

Einsatz von Drohnen bei der Wiederkehrenden Prüfung von Rotorblättern an Windenergieanlagen

März
2025



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Eingrenzung	3
3	Verfahren	3
	3.1 Risikobetrachtung.....	4
	3.2 Verfahrensbeschreibung.....	4
4	Anforderungen an den Prüfbericht	5

1 Einleitung

Durch die sich in den letzten Jahren eingestellten technischen Entwicklungen und dem Marktvorstoß bei der Untersuchung der Rotorblätter mit Hilfe von Drohnen hat der BWE-Sachverständigenbeirat die Notwendigkeit erkannt, die vorliegenden Empfehlungen zu erarbeiten.

Es sollen Grenzen und Ergänzungen zu der etablierten handnahen Prüfung mittels Seilzugangstechnik betrachtet werden. Die Kameras der Drohnen erfassen lediglich die Oberfläche, so dass sich Delaminationen bzw. unter der Oberfläche liegende Schäden erst spät, nachdem sie sich an der Oberfläche zeigen, erfasst werden können.

In diesem Dokument werden für die Inspektion Mithilfe von Drohnen die Mindestanforderungen aus Sicht des BWE-Sachverständigenbeirats definiert, um die von Rotorblättern ausgehenden unmittelbaren Gefahren sowie die damit verbundene Gefährdung der Standsicherheit von Windenergieanlagen erkennen zu können, sie zu beurteilen, sowie eine ausreichende Qualität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu erzielen.

2 Eingrenzung

Dieses Dokument befasst sich ausschließlich mit der Rotorblattprüfung außen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung (WKP) innerhalb der Entwurfslebensdauer, bei der die BWE-Grundsätze für die „Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen“ stets zu berücksichtigen sind. Die etablierte Prüfung der Rotorblätter von innen im einsehbaren und begehbaren Bereich muss weiterhin bestehen bleiben.

Für die Untersuchung des Betriebs der Windenergieanlagen (WEA) über den durch die Typenprüfung abgedeckten Zeitraum hinaus gelten die „Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen (BPW)“ des BWE vom Mai 2017, der darin eine handnahe Inspektion fordert und somit den Einsatz von Drohnen für diese Inspektion nicht zulässt.

Wiederkehrende Prüfungen an Rotorblättern erfolgen in den nach Typenprüfung oder Genehmigung vorgegebenen Intervallen. Sofern eine handnahe Außenprüfung durch eine fernoptische Drohneninspektion ersetzt wird, ist die nächste WKP wieder handnah durchzuführen.

3 Verfahren

Handnahe Sicht- und Klopfprüfungen außen an Rotorblättern (gemäß Absatz 6.2.3 der BWE-Grundsätze für WKP von WEA) können durch Drohnenprüfungen ersetzt werden, wenn zuvor eine Risikobetrachtung und damit Verfahrenseignungsprüfung mit positivem Ergebnis durchgeführt wurde.

3.1 Risikobetrachtung

Die Risikobetrachtung ist durch einen Sachverständigen für Rotorblätter durchzuführen. Grundlage dafür sind:

- letzter WKP-Bericht mit der handnahen Prüfung (i. d. R. nicht älter als 4 bzw. 2 Jahre)
- fundierte Kenntnisse der zu untersuchenden Rotorblätter in Bezug auf
 - Aufbau
 - Design
 - Herstellung
 - Typische/Relevante Schäden
- weitere hilfreiche Dokumente
 - letzter Bericht der Drohneninspektion
 - ggf. vorhandene Reparaturberichte
 - letztes Wartungsprotokoll

3.2 Verfahrensbeschreibung

Die Drohneninspektion kann sowohl manuell als auch autonom durchgeführt werden.

Manueller Flug: Manuell vor Ort gesteuerte Flugbahn der Drohne, Auffälligkeiten können aus verschiedenen Positionen betrachtet werden. Oft verbunden mit einer direkten Auswertung der Ergebnisse vor Ort.

Autonomer Flug: Inspektionsflug der Drohne nach vorgegebener Flugbahn, angepasst an die spezifische Kontur der Rotorblätter und der WEA ohne manuelles Eingreifen des Drohnenpiloten. Die Auswertung der Bilddaten erfolgt oft im Nachgang.

