



DOKUMENT:
0042-7274

BESCHREIBUNG:
Maßnahmen Ausnahmebewilligung nach §11 ETG – WP Sallingberg

**Maßnahmen an Vestas
Windenergieanlagen des Typs
V150-4.2MW zur Erlangung einer
Ausnahmebewilligung nach § 11
Elektro-Technik-Gesetz (ETG) für
den Windpark
Sallingberg**

Dokumentenhistorie

VERSION:	DATUM:	ÄNDERUNGEN:
00	2014-01-28	Erste Version
01	2014-06-29	Neues Kapitel 3.4, Austausch Rauchhemmung → Rauchdichtheit, Anpassung auf V112-3.0MW und 3.3MW Plattform (V112, V117, V126)
02	2014-08-28	Anpassungen „Alternatives Verfahren Betreten des Kellers“
03	2015-02-11	Korrekturen in Kap. 2.1.1, 2.1.4, 2.2.3, Erweiterung um Kap. 2.1.8.4
04	2016-10-21	Korrekturen in Kap. 2.1, 2.2
05	2016-12-15	Anpassungen
06	2017-03-15	Ergänzung von V100/110-2.0/2.2MW
07	2017-09-12	Korrekturen in Kap.2.1.6 und 2.1.7
08	2018-02-08	Ergänzung von V117-4.2MW, V136-4.2MW und V150-4.2MW, Kap. 1.2.3 gelöscht, Kap. 2.1.1 nach 2.2.3 verschoben, Kap. 2.1.2 gelöscht, Kap. 2.1.7 Fehlererfassung ergänzt
09	2018-08-07	Überarbeitung Punkt 2.1.7; Punkt 3.4 wurde Punkt 3.1 untergeordnet
10	2019-03-27	Überarbeitung Punkt 2.1.3 und 2.1.5; Korrekturen in Punkt 2.2.3 und Punkt 2.2.4
11	2019-06-21	Ergänzung der EnVentus Plattform (V150-5.6MW und V162-5.6MW)

Inhalt

1	SACHVERHALTSDARSTELLUNG	4
1.1	BESCHREIBUNG DER WEA	5
1.2	FESTSTELLUNG DER LAUT ÖVE/ÖNORM E8383 NICHT EINGEHALTENEN PUNKTE	8
1.2.1	<i>Fluchtweglänge</i>	8
1.2.2	<i>Fluchttürabmaße</i>	8
2	MAßNAHMEN ZUR ERLANGUNG EINER AUSNAHMEBEWILLIGUNG	9
2.1	TECHNISCHE MAßNAHMEN	9
2.1.1	<i>Belüftung im Turm während der Wartungs- und Servicearbeiten</i>	9
2.1.2	<i>Belüftung des Schaltanlagenraums im Turmkeller</i>	9
2.1.3	<i>Rauchhemmende Decke zwischen Schaltanlagenraums und Turmkeller</i>	11
2.1.4	<i>Rauchmeldesysteme</i>	12
2.1.4.1	Ausführung 3/4MW bzw. EnVentus Plattform	12
2.1.4.2	Ausführung 2MW Plattform	12
2.1.5	<i>Fluchtwege</i>	12
2.1.6	<i>Trossenkabelspezifikation</i>	14
2.1.6.1	Kurzschlussfestigkeit und Brandverhalten	14
2.1.6.2	Nachweis für die Festigkeit des Erdschlussstromes	14
2.1.6.3	Berührungssicherheit	14
2.1.7	<i>Fehlererfassung und Schnellabschaltung</i>	14
2.2	ORGANISATORISCHE MAßNAHMEN	15
2.2.1	<i>Betreten der WEA – Betriebszustand der WEA</i>	15
2.2.2	<i>Vermeidung unbefugten Zugangs zur WEA bei Wartungs- und Servicearbeiten</i>	15
2.2.3	<i>Kontrolle des Schaltanlagenraums im Turmkeller</i>	15
2.2.4	<i>Maßnahmen während notwendiger Arbeiten im Turmkeller</i>	15
2.2.5	<i>Teilentladungsmessung Kabelendverschlüsse</i>	17
2.2.6	<i>Betreten des Maschinenhausdaches</i>	17
3	FESTSTELLUNG DER GLEICHWERTIGEN SICHERHEIT	18
3.1	FLUCHTWEGLÄNGE	18
3.2	FLUCHTTÜRABMAßE	18
3.3	BE- UND ENTLÜFTUNG TURMKELLER	19
4	ANLAGEN	19

Abbildungen

Abbildung 1:	Turmeingang mit elektrischen Komponenten, kleinster Fussedurchmesser.....	5
Abbildung 2:	Maschinenhaus, Übersicht und Anordnung der Komponenten (Prinzip, 3/4MW Plattform)	6
Abbildung 3:	Die elektrischen Komponenten im Maschinenhaus (Version Permanentmagnetgenerator, 3MW Plattform).....	7
Abbildung 4:	Darstellung der Eingangstür mit Abmaßen.....	8
Abbildung 5:	Darstellung der Eingangstür mit Lüftungsschlitzen.....	9
Abbildung 6:	Rohrführung im Kellerbereich.....	10
Abbildung 7:	Durchstieg Turmeingangsplattform in den Keller links, Lüfter im Vordergrund.....	10
Abbildung 8:	Rohrführung außerhalb der WEA.....	10
Abbildung 9:	Abdichtungen im Bereich der Aufstiegs Luke.....	11
Abbildung 10:	Abdichtungen im Bereich der Kabeldurchführungen.....	11
Abbildung 11:	Fluchtwege aus dem Maschinenhaus der 3/4MW bzw. EnVentus Plattform (Darstellung ¾ MW Plattform.....)	13
Abbildung 12:	Fluchtwege aus dem Maschinenhaus der 2MW Plattform.....	13

1 Sachverhaltsdarstellung

Der Windpark Sallingberg mit sechs Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Vestas V150 – 4.2 MW zu je 4,2 MW und somit einer Maximalleistung von 25,2 MW und einem Windpark-internen 20 kV-Netz befindet sich im Netzgebiet der Netz NÖ GmbH und speist die produzierte Energie über das Umspannwerk Sallingberg ein.

Die sechs WEA sind windparkintern mit einer 20 kV-Leitung verbunden. Es sind keine weiteren WEA hinter den jeweiligen WEA angeschlossen. Siehe auch die diesbezügliche Lastflussberechnung in Abschnitt 2.4 des Änderungsoperates.

Die insgesamt sechs WEA des Typs Vestas V150 – 4.2 MW besitzen eine Nabenhöhe von 166 m (+3,00 m Fundamentanhebung). Der Aufstieg zum Maschinenhaus erfolgt innen im Turm über Leitern oder einen Servicelift

Aufgrund von Größe und Konstellation des Windparks wird das Windpark-interne 20 kV-Netz isoliert, also mit „offenem“ Sternpunkt (ohne niederohmige Sternpunktterdung bzw. ohne Erdschlusslöschung mittels „Petersenspule“) betrieben.

Die in den SF₆-Schaltanlagen der jeweiligen WEA untergebrachten Überstromzeitschutz-Relais gewähren ebenfalls eine Gesamtabschaltzeit im Kurzschlussfall (Trossenkabel in der WEA) von max. 180 ms.

1.1 Beschreibung der WEA

Über eine am Turm fixierte Eingangstreppe erfolgt der Einstieg über die Eingangstür im Turmfuß (Eingangsplattform der WEA, Abbildung 1).

