



## Rotorblattgutachten

Zustandsorientierte Instandhaltung | Wiederkehrende Prüfung

**Windpark:** Oederquardt

**Anlage:** 03-2817

**Prüfbericht Nr.:** 22102016.13



**Auftrageber:** Denker & Wulf AG  
Windmühlenberg, D-24814 Sehestedt

**Anlagenstandort:** Oederquardt, D-21734

**Gutachtenersteller:** Müller&Sohn Energietechnik und Spezialmontagen GmbH  
Straße 43 Nr.4 / D-13125 Berlin  
T: +49(0)30 6920 5393 0 / F: +49(0)30 6920 5393 9

**Prüfer:** S.Müller

Inhalt	Seite
<b>Teil I - Allgemeines</b>	
I / 1 Hauptdaten der WEA	3
I / 2 Auftrag	4
I / 3 Grundlagen der Überprüfung	4
I / 4 Inspektionsliste	4
I / 5 Ablauf und Umfang der Überprüfung	5
I / 6 Zustandsdaten bei der Besichtigung	5
I / 7 Schadensbewertung	6
<b>Teil II - Dokumentation der Daten und des Sachverhalts</b>	
II / 1 Dokumentation außen Blatt A	7
Dokumentation innen Blatt A	---
II / 2 Dokumentation außen Blatt B	13
Dokumentation innen Blatt B	---
II / 3 Dokumentation außen Blatt C	16
Dokumentation innen Blatt C	---
II / 4 Dokumentation Spinner	19
II / 5 Dokumentation Turm	20
II / 6 Dokumentation Blitzschutz	21
<b>Teil III - Ergebnis der Prüfung</b>	
III / 1 Zusammenfassung	23
III / 2 Empfehlung	25

## I / 1 Hauptdaten der WEA Nr.: V2817

### Anlage - Daten

Hersteller	Vestas
Anlagentyp	V44
Nennleistung in kW	600
Leistungsregelung	Pitch
Rotordurchmesser in m	44
Nabenhöh in m	53
Inbetriebnahme	15.10.1997



### Rotorblatt - Daten

Hersteller	Vestas
Typ	V20.5
Baujahr	
Satznummer	
Material	Epoxid



	A	B	C
Blattnummern	A	B	C

RAL - Farbton	9010, Reinweiß
Blitzschutzsystem	R20,3 SS
Erosionsschutzfolie	/
Vortex Module	/
HK - Leisten	/
Stalleisten	/
Turbolatorzackenband	/
Extender	ja
Spoiler	/
Tagesmarkierung	/
RAL - Farbton Tagesmarkierung	

### Turm - Daten

Hersteller	Pfleiderer
Typ	Stahlrohrturm konisch
Baujahr	1997
Anzahl Segmente	3
ID - Nummer	551
RAL - Farbton	9010, Reinweiß
sonstiges	



## I / 2 Auftrag

Die Müller&Sohn Energietechnik und Spezialmontagen GmbH führte im Auftrag von Denker & Wulf AG, Windmühlenberg , D-24814 Sehestedt die technische Überprüfung der Rotorblätter für die auf Seite 2 genannte Windkraftanlage vom Typ Vestas V44 durch.

Die Arbeiten umfassen die Erstellung eines Gutachtens über den Zustand der Rotorblätter am Tage der Überprüfung.

## I / 3 Grundlagen der Überprüfung

Die Überprüfung von Windkraftanlagen wird auf der Grundlage der "Richtlinie für Windkraftanlagen" des deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), der "Richtlinie für die Zertifizierung von Windkraftanlagen" des germanischen Lloyd, der Grundsätze für die "Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen" des Sachverständigen Beirates des BWE, der BGI 657 "Windenergieanlagen" sowie vergleichbarer nationaler und internationaler Richtlinien durchgeführt.

Es besteht Haftungsausschluss für nicht erkannte Mängel, Schäden & Folgeschäden.

## I / 4 Inspektionsliste

- Rotorblätter außen**  
Sichtprüfung bzgl. Risse, Lufteinschlüsse, Delaminationen, Schutzfolie ect.  
Abklopfen auffälliger Bereiche und von relevanten Stellen, Prüfung der Strömungselemente
- Rotorblätter innen (bei diesem Anlagentyp nicht möglich)**  
Sichtprüfung bzgl. Risse, Lufteinschlüsse, Delaminationen, Stegverklebungen,  
Abklopfen auffälliger Bereiche und von relevanten Stellen
- Entwässerungsabläufe**  
Kontrollieren und ggf. frei machen
- Spinner**  
Verkleidungsteile kontrollieren, Revisionsluken und Verschlüsse prüfen.
- Turm**  
Messung der Durchgangswiderstände zwischen Rezeptoren der Blattkörper  
und dem Maschinenrahmen
- Blitzschutz**  
Messung der Durchgangswiderstände zwischen Rezeptoren der Blattkörper  
und dem Maschinenrahmen