Die Auswertung wird unterschieden in:

Direkte Auswertung: durch einen sachkundigen Rotorblattinspektor vor Ort mit sofortiger Auswertung der Bilddaten und der Möglichkeit, bei Unklarheiten gezielt die Auffälligkeiten anzufliegen und aufzunehmen.

Auswertung im Nachgang: Auswertung der Bilddaten im Nachgang durch Rotorblattexperten. Auffälligkeiten können nicht direkt erneut angefliegen werden, sondern erfordern einen erneuten Einsatz.

Bei einer Inspektion mittels Drohne müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

1. Das gesamte Rotorblatt ist aus mindestens vier Perspektiven zu betrachten und im Falle des autonomen Flugs nahtlos abzubilden. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Bereiche sichtbar sind.
2. Die festgestellten Abweichungen müssen eindeutig einem Rotorblatt (Seriennummer oder Blattbezeichnung) zugeordnet werden können.
3. Mindestanforderungen an die Schadens-/Mängelbeschreibung:

- Schadensart: genaue Beschreibung (z. B. Längsriss, Querriss etc.)
 - Verortung: Radius (oder Z-Maß), Druck- oder Saugseite und Profiltiefe
 - Schadensgröße
 - Minimal zu erkennende Rissbreite: 1mm
4. Anforderungen an die Umgebungsbedingungen:
Die Rotorblattoberflächen müssen sich in einem ausreichend sauberen Zustand befinden, damit alle Abweichungen erkannt werden können. Daraus ergibt sich, dass eine Inspektion bei Regen, Schneefall, Nebel, Eis-/Schneeansatz am Rotorblatt, bei ungeeigneten Lichtverhältnissen (z. B. bei Dämmerung, starkem Gegenlicht/Reflexion) oder kondensierender Feuchtigkeit auf der Kameralinse nicht durchgeführt werden kann.

4 Anforderungen an den Prüfbericht

Die Bewertung der Inspektionsergebnisse muss durch einen Sachverständigen für Rotorblätter erfolgen.

Eine positive WKP-Bescheinigung darf nur auf Grundlage einer sicheren Befundung erstellt werden. Daraus folgt, dass bei unklarer Befundlage eine weitergehende Prüfung bis zur eindeutigen Klärung erfolgen muss. Dies kann ggf. durch eine weitere Befliegung zur Klärung der Fragen oder eine handnahe Untersuchung erfolgen.

Im Bericht sind die allgemeinen Informationen zur Inspektion gemäß den BWE-Grundsätzen anzugeben. Für Drohneninspektionen sind zusätzlich folgende Informationen anzugeben:

- Flugmodus: Autonomer oder manueller Flug
- Drohnenhersteller/-typ
- Kameraspezifikation (z. B. Hersteller/-typ, Sensortyp, Auflösung)
- Witterungsbedingungen (sonnig, bewölkt, ...)
- Windgeschwindigkeit

Hinweis:

Beim Einsatz anderer fernoptischer Systeme können die hier beschriebenen Anforderungen als Anwendungsempfehlungen herangezogen werden. Eine Risikobetrachtung für den Einsatz des verwendeten Systems muss ebenfalls erfolgen.

Hinsichtlich der Überprüfung des Blitzschutzsystems der Rotorblätter gilt die [„Technische Richtlinie zur Prüfung der Blitzschutzanlage an Windenergieanlagen“](#) 03.2021 des BWE.

Impressum

Bundesverband WindEnergie e.V.
EUREF-Campus 16
10829 Berlin
030 21234121 0
info@wind-energie.de
www.wind-energie.de
V.i.S.d.P. Wolfram Axthelm

Foto

Deutsche Windtechnik

Haftungsausschluss

Die in diesem Papier enthaltenen Angaben und Informationen sind nach bestem Wissen erhoben, geprüft und zusammengestellt. Eine Haftung für unvollständige oder unrichtige Angaben, Informationen und Empfehlungen ist ausgeschlossen, sofern diese nicht grob fahrlässig oder vorsätzlich verbreitet wurden.

Der Bundesverband WindEnergie e.V. ist als registrierter Interessenvertreter im Lobbyregister des Deutschen Bundestages unter der Registernummer R002154 eingetragen.
Den Eintrag des BWE finden Sie [hier](#).

Herausgeber und Autor

Sachverständigenbeirat des BWE

Ansprechpartner

Stefan Grothe | Fachreferent Technik | s.grothe@wind-energie.de

Datum

März 2025