

Condition Monitoring Systeme für Windenergieanlagen Einsatz und Zertifizierung

T. Muuß, Germanischer Lloyd WindEnergie, Hamburg

Zusammenfassung

In diesem Aufsatz wird ausgehend von der aktuellen Situation der On- und Offshore Windenergie aufgezeigt, welche Mindestanforderungen an ein Condition Monitoring System (CMS) für die Zustandsüberwachung von Windenergieanlagen (WEA), insbesondere auch Offshore Windenergieanlagen (OWEA), zu erfüllen sind und wie dieses CMS für die zustandsorientierte Instandhaltung der OWEA eingesetzt werden kann.

1. Einleitung

1.1 Onshore WEA

Die Windenergiebranche verbuchte, in Bezug auf die installierte Anzahl (Abb. 1) und Leistung (Abb. 2) von Windenergieanlagen sowie auf die Leistung von neuentwickelten Anlagen (Abb. 3), in den letzten Jahren ein starkes Wachstum.

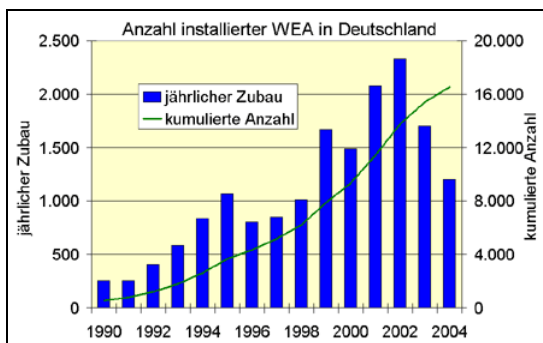


Abbildung 1: Anzahl installierter WEA in Deutschland [4]

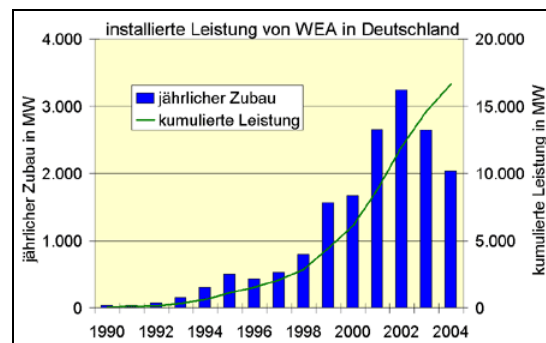


Abbildung 2: Installierte Leistung von WEA in Deutschland [4]

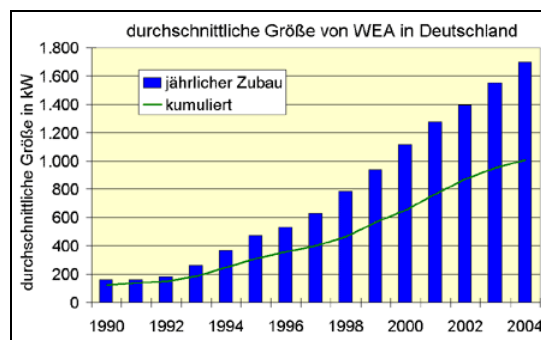


Abbildung 3: durchschnittl. Größe (Nennleistung) der WEA in Deutschland [4]

Zusammen mit Anlagengröße und -leistung hat sich auch die Belastung auf die einzelnen Anlagenkomponenten erhöht. In Bezug auf Investitions- und Betriebskosten ist ein wirtschaftlicher Betrieb der WEA zwingend erforderlich, d.h. es gilt, die Stillstandszeiten der Anlagen aufgrund von erkennbaren Fehlern auf ein Minimum zu reduzieren.

1.2 Offshore WEA

Aus den Grafiken aus 1.1 geht hervor, dass ab Mitte der 90er Jahre ein sprunghafter Anstieg der installierten Anzahl von Windenergieanlagen sowie der installierten Leistung festzustellen ist. Waren 1995 in Deutschland ca. 6.000 WEA mit einer installierten Gesamtleistung von 2.000 MW am Netz, sind es mit Stand Dezember 2004 nach [6] 16.453 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 16.450 MW.

