

RISIKOANALYSE

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-
3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-
3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

Bemerkungen zur

**Risikoanalyse
für die Inbetriebnahme, den Betrieb und die
Wartung der Windenergieanlagen
V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW,
V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW,
V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq,
V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW**

Dokument:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
2/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

Referenzen

Stellungnahme zur Durchführung und Sicherheit bei Teilentladungsmessungen von Kabelendverschlüssen an SF6-Schaltanlagen in Windkraftanlagen, Austrian Institute of Technology, August 2014

Versions-Historie

VERSION:	DATUM:	ÄNDERUNG: :
00	2014-01-28	Erste Version
01	2014-04-28	Redaktionelle Änderungen im Abschnitt 13, Abschnitt 23 und 24 hinzugefügt.
02	2014-06-26	Hinzufügen von Abschnitt 25
03	2014-08-30	redaktionelle Fehlerkorrekturen
04	2014-10-14	redaktionelle Fehlerkorrekturen
05	2014-10-14	redaktionelle Fehlerkorrekturen
06	2015-02-11	Anpassungen/Ergänzungen Punkt 21
07	2016-10-20	Anpassungen/Ergänzungen Punkt 1 (e, f, h), Punkt 20, Punkt 21 und Punkt 26
08	2017-03-13	Ergänzung von WEA-Type V100/V110-2.0/2.2MW
09	2017-10-30	Anpassung/Ergänzungen Punkt 18
10	2018-02-07	Ergänzung von WEA-Type V117-4.2MW, V136-4.2MW und V150-4.2MW
11	2019-03-27	redaktionelle Fehlerkorrekturen, Anpassungen Punkt 1 g, Punkt 13 und Punkt 20

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
3/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

Bemerkungen zur Risiko Analyse:

1. Bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten sind immer zwei Vestas Service-Monteur 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. Mittels Panikschloss kann diese Türe jederzeit von innen geöffnet werden, von außen jedoch nur mittels Schlüssel. Für eine ausreichende Belüftung des Turms ist durch die in der Eingangstüre angebrachten Luftschlitze gesorgt. Vor einer möglichen Gefährdung durch Rauch würden die Personen in der WEA durch das installierte Rauchmeldesystem gewarnt und könnten die WEA über die im Situierungsplan der WEA beschriebenen Fluchtwege sicher verlassen

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.

Die Belüftung des Turmkellers erfolgt über ein zusätzliches, automatisches Belüftungssystem mit Außenanschluss, welches die Luft im Turmkeller automatisch nach dem Einschalten in ca. 5 Minuten vollständig austauscht. Dabei wird ein leichter Unterdruck erzeugt, der ausschließlich Frischluft aus dem Eingangsbereich in den Turmkeller zuführt und die Abluft über eine Rohrverbindung direkt nach außen abführt.

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. Diese sollte immer Bestandteil der persönlichen, mobilen Schutzausrüstung sein, die auch für das Arbeiten im Maschinenhaus bzw. auf dem Maschinenhausdach zwingend vorgeschrieben ist.

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

- a) Vor dem Betreten der ist über die Anlagensteuerung im Bereich der Eingangsplattform zu überprüfen, ob alle SF₆-Gasdruck-Kontrollanzeigen keine Leckagen detektieren, sich also im grünen Bereich befinden;
- b) Beim Betreten der WEA ist die Turmbeleuchtung einzuschalten. Nunmehr ist die Anlage in den Betriebsmodus 4 zu versetzen. 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 2A bis 60A anliegen kann. Die Erdschlussüberwachung in der Mittelspannungsschaltanlage wird abhängig vom Fabrikat entweder mittels Schutzrelais oder

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
4/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

Erdschlussüberwachungsrelais realisiert. Im Falle von Erd- und Kurzschlüssen öffnet der Leistungsschalter innerhalb von max. 180ms.

