



BV-Nr. E-160EP5/E3/R1/140/HST
Index B

16.04.2025

Allgemeines Brandschutzkonzept

für die Errichtung
einer
Windenergieanlage

des Typs ENERCON

E-160 EP5 E3 R1

mit 140 m Nabenhöhe

Auftraggeber: WRD GmbH
Borsigstr. 26
26607 Aurich

	Seite
INHALTSÜBERSICHT	
1 Einleitung	4
1.1 Auftrag	4
1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke	5
1.3 Verwendete Unterlagen	5
1.4 Schutzziele	6
1.5 Bestimmung der Gesamthöhe	6
1.6 Einstufung der baulichen Anlage	6
1.7 Risikobeurteilung der Maschine	7
2 Gebäudetechnische Daten und Nutzungen	8
2.1 Allgemein	8
2.2 Äußere Erschließung	8
2.3 Innere Erschließung	8
2.4 Nutzung der Windenergieanlage	9
2.4.1 Allgemeines	9
2.4.2 Funktion	9
2.4.3 Zahl der Nutzer	9
2.4.4 Betrieb; Wartung	10
2.4.5 Beschreibung der Einrichtungen der WEA	10
2.5 Risikoanalyse	11
2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential	11
2.5.2 Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses	12
3 Vorbeugender Brandschutz	15
3.1 System der äußeren und inneren Abschottungen; Anforderungen an Bauteile und Baustoffe	15
3.1.1 Anordnung und Lage von Rauchabschnitten	15
3.1.2 Brandschutztechnische Abschnittsbildung	15
3.1.3 Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile	15
3.1.4 Nichttragende Außenwände und -bekleidungen	15
3.2 Flucht- und Rettungswege	15
4 Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz	16
4.1 Brandmeldeanlage	16
4.2 Alarmierungseinrichtung	16
4.3 Anlagentechnische Branderkennung und Brandmeldung	16
4.3.1 Sensoren	16
4.3.2 Rauchschalter	17
4.4 Lüftungsanlagen	18
4.5 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	18
4.6 Blitzschutz	18
5 Organisatorischer Brandschutz	19
5.1 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen	19
5.2 Kennzeichnung von Rettungswegen	19
5.3 Flucht- und Rettungspläne	19
5.4 Alarmierung der Feuerwehr	19
5.5 Einrichtungen zur Brandbekämpfung	20
5.6 Prüfungen technischer Anlagen und Einrichtungen	20
5.7 Übung mit der Zuständigen Feuerwehr	20
6 Abwehrender Brandschutz	21
6.1 Flächen für die Feuerwehr	21
6.2 Löschwasserversorgung	21

6.3	Löschwasserrückhaltung	22
6.4	Feuerwehrpläne.....	22
6.5	Hydrantenpläne	22
6.6	Brandbekämpfung	23
6.6.1	Brand im Turmfuß.....	23
6.6.2	Brand in der Gondel.....	23
6.6.3	Brand der Rotorblätter	23
6.6.4	Brandweiterleitung auf die Umgebung	24
7	Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens	25
8	Abweichungen.....	25
9	Zusammenfassung	26

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Das Brandschutzbüro Tegtmeier wurde am 03.04.2025 beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-160 EP5 E3 R1 mit 140 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung (MBO) zu erstellen.

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

Das Brandschutzkonzept beinhaltet die Einzelmaßnahmen aus

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

Unter Berücksichtigung

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

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

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

1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke

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

- /1/ MBO – Musterbauordnung, vom 1. November 2002 in der Fassung vom 24.11.2023 (ARGEBAU)
- /2/ MBauVorlV – Musterbauvorlagenverordnung, Muster einer Verordnung über Bauvorlagen und bauaufsichtliche Anzeigen, Fassung Februar 2007 (Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU) zuletzt geändert am 25.09.2020
- /3/ DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, in der zurzeit gültigen Fassung und allen veröffentlichten Teilen
- /4/ DIN EN 62305-1, Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Ausgabe Oktober 2011, Berichtigung 1, Ausgabe Dezember 2015
- /5/ Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, vom 17.05.2006
- /6/ 9. ProdSV - Maschinenverordnung, Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenrichtlinie) vom 12.05.1993 zuletzt geändert am 27.07.2021
- /7/ MVV TB – Muster- Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom 2. August 2024; Ausgabe 2024/1 Druckfehlerberichtigung vom 28.08.2024