Die durchschnittlich installierte Leistung einer Anlage betrug 1995 ca. 500 kW. Im Jahr 2004 lag die Durchschnittsleistung dagegen bei etwa 1.700 kW je neu errichteter WEA [6].

Derzeit durchlaufen die ersten der so genannten Multi-Megawatt-Anlagen mit einer Leistung von bis zu 4,5 MW die Prototypentestphase (Beispiele siehe Tabelle 1).

Hersteller/Typ	Rotordurchmesser [m]	Leistung [MW]	Status
ENERCON E-112	114	4,5	Aufstellung September 2002
Vestas V110 (NEG Micon NM110)	110	4,2	Aufstellung Oktober 2003

Tabelle 1: Beispiele für Multi-Megawatt-Anlagen bis 4,5 MW [Firmenprospekt/Internet]

WEA mit einer Leistung von bis zu 6 MW befinden sich in der Entwicklung bzw. sind seit kurzem in der Prototypentestphase (Beispiele siehe Tabelle 2).

Hersteller/Typ	Rotordurchmesser [m]	Leistung [MW]	Status
REpower 5M	126	5	Inbetriebnahme Nov. 2004
Prokon Nord Multibrid M5000	116	5	Inbetriebnahme Dez. 2004

Tabelle 2: Beispiele für Multi-Megawatt-Anlagen bis 5 MW [Firmenprospekt/Internet]

Die in den Tabellen genannten WEA sowie andere Anlagen dieser Größenordnung, sind im Hinblick auf die Offshorenutzung entwickelt worden und werden zuerst an Land getestet, um Optimierungsmaßnahmen vor der maritimen Aufstellung durchführen zu können.

Die Gesamtleistung der weltweit bis Ende 2003 installierten OWEA betrug knapp 540 MW. Mit Stand Mai 2005 sind in Deutschland durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) insgesamt 9 Offshore Windenergieparks mit einer Gesamtleistung am Ende der Ausbaustufe von ca. 12 GW genehmigt.

Das unter 1.1 Gesagte gilt umso mehr für die OWEA. Für diese Anlagen sind in der Regel die gleichen Zuverlässigkeiten wie für Onshore WEA erforderlich. Zu beachten ist aber, dass die schlechte Zugänglichkeit im Offshorebereich erhebliche Ausfallzeiten bei größeren Reparaturen erwarten lässt. Darüber hinaus fallen für den Transfer des Servicepersonals und der Ersatzteile von Land zu den WEA auf See auch nicht zu vernachlässigende Kosten an. Aufgrund der Wetterlage sind meistens Anlandungen per

Schiff bzw. Boot an die OWEA aufgrund der Wellenhöhe von >1 m nicht oder nur begrenzt möglich.

Nach [5] wurde die signifikante Wellenhöhe¹ von bis zu 1 m in der Nordsee im Bereich der in Planung befindlichen Offshore Windenergieparks im Jahresmittel 2002 mit einer Häufigkeit von ca. 35% erreicht. Das heißt, dass bei 75% der Besichtigungen der OWEA ein Transfer z. B. mit einem Helikopter erfolgen müsste.

Aber auch hier ist das Übersteigen bzw. Abseilen vom Helikopter auf die OWEA stark von den Windverhältnissen abhängig. Eine Landung mit dem Helikopter ist meistens nicht möglich, da die Anlagen nicht über entsprechende Landeplattformen verfügen, sondern nur mit Plattformen zum Absetzen des Servicepersonals ausgestattet sind.

Weiterhin sind auch die Kosten, die sicherlich von noch weiteren Kriterien (wie z. B. Entfernung von den OWEA, Größe der Transportmittel) abhängig sind, für solche Einsätze nicht zu vernachlässigen. So muss im ersten Ansatz mit ca. € 1000,- pro Person und Transport ausgegangen werden.