- f) Vor Arbeiten an der Mittelspannungsschaltanlage ist unbedingt zu vergewissern, dass kein Erdschluss anliegt. Bei potentiell Erdschluss wird ein Signal an die Leitstelle gesendet. Im Falle eines Erdschluss ist der gesamte Strang abzuschalten.
- g) Mit dem bereits erfolgten Einschalten der Beleuchtung beginnt die Entlüftung des Kellerbereiches zu arbeiten, was akustisch wahrnehmbar ist. 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, sowohl akustisch als auch über die Überprüfung der Abluft außerhalb des Turmes.
- 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 betreffende Person gegen ggf. entstehende toxische Gase 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 inklusive Atemschutz 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.

Nach Durchführung dieser Schritte ist eine Gefährdung durch Elektrizität, insbesondere durch Auftreten eines Störlichtbogens, im Turmkeller der WEA auszuschließen. Erforderliche Arbeiten können folglich darin sicher durchgeführt werden.

- i) Jetzt kann ein Monteur die Versperrung der Durchgangsluke von der Eingangsplattform in den Turmkeller mittels des vom Schlüsselschalter entnommenen Schlüssels entfernen, die Luke öffnen und in den Turmkeller für notwendige Arbeiten absteigen. Die Luke bleibt während der Arbeiten im Turmkeller zwecks Kommunikation etc. 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;

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
5/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

- j) Nach Beendigung der Arbeiten verlässt der Monteur den zuvor gesäuberten Turmkeller wieder über die Durchstiegs Luke und versperrt diesen. Danach kann der Leistungsschalter zum WEA-Trafo wieder vom Bereich der Eingangsplattform geschlossen und die WEA wieder in Betrieb genommen werden (vom Betriebszustand/Schalterstellung „4“ auf Betriebszustand/ Schalterstellung „1“, „2“ oder „3“).
- 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 h) ist die WEA frei zu schalten.
 - Die Kellerventilation der WEA startet nunmehr mit dem Betrieb. Außerhalb der WEA ist zu prüfen, ob ein Luftstrom an der Öffnung des Entlüftungsrohres vorhanden ist, die Entlüftung also ordnungsgemäß funktioniert.
 - Nach 5 Minuten kann die WEA betreten werden, wobei entsprechend obigen Punkt c) die Eingangstür 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 (Key-Lock-System) der Durchgangsluke von der Eingangsplattform in den Turmkeller mittels des vom Schlüsselschalter entnommenen Schlüssels entfernen und die Luke öffnen
 - Nachdem die 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.
2. Prüfen der Druckanzeige der SF6-Gastanks,
- a) nach dem Betreten an der Steuerungsanzeige;
 - b) an der Schaltanlage im Keller, sofern dieser betreten werden muss (diesbezügliche Vorgaben siehe oben).
3. Die Kabel müssen mechanisch und elektrisch überprüft werden bei der Erstinbetriebnahme. Beschädigte Kabel müssen ausgetauscht oder repariert werden. Kabelbeschädigungen während der Betriebsphase sind grundsätzlich auszuschließen. Im Turmkeller sind nur das Trossenkabel (MS-Kabel) und die Erdungskabel frei liegend vorhanden.
4. Alle elektrisch leitenden Teile innerhalb und außerhalb der Windenergieanlage sind elektrisch verbunden.
5. Türen, Eingangsbereiche, Keller und Plattformen müssen sauber und ordentlich gehalten werden..
6. Verwendung der Manuale des Herstellers für Sicherheits- und Vorsichtsmaßnahmen.
7. Die Eingangstür muss im geöffneten Zustand gehalten werden, wenn sich Personen im Eingangsbereich oder im Turmkeller aufhalten. Der Zutritt für unbefugte Personen muss allerdings ausgeschlossen sein. Wird die WEA bestiegen und es befindet sich keine Person im Eingangsbereich, welche auch unbefugte Personen vom Zutritt abhalten könnte, so ist die Eingangstür zu verschließen. Über ein Panikschloss kann diese jederzeit von Innen geöffnet werden, jedoch ohne Zugangsschlüssel nicht von außen. Eine Belüftung des Turms ist über die Lüftungsschlitze in der Eingangstür gewährleistet. Das installierte Rauchmeldesystem würde Rauch im Turm detektieren und ggf. gefährdete Personen alarmieren.

