

Grundsätze für die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung von Windenergieanlagen

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	2
2. Ziel der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung.....	3
3. Konzept und Fristen der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung	3
4. Anforderungen an den Sachverständigen	4
5. Voraussetzungen für die Prüfung	4
6. Anforderungen an die Wartungen	5
7. Anforderungen an die technische Betriebsführung	5
8. Anforderungen an die Wiederkehrende Prüfung	6
9. Zustandskontrolle des Antriebsstranges	7
10. Zustandskontrolle der Rotorblätter.....	11
11. Bericht	12
12. Schlussbemerkung	12
13. Muster Bericht über Gesamtergebnis	13

2. Ziel der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung

Ziel der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung von WEA ist es,

- den momentanen technischen Zustand der WEA festzustellen,
- Initialschäden zu erkennen und zu benennen,
- durch die Früherkennung von Schäden sollen Folgeschäden vermieden werden,
- das Ergebnis der zustandsorientierten Prüfung wird schriftlich dokumentiert und enthält notwendige Instandhaltungsmaßnahmen für den Betreiber und beinhaltet Empfehlungen zum Instandsetzungszeitpunkt.

3. Konzept und Fristen der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung

Der Betreiber hat die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung zu veranlassen. Die Prüffristen richten sich nach der installierten Leistung der Windenergieanlage und werden wie folgt festgelegt:

- | | |
|--|--------------|
| ▪ WEA kleiner 300 kW: | alle 4 Jahre |
| ▪ WEA ab einschließlich 300 bis kleiner 1500 kW: | alle 2 Jahre |
| ▪ WEA ab einschließlich 1500 kW | jährlich |

Die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung von Windenergieanlagen erfolgt durch einen Sachverständigen. Die Anforderungen an den Sachverständigen (SV) sind in nachfolgendem Kapitel beschrieben.

Der Sachverständige überprüft die komplette WEA, ob die Anforderungen hinsichtlich

1. Voraussetzungen für die Prüfung (siehe Kap. 5.)
2. Wartungsmaßnahmen (siehe Kap. 6.)
3. Technische Betriebsführung (siehe Kap. 7.)
4. und Wiederkehrende Prüfungen (siehe Kap. 8.)

erfüllt sind. Des weiteren veranlasst er oder führt er durch:

5. eine Zustandskontrolle des Antriebsstranges (incl. Ölzustands- und Schwingungsdiagnose) (siehe Kap. 9.)
6. und eine Zustandskontrolle der Rotorblätter (siehe Kap. 10.)

Der Sachverständige erstellt einen Zustandsbericht. Die Ergebnisse werden in einem Formblatt zusammengefasst. (siehe Kap. 11.)

4. Anforderungen an den Sachverständigen

An den Sachverständigen sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Abgeschlossenes Studium an einer deutschen technischen Hochschule, Fachhochschule oder Weiterbildung zum Meister / Techniker in einer einschlägigen Fachrichtung (z.B. Flugzeugbau, Maschinenbau, Elektrotechnik etc.).
- Mindestens 5 Jahre praktische Tätigkeit auf dem Gebiet der Windenergieanlagentechnik oder Nachweis einer zielgerichteten Ausbildung zum Sachverständigen für Windenergieanlagen.
- Der Sachverständige darf in keinem Abhängigkeitsverhältnis stehen, welches seine Tätigkeit beeinträchtigen könnte (z.B. Angestelltenverhältnis zu Hersteller oder Betreiber).
- Der Sachverständige führt seine Tätigkeit eigenverantwortlich aus und darf keinen fachlichen Weisungen unterliegen.
- Der Sachverständige muss für seine Tätigkeit ausreichend qualifiziert sein (u.a. durch Weiterbildung, Erfahrungsaustausch etc.).
- Für Teilbereiche kann er Personen mit Spezialkenntnissen oder spezielle Einrichtungen (Labors, Institute) hinzuziehen. Der Sachverständige hat sich vor Aufnahme der Tätigkeit von der Eignung und Qualifikation dieser Personen und Einrichtungen zu überzeugen (z.B. Akkreditierung als Inspektionsstelle nach EN 45004, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger,). Wird eine Prüfung durch mehrere Sachverständige durchgeführt, ist ein Sachverständiger für die gesamte Prüfung verantwortlich und muss als solcher ersichtlich sein.
- Der Sachverständige muss über die zur Ausübung der Tätigkeit erforderlichen technischen Einrichtungen verfügen. Dies bedeutet nicht, dass er alle technischen Einrichtungen selbst als Eigentum erwerben muss. Es reicht vielmehr aus, dass ihm die erforderlichen Einrichtungen in einer Weise zur Verfügung stehen, dass der Zugriff, soweit erforderlich, jederzeit möglich ist und seine Unabhängigkeit und Unparteilichkeit nicht gefährdet werden.