## I / 5 Ablauf und Umfang der Überprüfung

Die Rotorblätter werden mittels Seiltechnik von außen einer eingehenden Sichtprüfung unterzogen. Zur Feststellung von Delaminationserscheinungen wird eine stichprobenartige Abklopfprüfung durchgeführt. Es erfolgt eine Inspektion der Blattinnenräume im Blattwurzelbereich, soweit wie begehbar. Erkannte Mängel und Beschädigungen werden fotografiert und sind unter Abschnitt II dargestellt.

Die genaue Position der festgestellten Beschädigungen ist den beiliegenden Lage-schemata vermerkt. Die Wasserablauföffnungen werden kontrolliert. Zwischen den Rezeptoren der Blattkörper und dem Maschinenrahmen wird eine Messung der Durchgangswiderstände durchgeführt.

Der Prüfbericht wird in einem Original erstellt - ein zusätzliches Exemplar wird archiviert. Die Digitalfotos werden für 5 Jahre gespeichert.

## I / 6 Zustandsdaten bei der Besichtigung

Betriebsstunden [h]	161.698
erzeugte Leistung [kWh]	19.499.485
Temperatur [C°]	12-15
Luftfeuchte [%]	68
Wind [m/s]	9-13
Wetter	bewölkt
Sachverständiger	Sven Müller
weitere Anwesende	

## I / 7 Schadensbewertung

Hinsichtlich der Risikoeinschätzung wird diese Matrix zur Risikobewertung verwendet. Die Risikoabschätzung dient der Priorisierung von Risiken mit Blick auf ihre potenziellen Auswirkungen auf den Zustand des Rotorblattes und den daraus abzuleitenden Maßnahmen.

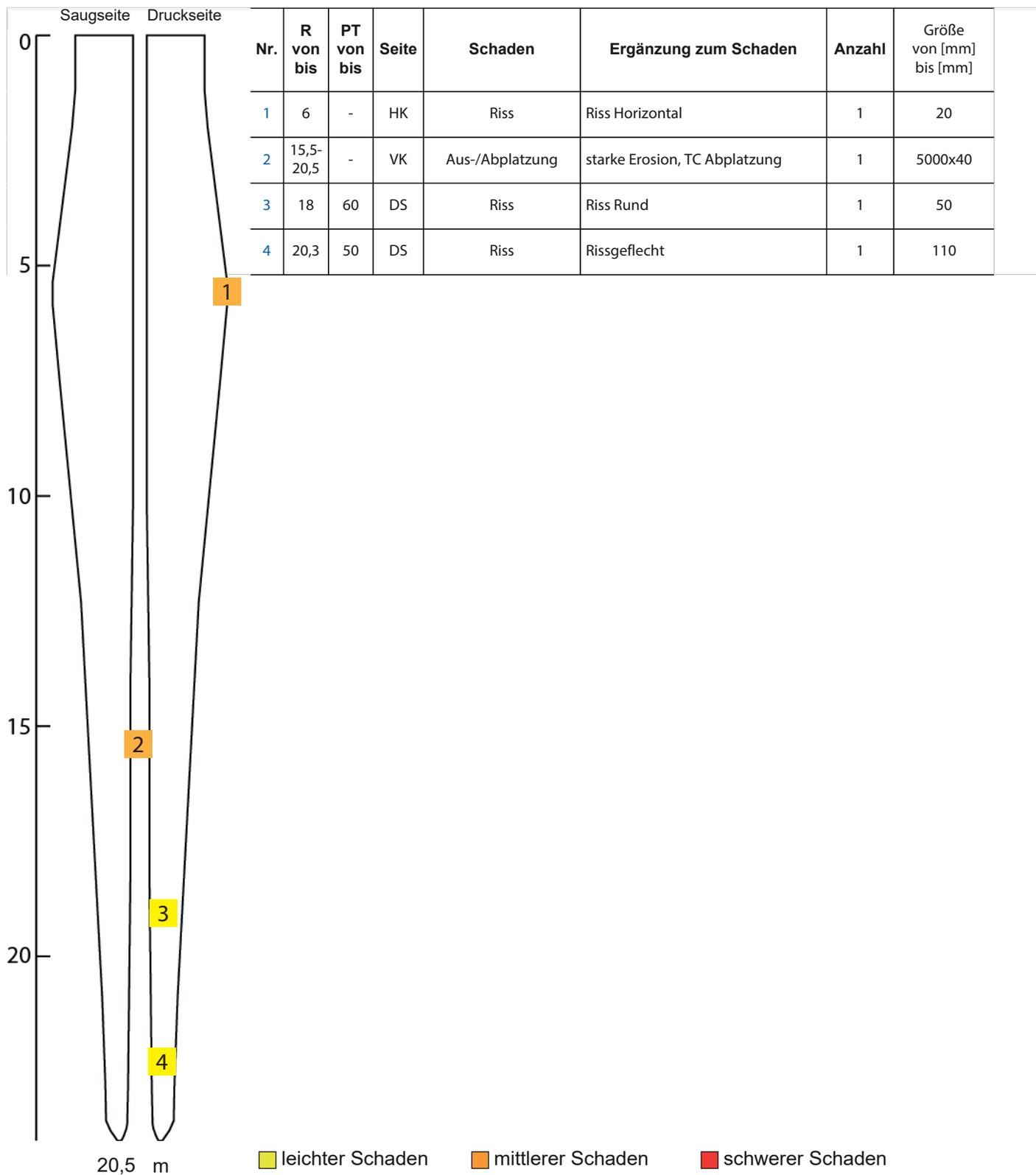
In der Matrix nach werden entsprechend die Eintrittswahrscheinlichkeit in Bezug zum Schadensausmaß gesetzt.