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
6/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

8. n.v.
9. Sicheres Herunterfahren der Leistung der Windenergieanlage auf null und Stoppen der Anlage.
10. In dieser Situation wird ein Schaden über die Selektivität des vorgelagerten Netzes reduziert.
11. Verlassen der Windenergieanlage über die Steigleiter nach oben in das Maschinenhaus und dann über das Notabseilmittel nach unten.
12. Nur geschultes und autorisiertes Personal des Windenergieanlagenherstellers hat einen Schlüssel zum Traforaum. Das Betreten darf nur im Beisein und mit dessen Zustimmung unter strikter Einhaltung der Arbeitsanweisungen erfolgen.
13. Abhängig vom Ursprung des Feuers gibt es zwei Notausgänge, entweder außerhalb mittels Abseilgerät (Servicekranluke bzw. Nabe, vordere Luke) oder innerhalb über die Leiter durch den Turm. Es ist zu beachten das die PSA (Persönliche Schutz Ausrüstung) und der mitzuführende Rettungssack (Abseilgerät, Erste Hilfe, Feuerlöscher) im Ein bzw. Abstiegsbereich Turm → Maschinenhaus platziert wird. Ein öffnen der Dachluken lässt den Rauch abziehen.
14. Ausschließlich trainiertes/geschultes und zertifiziertes Service Personal dürfen diese Arbeiten ausführen.
15. Wartungs- und Service-Techniker sind angewiesen, die Leiter nur ohne Werkzeug zu benutzen bzw. nur dann, wenn es gegen Herunterfallen gesichert wird.
16. Keine Person darf sich bei Arbeiten an Flanschbolzen unterhalb dieses Bereiches befinden.
17. Während durchzuführender Tests an der Windenergieanlage müssen sich die Service-Techniker kontinuierlich in Verbindung stehen, damit die Berührung spannungsführender Anlagenteile ausgeschlossen werden kann. Die betreffenden Arbeitsabläufe sind im Inbetriebnahme-Manual von Vestas für Nieder- und Mittelspannung beschrieben und einzuhalten.
18. Das Rauchmeldesystem 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. In der WEA ist weiterhin standardmäßig ein Rauchmeldesystem installiert. Dabei sind diverse Rauchmelder in der WEA verteilt angeordnet (Turmsectionen, Maschinenhaus), welche bei einer Detektion von Rauch akustische Alarme bei allen Sensoren aktivieren und das Personal innerhalb der Maschine vor einer möglichen Rauchentwicklung warnen. Personen innerhalb der Maschine haben in diesem Fall diese umgehend über die markierten Fluchtwege zu verlassen. Eine Rauchdetektion schaltet den Leistungsschalter des WEA-Abzweigs in der SF₆-Schaltanlage im Turmkeller ab. Somit wird die WEA und der MS-Transformator vom MS-Netz getrennt.
19. Das Transformator-Feld der MS-Schaltanlage (Verbindung MS-Transformator der WEA zum Netz) wird über einen Auslöseschalter am Steuerschrank im Eingangsbereich des Turmes geschaltet. Die spätere Zuschaltung dieses Feldes erfolgt ebenfalls im Eingangsbereich der WEA über einen elektrisch betätigten Schalter im Steuerschrank.

Vorhandene Lasttrennschalter der MS-Schaltanlage für die weiterführende Windparkverkabelung können nicht elektrisch fernbetätigt werden. Diese sind mittels Vorhängeschlössern gegen ein unbefugtes Schalten verriegelt. Ausschließlich autorisierte Personen des Betreibers haben die Schlüssel zur Entriegelung und können danach diese Lasttrennschalter betätigen und somit bei Bedarf die betroffene WEA vom weiterführenden elektrischen Strang trennen.