5. Voraussetzungen für die Prüfung

Die WEA muss mindestens vorweisen:

1. Geeignete Zuwegung
2. Komplette Ausstattung bezüglich Personenschutz (Steigschutzeinrichtung, persönliche Schutzausrüstung)
3. Die Kinematikdaten des Triebstrangs müssen vorliegen (als Voraussetzung zur Durchführung der Schwingungsdiagnose)
4. Wartungspflichtenheft muss vorliegen
5. Wartungsprotokolle und Ölanalysen
6. Wenn vorhanden: Lebenslaufakte der Rotorblätter
7. Bedienungsanleitung muss vorliegen
8. Baugenehmigung, Typenprüfung o. Einzelprüfung
9. Konformitätserklärung
10. Errichtungs- und Montageprotokoll
11. Inbetriebnahmeprotokoll
12. Wartungsvertrag
13. Kurzbericht des Betriebsführers gem. Kap.7

Der Sachverständige hat im Bericht anzugeben, ob die Voraussetzungen für die Prüfung erfüllt sind.

6. Anforderungen an die Wartungen

Die WEA muss gewartet werden. Mit der Wartung sind folgende Anforderungen verbunden:

1. Es ist ein Wartungsvertrag mit dem Hersteller oder einer dafür qualifizierten Wartungsfirma zu schließen. Falls der Betreiber die Wartung selbst durchführt oder Teile der Wartungsarbeiten selbst durchführt, muss er dafür qualifiziert sein. Für die Wartung ist dafür geschultes Personal einzusetzen.
2. Die Wartung muss mindestens nach Wartungspflichtenheft erfolgen, welches im Rahmen der Typenprüfung geprüft worden ist. Ergänzende oder aktualisierte Unterlagen können verwendet werden. Für Anlagen mit Einzelprüfung müssen ebenfalls geeignete Wartungspflichtenhefte geführt werden.
3. Die im Wartungspflichtenheft und den ergänzenden Unterlagen genannten Wartungsintervalle müssen eingehalten werden. Die Wartung hat mindestens im halbjährlichen Rhythmus zu erfolgen.
4. Die Wartungen sind gegenüber dem Betreiber nachvollziehbar zu dokumentieren. Wartungsprotokolle müssen entsprechend der Pflichtenhefte erstellt werden.
5. Bei Getriebeanlagen müssen im Rahmen der Wartung in mindestens jährlichen Abständen Ölproben gezogen und analysiert werden.

Der Sachverständige sichtet die Wartungsnachweise und die Ölanalysen und gibt im Bericht an, ob die Anforderungen an die Wartung seit Inbetriebnahme oder mindestens seit der letzten zustandsorientierten Überprüfung erfüllt sind.

7. Anforderungen an die technische Betriebsführung

Voraussetzung für die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung ist eine professionelle technische Betriebsführung. Die Anforderungen an die Technische Betriebsführung sind wie folgt:

1. **Permanente Windparkbetreuung** durch Überwachung möglichst per Fernabfrage, Durchführung und Organisation der Soforthilfe und der Fehlerbehebung.
2. **Wartungsorganisation und -kontrolle**, Planung, Beauftragung und Kontrolle der Wartung, Analyse der Wartungs- und Betriebsprotokolle.
3. **Periodische systematische Kontrollen** (Kontrollgänge möglichst monatlich, mindestens vierteljährlich) der WEA, Begehung und Kontrolle des Zustands der Anlage.
4. **Anlagenerfassung**, Erfassung der wesentlichen Anlagendaten (z.T. mit Seriennummern) und lückenlose Buchführung der Historie der WEA und ihrer Komponenten in einer Datenbank oder Liste.
5. **Soweit durch die Betriebsführungssoftware möglich: Aufzeichnung der Betriebsdaten (Erträge, Leistungskurven).**
6. **Soweit durch die Betriebsführungssoftware möglich: Beobachtung von Betriebsparametern (Komponenten- und Lagertemperaturen, Maximalleistung).**
7. **Aufzeichnung von Fehlerereignissen und Störungen mit Ursachenanalyse.**

Die Technische Betriebsführung kann durch eine Fachfirma oder den Betreiber erfolgen. Teile der Betriebsführung können auch im Verantwortungsbereich des Herstellers liegen (z.B. Pos. 1 und 2).