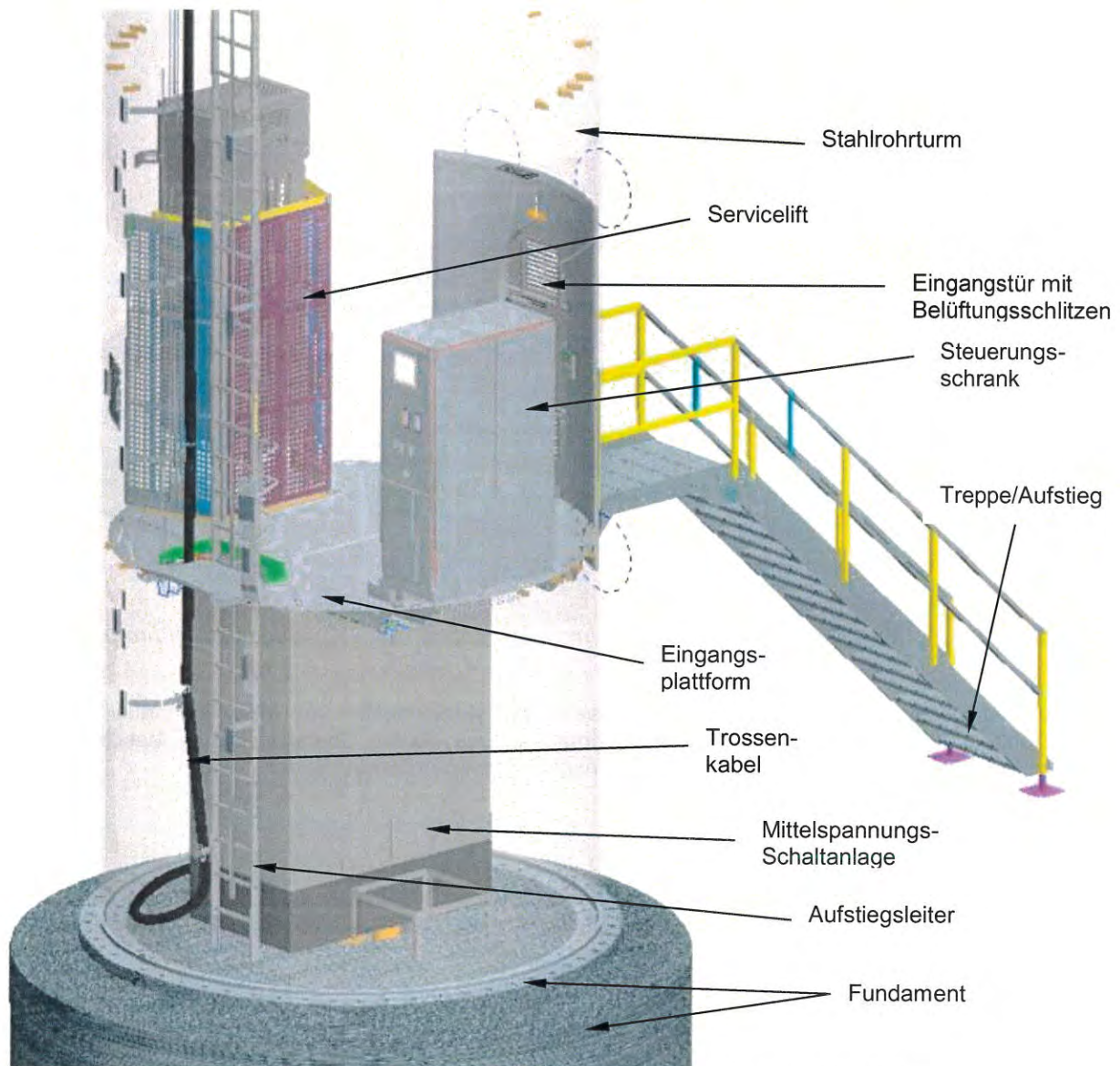


Abbildung 1: Turmeingang mit elektrischen Komponenten, kleinster Fussdurchmesser

Der Aufstieg zum Maschinenhaus erfolgt innen im Turm über eine Aufstiegsleiter oder einen Servicelift.

Im oben angeordneten Maschinenhaus (Gondel) befinden sich die elektrischen Hauptkomponenten der WEA einschließlich Generator, Umrichter, Niederspannung(NS)-Schaltanlage und Mittelspannung(MS)-Transformator (Abbildung 2 und Abbildung 3). Die erzeugte elektrische Energie wird über 20 kV MS-Kabel (Trossenkabel) zu der im Turmkeller angeordneten MS-Schaltanlage und von dort weiter in Richtung des Netzes der öffentlichen Energieversorgung geführt.

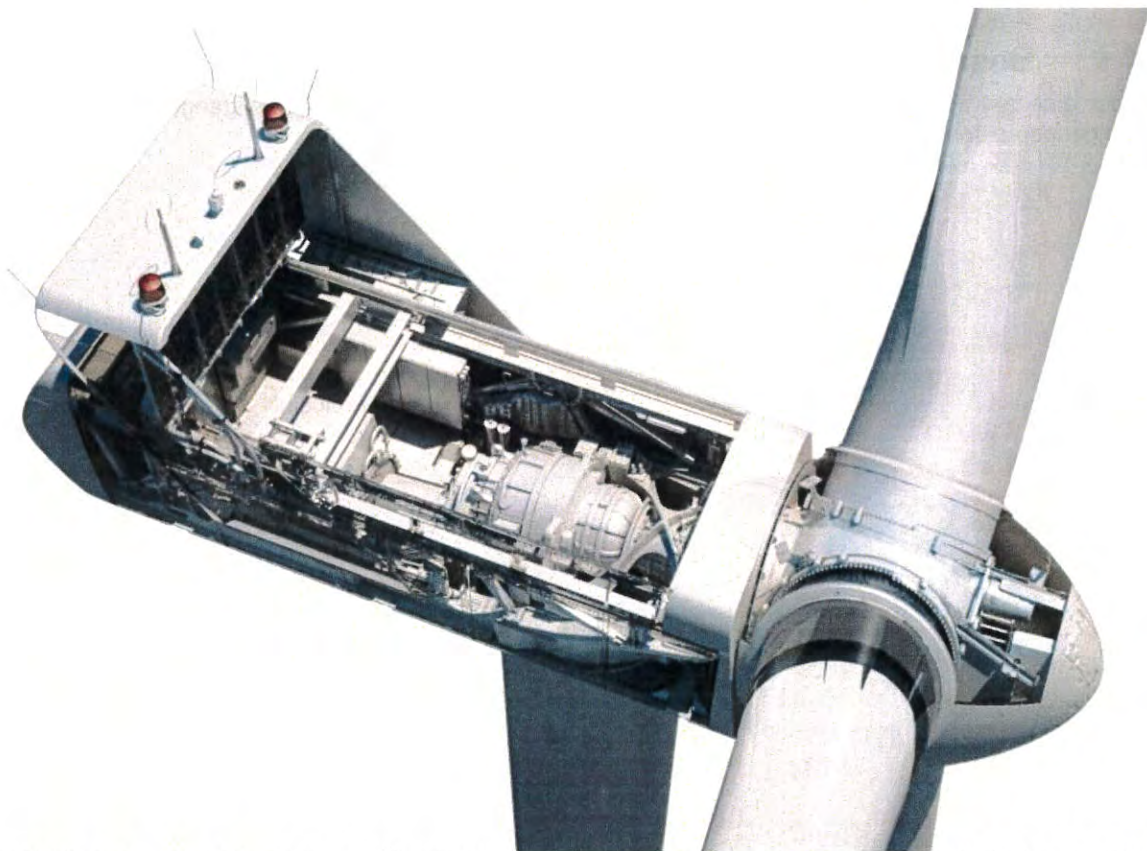


Abbildung 2: Maschinenhaus, Übersicht und Anordnung der Komponenten (Prinzip, 3/4MW Plattform)

Die Abbildung 2 zeigt eine grobe Übersicht der Komponenten im Maschinenhaus auf dem Stahlrohrturm montiert mit Rotor und Kühlerhaube. Eine weitere Übersicht der im Maschinenhaus befindlichen Komponenten findet sich in der nachfolgenden Abbildung 3.

