Profil	2	HEB 140 S355
3	L-Profil	4	PROMATECT®-H Brandschutzplatten, 25 mm dick

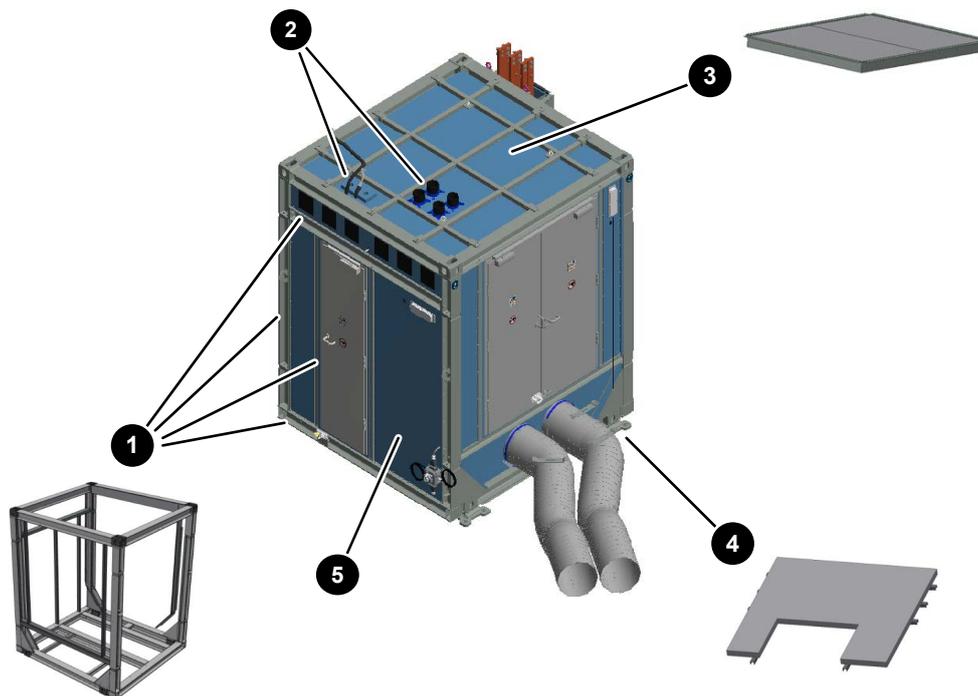
### Klassifizierung einzelner Komponenten

Um ein Bauelement als REI 60 einzustufen, müssen die jeweiligen Einzelkomponenten eine gewisse Einstufung vorweisen. Es benötigen jedoch nicht alle zum Bauelement gehörigen Komponenten eine REI 60-Einstufung.

So ist für die Wände und die Decke lediglich EI 60 erforderlich, da sie keine Lasten tragen und nur Wärmedämmung und Raumabschluss erfüllen müssen. Durchführungen müssen ebenfalls nur vor Feuer und Hitze schützen, daher ist nur die Bewertung EI 60 erforderlich.

Der Boden muss nicht nur die Übertragung von Feuer und Hitze verhindern, sondern auch Lasten tragen, sodass REI 60 erforderlich ist. Durch die Stützen und Balken kann kein Feuer dringen, und sie könnten ausschließlich durch Hitze betroffen sein, was ihre Festigkeit beeinträchtigen kann.

Für Stützen und Balken wird die erforderliche Isolierung deshalb so berechnet, dass ihre Widerstandsfähigkeit nicht gefährdet wird. Aus diesem Grund werden sie als R 60 gekennzeichnet. Siehe Abb. 5, S. 10.