Umso wichtiger ist für Offshore Windenergieanlagen eine kontinuierliche Zustandsüberwachung mittels eines Condition Monitoring Systems als Hilfsmittel für eine zustandsorientierte Instandhaltung. Damit die Art der Einsätze vor Ort auf das notwendige Maß begrenzt werden kann und die Anlagen eine hohe Verfügbarkeit aufweisen.

Um dieser Forderung nach Minimierung der Stillstandszeiten nachzukommen, auftretende Schäden frühzeitig zu erkennen und durch entsprechend einzuleitende Maßnahmen lokal zu begrenzen und somit Folgeschäden an anderen Bauteilen zu verhindern und die notwendigen wartungsbedingten Anlagenabschaltungen zu planen, ist es erforderlich, eine kontinuierliche Zustandsüberwachung der Windenergieanlagen vorzunehmen.

Ein erster Schritt in diese Richtung ist die Überwachung der Triebstrangkomponenten (Hauptlager, Getriebe und Generator) sowie der Turmschwingungen.

Der Stand der Technik für solche Systeme ist in der „Richtlinie für die Zertifizierung von Condition Monitoring Systemen für Windenergieanlagen“ (CMS-Richtlinie) [2] der Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH (GL Wind) zusammengefasst.

In dieser Richtlinie liegt der Focus auf der Schwingungsüberwachung der Triebstrangkomponenten sowie des Turmes. Diese Richtlinie ist als Mindestanforderungen für CM Systeme, die in On- wie auch Offshore WEA eingesetzt werden, anzusehen. Sicherlich ist es gerade für OWEA sinnvoll weitere Komponenten (z. B. Rotorblätter, Fundament) und Betriebsgrößen (z. B. Zustand der Betriebsmittel wie Getriebeöl) zu überwachen. Hierzu gibt es auch von unterschiedlicher Seite her verschiedene Entwicklungs- bzw. Forschungsprojekte sowie Versuchsläufe, in die auch GL Wind zum Teil involviert ist.

In den nachfolgenden Kapiteln wird zunächst die Aufgabenstellung an ein CMS für WEA definiert. Dem schließt sich die Darstellung der Anforderungen an ein solches CMS nach der CMS-Richtlinie von GL Wind an. Abschließend wird dann der Bogen zur Nutzung eines CMS für die zustandsorientierte Instandhaltung gespannt.

2. Condition Monitoring Systeme für Windenergieanlagen

In diesem Kapitel werden ausgehend von der allgemeinen Aufgabenstellung an ein CMS für WEA, die speziellen Aufgaben und Anforderungen, wie sie auch in [2] beschreiben sind, definiert.

¹ signifikante Wellenhöhe: signifikante Wellenhöhe entspricht dem Mittelwert des Drittels der höchsten Wellen [7]

2.1 Allgemeine Aufgabenstellung an ein CMS

Um die Aufgabenstellung an ein CMS – egal für welchen Einsatzfall – ganz allgemein zu definieren, ist es zuerst einmal unwichtig, welche Bauteile welcher Maschine überwacht werden sollen und welche Informationen, z. B. aus der Betriebsführung, zusätzlich benötigt werden.

Aus der Einleitung lässt sich die Aufgabenstellung an ein CMS wie folgt ableiten:

Mittels CMS sollen relevante Zustandsänderungen der überwachten Komponenten, die Abweichungen vom normalen Betriebsverhalten darstellen und zu deren frühzeitigen Ausfall führen können, frühzeitig erkannt werden.

Der Nutzen aus dieser sehr allgemein formulierten Aufgabenstellung wäre:

- Frühzeitige Erkennung von Schäden an den überwachten Komponenten und Vermeidung von Folgeschäden
- Möglichkeit der Schadenszuordnung anhand bauteiltypischer Frequenzen
- Planbarkeit der Wartungseinsätze
- Möglichkeit der zustandsorientierten Instandhaltung

Dieses führt in der Konsequenz zur

- Reduzierung von unplanmäßigen Stillstandszeiten (in Bezug auf die überwachten Bauteile) und somit zur
- Steigerung der Verfügbarkeit und Reduzierung der Instandhaltungskosten.