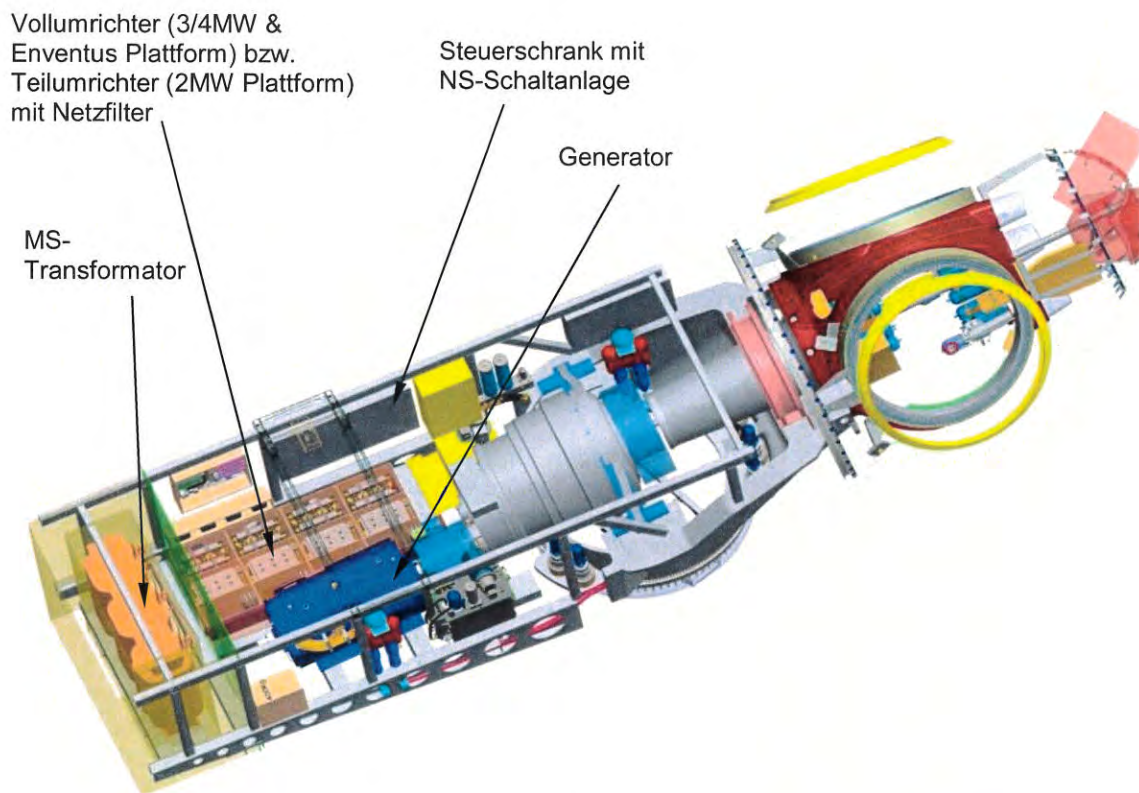


Abbildung 3: Die elektrischen Komponenten im Maschinenhaus (Version Permanentmagnetgenerator, 3MW Plattform)

Das im Turm befindliche Mittelspannung-Trossenkabel hat einen Querschnitt von $3 \times 70/70 \text{ mm}^2$ und entspricht der Spezifikation in Anlage 2.

Es wird im Turmkeller der WEA die SF₆-MS-Schaltanlage ABB – SafePlus 36 CV mit 36 kV zum Einsatz kommen. Diese wird aus vier Feldern bestehen.

Durch die Anordnung des Transformators im Maschinenhaus und der MS-Schaltanlage im Turmkeller fallen auch diese Bereiche unter die Vorschriften der ÖVE/ÖNORM E8383 für elektrische Anlagen mit Betriebsspannungen über 1 kV.

1.2 Feststellung der laut ÖVE/ÖNORM E8383 nicht eingehaltenen Punkte

1.2.1 Fluchtweglänge

In Abschnitt 6.5.4 werden hier Angaben zu den erforderlichen Fluchtwegen gemacht, die bei elektrischen Anlagen einer Spannung von bis zu 52 kV eine maximale Länge von 20 m haben sollen. Diese Forderung ist bei der vorliegenden Geräteanordnung nicht realisierbar, da der normale Fluchtweg aus dem Maschinenhaus oder aus dem Turm zwangsläufig durch den Turm mit seiner Länge von fast 166 m führt, in dem wiederum die MS-Kabel verlegt sind.

1.2.2 Fluchttürabmaße

Auch die Anforderungen von Punkt 6.5.5. werden knapp unterschritten, da bei den eingesetzten Anlagen die geforderte Mindesthöhe der Notausgangstüre von 2.000 mm mit 1.997 mm unterschritten wird. Auch ist die Türe nicht rechteckig ausgeführt, sondern aus statischen Gründen mit Rundungen im oberen und unteren Türbereich (Abbildung 4).

Türsegment 1:50

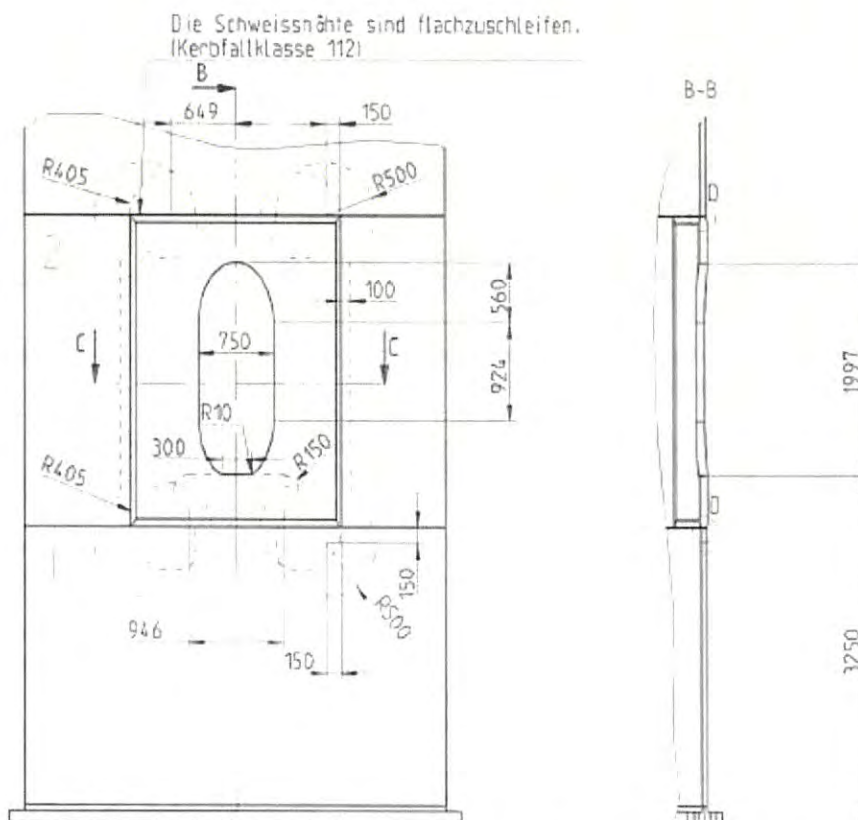


Abbildung 4: Darstellung der Eingangstür mit Abmaßen

2 Maßnahmen zur Erlangung einer Ausnahmebewilligung

2.1 Technische Maßnahmen

2.1.1 Belüftung im Turm während der Wartungs- und Servicearbeiten

Für eine ausreichende natürliche Belüftung des Turms während der Wartungs- und Servicearbeiten ist durch die in der Eingangstüre angebrachten Luftschlitze gesorgt (Abbildung 5).