		Schadensausmaß		
		Gering	Mittel	Hoch
Eintrittswahrscheinlichkeit	Gering	Niedriges Risiko	Niedriges Risiko	Hohes Risiko
	Mittel	Niedriges Risiko	Mittleres Risiko	Hohes Risiko
	Hoch	Mittleres Risiko	Hohes Risiko	Hohes Risiko

Aus der Eintrittswahrscheinlichkeit und dem Schadensausmaß ergibt sich das Gefahrenpotenzial (Risiko) und die Priorität für die durchzuführende Maßnahme.

	Priorität	Gefahrenpotenzial (Risiko)	Umsetzung	Richtwerte zur zeitlichen Umsetzung
H	3	Hoch	sofort	4 Wochen
M	2	Mittel	kurzfristig	3 Monate
N	1	Niedrig	mittelfristig	12 Monate
O	0	ohne Gefahr	keine Maßnahme	keine

## II / 1 Dokumentation [außen] Blatt A

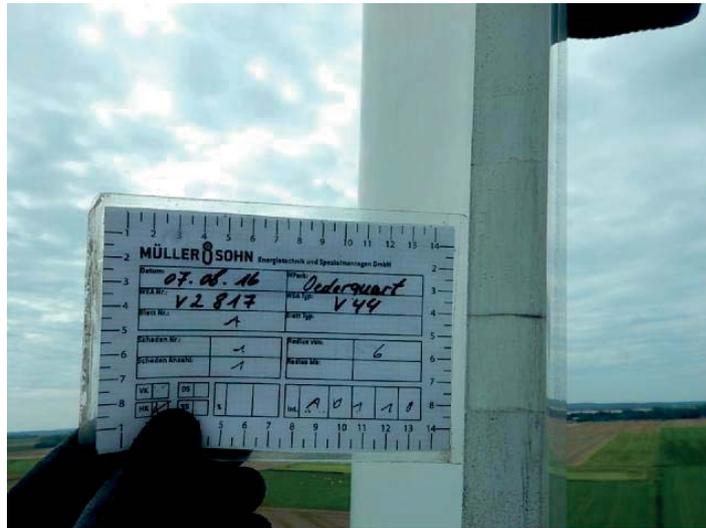


Radius in Meter ausgehend vom Blattflansch  
 PT=Profiltiefe; SS=Saugseite; DS=Druckseite; VK=Vorderkante; HK=Hinterkante

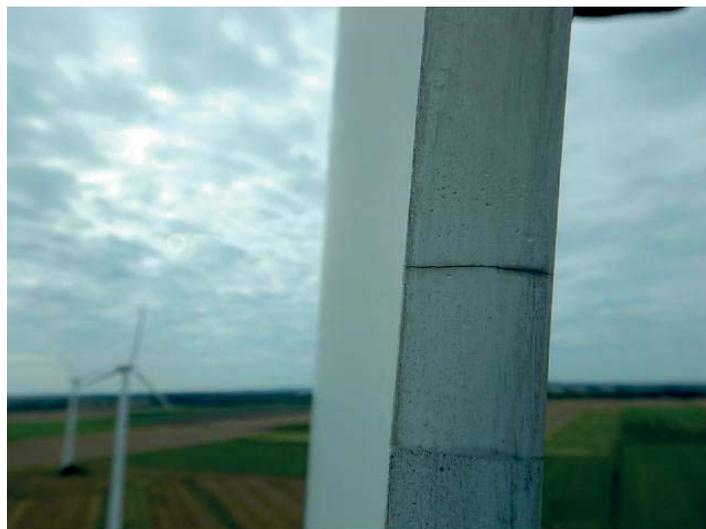
## II / 1 Bilddokumentation Blatt A [außen]

Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

1	Riss Horizontal
---	-----------------



Detail:



Priorität:

2

Gefahrenpotenzial:

mittel

Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

2 mittlere Erosion, TC Abplatzung



Detail:



Priorität:	2	Gefahrenpotenzial:	mittel
------------	---	--------------------	--------

Mangel Nr.:	Beschreibung
2	starke Erosion, TC Abplatzung



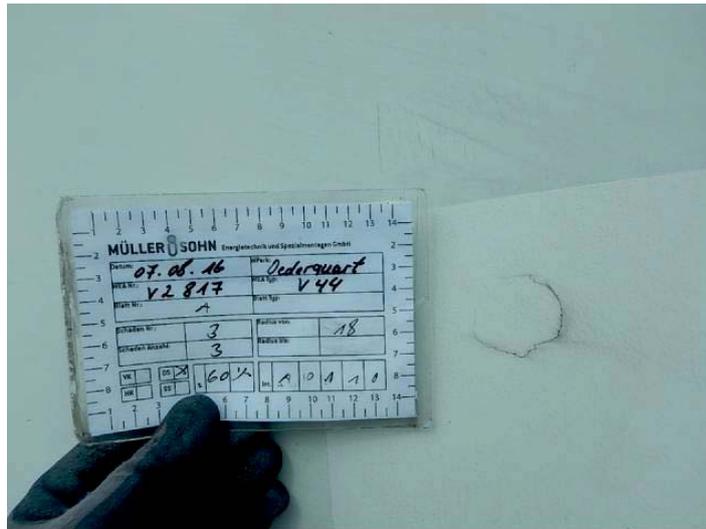
Detail:



Priorität:	2	Gefahrenpotenzial:	<b>mittel</b>
------------	---	--------------------	---------------

Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

3 Riss Rund



Detail:



Priorität:	1	Gefahrenpotenzial:	niedrig
------------	---	--------------------	---------

Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

4 Rissgeflecht in der Oberflächenberschichtung

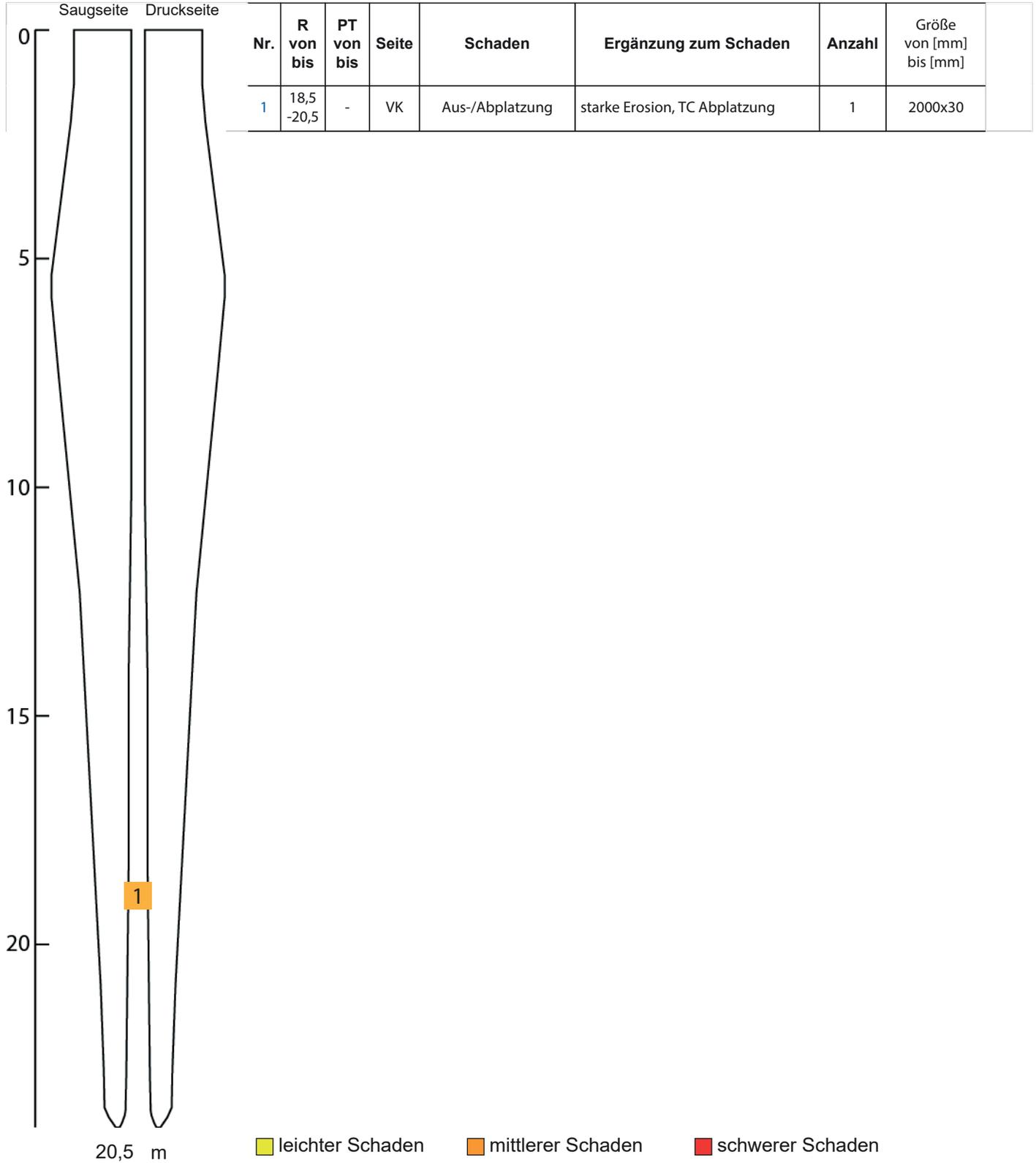


Detail:



Priorität:	1	Gefahrenpotenzial:	niedrig
------------	---	--------------------	---------

## II / 2 Dokumentation [außen] Blatt B



Radius in Meter ausgehend vom Blattflansch  
 PT=Profiltiefe; SS=Saugseite; DS=Druckseite; VK=Vorderkante; HK=Hinterkante



Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

1 starke Erosion, TC Abplatzung, Laminat sichtbar (defekt)