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
7/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

20. Betrachtung verschiedener Risikoszenarien bei einem Störfall in der SF₆-Schaltanlage

Im Falle einer Explosion in der SF₆-Schaltanlage im Turmkeller mit anschließender Rauchentwicklung im Turmkeller können durch den kurzen Druckstoß bei der Explosion auch über die Fugen (Eingangsplattform) zwischen Kellerraum und Eingangsbereich der WEA durch den kurzzeitig (ca. eine Sekunde) im Kellerraum entstehenden Überdruck Spuren von Rauchgasen in den Bereich über dem Turmkeller gelangen. Danach entsteht durch die Lüftung des Turmkellers sofort wieder ein Unterdruck und der im Keller befindliche Rauch wird über das Entlüftungsrohr nach außen abgeführt.

Folgende Szenarien einer möglichen Gefährdung von Personen, die sich in der WEA befinden, sind dabei zu betrachten, wobei grundsätzlich gilt, dass das Zuschalten des Leistungsschalters auf der Turmeingangsplattform über einen Schalter erfolgt:

a) Personen befinden sich im Eingangsbereich der WEA

In diesem Fall ist die Eingangstüre zur WEA geöffnet und arretiert. Es ist für eine ausreichende Belüftung gesorgt, um die in den Eingangsbereich gelangten Spuren von Rauchgasen zu verdünnen, weiters können die Personen die WEA über die Eingangstüre umgehend verlassen.

b) Personen im Turmkeller

Der Abstieg und Aufenthalt im Turmkeller erfolgt grundsätzlich unter der unter Punkt 1 beschriebenen Vorgehensweise. Daher sind auch nur die in dieser Situation denkbaren Konsequenzen und Szenarien zu beachten.

In diesem Fall ist die Luke zum Turmkeller geöffnet und Frischluft gelangt in den Turmkeller – die Eingangstüre ist auch in diesem Fall geöffnet und arretiert und sorgt für genügend Frischluftzufuhr und Fluchtmöglichkeiten.

Auch die Kellerentlüftung arbeitet und saugt Luft im Turmkeller über das Entlüftungsrohr im Fundament ab nach außen. Frischluft wird über die geöffnete Luke in den Kellerbereich angesaugt. In diesem Fall ist jedenfalls eine 2. Person auf der Eingangsplattform anwesend und kann einer ggf. verunfallten Person im Turmkeller Hilfe leisten bzw. diese bergen.

c) Personen im Turm und Maschinenhaus

In diesem Fall sind Personen weiter vom Eingangsbereich entfernt als bei den oben betrachteten Szenarien.

Die WEA befindet sich im Betriebsmodus 4 und ist gestoppt (Betriebszustand „PAUSE“), eine Belastung der Schaltanlage ist somit deutlich reduziert, somit auch die Wahrscheinlichkeit einer Störung in der Schaltanlage.

Die Eingangstüre ist verschlossen, eine Belüftung des Turms erfolgt über die Lüftungsschlitze in der Eingangstüre. Die Spuren von Rauchgasen, die bei einer Explosion über die Fugen in den Eingangsbereich gelangen, werden dadurch bereits ab dem Eingangsbereich verdünnt und immer stärker im weiteren Turmbereich. Der gesamte Turm verfügt über ein Luftvolumen von ca. 1.000 m³.

Weiterhin sind im Keller-, Eingangs- und Turmbereich mehrere Rauchdetektoren verteilt, welche bei Anschlägen Personen in der WEA akustisch vor Rauch warnen – siehe Punkt 18.