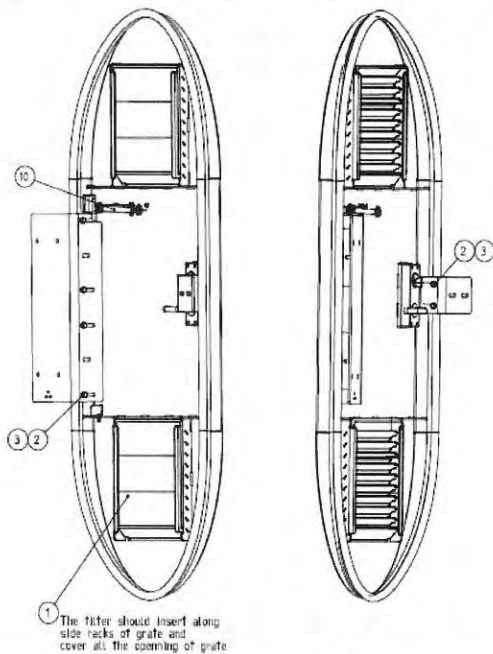


Abbildung 5: Darstellung der Eingangstür mit Lüftungsschlitzen

2.1.2 Belüftung des Schaltanlagenraums im Turmkeller

Weiterhin wird eine Be- und Entlüftung des Turmkellers installiert, welche bei Aktivierung der WEA Innenbeleuchtung (siehe diesbezügliche Punkte in der Arbeitsanweisung „Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen“ in Anlage 4) automatisch eingeschaltet wird. Diese Belüftung ist so ausgeführt, dass Sie Frischluft vom Bereich über der Eingangsplattform ansaugt, somit im Turmkeller einen Unterdruck erzeugt, und die Abluft über eine Rohrleitung im Fundament nach außen führt.

Da die WEA Innenbeleuchtung immer beim Betreten der WEA und somit auch vor einem Betreten des Turmkellers eingeschaltet ist, wird somit auch die Kellerbelüftung automatisch aktiviert. Damit ist gewährleistet, dass in einem Störfall mit Rauchgasentwicklung im Turmkeller der Turm trotzdem frei von ggf. gefährdenden Rauchgasen gehalten wird und auch die Rauchgase aus dem Turmkeller nach außen abgeleitet werden (der Lüfter ist so ausgelegt, dass das Kellerraumvolumen in ca. 5 Minuten ausgetauscht wird). Darstellungen der Lüftung siehe Abbildung 6 bzw. Abbildung 7, in der Eingangsplattform. Der Lüfter kann sich ebenfalls im Turmkeller befinden. Im Detail wird auf das entsprechende Kapitel im Situierungsplan der Vestas V100/110-2.0/2.2MW, V112-3.3/3.45 MW, V117-3.3/3.45/4.2 MW, V126-3.3/3.45 MW, V126-3.45/3.6 MW HTq, V136-3.45/3.6/4.2 MW, V150-4.2MW bzw. der EnVentus Plattform verwiesen.



Abbildung 7: Durchstieg in den Keller links, Lüfter im Vordergrund

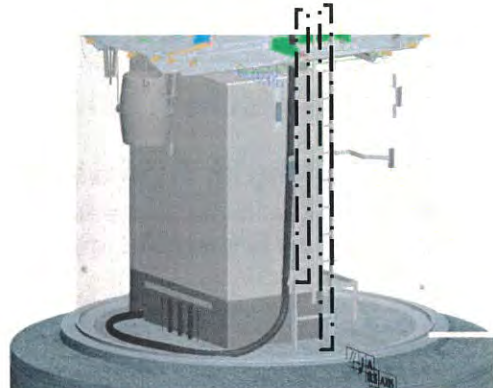


Abbildung 6: Rohrführung im Kellerbereich

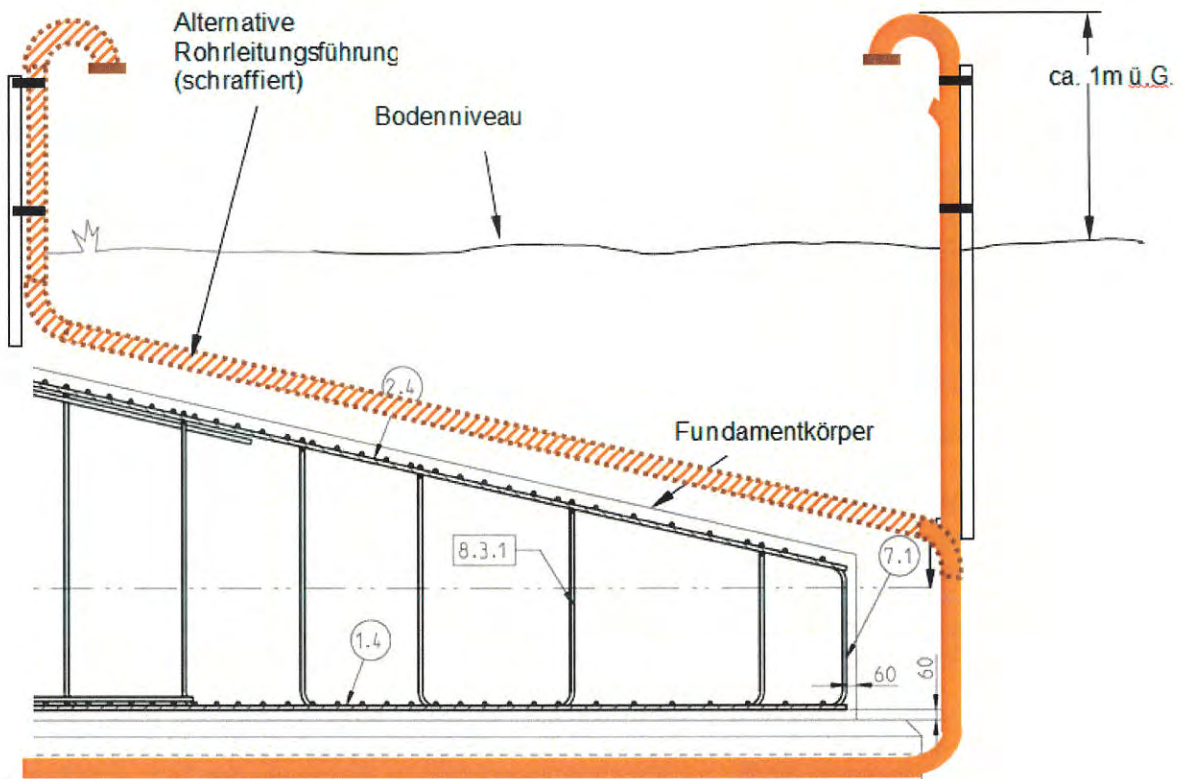


Abbildung 8: Rohrführung außerhalb der WEA

Im Situierungsplan der WEA mit einer Nabenhöhe von 166 m (+3,00 m Fundamentanhebung) ist unter Punkt „SF₆-Störungsausbläsung“ beschrieben, dass diese im Störfall über die Hinterseite der Schaltstation über einen Diffusor zur Druckentlastung in den oberen Teil des Turmkellers erfolgt. Es ist dort weiterhin eine Berechnung angeführt, aus der hervorgeht, dass selbst bei einer Ausbläsung bei max. 4 Feldern der Schaltanlage die Sauerstoffkonzentration im Turmkeller keine für den Menschen kritische Werte erreichen kann – diese bleibt immer über 20,7 % Sauerstoffgehalt.