Nachdem nun eine allgemeine Aufgabenstellung an ein CMS definiert wurde, wird im nächsten Abschnitt auf die sich daraus ableitenden speziellen Aufgaben für ein solches System zum Einsatz in WEA eingegangen.

2.2 Spezielle Aufgaben an ein CMS für WEA

Condition Monitoring Systeme haben sich in anderen Industriebereichen (z. B. Kraftwerkstechnik, Walzwerk) schon erfolgreich bewährt und gehören dort zur Grundausstattung der zu überwachenden Maschinen bzw. Bauteile.

Von der Begrifflichkeit her, begrenzen sich Condition Monitoring Systeme – wie bereits erwähnt – nicht auf bestimmte Signale, wie z. B. Schwingungssignale, Temperatur oder Druck, sondern dienen ganz allgemein der Zustandsüberwachung (condition monitoring) von Maschinen und/oder Bauteilen.

Wenn von CMS für WEA gesprochen wird, so ist meistens damit die Schwingungs- und Körperschallmessung an den Komponenten der WEA, wie z. B. Bauteile des Antriebsstranges und Turm, kombiniert mit der Erfassung von Betriebsparametern wie z. B. Leistung, Drehzahl, Öl- und Lagertemperaturen gemeint.

Der Grund dafür, dass der Focus auf der Überwachung des Triebstranges liegt, ist u.a. mit den Schadensstatistiken für WEA zu begründen. Diese besagen, dass ein großer Anteil der an WEA festgestellten Schäden an Triebstrangkomponenten auftreten. Aus der Datenbank von GL Wind, die zurzeit auf die Ergebnisse von ca. 1.300 begutachteten WEA zurückgreift, geht hervor, dass die festgestellten Mängel zu ca. 32% auf das Hauptgetriebe, zu ca. 23% auf den Generator und zu ca. 11% auf das Hauptlager entfallen. Das heißt, dass in der Summe ca. 2/3 der festgestellten Mängel an den Hauptkomponenten des Triebstranges vorliegen. Dieses deckt sich auch mit den Schadensstatistiken der Versicherungen.

Aus diesem Grund werden auch nachfolgend die Aufgaben an ein CMS für WEA in erster Linie für die Überwachung der Triebstrangkomponenten und der Turmschwingungen definiert.

In Kapitel 3 wird auf weitere Signale eingegangen, die gerade in Bezug auf Offshore WEA ebenfalls erfasst und vom CMS verarbeitet werden sollten.

Die Aufgaben an ein CMS für WEA lassen sich in die nachfolgend aufgeführten zwei Gruppen unterteilen, die ihrerseits wieder Teilaufgaben beinhalten.

a) Datenerfassung

- Überwachung des Triebstranges durch Aufnahme der Schwingungssignale von Hauptlager, Getriebe (Wälzlager und Zahnräder) und Generator (A- und B-Lagers)
- Aufnahme der Turmschwingungen
- Erfassung relevanter Betriebsparameter (z. B. Drehzahl, Leistung) der WEA

b) Datenverarbeitung

- Klassierung und Zuordnung der Signale von a)
- Vergleich mit festgelegten bauteilspezifischen Grenzwerten
- automatische Versendung von Alarmmeldungen bei Grenzwertüberschreitung
- Bereitstellung von Diagnosehilfsmitteln, z. B. Zuordnung der gemessenen Frequenzanteile zu möglichen Bauteilen
- Datenspeicherung

Aus diesen nun bereits feiner definierten Aufgaben, lassen sich – wie im nachfolgenden Abschnitt 2.3 aufgeführt – die Anforderungen an ein CMS für WEA ableiten.

2.3 Anforderungen an ein CMS für WEA

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, hat GL Wind 2003 eine „Richtlinie für die Zertifizierung von Condition Monitoring Systemen für Windenergieanlagen“ herausgegeben.

In dieser CMS-Richtlinie werden neben der Darstellung des Zertifizierungsumfanges u.a. auch die Anforderungen an

- das Condition Monitoring System,
 - den WEA Hersteller,
 - die zuständige Überwachungsstelle,
 - die einzureichenden Unterlagen,
 - den Systemtest,
 - das Audit der Überwachungsstelle sowie
 - die Re-Zertifizierung des CMS und der Überwachungsstelle
- festgeschrieben.