Untersuchung Temperatur und Drücke beim Auftreten eines Störlichtbogens in der SF₆-Schaltanlage:

Weiterhin wurde untersucht, welche Drücke und Temperaturen in einem Störlichtbogenfall entstehen können und ob auch insbesondere die über der MS-Schaltanlage befindliche Zugangsplattform diesen Drücken und Temperaturen stand hält (es sei wie oben ausgeführt erwähnt, dass dieses Szenario bei einem Aufenthalt von Personen im Turmkeller ausgeschlossen ist, da sich Personen

DOKUMENT: 0042-6956	BESCHREIBUNG: Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW – Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage	SEITE 8/11
------------------------	--	---------------

nur dann im Turmkeller aufhalten, wenn die dort befindlichen Anlagen frei geschaltet sind).

So wurden an einer vergleichbaren SF₆-Mittelspannungsschaltanlage Tests durchgeführt (siehe Beilage „Arc Fault Test“ vom 16.12.2011 – 3 Seiten) – es wurde eine Störlichtbogen herbeigeführt. Das Ergebnis war ein Druckstoß am Absorberausgang von maximal 0,057 bar über einen Zeitraum von ca. 50 Milli-Sekunden, und ein Temperaturanstieg von maximal 440 K innerhalb von ca. 0,5 Sekunden.

Diese Ergebnisse wurden folglich auf die Situation im Turmkeller, dem Aufstellungsraum der SF₆-Schaltanlage der WEA, umgelegt – mit folgenden Ergebnissen:

Temperatur:

Es wurde konservativ angenommen, dass die gesamte ausgeblasene SF₆-Gasmenge von max. 2,8 kg (4-feldrige SF₆-Schaltanlage Siemens Type 8DJH) die maximale Temperaturerhöhung von 440 K erfährt (beispielhafter Messversuch an einer ABB SafeRing 36 MS-Schaltanlage, gleichwertig). Bei einer angenommenen Umgebungs-T im Turmkeller von 40 °C erreicht dieses Gas somit eine T von 480 °C. Diese T wirkt allerdings nur kurzfristig auf die oberhalb der Störausblaseung gelegene Plattform ein, das Gas beginnt sich sofort nach der Ausblaseung mit der sonstigen Luft im Turmkeller zu vermischen.

Das Luftvolumen im Turmkeller beträgt ca. 40 m³, bei einer vollständigen Durchmischung der Volumina ergibt sich eine T von ca. 70 °C. Da eine Durchmischung nicht homogen erfolgen wird, sind in der Phase unmittelbar nach der Störausblaseung auch Luftmengen mit höheren Temperaturen vorhanden. Dies aber nur innerhalb der ersten Minuten nach dem Störfall, da folglich die Durchmischung der Gase voranschreitet, insbesondere durch die aktive Belüftung des Turmkellers, welche kalte Frischluft vom oberhalb gelegenen Eingangsbereich ansaugt und die erhitzte Luft im Kellerbereich direkt nach außen abführt. Innerhalb weniger Minuten (das Luftvolumen des Turmkellers kann durch die Belüftung in ca. 5 Minuten ausgetauscht werden) sind die erhitzten Gase aus dem Turmkeller direkt nach außen abgeführt und der Turmkeller wieder mit Umgebungsluft in Umgebungstemperatur gefüllt.

Turmkeller V112-3.0MW	Anzahl Felder der Schaltanlage			
	2	3	4	
Temperaturentwicklung eine SF6-Ausblaseung:				
Temperatur Luft vor einer SF6-Ausblaseung im Turmkeller	40	40	40	°C
bei Luftmasse im Turmkeller der V112	39,8	38,6	37,3	kg
Temperatur SF6-Gas bei Ausblaseung - ABB-Test/16.12.2011: Anstieg 440 K	480	480	480	°C
Zusatzmasse SF6	1,6	2,2	2,8	kg
Gesamtmasse	41,4	40,8	40,1	kg
Temperatur Luft nach einer SF6-Ausblaseung im Turmkeller - Annahme: Durchmischung Luft und SF6-Gas	57,0	63,7	70,7	°C

Eine Gefährdung ist durch die im Störfall auftretenden Temperaturen nicht gegeben!