Der Betriebsführer hat dem Sachverständigen einen kurzen Bericht vorzulegen, in dem er folgende Informationen seit Inbetriebnahme oder mindestens seit der letzten Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung liefert:

1. Nachweis der Beauftragung von Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen,
2. Auflistung aller Wartungs- und Reparaturmaßnahmen,
3. Protokolle der periodischen Kontrollen (Kontrollgänge) durch die Betriebsführung,
4. falls möglich, Bewertung der Betriebsdaten,
5. Aussage zur Entwicklung der maximalen Komponententemperaturen,
6. Auflistung von Fehlerereignissen (Fehlerlisten, -häufigkeiten) mit Angaben der Ursache und der Behebung.

Der Sachverständige prüft den Bericht des Betriebsführers, fordert ggf. weitere Unterlagen an, prüft diese und gibt im Bericht an, ob die Anforderungen an die Betriebsführung seit Inbetriebnahme oder mindestens seit der letzten zustandsorientierten Überprüfung erfüllt sind.

In Absprache können Daten aus der Betriebsdatenerfassung an den SV übermittelt werden und durch den SV selbst analysiert werden. Dies sind z.B.

- Störungsmeldungen mit Störungscode, Beginn und Ende der Störung in digitaler Form,
- Zeitreihe der Betriebsdaten, z.B. 10-Minuten-Daten, der WEA mit den wichtigsten Daten aus dem laufenden Betrieb (Windgeschwindigkeit, Drehzahl, Leistung, Temperaturen),
- Liste der Störungscode

8. Anforderungen an die Wiederkehrende Prüfung

Im Rahmen der zustandsorientierten Instandhaltung hat der Betreiber die Durchführung der Wiederkehrenden Prüfungen entsprechend der Auflagen der Baugenehmigung bzw. der Typenprüfung zu veranlassen. Die vorgegebenen Fristen sind einzuhalten (in der Regel alle zwei Jahre, bei abgeschlossenem Wartungsvertrag in den ersten 12 Betriebsjahren alle vier Jahre). Die Fristen sind in der Typenprüfung bzw. den mitgeltenden gutachtlichen Stellungnahmen genannt.

Die Wiederkehrende Prüfung erfolgt nach den „Grundsätzen für die Prüfung von Windenergieanlagen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung“ des Sachverständigenbeirates des Bundesverbandes Windenergie (BWE) in der jeweils neuesten Fassung (derzeitige Ausgabe August 2000). In dieser Unterlage sind die Anforderungen an den Sachverständigen, der Prüfumfang und weitere Details geregelt.

Die Anforderungen an die Wiederkehrende Prüfung sind:

1. Einhaltung der Fristen laut Typenprüfung,
2. Umfang komplette WEA gemäß „Grundsätze für die Prüfung von Windenergieanlagen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung“ des BW-Sachverständigenbeirates,
3. Vorgehen gemäß „Grundsätze für die Prüfung von Windenergieanlagen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung“ des BW-Sachverständigenbeirates,
4. Erfüllung der Auflagen aus letztem Inspektionsbericht

Der turnusmäßige letzte Inspektionsbericht über die Wiederkehrende Prüfung ist dem SV (für die zustandsorientierte Prüfung) zur Verfügung zu stellen. Er prüft, ob die Fristen seit der letzten Wiederkehrenden Prüfung eingehalten sind und ob im Inspektionsbericht eventuell ausgesprochene Auflagen erfüllt sind. Die Ergebnisse des Inspektionsberichts fließen maßgeblich in seine Bewertung ein.

Die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung kann im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung erfolgen.