2.1.3 Rauchhemmende Decke zwischen Schaltanlagenraums und Turmkeller

Als weitere technische Maßnahme wird die Decke (Eingangsplattform) zwischen Turmkeller und Eingangsbereich rauchhemmende (Rauchdichtheit S_a gemäß EN 13501-2) ausgeführt. Dazu einige Darstellungen:

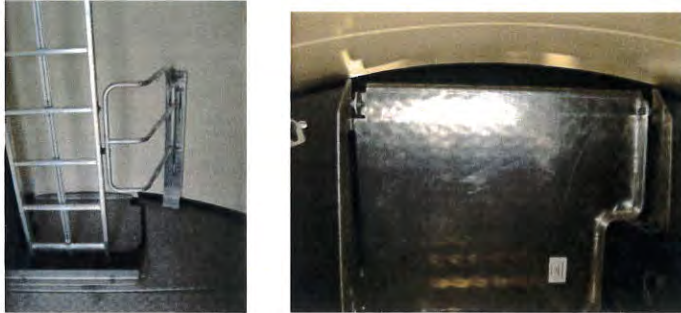


Abbildung 9: Abdichtungen im Bereich der Aufstiegs Luke

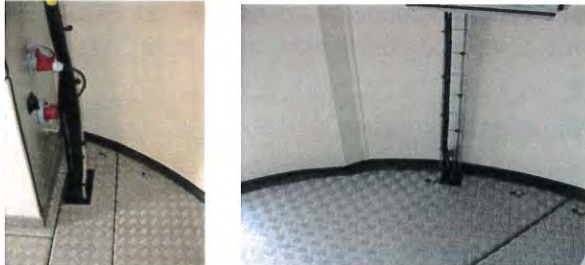


Abbildung 10: Abdichtungen im Bereich der Kabeldurchführungen

Weitere Details zur Ausführung der Plattform siehe den Bezug nehmende Situierungsplan der Vestas WEA.

Auf die rauchhemmende Abdichtung kann verzichtet werden, wenn die Schaltanlage im Keller mit einem Lichtbogenzeitbegrenzer in SF_6 -Gastank ausgestattet wird.

Sollte es innerhalb des SF_6 -Behälters zu einem Lichtbogenfehler kommen, so löst der Druckwächter des Lichtbogenzeitbegrenzers automatisch innerhalb von Millisekunden die Kurzschlussvorrichtung der Einspeisung aus und überbrückt damit den Lichtbogen.

2.1.4 Rauchmeldesysteme

Die Meldeanlage ist die zweite Brandschutzbarriere. Die erste und wichtigste Brandschutzmaßnahme für Maschinenhäuser ist eine standardmäßig eingebaute Anlage zur Lichtbogenerkennung. Der Lichtbogen reicht aus, um eine sofortige Abschaltung der Windenergieanlage einzuleiten. Neben den Rauchmeldesensoren beinhaltet das Rauchmeldesystem ebenfalls einen akustischen Alarm.

2.1.4.1 Ausführung 3/4MW bzw. EnVentus Plattform

Zur Meldeanlage gehören eine bestimmte Anzahl intelligenter Feuermelder mit optischen Rauchsensoren bzw. Thermistor-Temperatursensoren sowie die Steuereinheit für die Verarbeitung der Signale. Die Sensoren befinden sich im Maschinenhaus, im Bereich der Mittelspannungsschaltanlage sowie in den Turmsektionen. Um die Fehlalarmwahrscheinlichkeit zu senken, wird erst dann Alarm ausgelöst, wenn die Detektoren sowohl Rauch als auch Wärme melden. Ein Alarm wird an die Steuerung der Windenergieanlage übertragen und dann über SCADA angezeigt.

Das Vestas-Brandschutzsystem überträgt Signale über das Datenbussystem „Discovery“. Discovery wurde speziell für den Brandschutz entwickelt und entspricht den Anforderungen der EN54. Die Brandschutzsteuerung ist ein unabhängiges Steuergerät und funktioniert auch dann, wenn die Steuerung der Windenergieanlage außer Betrieb ist.

Das Rauchmeldesystem ist im Dokument **0068-8865** näher beschrieben.

2.1.4.2 Ausführung 2MW Plattform

Die Rauchmeldeanlage beinhaltet standardmäßig eine Relaiseinheit (Vamp 121) sowie zwei optische Rauchsensoren und kann, abhängig von der Turmhöhe, um bis zu fünf Rauchsensoren erweitert werden.

Die Sensoren befinden sich im Maschinenhaus sowie im Schaltanlagenbereich im Turmkeller. Die zusätzlichen Sensoren werden in den Turmsektionen montiert.

Die Relaiseinheit verfügt über eine umfangreiche Selbstüberwachung, die eine interne Selbstprüfung beinhaltet, und wird an die Steuerung der Windenergieanlage angeschlossen. Über SCADA können Alarime und Warnmeldungen ausgelesen werden.

Weiterhin wird die Lichtbogenerkennung an die Relaiseinheit angeschlossen.

Das Rauchmeldesystem ist im Dokument **0055-5504 (Englisch)** näher beschrieben.

2.1.5 Fluchtwege

Die Fluchtwege sind sowohl in der Standarddokumentation (Arbeits- und Sicherheitsanweisungen für das Bedien- und Servicepersonal) als auch im Detail im Situierungsplan (siehe Anlage 5) dargestellt. Unterschieden wird grundsätzlich in zwei Bereiche:

- Fluchtwege aus dem Maschinenhaus
- Fluchtwege aus dem Turmbereich

Die Fluchtwege aus dem Maschinenhaus sind nachfolgend dargestellt.