Im Folgenden werden die Anforderungen an ein Condition Monitoring System auszugsweise dargestellt. Genauere Angaben hierzu wie auch zu den Anforderungen an weitere Zertifizierungsabschnitte sind in allen Einzelheiten in [2] nachzulesen.

- Es sind mindestens Hauptlager, Hauptgetriebe, Generator sowie die Turmschwingungen mittels CMS zu überwachen.
- Es sind relevante Betriebsparameter (z. B. Drehzahl, Leistung, Temperaturen) aufzunehmen.
- Es sind die zustandsbedingten von den normalen betriebsbedingten Messwerten zu trennen.
- Bei der Datenmittelung ist darauf zu achten, dass aussagekräftige Daten für die Interpretation nicht verloren gehen.
- Grenzwertüberschreitungen sind vom CMS automatisch und unmittelbar mit Vor- und Hauptalarm an die Überwachungsstelle zu übermitteln.
- Für eine aussagefähige Trendanalyse werden mindestens die Messdaten von einem Jahr benötigt.
- Berechnete Kennwerte und Spektren sind unabhängig von einer Grenzwertüberschreitung zu speichern. Es ist eine dauerhafte Speicherung einer Mindestanzahl von Datensätzen vorzusehen. Hierfür ist ein geeignetes Speicherkonzept vorzusehen.
- Für die Diagnose sind geeignete Hilfsmittel bereitzustellen, die u.a. einen Fernzugriff auf die Messdaten ermöglichen sowie eine Menüführung zum Ort der Grenzwertüberschreitung anbieten und Unterstützung bei der Zuordnung der Schadensfrequenzen liefern.
- Es muss ein Einsatz des CMS auch unter extremen Umgebungsbedingungen (z. B. Offshore) möglich sein.

Durch Umsetzung der hier nur auszugsweise dargestellten Anforderungen an CM Systeme für WEA, sind diese Systeme in der Lage, die Aufgabenstellung nach Abschnitt 2.2 zu erfüllen und somit relevante Zustandsänderungen, die Abweichungen vom normalen Betriebverhalten darstellen, an den überwachten Anlagenkomponenten zu erkennen.

3. CMS – Hilfsmittel für die zustandsorientierte Instandhaltung

In diesem Kapitel soll die Nutzung des CMS als Hilfsmittel für die zustandsorientierte Instandhaltung für WEA aufgezeigt werden.

3.1 Instandhaltungsstrategien

Nachfolgend werden die in der Literatur im Hinblick auf die Instandhaltung allgemein gehaltenen Definitionen und Erklärungen auf die Windenergie bezogen angegeben.

Nach DIN 31051 – Juni 2003 – ist die „Instandhaltung“ die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen inkl. Managementmaßnahmen während des Lebenszyklus zu Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder die Rückführung in diesen. Der Oberbegriff „Instandhaltung“ lässt sich in vier Grundmaßnahmen unterteilen:

- **Wartung:** Wartungsmaßnahmen dienen der Reduzierung des Abnutzungs- oder/und Schädigungsgeschwindigkeit.
- **Inspektion:** Hierunter fallen alle Maßnahmen, die zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes der WEA sowie deren Komponenten und Bauteile benötigt werden. Hierbei soll der Anlagenzustand, also der Grad der Abnutzung, festgestellt werden. Weiterhin soll die daraus abgeleiteten Konsequenzen für eine künftige Nutzung aufgezeigt werden.
- **Instandsetzung:** Hierbei werden aufgetretene Schäden beseitigt. Weiterhin soll durch diese Maßnahmen die Anlage in einen Zustand versetzt werden, der dem Neuzustand entspricht.
- **Verbesserung:** Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen inkl. Managementmaßnahmen zur Steigerung der Funktionssicherheit.