1.3 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Unterlagen	Dokumenten-Nr.	Datum
Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3 R1	D02730135/4.0	03.12.2024
Technisches Datenblatt ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3 R1	D02730150/5.0	ohne
Übersichtszeichnung Gondel E-160 EP5 E3 R1	D03019303/0.0	24.04.2024
Technisches Datenblatt Gondelabmessungen E-160 EP5 E3 R1	D02693747/2.2	14.05.2024
Technische Beschreibung Turm und Fundament E-160 EP5 E3-HST-140-FB-C-01	D03076516/1.0	ohne
Technisches Datenblatt Turm E-160 EP5 E3-HST-140-FB-C-01	D03074637/1.0	20.02.2025
Übersichtszeichnung HybridstahlTurm E-160 EP5 E3-HST-140-FB-C-01	D03017991/1.0	28.01.2025
Technisches Datenblatt, Rotorblatt LM 78.3 P mit Hinterkantenkamm der Windenergieanlage E-160 EP5 E3 R1	D02433347/1.0	28.06.2022
Technische Beschreibung Wassergefährdende Stoffe* ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3 R1	D02719495/3.0	07.06.2024
Technische Beschreibung Einrichtungen zum Arbeits-, Personen- und Brandschutz	D0446785/3.0	17.02.2025
Technische Beschreibung Blitzschutz ENERCON Windenergieanlagen	D0260891/20.0	17.07.2024
Technisches Datenblatt Installationsorte der Feuerlöscher ENERCON Windenergieanlagen	D0648865/17.0	08.04.2025
Technische Beschreibung Anlagensicherheit ENERCON Windenergieanlagen	D0248369/3.3	22.04.2024

Unterlagen	Dokumenten-Nr.	Datum
Technische Beschreibung Warnsignalisierung bei unsicheren Betriebszuständen	D0421975/4.0	30.10.2024
Technisches Datenblatt Installationsorte der Rauchschalter ENERCON Windenergieanlagen	D0701831/15.0	25.03.2025
Technische Beschreibung Brandschutz ENERCON Windenergieanlagen EP5	D0736681/10.0	20.09.2024
Technische Beschreibung ENERCON Aufstiegshilfe	D0917105-1	12.11.2020

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 anzutragen, 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. 140 m auf und der Rotor hat einen Durchmesser von ca. 160 m. Die Rotorblattlänge beträgt ca. 78 m. Damit ergibt sich eine Gesamthöhe von ca. 220 m.

1.6 Einstufung der baulichen Anlage

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

Eine WEA ist eine freistehende Maschine gemäß Maschinenrichtlinie, die mit mehr als 30 m Höhe über der Geländeoberfläche im Mittel als Sonderbau im Sinne des § 2 (4) Nr. 2 MBO eingestuft wird.

Eine Windenergieanlage ist somit eine bauliche Anlage besonderer Art und Nutzung, an die im Einzelfall zur Verwirklichung der allgemeinen Anforderungen besondere Anforderungen gestellt werden können. Erleichterungen können ebenfalls gestattet werden, soweit es der Einhaltung von Vorschriften wegen der besonderen Art oder Nutzung der baulichen Anlage nicht bedarf.

1.7 Risikobeurteilung der Maschine

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

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

2 Gebäudetechnische Daten und Nutzungen

2.1 Allgemein

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um eine Errichtung einer Windenergieanlage der Firma ENERCON mit der Typbezeichnung E-160 EP5 E3 R1 mit 140 m Nabenhöhe.

Als Träger der Windenergieanlage Typ E-160 EP5 E3 R1 dient ab Fundamentoberkante ein HybridstahlTurm bestehend aus einem T-Flansch und neun Stahlsektionen.

Es ist durch einen Fundamentkorb mit Stahlbetonfundament verankert.

Die tragende Struktur des Maschinenhauses besteht aus Gusseisen, die Gondelverkleidung besteht aus Stahl. Die Rotorblätter werden aus GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff), Polyesterharz, Balsaholz und Schaumstoff hergestellt.

2.2 Äußere Erschließung

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

2.3 Innere Erschließung

Der Zugang in den Turm erfolgt über eine Außentreppe. Vor der Turmeingangstür ist ein Podest montiert. Die Turmeingangstür ist abschließbar und kann von innen jederzeit ohne Schlüssel und Werkzeug geöffnet werden. Der Zutritt von außen ist nur mit Schlüssel möglich.