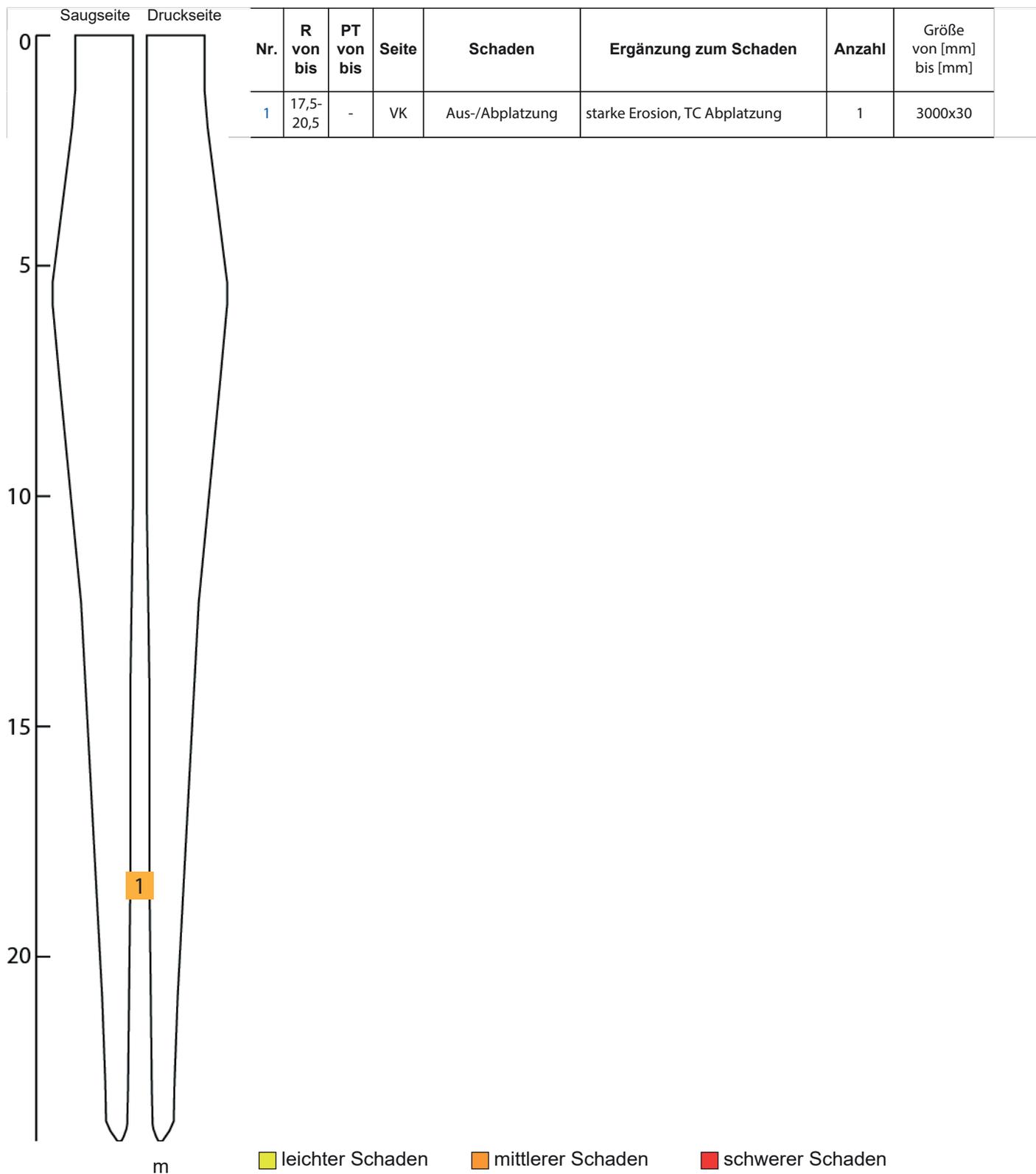


Detail:



Priorität:	2	Gefahrenpotenzial:	mittel
------------	---	--------------------	--------

## II / 3 Dokumentation [außen] Blatt C



leichter Schaden
  mittlerer Schaden
  schwerer Schaden

Radius in Meter ausgehend vom Blattflansch

PT=Profiltiefe; SS=Saugseite; DS=Druckseite; VK=Vorderkante; HK=Hinterkante

## II / 3 Bilddokumentation Blatt C [außen]

Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

- 1 starke Erosion, TC Abplatzung, Laminat sichtbar (defekt)



Detail:



Priorität:	2	Gefahrenpotenzial:	mittel
------------	---	--------------------	--------

Mangel Nr.:	Beschreibung
-------------	--------------

1 starke Erosion, TC Abplatzung, Laminat sichtbar (defekt)

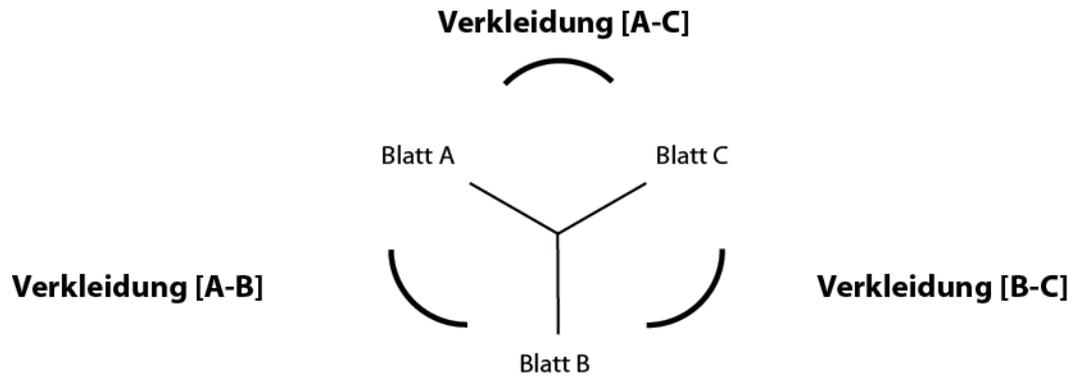


Detail:



Priorität:	2	Gefahrenpotenzial:	<b>mittel</b>
------------	---	--------------------	---------------