Die Instandhaltungsstrategien lassen sich in zwei Hauptgruppen (vorbeugende und außerplanmäßige Instandhaltung) und insgesamt drei Untergruppen unterteilen:

- a) schadensorientierte Instandhaltung → außerplanmäßige Instandhaltung
 - b) zeitorientierte Instandhaltung
 - c) zustandsorientierte Instandhaltung
- } → vorbeugende Instandhaltung

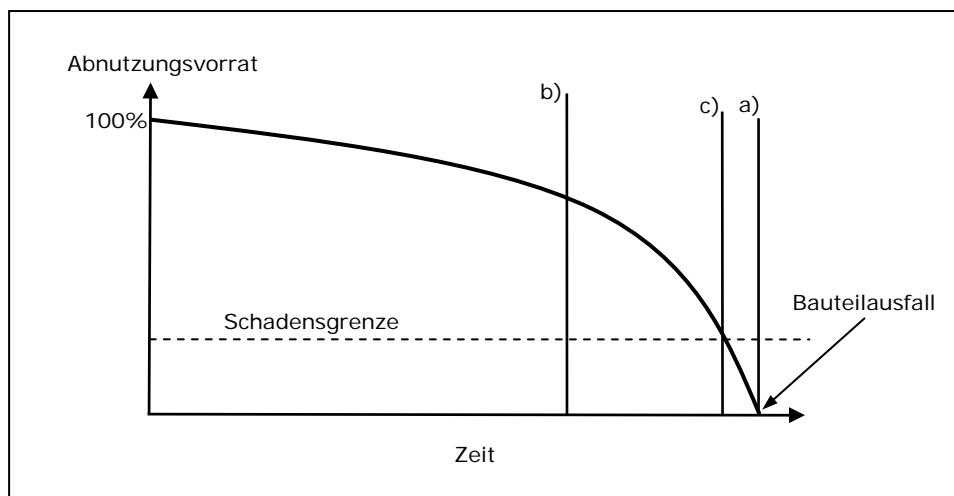


Abbildung 4: Schema der Instandhaltungsstrategien

Abb. 4 stellt in einer schematischen Darstellung die drei unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien gegenüber.

3.2 Schadensorientierte Instandhaltung

Bei der schadensorientierten Instandhaltung (siehe Abb. 4, Linie a) handelt es sich um eine außerplanmäßige Instandhaltung, d.h. die Maschine, in diesem Fall die WEA, wird bis zum „Bruch“ gefahren, was dann einen Totalausfall der gesamten Anlage oder zumindest des betroffenen Bauteils zur Folge hat. Darüber hinaus können sich auch Folgeschäden an anderen Bauteilen einstellen.

Das „Fahren bis zum Bruch“ zieht teure und teilweise länger andauernde Instandsetzungsmaßnahmen nach sich.

Voraussetzung für diese Strategie ist z. B., dass ein zweites Bauteil die Aufgabe des ausgefallenen übernehmen kann (Redundanz). Dieses Konzept ist für den wirtschaftlichen Betrieb einer Windenergieanlage ungeeignet.

3.3 Zeitorientierte Instandhaltung

Die zeitorientierte, also vorbeugende, Instandhaltung (siehe Abb. 4, Linie b) verlangt nach einer Prüfung der einzelnen Bauteile in vorgegebenen Zeitintervallen, z. B. erfolgt dieses bei einer WEA zweimal jährlich unabhängig vom Zustand der geprüften Komponenten. Die Bauteile werden in Abhängigkeit vom Schädigungs- bzw. Verschleißgrad (soweit dieser überhaupt erkennbar ist) oder lediglich nach dem spezifischen Intervall ausgetauscht.

Bei dieser Instandhaltungsstrategie kann der unplanmäßige Ausfall der geprüften Komponenten nur bedingt verhindert werden. Voraussetzung hierfür ist, dass die maximal zulässigen Zeitintervalle zwischen den einzelnen Instandhaltungsterminen bauteilentsprechend bekannt sind und entsprechend durchgeführt werden. Das Bauteil mit dem kürzesten zulässigen Intervall bestimmt den Prüfintervall für die gesamte WEA, um nicht mehr als zwei planmäßige und wartungsbedingte Abschaltungen der WEA pro Jahr zu provozieren. Schädigungen, die zwischen zwei Instandhaltungsintervallen auftreten und sehr schnell fortschreiten, werden entweder beim nächsten Instandhaltungstermin erkannt oder erst wenn es zu einem Ausfall eines Bauteils und somit zum Stillstand der WEA kommt.