9. Zustandskontrolle des Antriebsstranges

Ein Schwerpunkt der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung ist die Überprüfung des Triebstrangs. Die Ergebnisse aus der visuellen Kontrolle, der Schwingungsmessung und der Ölanalyse durch ein Fachlabor sind im Gesamtbericht zu erfassen. Dabei sind erkannte Unregelmäßigkeiten und Initialschäden nicht nur festzustellen, sondern auch im Hinblick auf die zu erwartende Lebensdauer betroffener Anlagenteile zu bewerten. Ein eventueller Instandsetzungsbedarf und Empfehlungen zum Instandsetzungszeitpunkt sind konkret zu beschreiben.

Der Triebstrang wird durch den Sachverständigen eingehend überprüft. Prüfumfang und Prüfmart gehen aus nachfolgender Tabelle 1 hervor.

Zu prüfendes Bauteil	Prüfmart und Prüfmunkte	Prüfmfristen		
		jährlich	alle 2 Jahre	alle 4 Jahre
Nabe	Risse, Farbanstrich, Korrosion	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Antriebswelle langsame Seite	Risse, Farbanstrich, Korrosion, rutscht Spannsatz durch	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Schraubenverbindung Welle-Nabe	Korrosion, Risse, Anzugsmomente	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Achszapfen	Risse, Farbanstrich	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Rotorlager	Geräusch, Dichtheit, Schmierung, Fettwanne, Blitzschutz, Wellenmutter	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Getriebe	Geräusche, visuelle Kontrolle bzgl. Verschleiß der Verzahnungen, Ausbrüche, Fresser, Graufleckigkeit, Tragbildlage, Kopfträger (Stirnräder, Planetenstufe). Ablagerungen.	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Gesamter Antriebsstrang	Schwingungsanalyse: Erfassung von Schwingungsdaten durch periodische oder permanente am Gehäuse an definierten Punkten durchzuführende Messungen und anschl. Analyse der Daten durch fachkundigen Dienstleister.	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW

Zu prüfendes Bauteil	Prüfart und Prüfpunkte	Prüfristen		
		jährlich	alle 2 Jahre	alle 4 Jahre
Ölversorgung	Zustand, Funktion und Kühlverhalten (Temperaturdifferenz). Ölprüfung visuell auf Ölstand, Zustand, Schaumbildung, Schlamm, Ablagerungen, Filterverschmutzung, Funktion der Ölpumpe, Geräusche Wärmetauscher; Ölanalyse durch Fachlabor,	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Kupplung und Bremse	Visuelle Kontrolle auf Zustand, Ausrichtung und Verschleiß im Stillstand und mit Stroboskop im Betrieb	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Drehmomentstütze	Zustand der Gummilager, Bewegung, Einbaulage	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Generator (schnell laufend) Getriebe-WEA	Lagergeräusche, Dichtheit, Befestigung am Maschinenfundament, Erdung, Anschlusskasten, Schleifringe, Abrieb der Kohlen, Schwingungen, Ausrichtung	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Generator (langsam laufend) Getriebe-lose WEA	Tragkörper untersuchen auf Risse, Korrosion, Luftspalt, Schraubverbindungen, Isolierung	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW
Temperaturverhalten	Überprüfung der maximalen Lager- und Öltemperaturen, soweit durch die Betriebsführungssoftware möglich.	ab 1500 kW	300 bis <1500 kW	< 300 kW

Tabelle 1: Prüfumfang Triebstrangprüfung

Für die Prüfung sind alle für die jeweilige Prüfsituation nötigen Mittel vom Sachverständigen bereit zu halten bzw. von der Betriebsführung zu disponieren.

Dies sind zum Beispiel:

- Flexibles Endoskop mit digitaler Dokumentationsmöglichkeit
- Elektronisches Stethoskop
- Infrarottemperaturmessgerät
- Geeignetes Schwingungsmesssystem (geeignete Sensoren, möglichst achtkanaliger, mindestens vierkanaliger Datenlogger zur Messdatenerfassung und Auswerteinheit)
- alternativ dazu Diagnoseservice durch kompetenten Zulieferer.