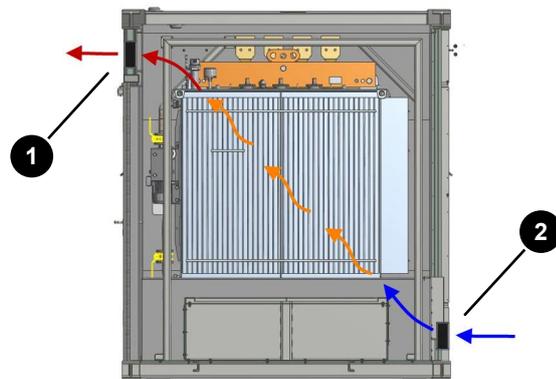


**Abb. 5: Unterschiedliche Feuerwiderstandsklassen einzelner Systeme**

1	Stützen und Balken R 60	2	Kabel- und Schlauchdurchführungen EI 60
3	Decke EI 60	4	Boden REI 60
5	Wand EI 60		

## 2.2 Innenraum-Klimabedingungen

Die erforderlichen Innenraum-Klimabedingungen werden in Übereinstimmung mit Punkt 6.5.7 der ÖVE/ÖNORM E 8383: 2000-03-01 mit natürlicher Querbelüftung (Abb. 6, S. 11) umgesetzt.



**Abb. 6: Diagonalluftströmung im E-Modul durch das Belüftungssystem**

1	PROMASTOP®-IM Grill	2	PROMASTOP®-IM Grill
---	---------------------	---	---------------------

Die erforderliche Grundfläche und die erforderliche Höhendifferenz für den Luftein- und -auslass sind so berechnet, dass die Umgebungstemperatur im ersten Level des E-Moduls EP3-EM-5E innerhalb der akzeptablen Grenzen bleibt.

Die Feuerwiderstandsklasse EI 60 des Belüftungssystems wird mittels PROMASTOP®-IM Grill in einer 2x2-Anordnung erreicht, bei dem es sich um ein zertifiziertes EI-120-Belüftungsprodukt handelt. Zusätzlich wurde der PROMASTOP®-IM Grill im November 2019 in Tisselt (Belgien) einem Brandtest unterzogen, und eine EI-60-Bewertung einer 4x20 mm großen PROMATECT®-H-Brandschutzplatte bestätigt.

## 2.3 Störlichtbogenkanäle

Die beiden Störlichtbogenkanäle sind notwendig, weil der Störlichtbogenabsorber der SF<sub>6</sub>-gasisolierten Mittelspannungs-Schaltanlage im Metallgehäuse aus Platzgründen entfernt wurde. Deshalb ist ein Druckentlastungskanal für den Fall eines Störlichtbogens zwingend erforderlich.

Die Feuerwiderstandsklasse EI 60 im Bereich der Verbindung der Störlichtbogenkanäle wurde durch eine Isolierung mit 2x20 mm PROMATECT®-H Brandschutzplatten (Abb. 7, S. 12) sowie hitzebeständige Störlichtbogenkanäle erreicht.

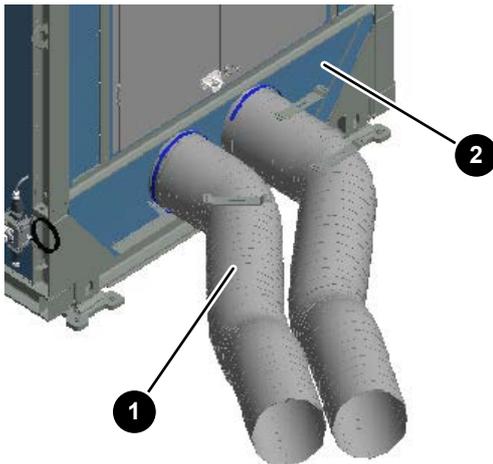


Abb. 7: Bereich des Störlichtbogenkanals

1	Hitzebeständiger Störlichtbogenkanal	2	2x20 mm PROMATECT®-H Brandschutzplatte
---	--------------------------------------	---	--

## 2.4 Einschluss von Rauch unter Brandbedingungen

Der Einschluss von Rauch im Turm aufgrund von Fehlern im Mittelspannungsbereich ist eine Anforderung, die nicht in ÖVE/ÖNORM E 8383: 2000-03-01 enthalten ist. Was diese Norm vorgibt, ist der Einschluss von Rauch unter Brandbedingungen (hohe Temperaturen). Diese Vorgabe wird erfüllt, indem das 1. Level des E-Modul EP3-EM-5E in der Feuerwiderstandsklasse REI 60 ausgeführt wurde. Hier bezeichnet die E-Kennzeichnung den Raumabschluss des Bauelements, d. h. dessen Fähigkeit, den Durchtritt bzw. die Erzeugung von Gasen oder Dämpfen in die bzw. in der dem Feuer abgewandte(n) Seite zu verhindern.