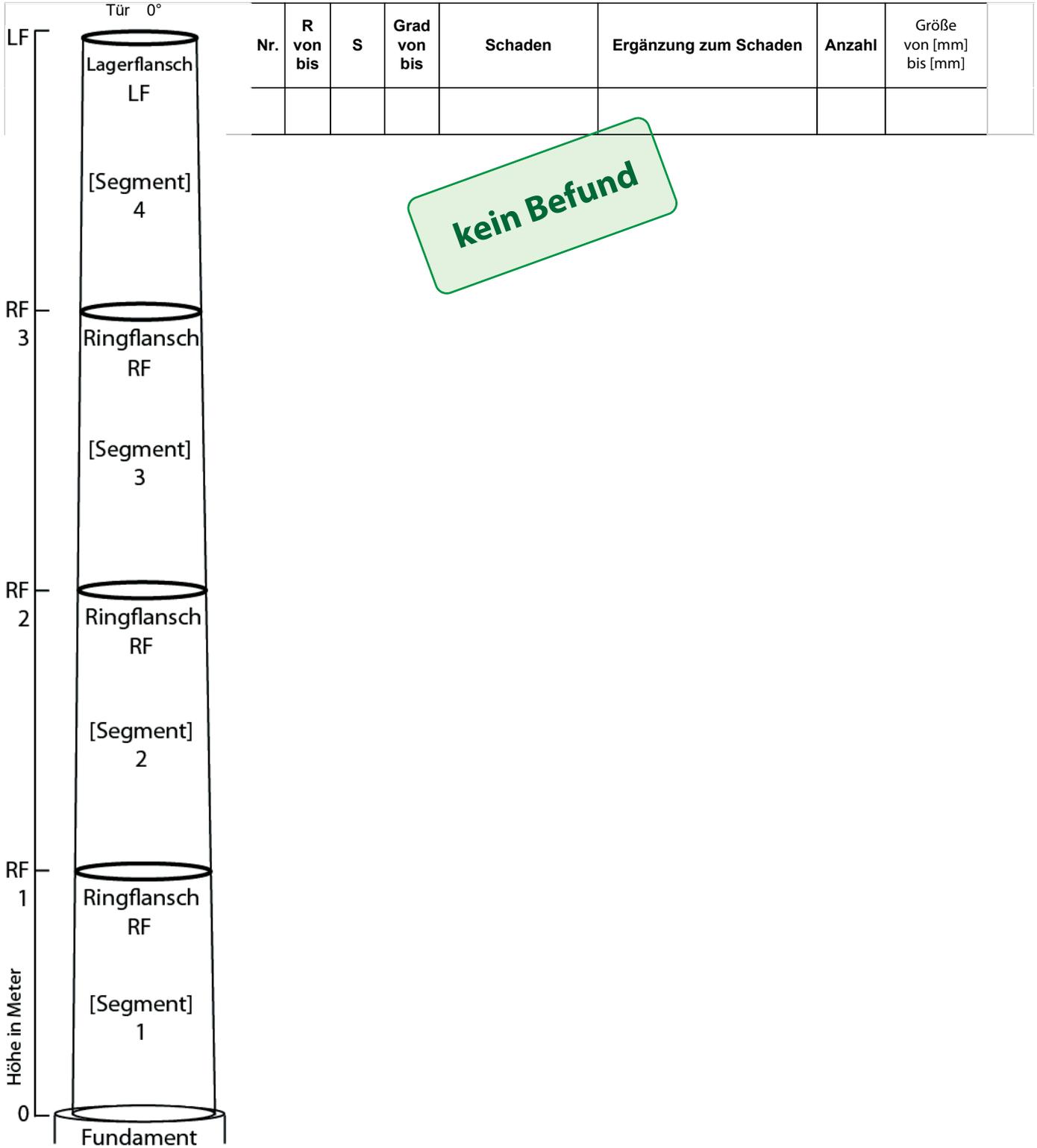
## II / 4 Dokumentation Spinner



Nr.	Lage / Verkleidung	Schaden	Ergänzung zum Schaden	Anzahl	Größe von [mm] bis [mm]

**kein Befund**

## II / 5 Dokumentation Turm



## II / 6 Dokumentation Blitzschutz

Die Prüfung des Blitzschutzsystems der Rotorblätter wurde entsprechend der "Arbeits-Richtlinie zur Prüfung des Zustandes des Blitzschutzsystems von WEA" des Sachverständigenbeirates des BWE ausgeführt. Bei der genannten Prüfung werde neben den unter Abs. I / 3 genannten Richtlinien unter anderem die Grundsätze der DIN Norm EN 61400-24 "Blitzschutz für Windenergieanlagen" berücksichtigt. Alle zugänglichen Elemente des Blitzschutzsystems der Rotorblätter werden visuell geprüft. Die Blattkörper werden auf Hinweise stattgefundener Blitzeinwirkungen inspiziert.

Des Weiteren wird der Durchgangswiderstand entsprechend der Norm DIN EN 62305-3 "Blitzschutz - Teil3 Schutz von baulichen Anlagen und Personen" von den Rezeptoren bis zum Potenzialausgleichsystem im Maschinenhaus gemessen. Es wird ein Messgerät vom Typ Fluke 189 mit einem Messbereich von 0 bis 500 Megaohm verwendet. Das Messgerät erfüllt die Anforderungen der DIN EN 61577-1. Der Prüfstrom beträgt 220 mA. Blitzschutzwerte in folgender Tabelle:

Blattnr.	Radius	Rezeptorseite		$\Omega$ Metallspitze	$\Omega$ Profile	$\Omega$ Nabe / Gondel	$\Omega$ Turm / Ringerder
		$\Omega$ DS	$\Omega$ SS				
						0,21	0,11

## II / 6 Blitzschutz - Kommentar

Der Durchgangswiderstand der geprüften Blitzableiterstrecke ist lt. der ermittelten Messwerte an allen Rotorblättern gegeben. Gemessene Durchgangswiderstände sollten prinzipiell geringer als 1,0 Ohm betragen. Erfahrungsgemäß (empfohlene Messwerte des BWE) sind geringfügig erhöhte Widerstandswerte bis zu 10 Ohm zulässig, da die Realisierten Ableitsysteme oft eine Vielzahl von Verbindungs- und Anschlussstellen aufweisen.