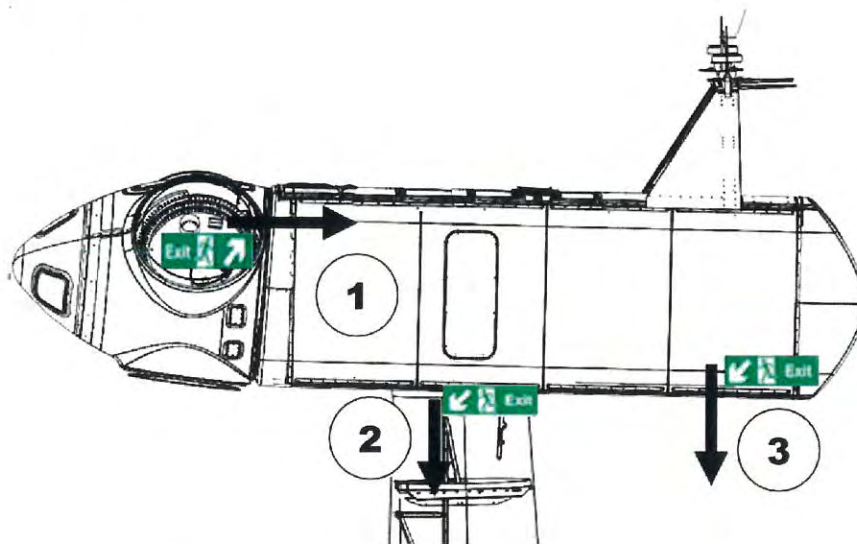
3/4MW bzw. EnVentus Plattform:



- 1 Nabe, vordere Luke (Rettungspunkt)
- 2 Turmleiter (Evakuierungsweg und Rettungspunkt)
- 3 Servicekranluke (Fluchtpunkt und Rettungspunkt)

Abbildung 11: Fluchtwege aus dem Maschinenhaus der 3/4MW bzw. EnVentus Plattform (Darstellung ¾ MW Plattform)

2MW Plattform:



- 1 Von der Nabe zum Maschinenhaus
- 2 Turm
- 3 Luke im Maschinenhausboden

Abbildung 12: Fluchtwege aus dem Maschinenhaus der 2MW Plattform

Die Flucht aus dem Maschinenhaus durch den Turm kann je nach Gefahrensituation durch den Servicelift, aber vor allem unter Nutzung der Aufstiegsleiter erfolgen. Im Turmfußbereich auf der Eingangsplattform kann die WEA durch die Eingangstür jederzeit verlassen werden (Panikschloss). Aus dem Kellerbereich unterhalb der Eingangsplattform ist die Aufstiegsleiter zu nutzen. Ein zweiter Mann mit entsprechender Ausrüstung kann jederzeit verunfallte Personen bergen.

2.1.6 Trossenkabelspezifikation

Das Trossenkabel wird gesondert in der entsprechenden Spezifikation in der Anlage 2 beschrieben. Hier einige grundsätzliche Eigenschaften des Kabels im Überblick.

2.1.6.1 Kurzschlussfestigkeit und Brandverhalten

Die Trossenkabel 3 x 70/70 mm², wie sie in den Windenergieanlagen zum Einsatz kommen, sind nach IEC 60332-1-2 (DIN EN 60332-1-2) auf Brandverhalten geprüft. Die Überprüfung bzw. Definition wie gut bzw. stark Kabel einer Brandfortleitung und somit Brandausbreitung entgegenwirken müssen, ist in den Normen IEC 60332-1, IEC 60332-2 und IEC 60332-3 festgelegt. Flammwidrig (selbstverlöschend) werden Kabel bezeichnet, die zwar durch eine Zündflamme gemäß der Prüfverordnung nach IEC 60332-1 zum Brennen gebracht werden können, deren Brand sich aber beim Einzelkabel nur wenig über den Brandbereich hinaus ausbreitet und nach Entfernen der Zündflamme von selbst erlöscht.

2.1.6.2 Nachweis für die Festigkeit des Erdschlussstromes

Die Auslegung des Kabels erfolgte auf Basis der Vestas Standardeinstellungen von 0,5 s mit 26 A Erdschlussstrom. Da für das Projekt viel kürzere Zeiten und Ströme für die Detektion der Erdschlusserkennung eingestellt werden, ist mit keiner Beeinträchtigung zu rechnen.

2.1.6.3 Berührungssicherheit

Die Trossenkabel sind in der WEA so verlegt, dass Schutz durch Umhüllung bzw. Schutz durch Abstand gemäß ÖNORM 8383 einhalten wird.

2.1.7 Fehlererfassung und Schnellabschaltung

Die Fehlererfassung (Erdschluss und Kurzschluss) und die daraus resultierende Abschaltung der Windenergieanlage wird in der SF6-Mittelspannungsschaltanlage durch ein Schutzrelais im Leistungsschalterfeld realisiert, um so eine entsprechende Gesamtabchaltzeit von kleiner 180 ms im Erdschluss- und Kurzschlussfall sicher zu gewährleisten.

Bei Einsatz von Schaltanlagen des Fabrikats ABB, werden die Selektivität und die Schutzfunktionen mit dem Schutzrelais REF realisiert. Um den Bedingungen der Ausnahmegewilligung bezüglich der Erdschlusserfassung zu genügen, wird in diesen Schaltanlagen ein zusätzliches Erdschlusserfassungsrelais inklusive Kabelumbauwandler eingebaut.

2.2 Organisatorische Maßnahmen

2.2.1 Betreten der WEA – Betriebszustand der WEA

Die WEA wird in den Zustand „PAUSE“ versetzt, bevor die WEA bestiegen werden darf. Da somit kein Betriebslastfluss durch die durch den Turm führenden Trossenkabel und die im Turmkeller befindliche Mittelspannungsanlage fließt, ist die Wahrscheinlichkeit eines Störfalls und einer elektrischen Gefährdung somit grundsätzlich minimiert.

2.2.2 Vermeidung unbefugten Zugangs zur WEA bei Wartungs- und Servicearbeiten

Bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten sind immer zwei Vestas Service-Monteure anwesend. Um den Zutritt von unbefugten Personen zur WEA bei Arbeiten, bei denen sich die Monteure in der WEA aufhalten, zu verhindern, ist entweder ein Service-Monteur im Eingangsbereich anwesend bzw. wird bei einem Aufstieg von beiden Monteuren in den Turm/Gondel die Eingangstüre verschlossen.

2.2.3 Kontrolle des Schaltanlagenraums im Turmkeller

Unmittelbar nach dem Betreten der WEA durch die Turmeingangstür muss der Füllstand der SF₆-Schaltanlage visuell geprüft werden. Wie auch in der Vestas-Arbeitsanweisung „Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen“ (siehe Anlage 4) angeführt, ist diese Kontrolle zwingend durchzuführen. Nur wenn alle Anzeigen im grünen Bereich sind, ist ein weiterer Aufenthalt in der WEA im unter Spannung stehenden Zustand gestattet. Sollte ein Defekt, zum Beispiel eine Leckage, detektiert werden, ist die WEA inkl. der gesamten SF₆-Schaltstation im Keller über eine vorgeschaltete Schaltanlage (Übergabestation oder Gegenstation) frei zu schalten und es ist folglich vor einer Störungsbehebung entsprechend Maßnahmen Punkt 2.2.4 dieses Dokuments zu verfahren.

2.2.4 Maßnahmen während notwendiger Arbeiten im Turmkeller

Bei Arbeiten eines Monteurs im Turmkeller hält sich der zweite Monteur im Bereich des Eingangsbereiches auf, um die Sicherheit zu überwachen und um ggf. Hilfsmaßnahmen ergreifen zu können.

Da bei einem Auf- oder Abstieg über die Leiter der WEA immer als persönliche Schutzausrüstung auch ein Sicherheitsgurt getragen werden muss, kann eine Bergung einer verletzten Person im Turmkeller mittels dieses Sicherheitsgurts und einer Abseilvorrichtung, welche mittels installierter Handkurbel auch zum Bergen verwendet werden kann, vom Eingangsbereich aus erfolgen. Es ist daher vor dem Abstieg in den Turmkeller darauf zu achten, dass sich im Eingangsbereich eine Abseilvorrichtung befindet.