Um die E-Kennzeichnung (Raumabschluss) für das E-Modul EP3-EM-5E zu erreichen, wurden für alle Durchführungen des E-Moduls zertifizierte EI-60-Produkte verwendet. Zusätzlich wurde in Tissett (Belgien) ein Brandtest durchgeführt, um die EI-60-Einstufungen zu bestätigen. Dabei ist nur die PROMASTOP®- IM CBox 125 durchgefallen; die Ursache dafür war jedoch die Verwendung falscher Schrauben im Test.

## 2.5 Feuerwiderstandsklasse des Kabelkanals

Die Feuerwiderstandsklasse EI 60 für den Bereich des Kabelkanals wird erreicht, indem der Kabelkanal mit einer Feuerlöschdecke isoliert und unten am Boden der Windenergieanlage platziert wird (Abb. 8, S. 13).

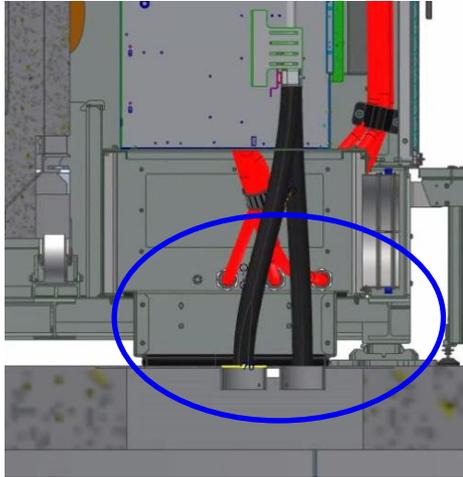


Abb. 8: Platzierung des Kabelkanals am Boden der Windenergieanlage

### 3 Druckentlastungskonzept

Das Brandschutz-E-Modul EP3-EM-5E ist mit einem Druckentlastungskanal ausgestattet, über den im Fehlerfall auftretende Druckwellen und Rauchgase in die Atmosphäre außerhalb des Turmfußes geleitet werden.

Der Druckentlastungskanal besteht aus 3 Subkomponenten:

- Kabelanschlussraum
- Druckentlastungsschläuche
- äußere Druckentlastung

Auf dem Druckentlastungskanal kann eine 2/3-feldrige Mittelspannungsschaltanlage ohne Absorber und ohne Kanal montiert werden.

#### 3.1 Kabelanschlussraum

Der Kabelanschlussraum (siehe Abb. 9, S. 15) ist ein Kanal aus 4 mm starkem, verzinktem Stahlblech und Bestandteil des E-Modul-Stahlbaus. Der Kabelanschlussraum wird am Boden mit dem E-Modul mechanisch und druckdicht verbunden. Auf dem Kabelanschlussraum wird ein Adapter (siehe Abb. 9, S. 15) aus 4 mm starkem, verzinktem Stahlblech montiert, der die Installation von verschiedenen Mittelspannungs-Schaltanlagentypen ermöglicht.

Um den konstruktionsbedingten Spalt zwischen Kabelanschlussraum und Fundament der Windenergieanlage abdichten zu können, gibt es im Kabelanschlussraum einen Senkrahmen (siehe Abb. 10, S. 15) mit Ethylen-Propylen-Dien-Monomer-Dichtung und Quellband, der diesen Bereich druckdicht verschließt. Die Öffnungen der Leerrohre für die Mittelspannungskabel werden mit Ringraumdichtungen (siehe Abb. 10, S. 15) druckdicht verschlossen.

Durch alle zuvor genannten konstruktiven Maßnahmen wird sichergestellt, dass der im Fehlerfall entstehende Druck inkl. Rauchgase den Kabelanschlussraum nur in Richtung Druckentlastungsschläuche (siehe Abb. 9, S. 15) verlassen kann. Für die Abdichtung der Mittelspannungskabel in Richtung Transformator werden Kabelverschraubungen (siehe Abb. 9, S. 15) aus Messing mit 2 innenliegenden Dichtungen verwendet. Sämtliche Revisionsöffnungen (siehe Abb. 9, S. 15) sind mit Dichtungen ausgestattet, so dass diese im Betrieb druckdicht sind.