Der Aufstieg im Turm erfolgt über eine Aufstiegshilfe in Kombination mit einer Steigschutzeinrichtung gemäß DIN EN ISO 14122-4:2016. Innerhalb des Turmes befinden sich auf definierten Höhen Podeste. Diese Podeste werden im Werk vorinstalliert und während des Montageprozesses komplettiert. Sie dienen als feste Arbeitsbühne sowie als Ruhebühne beim Auf- und Abstieg.

Zum problemlosen Durchstieg befinden sich in den Podesten mit Klappen abgedeckte Öffnungen. Entlang des Steigwegs befinden sich auch bewegliche Ruhepodeste.

Zusätzlich wird eine Aufstiegshilfe (Nutzlast 240 kg) nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eingebaut. Sie fährt leitergeführt bis zu einem Podest einige Meter unterhalb des Turmkopfs.

Für die restliche Strecke wird die Sicherheitssteigleiter mit Steigschutzeinrichtung benutzt.

Unter der Eingangsebene befindet sich das E-Modul, hier ist ein Energieverteilerschrank, die Mittelspannungsschaltanlage, der Steuerschrank zur Bedienung der Windenergieanlage sowie eine unterbrechungsfreie Stromversorgung untergebracht. Die Bedienung erfolgt über das Human Machine Interface (HMI), welches sich auf der Eingangsebene befindet.

Der Aufstieg im Turm ist für die Feuerwehr im Brandfall nicht vorgesehen.

2.4 Nutzung der Windenergieanlage

2.4.1 Allgemeines

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

2.4.2 Funktion

Im Maschinenhaus, das auf dem Turm montiert ist, liefert ein permanenterregter Synchrongenerator, der direkt an der Nabe mit den Rotorblättern verbunden ist, die elektrische Energie. Die erzeugte Energie wird in einem Wechselrichtersystem in eine netzkonforme Spannung umgewandelt. Der Mittelspannungstransformator in der Gondel transformiert die erzeugte Spannung auf das Niveau des Stromnetzes, in das der Strom eingespeist wird. Über die Mittelspannungsschaltanlage im Turmfuß wird der Transformator mit dem aufnehmenden Stromnetz zusammengeschaltet.

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 eine die betriebliche Steuerung überlagernde Sicherheitssteuerung, auch bei Netzausfall, erfolgt. Die WEA wird bei einer Störung bis zur Reparatur nicht freigegeben.

Die Begehung zur Wartung findet mindestens einmal jährlich routinemäßig statt. Bei den Begehungen ist die Anlage außer Betrieb. Wird ein Probelauf notwendig, muss das Servicepersonal hierfür seine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) tragen, um sich bei eventuellen Störungen oder einem Brand über den 1. Fluchtweg durch den Turm oder bei versperrtem 1. Fluchtweg über den 2. Fluchtweg durch die Luke im Maschinenhaus zu evakuieren.

Die Wartungen werden nur durch Fachpersonal ausgeführt, welches auf die Anlagentechnik und die Rettung aus der Windenergieanlage geschult ist. Zudem sind im Turmfuß, im Maschinenhaus und im Rotorkopf Not-Halt-Taster vorhanden, die die Windenergieanlage bzw. den Rotor bei Betätigung stoppen.

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	Synchrongenerator Nebenaggregate Schaltschränke Transformator	unterwiesenes Personal, Elektrofachkräfte
Turm	Turm	Mittelspannungskabel (20 kV-36 kV) Steuerleitungen Stromversorgung Turmfuß Allgemein-/Notbeleuchtung	unterwiesenes Personal, Elektrofachkräfte
Fuß	E-Modul	Schaltschränke	Feuerwehr / unterwiesenes Personal/ Elektrofachkräfte