Für die Schwingungsmessung sind die vollständigen Kinematikdaten des Triebstrangs erforderlich. Dies sind mindestens

- Bauart des Getriebes mit Schnittzeichnung
- Zähnezahlen aller Räder und Ritzel
- Schadensfrequenzen aller eingebauten Lagertypen des Getriebes, des Generators und des Hauptlagers
- Nenndrehzahlen oder Drehzahlbereich des Antriebes
- Alle kinematischen Daten externer Erreger (z.B. Pumpenbauart, -flügeldrehzahl, -drehzahl)

Eine Dauerüberwachung mittels Online-Messung ersetzt nicht die visuelle Kontrolle.

Folgende Anforderungen werden an die Schwingungsdiagnose des Triebstrangs gestellt:

Gehäuseschwingung

Die Erfassung der Schwingungen erfolgt vorzugsweise am Gehäuse in unmittelbarer Nähe der Wellenlagerungen mittels Beschleunigungssensoren. Die Auswahl der Sensoren muss in ihrem Frequenzgang den genannten Anforderungen genügen. Die Ankopplung der Sensoren hat durch Ankleben oder Verschrauben (Genehmigung des Herstellers erforderlich) zu erfolgen. Für die Ankopplung der Sensoren mit Permanentmagneten ist deren Eignung zu prüfen.

Die Messrichtung muss dabei der Belastungsrichtung der jeweiligen Wälzlager entsprechen. Für Getriebe ist das in radialer Richtung die Zahneingriffsrichtung; für den Generator und die Rotorlager ist das die Richtung höchster Belastung, meist also vertikal. Die Lager vor und hinter einer Kupplung sind zusätzlich in axialer Richtung zu messen.

Wellenschwingung

Die Erfassung der Schwingungen erfolgt an der Welle in unmittelbarer Nähe zum zu prüfenden Wälzlager mittels Wegsensoren. Die Messrichtung muss dabei der Belastungsrichtung der jeweiligen Wälzlager entsprechen. Für Getriebe ist das in radialer Richtung die Zahneingriffsrichtung; für den Generator und die Rotorlager ist das die Richtung höchster Belastung, meist also vertikal. Axiallager sind zusätzlich in axialer Richtung zu messen.

Messparameter

Die Position der Aufnehmer muss dokumentiert werden. Ggf. sollte man geeignete Markierungen an den Messpunkten vornehmen. Zur Datenerfassung muss der Antrieb unter repräsentativen Bedingungen betrieben werden, mindestens also im Teillastbetrieb.

Die Datenerfassung sollte an allen Messstellen zeitgleich erfolgen, um bei der Auswertung diskontinuierlich auftretende determinierte Erscheinungen eindeutig zuordnen zu können. Praktisch genügt die gruppenweise Datenerfassung, möglichst mit einem achtkanaligen, mindestens mit einem vierkanaligen Messsystem.

Das Spektrum sollte von 0 Hz bis zum Dreifachen der höchsten Zahneingriffsfrequenz gebildet werden können. Das für die Hüllkurvenbildung nutzbare Signal der Beschleunigungsaufnehmer sollte im Bereich oberhalb der höchsten sinusförmigen Anregung, meist der höchsten Zahneingriffsfrequenz bis 15 kHz, zur Verfügung stehen. Oft empfiehlt sich die Nutzung des Bereichs von 2 bis 15 kHz. Die Bildung von Spektrum und Hüllkurvenspektrum sollte aus demselben Zeitdatensatz erfolgen. Die Auflösung im Spektrum und Hüllkurvenspektrum sollte mindestens 0,1 Hz betragen.

Daraus ergeben sich folgende Mindestanforderungen für die Datenerfassung:

Messbereich der Messkette:	0,1 Hz	bis	15 kHz
Linearität der Messkette bis 3 dB:	0,1 Hz	bis	Dreifache der höchsten Zahneingriffsfrequenz
Abtastfrequenz:	> 36 kHz		
Antialiasingfilter:	15 kHz		
Messzeit:	> 10 s		

Parallel zu den Schwingungsdaten werden die Drehzahl (siehe Kap.8.) und ggf. die Generatorleistung aufgezeichnet. Diese wird als zusätzlicher Kanal abgelegt. Dazu ist entweder eine Referenzmarke an der schnellsten Welle zu installieren, um einen Impuls pro Umdrehung erfassen zu können. Alternativ können vorhandene Bauteile wie beispielsweise die Kupplungsbolzen genutzt werden. Die Drehzahlerfassung kann mit optischen, induktiven oder anderen geeigneten Sensoren erfolgen.