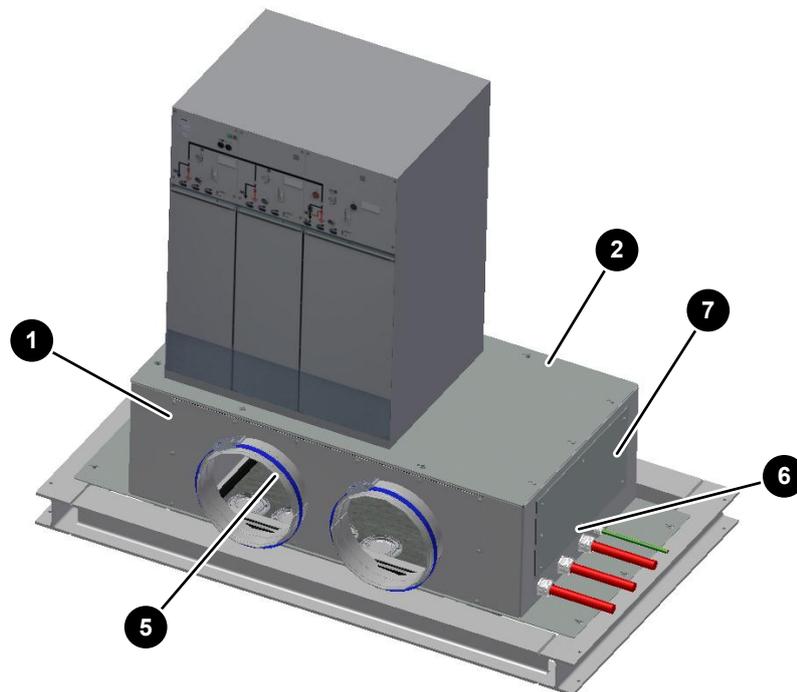


Abb. 9: Kabelanschlussraum

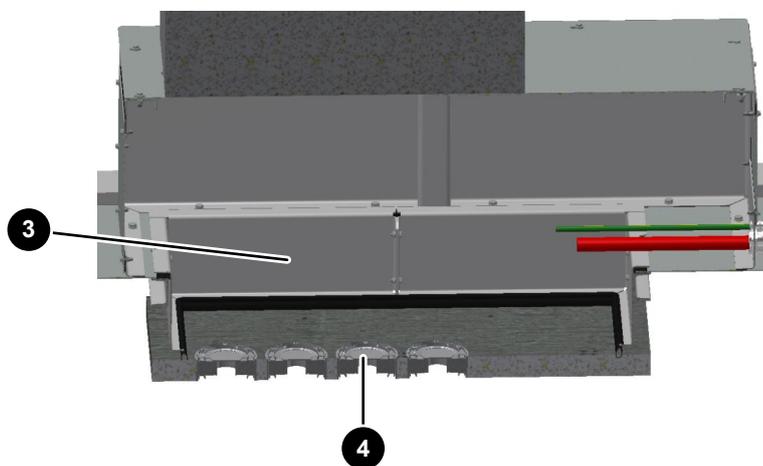


Abb. 10: Kabelanschlussraum, Senkrahmen und Ringraumdichtungen

1	Kabelanschlussraum	2	Adapter
3	Senkrahmen	4	Ringraumdichtungen
5	Druckentlastungsschläuche	6	Kabelverschraubungen
7	Revisionsöffnungen		

### 3.2 Druckentlastungsschläuche

Die Druckentlastungsschläuche verbinden den Kabelanschlussraum im E-Modul mit der äußeren Druckentlastung. Es werden 2 Hochtemperatur-Spiralschläuche der Nenngröße DN400 hierfür verwendet. Diese sind für eine Dauerbetriebstemperatur von 800 °C und einen Betriebsüberdruck von 2,0 Bar ausgelegt. Die Befestigung an beiden Enden erfolgt über Spanngurte. Um ein Abrutschen der Anschlüsse zu verhindern, sind die angrenzenden Bauteile so gestaltet, dass ein Kragen entsteht, der über einen vergrößerten Außendurchmesser verfügt.