Tabelle 2: Beschreibung WEA

2.5 Risikoanalyse

2.5.1 Brandlasten und Brandgefährdungspotential

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

Bezeichnung	Anlagen	Brandlasten	Brandgefahren
Gondel	Schaltschränke	Kabel	elektrische Störung durch Reibung und elektrische Störungen
	diverse Kabel	Kabel	
	Azimutgetriebe	8 Stellmotoren zur Windnachführung je ca. 21 l Öl	
	Blattflanschlager-laufbahn	3 Lager mit je 25 l Fett	
	Blattverstellgetriebe	3 Antriebe für die Blattverstellung je 12 l Öl	
	Azimutlager	ca. 14 l Fett	
	Zentralschmiereinheit	Schmierstoffe insgesamt ca. 28 l	
	Rotorlager	ca. 230 l Fett	
	Transformator	max. 2.103 l synthetische Ester MIDE 7131	
Turm	Gondelverkleidung	Stahl	keine direkte Brandgefahr
	Mittelspannungskabel 20 kV-36 kV	Kabel	durch elektrische Störungen
Fuß	Aufstiegshilfe	Schmierstoffe ca. 2 l	
	Schaltschränke	Kabel Verteiler	durch elektrische Störungen
Rotor	USV-Schalschrank Schaltschränke		
	Rotorblatt Gewicht ca. 25 t	Glasfaserverstärkter Kunststoff, Polyesterharz, Holz, Schaumstoff	Blitzschlag; Brandüberschlag zwischen Gondel und Rotorblättern

Tabelle 3: Brandlasten

2.5.2 Wahrscheinlichkeit eines Brandereignisses

Der Brand lässt sich nach der Norm „Feuerwehrwesen – Begriffe“ (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 selbstständig 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 1×10^{-6} (bei großen Risiken pro Ereignis) bis 1×10^{-5} pro Gebäude je m^2 und Jahr beschreiben. Das Risiko ist theoretisch durch die Wahrscheinlichkeit für die

Entstehung eines Brandes und die Ausbreitung zu einem gefährlichen Brand pro Bezugsfläche und pro Zeiteinheit sowie dem zu erwartenden Schadensumfang gegeben.

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

In dem hermetisch abgeschlossenen Behälter befindet sich kein Sauerstoff, somit wird das Branddreieck unterbrochen.

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

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

Gemäß Verordnung 2024/573 des Europäischen Parlaments und des Rates vom

7. Februar 2024 über fluorierte Treibhausgase ist die Inbetriebnahme von SF₆-Schaltanlagen mit folgenden Bemessungsspannen verboten:

$\leq 24\text{kV}$: ab 01.01.2026

$> 24\text{kV} \leq 52\text{kV}$: ab 01.01.2030

Bis zum Inkrafttreten des Verbots ist die Inbetriebnahme von SF₆-Schaltanlagen noch gestattet und bleibt weiterhin als Standard definiert. Mit Inkrafttreten des Verbots wird die SF₆-freie Schaltanlage als Standard definiert.

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 kann Brandursache für den Brand eines Rotorblattes sein.

Sofern bei der WEA 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 Hybridstahlturm werden keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsdauer gestellt.

3.1.4 Nichttragende Außenwände und -bekleidungen

Die tragende Struktur des Maschinenhauses besteht aus Gusseisen, die Gondelverkleidung besteht aus Stahl. Die Rotorblätter werden aus GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff), Polyesterharz, Balsaholz und Schaumstoff hergestellt. 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, welches über eine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) besitzt. Die Flucht aus der Gondel der WEA erfolgt über eine über die gesamte Turmhöhe zur Verfügung stehende Steigleiter. 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 möglich ist. Das Gerät ermöglicht den zweiten Rettungsweg und kann alle Personen in der Gondel nacheinander abseilen, wobei immer zwei Personen, im Pendelhub, zusammen abgesetzt werden. 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. Zwischen Turmfuß und Maschinenhaus ist die Kommunikation durch Telefonverbindung bzw. Funkgeräte möglich.

Bei detektiertem Rauch schaltet die WEA die optisch-akustischen Signalmelder im Turmfuß, im Maschinenraum und im Rotorkopf ein. Die Signalmelder erzeugen ein Dauersignal mit roten Lichtblitzen und einen Signalton mit schnell schwankender Tonhöhe. Die akustische Alarmierung ist nur bei Anwesenheit von Personen aktiv, 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 im Haupttriebstrang vorhanden ist. Alle wichtigen Komponenten werden mit Temperaturfühlern überwacht.

Temperaturen, die den Grenzwert für den Normalbetrieb überschreiten, führen zunächst zu einer verminderten Leistung der WEA. Erkennt die Sicherheitssteuerung der Windenergieanlage einen unzulässigen Zustand, wie z. B. unzulässig erhöhte Temperaturen oder Überdrehzahl, wird die Windenergieanlage sofort angehalten.