Druck:

Der kurzfristige Druckstoß von ca. 0,05 bar kann von der Eingangsplattform und sonstigen WEA-Komponenten ohne Beeinträchtigungen aufgenommen werden. Eine Druckentlastung ist auch über die diversen Spalte zwischen Turmkeller und Eingangsbereiche (zwischen Turm und Plattform, Luke und Plattform und bei den Kabeldurchführungen durch die Plattform) und die Entlüftung des Turmkellers mittels des Entlüftungsrohres nach außen gegeben. Der Druck im Turmkeller geht unmittelbar nach dem Druckstoß wieder auf den Umgebungsdruck zurück.

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
9/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

Ein Aufschlagen der Eingangstüre beim Auftreten des maximalen Kurzschlussstroms der Schaltanlage kann nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Scharniere halten der Belastung stand – ein „Wegfliegen“ der Türe ist gemäß der Belastungsberechnung durch Dr. Schindler, Zivilingenieur für Maschinenbau, ausgeschlossen (siehe Gutachten über die Übereinstimmung der SNT Vorschriften).

Ein Kurzschluss resultiert weitestgehend durch fehlerhafte Bedienung bzw. im Zuge von Schalthandlungen an der Schaltanlage und in seltenen Fällen durch materielle Ermüdung (Isolationsfehler).

Die Eingangstür muss im geöffneten Zustand gehalten werden, wenn sich Personen im Eingangsbereich oder im Turmkeller aufhalten. Das Öffnen und Schließen des Leistungsschalters erfolgt über die Anlagensteuerung im Eingangsbereich der WEA. Der Zutritt für unbefugte Personen muss ausgeschlossen sein.

Die materielle Ermüdung von Komponenten an der Mittelspannungsschaltanlage wird durch die periodische Durchführung der Teilentladungsmessung überprüft.

Eine Gefährdung durch den Druckstoß im Störfall ist somit nicht gegeben!

Obwohl eine Gefährdung auch im Falle eines Störlichtbogens nicht gegeben ist, sind nach einem solchen Störfall alle betroffenen Komponenten einer detaillierten Untersuchung zu unterziehen und bei Bedarf in Stand zu setzen.

21. Vorgehensweise bei Kabelprüfungen (Teilentladungsmessung) bei offener Schaltanlage:

a. Vorgehensweise bei offener Schaltanlage mittels Ultraschallmikrofon:

Grundsätzlich sind die Verfahrensweisen und Anforderungen aus dem Dokument der AIT (Austrian Institut of Technology) zu beachten. Diese sind für alle die Messungen durchführenden Firmen (sowohl der AIT als auch Drittfirmen) im Vestas-Dokument 0047-1887 festgelegt und zu beachten.

Die Messungen dürfen grundsätzlich nur durch Hochspannungsexperten mit entsprechender, langjähriger Erfahrung im Bereich der Teilentladungsmessung durchgeführt werden. Des Weiteren müssen die anwesenden Personen auf die Gefahren durch Hochspannung und Kurzschlussströme hingewiesen und sensibilisiert worden sein.

Die Schalthandlungen vor Ort werden immer durch einen ortskundigen Schaltberechtigten, der ebenfalls mit der Anlage vertraut ist, durchgeführt. Die Arbeit muss grundsätzlich gemäß EN 50110 vorab geplant und die einzelnen Arbeitsschritte bzw. der Arbeitsablauf vorab niedergeschrieben worden sein. Bei der Messung vor Ort sind immer zwei Experten anwesend, wobei die Messung jedoch immer nur von einer Person durchgeführt wird.

Bevor die Schaltanlage zum Zweck von Kabelprüfungen geöffnet werden darf, ist die gesamte SF6-Mittelspannungsschaltanlage (und somit auch die zu prüfenden Kabel) entsprechend dem Vorgehen beschrieben unter Punkt 1 frei zu schalten. Danach kann die Schaltanlage entsprechend den Herstellervorgaben (die entsprechenden Bedienungsanleitungen des Herstellers sind dabei genau zu beachten) geöffnet werden und es sind die für die Kabelüberprüfungen notwendigen Messsysteme im Keller zu installieren.