Folgende Maßnahmen sind durchzuführen, bevor eine Person den Turmkeller mit der dort positionieren SF₆-Mittelspannungsschaltanlage betreten darf:

- a) Unmittelbar nach dem Betreten der WEA wurde bereits geprüft, ob eine Störung der Schaltanlage (z.B. SF₆-Leckage) vorliegt. Über die Anlagensteuerung ist zu überprüfen, dass alle SF₆-Gasdruck-Kontrollanzeigen keine Leckagen detektieren, sich also im grünen Bereich befinden;
- b) Die WEA ist in den Betriebsmodus 4 zu versetzen – siehe auch dazu auch Anlage 4. Die WEA stoppt, fährt automatisch in den Betriebszustand PAUSE;
- c) Bei Arbeiten im Turmkeller ist die Außentüre geöffnet und arretiert zu lassen. Diese Maßnahme ist wichtig, da durch die geöffnete Türe und Einstiegs Luke eine ausreichende Belüftung des Turmkellers gewährleistet wird. Ein unbefugter Zutritt von Personen zur WEA wird über die zweite Person im Eingangsbereich verhindert;

- d) Danach ist über die Anlagensteuerung im Eingangsbereich der WEA der Leistungsschalter (Verbindung WEA-Trafo und MS-Netz) zu öffnen. Die Verbindung MS-Netz zum WEA-Trafo ist somit getrennt;
- e) Im gelöschten Netz ist es möglich, dass im Falle eines Erdschlusses im Windpark bzw. in der Zuleitung ein Löschstrom von 2 A bis 60 A anliegen kann. Die Erdschlussüberwachung in der Mittelspannungsschaltanlage wird abhängig vom Fabrikat entweder mittels Schutzrelais oder Erdschlussüberwachungsrelais realisiert. Im Falle von Erd- und Kurzschlüssen öffnet der Leistungsschalter innerhalb von max. 180 ms.
- f) Vor Arbeiten an der Mittelspannungsschaltanlage ist unbedingt zu vergewissern, dass kein Erdschluss anliegt. Bei potentielltem Erdschluss wird ein Signal an die Leitstelle gesendet. Im Falle eines Erdschlusses ist der gesamte Strang abzuschalten.
- g) Nach dem Einschalten der Turminnenbeleuchtung (zwingend vorgeschrieben) beginnt die Entlüftung des Kellerbereiches zu arbeiten. Es wird kontinuierlich die Raumluft in Kellerbereich durch nachströmende Luft aus dem Turmbereich oberhalb der Plattform ausgetauscht (Vollständiger Austausch der Raumluft in ca. 5 min, die Abluft aus dem Turmkeller wird über eine Rohrverbindung im Fundament nach außen abgeführt). Die ordnungsgemäße Funktion der Entlüftung ist zu prüfen;
- h) Da die MS-Kabel zum Windpark noch unter Spannung stehen könnten ist jeder Zutritt ausschließlich unter Nutzung einer zugelassenen Schutzkleidung erlaubt. Bei Arbeiten an der Mittelspannungsschaltanlage muss die Schutzkleidung den Anforderungen der Norm EN 61482-1-2 und IEC 61482-2 für die Schutzklasse 2 erfüllen.
Nach Anlegen einer bestimmungsgemäßen Schutzkleidung ist ein sicheres Betreten des Schaltanlagenraumes im Turmkeller möglich,
- da die absteigende Person gegen ggf. entstehende Lichtbogenauswirkungen geschützt ist;
 - das Gesamtvolumen des Kellerraumes in ca. 5-8 Minuten komplett gegen Frischluft ausgetauscht wird;
 - die zweite auf der Eingangsplattform zwingend anwesende Person jederzeit die verunfallte Person sicher bergen kann. Auch hier gilt, dass in diesem Fall entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen sind. Neben dem Anlegen der persönlichen Schutzausrüstung natürlich die Benachrichtigungen gemäß Notfallplan;

Falls Arbeiten an spannungsführenden Teilen der MS-Anlage durchzuführen sind, wird das MS-Kabel in der vorgeschalteten WEA freigeschaltet. → Somit sind die betroffene WEA und die nachfolgenden WEAs freigeschaltet.

Erforderliche Arbeiten können folglich jetzt durchgeführt werden, wie z.B. auch das abschließende Erden (mechanisch) an der Schaltanlage im Turmkeller.

Der ordnungsgemäße Zustand der Zusatz-Schutzausrüstung ist unmittelbar vor dem Betreten des Kellers unbedingt zu überprüfen. Bei möglichen Defekten nach dem Betreten ist der Kellerbereich sofort zu verlassen und es muss vor dem erneuten Betreten eines Kellers wiederum die gesamte Ausrüstung vorab geprüft werden.

- i) Jetzt kann ein Monteur die Versperrung der Durchgangsluke von der Eingangsplattform in den Turmkeller entfernen, die Luke öffnen und in den Turmkeller für notwendige Arbeiten absteigen, nachdem er zwingend ordnungsgemäß die notwendige Schutzkleidung (besondere Schutzkleidung für das Arbeiten im Turmkeller unter Spannung) angelegt hat. Die Luke bleibt während der Arbeiten im Turmkeller zwecks Kommunikation usw. geöffnet. Ein zweiter Monteur befindet sich jederzeit im Bereich der Eingangsplattform, ist mit dem Monteur im Turmkeller in ständigem Kontakt und kann dem Monteur im Turmkeller bei Bedarf ggf. auch mittels Abseilvorrichtung Hilfe leisten;

- j) Nach Beendigung der Arbeiten verlässt der Monteur den zuvor gesäuberten Turmkeller wieder über die Durchstiegs Luke und versperrt diese. Danach kann das Trafofeld der SF₆-Schaltanlage wieder im Eingangsbereich der Windenergieanlage über den Leistungsschalter zugeschaltet und die Maschine erneut in den Normalbetrieb geschaltet werden;
- k) Sollte das Ergebnis bei Punkt a) sein, dass eine Leckage von SF₆-Gas angezeigt wurde (SF₆-Gasdruck nicht im grünen Bereich), ist wie folgt zu verfahren:
- Die WEA ist über das SCADA-Fernüberwachungssystem in den Betriebszustand „PAUSE“ zu versetzen;
 - Entsprechend oben beschriebenen Punkt f) ist die WEA frei zu schalten;
 - Jetzt kann die WEA betreten werden, wobei entsprechend obigen Punkt c) die Eingangstüre zur WEA arretiert werden muss, die WEA ist in den Betriebsmodus 4 zu versetzen ist und danach entsprechend Punkt d) der Leistungsschalter zum WEA-Trafoabzweig zu öffnen ist;
 - Jetzt kann ein Monteur die Versperrung der Durchgangsluke von der Eingangsplattform in den Turmkeller entfernen und die Luke öffnen;
 - Mittels eines außerhalb der WEA aufgestellten Lüfters entlüftet dieser über einen über die Durchgangsluke zum Turmkeller hinunter gelassenen Entlüftungsschlauch den Turmkeller der WEA;
 - Nachdem nun eine ausreichende Be- und Entlüftung sichergestellt ist, darf der Turmkeller für Arbeiten, insbesondere für Reparaturarbeiten an der Mittelspannungsanlage, entsprechend obigen Punkt i) betreten werden;
 - Entsprechend obigen Punkt j) kann der Turmkeller folglich verlassen und die WEA wieder in Betrieb genommen werden.

Weiterhin ist ein Schalten der SF₆-Mittelspannungsschaltanlage nicht gestatten, wenn sich Personen im Turm aufhalten.

Diese durchzuführenden Maßnahmen (wie eben auch oben beschrieben) sind auch in der Arbeitsanweisung „Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen“ beschrieben – siehe Anlage 4.