4.3.1 Sensoren

Mögliche Zündquellen werden laufend durch Sensoren überwacht.

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

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

- Temperatur in der Maschine
- Temperatur im Rotorkopf
- Lagertemperaturen der beiden Rotorlager
- Temperatur im Turm
- Außentemperatur
- Temperatur in allen Schaltschränken
- Temperatur, Druck und Öllevel des Transfomators
- 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

Jedes der drei Rotorblätter der WEA ist mit einem im Fehlerfall energieautarken Blattverstellsystem ausgestattet. In diesem Blattverstellsystem ist eine Sicherheitssteuerung integriert, die die Rotorblätter bei einer Notfahrt gesteuert in Fahnenstellung fahren und beim Erreichen der Fahnenstellung die Energie von den Antriebsmotoren sicher abschaltet.

Bei einer Notbremsung des Rotors wird zusätzlich eine Wirbelstrombremse aktiviert.

4.3.2 Rauchschalter

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

Bei den Rauchschaltern handelt es sich um Brandmelder mit optischer Raucherkennung und zusätzlichem Temperaturfühler, der ab einer Umgebungstemperatur von 70°C anspricht. Es wird ein Signal an die Sicherheitssteuerung der Anlage gesendet, die einen sicheren Stopp (Verstellung der Rotorblätter in Fahnenstellung) einleitet, alle Lüfter abschaltet und nach kurzer Zeit die MS-Schaltanlage ausschaltet.

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.

In der E-Gondel sind mehrere Rauchschalter vorhanden:

- a) im Maschinenhaus, b) im Transformatorraum, c) am Maschinenträger,
- d) im Niederspannungsverteilungsschrank. Der Rauchschalter am Maschinenträger ist im unteren Bereich der Gondel verbaut und dient der Erkennung von Rauch im Turm.

Im unteren Turmbereich befindet sich ein Rauchschalter in der Nähe der Mittelspannungsschaltanlage und oberhalb Bedieneinheit am Turmeingang.

4.4 Lüftungsanlagen

Aus brandschutztechnischer Sicht werden keine Anforderungen an die Lüftung gestellt.

Der Generator ist luftgekühlt, mit einer passiven äußeren Luftkühlung durch den Luftstrom und einer aktiven inneren Luftspaltkühlung.

4.5 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

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

4.6 Blitzschutz

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

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

5 Organisatorischer Brandschutz

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

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

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

5.2 Kennzeichnung von Rettungswegen

Zur Beleuchtung der Wege während der Wartung ist eine Sicherheitsbeleuchtung gemäß ASR A3.4/3 erforderlich und wird installiert.

Die Sicherheitsbeleuchtung der Windenergieanlage entspricht der DIN EN 50308 – Windenergieanlage-Schutzmaßnahmen-Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung – DIN EN1838 – Angewandte Lichttechnik-Notbeleuchtung-, und die DIN EN 50172 –Sicherheitsbeleuchtungsanlagen.

5.3 Flucht- und Rettungspläne

Im Turmfuß und in der Gondel der Windenergieanlage sind jeweils ein Notrufplan und ein Flucht- und Rettungsplan angebracht. Alle notwendigen Informationen, z.B. die Koordinaten der Windenergieanlage und wichtige Rufnummern, sind auf dem Notrufplan zu finden.

5.4 Alarmierung der Feuerwehr

Durch die zuvor beschriebene Anlagentechnik wird die WEA bei einer Detektion von Feuer oder Rauch automatisch abgeschaltet. Dabei wird über das SCADA-System 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 zwei CO₂-Löscher (1x2 kg und 1x5 kg) und im Turm auf der Ebene 2 ein 2 kg CO₂-Löscher vorgehalten.

Im Fahrzeug der ENERCON-Servicekräfte wird ein weiterer CO₂-Löscher mitgeführt. 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 und der Minimierung brennbarer Betriebsstoffe 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. Gemeinden unterhalten gemäß dem landesspezifischen Brandschutzgesetz die notwendige und auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmte Löschwasserversorgung und stellen so den Grundschatz sicher. In manchen Bundesländern, wie beispielsweise Rheinland-Pfalz, gilt dies nur eingeschränkt¹.

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.