Danach ist der Turmkellerbereich von allen Personen zu verlassen.

Nach dem folgenden Zuschalten der Mittelspannungsschaltanlage kann der Turmkellerbereich wieder von dem die Messung durchführenden Hochspannungsexperten betreten werden. Zum Schutz während der Messungen bzw. im Fehlerfall trägt der für die Messungen zuständige Prüflingenieur entsprechende Schutzkleidung. Diese muss den Anforderungen der Norm EN 61482-1-2 und IEC 61482-2 für die Schutzklasse 2 erfüllen. Zusätzlich ist zum Zweck einer Bergung aus dem Turmkeller ein Sicherheitsgurt zu tragen.

Die Eingangstüre der WEA bleibt arretiert geöffnet.

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
10/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

Alle weiteren, anwesenden Personen haben sich außerhalb der WEA unterhalb der Zugangstreppe zur WEA aufzuhalten (nicht auf der Zugangsleiter oder am Podest vor der Eingangstüre). Nach Abschluss der Messungen sind die Mittelspannungskabel und somit die gesamte SF6-Mittelspannungsschaltanlage wieder frei zu schalten. Danach kann der Turmkeller wieder betreten werden, um die Messinstrumente abzubauen und die SF6-MS-Schaltanlage wieder zu verschließen. In weiterer Folge kann die Schaltanlage wieder zugeschaltet werden.

b. Vorgehensweise bei offener Schaltanlage mittels Hochfrequenzwandlern – System Omicron 605:

Das Messsystem funktioniert rein passiv und arbeitet mit der Betriebsspannung des Mittelspannungsnetzes. Die Teilentladungsimpulse werden über Hochfrequenzwandler aus dem Kabelschirm ausgekoppelt und softwaretechnisch gefiltert und ausgewertet. Das mobile System erfasst mit seinen 3 Kanälen separat Teilentladungen an allen drei Phasen. Das TE-Monitoring erfolgt dabei absolut zeitsynchron, was die Unterdrückung von Störsignalen, die Separierung und individuelle Bewertung von typischen Teilentladungsquellen um ein Vielfaches vereinfacht. Die Eingrenzung des Ortes mit erhöhter Teilentladungsaktivität erfolgt im Normalfall mittels Eingrenzung des betroffenen Abschnitts durch Schaltungen im Mittelspannungsnetz. Dadurch kann der Ort mit erhöhter TE-Aktivität auf eine Kabelstrecke eingegrenzt werden.

Die Messungen dürfen grundsätzlich nur durch Hochspannungsexperten mit entsprechender, langjähriger Erfahrung im Bereich der Teilentladungsmessung durchgeführt werden. Des Weiteren müssen die anwesenden Personen auf die Gefahren durch Hochspannung und Kurzschlussströme hingewiesen und sensibilisiert worden sein.

Die Schalthandlungen vor Ort werden immer durch einen ortskundigen Schaltberechtigten, der ebenfalls mit der Anlage vertraut ist, durchgeführt. Die Arbeit muss grundsätzlich gemäß EN 50110 vorab geplant und die einzelnen Arbeitsschritte bzw. der Arbeitsablauf vorab niedergeschrieben worden sein. Bei der Messung vor Ort sind immer zwei Experten anwesend, wobei die Messung jedoch immer nur von einer Person durchgeführt wird.