Abb. 11: Druckentlastungsschlauch

### 3.3 Äußere Druckentlastung

Die Druckentlastung außerhalb des Turmes ist ein baulich getrennter Teil der Rückkühleinheit, welche sich zwischen den Turmachsen II und III außen an der Turmwand auf dem Fundament befindet. Die Druckentlastung in der Rückkühleinheit ist über eine federgelagerte Klappe (siehe Abb. 12, S. 16) im Betrieb geschlossen. Im Fehlerfall öffnet die Klappe automatisch mechanisch durch den entstandenen Druck und entlässt die Druckwelle sowie einen Großteil der Rauchgase in die Atmosphäre.

Die Druckentlastungsklappe ist so gestaltet, dass ein Öffnungswinkel größer 45° mechanisch nicht möglich ist. Die Klappe befindet sich in einer Höhe von 2300 mm über dem Fundament.

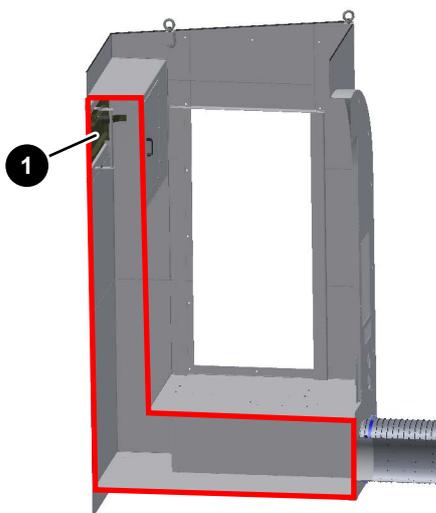


Abb. 12: Äußere Druckentlastung über federgelagerte Klappe

1	Federgelagerte Klappe
---	-----------------------

## 4 Typenprüfung

Das E-Modul EP3-EM-5E ist gemäß IEC 62271-202 als fabrikfertige Station für Hoch/Niederspannung geprüft. Der Typenprüfbericht für die Kombination mit der Mittelspannungsschaltanlage „CGM.3“ von Ormazabal ist beim Institut IPH in Berlin unter der Nummer 10936-19-1192 hinterlegt. Im Zuge der praktischen Prüfung wurden folgende Kriterien gemäß Norm erfüllt:

### **Kriterium 1**

Ordnungsgemäß gesicherte Türen und Abdeckungen der Station öffnen sich nicht. Verformungen werden zugelassen, sofern auf keiner Seite ein Teil an die Position der Indikatoren heranreicht. Die Station braucht nach der Prüfung nicht ihrem IP-Schutzgrad zu entsprechen.

### **Kriterium 2**

Während der für die Prüfung festgelegten Dauer tritt kein Aufreißen des Stationsgehäuses auf. Es werden keine Teile einer Einzelmasse oberhalb 60 g weggeschleudert. Der Wert von 60 g wurde gewählt, um IEC 62271-200: 2011 zu folgen.

### **Kriterium 3**

Der Störlichtbogen erzeugt vom Fußboden bis zu einer Höhe von 2 m keine Löcher in den zugänglich deklarierten Seiten der Station.

### **Kriterium 4**

Die Indikatoren werden nicht durch die Wirkung heißer Gase oder brennender Flüssigkeiten entzündet. Sollten die Indikatoren während der Prüfung anfangen zu brennen, darf das Beurteilungskriterium dennoch als erfüllt betrachtet werden, wenn der Nachweis erbracht ist, dass die Entzündung der Indikatoren durch glühende Teilchen und nicht durch heiße Gase erfolgte.

### **Kriterium 5**

Das Gehäuse bleibt mit seinem Erdungspunkt verbunden. Im Allgemeinen ist eine Sichtprüfung ausreichend, um Übereinstimmung festzustellen. Im Zweifelsfall ist der elektrische Durchgang der Erdungsverbindung zu überprüfen.