Das hierfür erforderliche Löschwasser kann im Regelfall mit Hilfe des Grundschatzes über den abwehrenden Brandschutz bereitgestellt werden. Dies geschieht über die örtlichen Feuerwehren mittels mitgeführten Löschwassers. Die Bereitstellung findet dabei in der Regel über die Einsatzfahrzeuge (Löschfahrzeuge) der Feuerwehr statt.

¹ Hierunter auch die Bundesländer Hamburg und Berlin

6.3 Löschwasserrückhaltung

Es ist ein Transformator verbaut, der mit max. 2.103 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 $> 300^{\circ}\text{C}$ aus. Die Flüssigkeit kann vollständig in einer dafür vorgesehenen Wanne, welche sich unterhalb des Transformators befindet, aufgefangen werden.

Zur Kühlung der Leistungsschränke in der Gondel wird als Kühlmittel 350 Liter Ethanol-Glykol-Gemisch (Glykosol N 45%) eingesetzt. Die Kühlflüssigkeit ist nicht toxisch und gut biologisch abbaubar und in der Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft.

Der Gondelboden besteht aus einer geschlossenen 4-6 mm starken verzinkten Stahlblechkonstruktion. Diese ist in mehrere Sektionen unterteilt.

Die Sektionen links und rechts unterhalb der Umrichter haben ein Auffangvolumen von ca. 113 Liter. Die Sektion im hinteren Bereich unterhalb der Kühler hat eine Auffangkapazität von ca. 172 Liter. Insgesamt steht ein Auffangvolumen durch den Gondelboden von ca. 600 Litern zur Verfügung. Der Transformator im Transformatorraum im hinteren Teil der Gondel steht zusätzlich in der Auffangwanne Transformator mit einer Auffangkapazität von 2.545 Litern.

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 grundsätzlich keine Feuerwehrpläne erforderlich. Gegebenenfalls gelten hier landesspezifische Vorgaben, die die Erstellung von Feuerwehrplänen erforderlich machen.

6.5 Hydrantenpläne

Hydrantenpläne sind nicht notwendig.

6.6 Brandbekämpfung

Die Verhütung von Brandgefahren (vorbeugender Brandschutz) und die Brandbekämpfung (abwehrender Brandschutz) sind laut den Feuerwehrgesetzen der Länder Aufgaben der Gemeinden und Landkreise sowie des Landes.

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

Es müssen folgende Brandszenarien unterschieden werden:

6.6.1 Brand im Turmfuß

Die Windenergieanlage gilt als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, die von der Feuerwehr nicht allein oder nur nach Freigabe begangen werden darf.

Die gesamte Anlage muss spannungsfrei gemeldet werden.

Die ständig besetzte Service-Zentrale informiert die Leitstelle der Feuerwehr.

Ein Brand im Turmfuß ist örtlich begrenzt. Der Brand kann sich weder auf die Gondel ausbreiten noch auf die Umgebung der Windenergieanlage auswirken.

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 wird direkt herabfallen und dort weiterbrennen, eine Brandweiterleitung auf die Gondel ist nicht auszuschließen. Ein Brand der Rotorblätter führt in der Hauptsache zu brennend direkt herabfallenden mehr oder weniger großen Teilen. Bei einem Brand der Rotorblätter ist die Feuerwehr zunächst zum Schützen der Umgebung präsent.

6.6.4 Brandweiterleitung auf die Umgebung

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

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

7 Verwendete Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutz-ingenieurwesens

Es wurden keine Rechenverfahren des Brandschutzingenieurwesens verwendet.

8 Abweichungen

Es sind keine brandschutztechnischen Abweichungen zu berücksichtigen.

9 Zusammenfassung

Das Brandschutzbüro Tegtmeier wurde am 03.04.2025 beauftragt, für die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-160 EP5 E3 R1 mit 140 m Nabenhöhe, ein Brandschutzkonzept gemäß Musterbauordnung (MBO) zu erstellen.

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

keine Bedenken

für die Errichtung und Windenergieanlage Typ ENERCON E-160 EP5 E3 R1.

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 16.04.2025


Dipl.-Ing. Monika Tegtmeier
ö.b.u.v. Sachverständige für den
vorbeugenden baulichen Brandschutz
Vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannte
Prüfsachverständige im Eisenbahnbereich
Brandamtfrau a.D.


Martin Sonnenberg, M. Eng.
Master of Engineering, Vorbeugender Brandschutz
Sachverständiger für vorbeugenden
Brandschutz (EIPOS)