Bildung der Spektren, Hüllkurvenspektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren

Die Spektren werden aus dem Zeitsignal bis zum erforderlichen Frequenzbereich unter Verwendung der FFT (Fast Fourier Transformation) gebildet. Die Parameter für die FFT sind so einzustellen, dass die erforderliche Auflösung (mindestens 0,1 Hz) erreicht wird. Es empfiehlt sich die Verwendung einer geeigneten Fensterfunktion, z.B. Hanning.

Die Hüllkurvenspektren werden aus der Hüllkurve des hochpassgefilterten Zeitsignals gebildet. Als Grenzfrequenz für die Hochpassfilterung empfiehlt sich für die meisten Anwendungen 2 kHz; in Einzelfällen kann eine andere Grenzfrequenz erforderlich werden. Die Hüllkurvenbildung kann durch Gleichrichtung oder ein anderes geeignetes Verfahren vorgenommen werden. Die Parameter für die FFT sind so einzustellen, dass die erforderliche Auflösung (mindestens 0,1 Hz) erreicht wird. Als Fensterfunktion muss das Rechteckfenster Verwendung finden.

Die Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren werden wie Spektrum und Hüllkurvenspektrum gebildet. Zuvor ist jedoch das Zeitsignal unter Verwendung des aufgezeichneten Drehzahlsignals einem Resampling auf die tatsächlich erfolgten Umdrehungen zu unterziehen. Ggf. sind für diesen Schritt Filter anzuwenden.

Bei getriebelosen Anlagen (direkt getriebene, langsam laufende Generatoren) beschränkt sich die Schwingungsdiagnose auf die Hauptlager.

10. Zustandskontrolle der Rotorblätter

Die Rotorblätter sind detailliert zu überprüfen und deren Zustand ist zu dokumentieren. Bei der Prüfung sind Unregelmäßigkeiten und Schäden festzustellen und Empfehlungen zum Zeitpunkt der Behebung anzugeben. Die Rotorblätter werden durch den SV eingehend überprüft. Prüfumfang und Prüffart gehen aus nachfolgender Tabelle 2 hervor. Die Prüffristen richten sich nach der installierten Leistung der Windenergieanlage.

Zu prüfendes Bauteil	Prüffart und Prüfpunkte	Prüffristen	
		alle 2 Jahre	alle 4 Jahre
Blattkörper	Sichtprüfung bzgl. Risse, Luft einschlüsse, Delaminationen, Entwässerung, Schutzfolie und Erosion an der Vorderkante, Blitzschutz, Funkenstrecke	ab 300 kW	< 300 kW
	Dokumentation Blatteinstellwinkel	ab 300 kW	< 300 kW
Strömungselemente	Turborills, Vortexgeneratoren, Microwirbelzackenbänder, Gurney Flaps	ab 300 W	< 300 kW
	Stallstripes	ab 300 kW	< 300 kW
Sichtbare Profiltreue	Verlauf der Hinterkante, Lichtreflexion	ab 300 kW	< 300 kW
Blatt innen	Wenn technisch realisierbar, soll das Blatt von innen begangen werden. Es ist darauf zu achten, dass der Bereich auch stabil genug ist. Delamination, Stege : Risse, Ausführung der Stegverklebung	ab 300 kW	< 300 kW
Blattabdichtung zur Nabe	Öl im Blatt, Blitzschutz im Blatt	ab 300 kW	< 300 kW
Extender	Korrosion, Verschraubung, Schweißnähte	ab 300 kW	< 300 kW
Stallanlagen Tipmechanismus	Spiel, Schmutz, Justierung, Spalt, Führungsrohr, Dämpferplatte, Index- Bolzen, Schraubverbindungen und Querbolzen, Funktion	ab 300 kW	< 300 kW
Pitchanlagen Blattverstellrichtung	Lager, Schmierzustand, Spiel im Mechanismus, Dichtungssystem, Tragbild der Verzahnung, Schubstange, Öl im Blatt	ab 300 kW	< 300 kW
Pitchanlagen Blattverstellzylinder	Dichtheit, mech. Anschläge Arretierung der Blattverstellung	ab 300 kW	< 300 kW
Pitchanlagen Rückstellelement	Funktion, Befestigung der Speicher.	ab 300 kW	< 300 kW
Pitchanlagen Schaltschränke	Befestigung in der Nabe	ab 300 kW	< 300 kW
Kabelverwindungsschutz	Funktion	ab 300 kW	< 300 kW
	Optional Isolationsmessung	ab 300 kW	< 300 kW