Wie oben erwähnt ist die Durchstiegs Luke zum Turmkeller somit im WEA-Betrieb immer versperrt.

Vor der Durchstiegs Luke wird am Turm weiterhin ein Gefahrenaufkleber angebracht, der das Vorgehen beim Abstieg in den Turmkeller ebenfalls beschreibt.

2.2.5 Teilentladungsmessung Kabelendverschlüsse

Die Kabelendverschlüsse werden vom Hersteller vor Auslieferung einer Wechselspannungs- und Teilentladungsfreiheitsprüfung unterzogen.

Eine einwandfreie Montage/Ausführung der Kabelendverschlüsse wird durch eine Teilentladungsmessung (TE-Messung) vor Inbetriebnahme nachgewiesen und dokumentiert

Die von Vestas gelieferte Schaltanlage wird vom Kunden mittels kundenseitig Kabelendverschlüsse an die kundenseitig bereitgestellte Parkverkabelung angeschlossen. Eine wiederkehrende Überprüfung der Kabelendverschlüsse ist alle 5 Jahre mittels einer Teilentladungsmessung durch den Anlagenbetreiber durchzuführen.

2.2.6 Betreten des Maschinenhausdaches

Für alle Arbeiten auf dem Maschinenhausdach ist das Mitführen notwendiger Abseilvorrichtungen (pro Vorrichtung 2 Personen) vorgeschrieben. Für Vestas Mitarbeiter ist zwingend die in der persönlichen Schutzausrüstung befindliche Abseilvorrichtung mitzuführen und auf dem Maschinenhausdach zu platzieren. So ist jederzeit eine Rettung vom Maschinenhausdach möglich ohne den Zugang durch das Maschinenhaus nutzen zu müssen.

3 Feststellung der gleichwertigen Sicherheit

3.1 Fluchtweglänge

Durch die unter Punkt 2 angeführten Maßnahmen, insbesondere durch 2.1.2 „Belüftung des Schaltanlagenraums im Turmkeller“, 2.1.3 „Rauchhemmende Decke zwischen Schaltanlagenraums und Turmkeller“ und 2.1.4 Rauchmeldesysteme, 2.1.5 „Fluchtwege“ und 2.2.1 „Betreten der WEA – Betriebszustand der WEA“ kann ein gleichwertiges Maß an Sicherheit somit trotz des längeren als laut ÖVE/ÖNORM E8383 Punkt 6.5.4 geforderten Fluchtwegs sichergestellt werden.

Es wird daher um eine entsprechende Ausnahmegenehmigung zu diesem Punkt angesucht.

Aufgrund folgender Faktoren kann davon ausgegangen werden, dass ein vergleichbares Sicherheitsniveau wie durch Anwendung der ÖVE/ÖNORM E 8383, Punkt 6.5.4 Absatz 9 und Punkt 6.5.5 Absatz 6, erreicht wird:

- Schaltertechnologie: SF₆-Schaltanlagen beinhalten im Vergleich zu ölarmen Schaltern keine brennbaren Stoffe und sind daher sicherer.
- Überwachung der Qualität der Kabelendverschlüsse: Dadurch werden Montagefehler und im Betrieb entstehende Defekte erkannt, bevor sie einen Störlichtbogen verursachen können.
- Minimierung der Brenndauer von Störlichtbögen: Dadurch wird die Druck-, Wärme- und Gasentwicklung mit ihrem Gefährdungspotential begrenzt.
- Abschaltung im Erdschlussfall: Die vorgesehenen Erdschlussrelais ermöglichen eine Abschaltung des bezeichneten Hochspannungskabels innerhalb von 180 ms.
- Selbstverlöschendes Hochspannungskabel: Das eingesetzte Kabel ist nach EN 60332-1-2 geprüft und die Isolierung damit selbstverlöschend.
- Die Windenergieanlage enthält nur eine geringe Anzahl von Betriebsmitteln - damit verbunden ist ein kleineres Fehlerrisiko.
- Es wird besonderes Augenmerk auf die Art und Weise der Wartung sowie auf Ausbildung, Qualifikation und technische Ausrüstung der mit der Wartung befassten Personen gemäß den diesbezüglichen Vorgaben des Herstellers gelegt. Im Sinne des rechtzeitigen Verlassens der Windenergieanlage im Falle eines Brandes werden gemäß der Nachevaluierung erforderliche ergänzende Maßnahmen gesetzt.

3.2 Fluchttürabmaße

Die Ausführung der Eingangstüre zur WEA entspricht der laut WEA-Typenprüfung genehmigten Ausführung. Eine Abweichung davon ist unter zumutbarem Aufwand praktisch nicht durchführbar. So handelt es sich beispielsweise um eine WEA-Serienfertigung mit definierten Abmessungen und Arbeitsabläufen. Auch die Berechnungen, zum Beispiel für die Auslegung der Turmsegmente, welche Grundlage der Genehmigung der Typenprüfung waren, basieren auf der zur Ausnahmegenehmigung angesuchten Ausführung der Eingangstüre. Eine Abänderung der Ausführung hätte somit Auswirkungen auf die Gültigkeit der Typenprüfung.

Die Bewilligung der minimalen Abweichung von 3 mm in der Türhöhe und der von einer rechteckigen Türe abweichenden Form mit Rundungen statt Ecken im oberen und unteren Teil erscheint aus diesen Gründen verhältnismäßig und gerechtfertigt. Sicherheitsstandards werden dadurch nicht reduziert bzw. durch die unter Punkt 2 durchgeführten Maßnahmen sichergestellt.

Um die laut Typenprüfung vorgegebene Fertigung durchführen zu können, wird daher um eine Ausnahmegenehmigung zur ÖVE/ÖNORM E 8383 Punkt 6.5.5 zur geringfügigen Reduktion der Türhöhe um 3 mm (1.997 mm statt 2.000 mm) und um Abänderung der Türform von einer rechteckigen Türe auf eine Türe mit Rundungen statt Ecken im oberen und unteren Türbereich angesucht. Details zur Ausführung der Türe siehe Punkt 1.2.2.

3.3 Be- und Entlüftung Turmkeller

Ein gleichwertiges Maß an Sicherheit kann somit entsprechend Punkt 7.7.2 „SF₆-Leckverluste (reines SF₆)“ der ÖVE/ÖNORM E8383 hergestellt werden, da durch Ausführung der obengenannten Maßnahmen, insbesondere durch 2.1.2 „Belüftung des Schaltanlagenraums im Turmkeller“, für eine ausreichende Belüftung der im Turmkeller der WEA befindlichen SF₆-Schaltanlage gesorgt ist.

4 Anlagen

Auf folgende Dokumente wird verwiesen, die als mitgeltende Unterlagen für die Beurteilung der Situation herangezogen werden können:

- (1) Spezifikation Mittelspannungs-Schaltanlagen (siehe Abschnitt 3.4 des Änderungsoperates)
- (2) Spezifikation Trossenkabel (siehe Dokument „Konvolut aus Stellungnahmen“ in Abschnitt 3.4 des Änderungsoperates)
- (3) Aktualisierte Lastflussberechnung des WP Sallingberg (siehe Abschnitt 2.4 des Änderungsoperates)
- (4) Vestas-Arbeitsanweisung (siehe Abschnitt 3.7 des Änderungsoperates)
- (5) Situierungsplan der geplanten Vestas Windenergieanlage (siehe Abschnitt 3.1 des Änderungsoperates)
- (6) Risikoanalyse für die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Wartung der Windenergieanlage (siehe Abschnitt 3.7 des Änderungsoperates)