Die Schwierigkeit liegt darin, die Schädigungen im Rahmen der planmäßigen Instandhaltungsintervalle frühzeitig zu erkennen. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass bis zum Erkennen des Fehlers bereits eine erhebliche Bauteilschädigung eingetreten ist oder aber auch weitere Bauteile schon in Mitleidenschaft gezogen wurden.

Die zeitorientierte Instandhaltung führt in der Regel dazu, dass Bauteile zu früh ausgetauscht werden oder aber Fehler schon sehr weit fortgeschritten sind, so dass weitere bzw. längere Stillstandszeiten und auch zusätzliche Kostenaufwendungen die Folge sind.

Diese vorbeugende Instandhaltungsstrategie kommt heute im Windenergiebereich überwiegend zur Anwendung.

3.4 Zustandsorientierte Instandhaltung

Eine weitere vorbeugende Instandhaltungsstrategie ist die der zustandsorientierten Instandhaltung (siehe Abb. 4, Linie c). Dieses Konzept basiert auf der regelmäßigen Erfassung von aussagefähigen Messgrößen der WEA. Eine Stillsetzung der Anlage erfolgt nur, wenn Komponenten oder einzelne Bauteile aufgrund von Messwerten danach verlangen. Zur Erfassung dieser relevanten Messwerte kann auf ein Condition Monitoring System zurückgegriffen werden.

Mit dessen Hilfe werden – wie bereits in Kapitel 2 erläutert – die relevanten Anlagenkomponenten überwacht. Die Messergebnisse können für die Zustandsbewertung der überwachten Komponenten und Bauteile herangezogen und bei der Planung von Instandhaltungseinsätzen berücksichtigt werden.

Das CMS wie es zurzeit in vielen bestehenden WEA nachträglich eingebaut wird bzw. auch in die Serienproduktion der Anlagen mit einfließt, stellt die Basis für eine zustandsorientierte Instandhaltung dar.

Die Voraussetzungen für diese Strategie sind u.a.:

- Festlegung der optimalen und bauteilabhängigen Messstellen

- spezifische Kenntnisse der WEA Komponenten (z. B. genaue Angaben zu den Getrieben, wie Lagerart und Zahneingriffsfrequenzen)
- Definition der bauteilspezifischen Grenzwerte

Nach Erfüllung dieser sowie einiger weiterer Voraussetzungen (siehe auch Angaben in [2]), die je WEA in der Regel aber nur einmal ermittelt werden müssen, überwiegen die Vorteile dieser Strategie:

- Frühzeitige Schadenserkennung an den überwachten Komponenten und Bauteilen
- Erhöhung der Verfügbarkeit der WEA, da unplanmäßige Stillstandszeiten reduziert werden
- Vermeidung von Folgeschäden und somit geringere Instandsetzungskosten
- Verringerung der Produktionsausfallkosten
- bessere Kostenkalkulation, z. B. durch planbare Serviceeinsätze

Das Konzept der zustandsorientierten Instandhaltung wird in der Praxis meistens kombiniert mit dem der zeitorientierten Instandhaltung, da es immer Bauteile geben wird, die z. B. aus Kostengründen nicht permanent überwacht werden (z. B. Turmschrauben).

Diese Kombination der Strategien ist in der Lage, die Instandhaltung der WEA im Hinblick auf die Zeitintervalle und die Kosten planbarer und transparenter zu machen.

Mit Hinblick auf Investitions- und Betriebskosten ist die zustandsorientierte Instandhaltung nicht nur für Onshore-WEA sondern gerade für Offshore-WEA die anzustrebende Instandhaltungsstrategie.