Zu prüfendes Bauteil	Prüfart und Prüfpunkte	Prüffristen	
		alle 2 Jahre	alle 4 Jahre
Schwingungsüberwachung	Ist bei Stallanlagen ab 500 kW eine Sensorik vorhanden, die beim Auftreten von Edgewise Vibrations automatisch die Anlage stillsetzt?	ab 300 kW	< 300 kW
Schwingungsprüfung	Überprüfung der 1. Eigenfrequenz der Blätter	ab 300 kW	< 300 kW

Tabelle 2: Prüfumfang Blattprüfung

11. Bericht

Der Sachverständige erstellt einen Gesamtbericht über die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung der Windenergieanlage. Darin sind alle Ergebnisse sorgfältig zu dokumentieren.

Erkannte Unregelmäßigkeiten und Initialschäden sind nicht nur festzustellen, sondern auch im Hinblick auf die zu erwartende Lebensdauer betroffener Anlagenteile zu bewerten (soweit möglich und sinnvoll).

Ein eventueller Instandsetzungsbedarf und Empfehlungen zum Instandsetzungszeitpunkt sind konkret zu beschreiben. Sollte der Instandsetzungszeitpunkt aufgrund der Initialschädigung noch nicht festgelegt werden können, so ist eine weitere Überprüfung des betroffenen Bauteils festzulegen.

Der Bericht beinhaltet ein Formular gemäß Kapitel 13., das als Nachweis zur Durchführung der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung dient, die wesentlichen Ergebnisse zusammenfasst und der Gothaer Allgemeine Versicherung AG zur Verfügung gestellt wird.

12. Schlussbemerkung

Wir danken dem Bundesverband WindEnergie (BWE) e.V. für die Mitarbeit an den Grundsätzen für die zustandsorientierte Prüfung von Windenergieanlagen.

Köln, 05. November 2002

13. Muster Bericht über Gesamtergebnis

Gesamtergebnis der Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung einer Windenergieanlage zur Vorlage bei der Gothaer Allgemeine Versicherung AG

Windenergieanlage: _____ **Standort:** _____

Typ: _____

Seriennummer: _____

Betreiber: _____ **Sachverständiger:** _____

An o.g. Anlage hat der Technische Sachverständige am _____ eine Prüfung gemäß der „Grundsätze für die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung von Windenergieanlagen“ /1/ (Gothaer Allgemeine Versicherung AG, Stand 15/12/2002) in komplettem Umfang durchgeführt. Die Ergebnisse sind im Bericht Nr. _____ vom _____ beschrieben.

Die Hauptergebnisse sind:

1. Die Voraussetzungen an die **Prüfung** entsprechend /1/, Kap. 5. sind erfüllt ja nein
2. Die Anforderungen an die **Wartung** der Windenergieanlage entsprechend /1/, Kap. 6. sind erfüllt ja nein
3. Die Anforderungen an die **Betriebsführung** der Windenergieanlage entspr. /1/, Kap. 7. sind erfüllt ja nein
4. Die Anforderungen an die **Wiederkehrende Überprüfung** der Windenergieanlage entspr. /1/, Kap. 8. sind erfüllt ja nein
5. Die **Überprüfung des Antriebsstranges** entspr. /1/, Kap. 9. ergibt: Initialschädigung vorhanden ja nein
Der Instandsetzungsbedarf des Antriebsstrangs wird wie folgt beschrieben und beinhaltet Empfehlungen zum Instandsetzungszeitpunkt: _____

Weitere Überprüfung in _____ Monaten erforderlich.

6. Die **Überprüfung der Rotorblätter** entspr. /1/, Kap. 10 ergibt: Initialschädigung vorhanden ja nein
Der Instandsetzungsbedarf der Rotorblätter wird wie folgt beschrieben und beinhaltet Empfehlungen zum Instandsetzungszeitpunkt: _____

Weitere Überprüfung in _____ Monaten erforderlich.

Datum, Unterschrift