Bei gemessenen Durchgangswiderständen von größer als 10 Ohm ist eine Prüfung der Blitzableitstrecke durchzuführen um erforderliche Instandsetzungsmaßnahmen einzuleiten.

## III / 1 Zusammenfassung

In diesem Absatz werden die wichtigsten festgestellten Mängel im Zusammenhang dargestellt. Die entsprechenden Beschädigungen bzw. Mängel sind folgend nach Mängelgruppen zusammengefasst.

(außen)				(innen)			
Rotorblatt-Nr.	A	B	C	Rotorblatt-Nr.	A	B	C
Abschürfung(en) / Kratzer in Deckbeschichtung				Riss(e) in Stegverklebung			
Ablösung(en) der Deckbeschichtung				Ablösung(en) der Stegverklebung			
Ausplatzung(en) der Deckbeschichtung	X	X	X	Riss(e) in Blattschalenverklebung			
Ausbruch an Kanten				Riss(e) im Laminat			
Lunker / Pinholes				beschädigtes Laminat			
Riss(e) in Vorderkante				Lufteinschlüsse / trockenes Laminat			
Riss(e) in Hinterkante	X			Auffälliges in der Fasermatrix			
Riss(e) in Blattfläche	X			Weißbruch			
Riss(e) im Laminat				überschüssiges Klebeharz			
Laminatschaden / Delamination				verkochtes Klebeharz			
defekte / offene Schalenverklebungen				defektes Kernmaterial			
defekte E-Folie				Blitzschutzkarte fehlt			
Blitzschaden / Brandmarke Abschmelzung(en)				defekte Blitzschutzanbindung(en)			
defekte / fehlende Zusatzelemente				Feuchtigkeit / Wasser im Blatt			
Verschmutzung(en)				Verschmutzung(en)			
defekte Versiegelung Wuchtkammer				defekter Mannlochdeckel / Podest			
defekte Versiegelung Blattdichtung				defekte Versiegelung Blattanbindung			
sonstiges				sonstiges			
ohne Schäden				ohne Schäden			

## III / 2 Schlussbemerkung

### Allgemein:

Bei weiteren stichprobenartigen Abklopfprüfungen wurden keine Delaminationserscheinungen festgestellt. Am Turm und an der Spinnerverkleidung (Nabe) wurden keine Mängel festgestellt.  
Die Entwässerungsbohrungen der Rotorblätter sind frei.

### Geräusentwicklung:

Die Anlage wurde im Betrieb bei einer Windstärke von 12 m/s vom Boden aus abgehört. Es wurden dabei normale "rauschende" Strömungsgeräusche ohne Geräuschunterschiede zwischen den einzelnen Rotorblättern subjektiv wahrgenommen.

### Handlungsempfehlungen:

Gefahrenpotenzial:	ohne
Empfehlung zur zeitlichen Umsetzung empfohlener Maßnahmen:	<b>keine</b>
Gefahrenpotenzial:	Niedrig
Empfehlung zur zeitlichen Umsetzung empfohlener Maßnahmen:	<b>1 Jahr</b>
Gefahrenpotenzial:	Mittel
Empfehlung zur zeitlichen Umsetzung empfohlener Maßnahmen:	<b>3 Monate</b>
Gefahrenpotenzial:	Hoch
Empfehlung zur zeitlichen Umsetzung empfohlener Maßnahmen:	<b>4 Wochen</b>

## **Empfehlungen hinsichtlich der Betriebssicherheit:**

Es wurden keine wesentlichen Mängel im Sinne der Betriebssicherheit festgestellt.  
Es bestehen derzeit keine Bedenken gegen den weiteren Betrieb der Anlage.

## **Nächster empfohlener Prüftermin:**

	<p>August 2018</p>
---	------------------------

Das vorliegende Gutachten enthält 25 Textseiten und wurde ausschließlich auf der Grundlage der vorgelegten Unterlagen der gemachten Angaben sowie der Erkenntnisse aus der Ortsbesichtigung erstellt. Die Bearbeitung erfolgte unabhängig und unparteilich.

Sollten sich auf Grund bisher nicht vorliegender Unterlagen oder nicht bekannter Fakten Änderungen oder Ergänzungen ergeben, sind wir zu weiteren Ausführungen gern bereit. Es besteht Haftungsausschluss für nicht erkannte Mängel, Schäden und Folgeschäden.

Berlin, den 22.10.2016



Unterschrift

**Müller&Sohn**  
Energietechnik und Spezialmontagen GmbH  
Straße 43 Nr.4 / D-13125 Berlin