Bevor die Schaltanlage zum Zweck von Kabelprüfungen geöffnet werden darf, ist die gesamte SF6-Mittelspannungsschaltanlage (und somit auch die zu prüfenden Kabel) entsprechend dem Vorgehen beschrieben unter Punkt 1 frei zu schalten. Danach kann die Schaltanlage entsprechend den Herstellervorgaben (die entsprechenden Bedienungsanleitungen des Herstellers sind dabei genau zu beachten) geöffnet werden und es sind die, für die Prüfung notwendigen Messsysteme (magnetische Kabelumbauwandler) im Kabelanschlussraum der Schaltanlage an den Erdungen der Kabelschirme, zu installieren. Nach Installation der Messsysteme kann die Schaltanlage bis auf einen kleinen Schlitz geschlossen werden.

Danach ist der Turmkellerbereich von allen Personen zu verlassen! Die Schaltanlage kann nun vom Bereich der Eingangsplattform zugeschaltet werden.

Bei der Messung selbst (mit Betriebsspannung), befindet sich der Prüfer samt Messgerät im Bereich der Eingangsplattform. Im eingeschalteten Zustand der Schaltanlage hält sich keine Person im Keller auf. Alle weiteren, anwesenden Personen haben sich außerhalb der WEA unterhalb der Zugangstreppe zur WEA aufzuhalten (nicht auf der Zugangsleiter oder am Podest vor der Eingangstüre).

Die Eingangstüre der WEA bleibt arretiert geöffnet.

Nach Abschluss der Messungen sind die Mittelspannungskabel und somit die gesamte SF6-Mittelspannungsschaltanlage wieder frei zu schalten. Danach kann der Turmkeller wieder betreten werden, um die Messinstrumente abzubauen und die SF6-MS-Schaltanlage wieder ganz zu verschließen. In weiterer Folge kann die Schaltanlage wieder zugeschaltet werden.

22. Für alle Arbeiten auf dem Maschinenhausdach ist das Mitführen notwendiger Abseilvorrichtungen (pro Vorrichtung 2 Personen) vorgeschrieben. Für Vestas Mitarbeiter ist zwingend die in der

DOKUMENT:
0042-6956

BESCHREIBUNG:
Bemerkung zur Risikoanalyse der V100/V110-2.0/2.2MW, V112-3.3MW/3.45MW, V117-3.3MW/3.45MW/4.2MW, V126-3.3MW/3.45MW, V126-3.45MW HTq, V136-3.45MW/4.2MW, V150-4.2MW

SEITE
11/11

– Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung der Windenergieanlage

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.

23. Für das Arbeiten an elektrischen Einrichtungen bzw. Komponenten ist immer die LOTO (Lock Out Tag Out) Prozedur anzuwenden. Arbeiten dürfen nur durch qualifiziertes Personal durchgeführt werden, und haben sich an das Vestas Corporate OH&S Manual zu halten.
24. Mechanische Tätigkeiten (Schweißen, Schleifen, Trennen) darf nur durch qualifiziertes Personal durchgeführt werden. Es darf nur dafür vorgesehenes geprüftes Equipment benutzt werden. Zusätzliche Feuerlöscher und Löschdecken sind bereit zu halten.
25. Die Schaltvorgänge werden grundsätzlich von der Eingangsplattform aus durchgeführt, jedoch muss die Erdung manuell im Keller erfolgen. Hier stehen die Kabeleingänge grundsätzlich unter Spannung.
Vor dem Betreten des Kellers muss die Schutzausrüstung gegen austretende, heiße Gas immer zwingend geprüft werden. Das gilt sowohl für die Frischluftausrüstung als auch für die Schutzkleidung. Sollte während des Abstiegs bzw. während der durchzuführenden Arbeiten ein Defekt eintreten, so ist der Kellerbereich unmittelbar sofort zu verlassen. Der Kellerbereich darf ohne geeignete und intakte Ausrüstung bei anliegender Spannung nicht betreten werden.
26. Bei Arbeiten in einer lauten Atmosphäre, ist die Verwendung von Lärmschutz (persönliche Schutzausrüstung) Pflicht.

In allen betrachteten Fällen kann somit eine ausreichende Sicherheit von sich in der WEA aufhaltenden Personen sichergestellt werden.