3.4.1 Zustandsorientierte Instandhaltung bei Offshore-Windenergieanlagen

Aufgrund ihrer Lage sind Offshore-WEA nicht zu jeder Zeit für das Servicepersonal zugänglich und jeder Einsatz kostet wesentlich mehr als auf dem Land, weil z. B. ein Anlanden mit dem Boot aufgrund der Witterungsverhältnisse oft nicht möglich ist und auf Helikopter zurückgegriffen werden muss (siehe auch Abschn. 1.2). Das heißt, dass es für einen effektiven Betrieb der Offshore-WEA unabdingbar ist, die unplanmäßigen Serviceeinsätze und somit auch die unplanmäßigen Stillstandszeiten auf ein Minimum zu reduzieren.

Neben denen bereits in Abschnitt 2.3 angegeben zu überwachenden Komponenten, sollten bei Offshore-WEA weitere Betriebsparameter wie z. B.:

- Windrichtung
- Außenlufttemperatur
- Gondeltemperatur
- Lagertemperaturen
- Generatorwicklungstemperatur
- Öltemperaturen und -drücke
- Meldungen zu Steuereingriffen (z. B. aktive Windrichtungsnachführung)

sowie zusätzliche Messungen wie z. B. Ölreinheit bzw. Messung der Metallpartikel im Öl und Rotorblattschwingungen durch das CMS erfasst werden und für die Planung der nächsten Instandsetzung genutzt werden.

Diese Daten werden teilweise bereits von der Betriebsführung aufgenommen, allerdings erfolgt im Allgemeinen keine Nutzung dieser Informationen für Planung von

Instandhaltungsarbeiten. Es wäre aber durchaus möglich diese Informationen – zum größten Teil ohne Montage zusätzlicher Sensoren – auch dem CMS zur Verfügung zu stellen.

Auf diesem Wege würden wichtige Daten und Informationen über den Zustand der überwachten Komponenten der WEA an das CMS geliefert werden, die für die zustandsorientierte Instandhaltung und somit für die Planung der nächsten Instandhaltung genutzt werden könnten.

4. Fazit

In diesem Aufsatz wurde ein Überblick über die derzeit geltenden Anforderungen an Condition Monitoring Systeme für Windenergieanlagen gegeben werden. Weiterhin wurde ein Ausblick auf die mögliche Nutzung dieser Systeme für die zustandsorientierte Instandhaltung gegeben.

Sicherlich wurden hier nicht alle Aspekte berücksichtigt und es erfolgte auch keine quantitative Betrachtung der jeweiligen Kosten, dieses war auch nicht beabsichtigt. Es sollte vielmehr ein genereller Überblick über den Stand der Technik sowie die Möglichkeiten, die sich hinsichtlich einer optimierten Instandhaltung bieten, gegeben werden.

Abschließend kann man sagen, dass eine Kombination aus zustands- und zeitorientierter Instandhaltung für Windenergieanlagen, auch gerade für die Offshorestandorte, dazu beiträgt, einen zeit- und kostenoptimierten Betrieb der WEA zu gewährleisten und die nach wie vor notwendigen Instandhaltungsbedingten Stillstandszeiten planbarer zu machen.

5. Literaturverzeichnis

- [1] „Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Ausgabe 2003
- [2] „Richtlinie für die Zertifizierung von Condition Monitoring Systemen für Windenergieanlagen“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Ausgabe 2003
- [3] „WKP Datenbank“, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Stand: Mai 2005
- [4] Bundesverband WindEnergie: Informationen. Online im Internet, <http://www.wind-energie.de/informationen/informationen.htm>
- [5] Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Seegang>
- [6] Wind-Kraft Journal, Ausgabe 01/2005, Leistungsstatistik

Verfasser:

Dipl.-Ing. Torsten Muuß
Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH
Projektzertifizierung Onshore & Offshore /
Certification of Onshore and Offshore Projects
Steinhöft 9
20459 Hamburg

Phone: +49 (0)40 - 31 106 - 7727

Fax: +49 (0)40 - 31 106 - 1720
E-Mail: torsten.muuss@gl-group.com
Web: <http://www.gl-group.com/glwind>

Hamburg, Mai 2005