PC-Control | Wind-Special 2012

Automatische Zustandsüberwachung von Windrädern setzt sich durch.
Neue Condition-Monitoring-Systeme können Sensordaten in Echtzeit filtern.

CMS: Lauschen im Lärm

Lange hat es gedauert, bis der Begriff „CMS" in der Windkraftbranche angekommen ist. Mittlerweile gibt es viele Unternehmen, die auf Condition Monitoring (CMS) setzen und neue Technologien unter diesem Kürzel entwickeln. War anfangs nur die elektronische Überwachung des Antriebsstranges damit gemeint – maßgeblich initiiert durch die Allianz-Versicherung – gibt es heute CMS für Ölmonitoring, Eisdetektion, Rotorblatt- und Fundamentmonitoring und vieles mehr. Alle Entwicklungen dienen letztendlich dem einen Ziel: Einer gesicherten regenerativen Energieerzeugung mit konkurrenzfähigen Life-Cycle-Kosten.

Um die Laufzeitgesamtkosten einer Windkraftanlage wettbewerbsfähig zu halten, müssen die Ausfallrisiken minimiert, die Wartungskosten gesenkt sowie die Anlagenverfügbarkeit und die Energieeffizienz gesteigert werden. Hier kann zum einen die Fehlerfrüherkennung einen wichtigen Beitrag leisten; zum anderen helfen optimierte Regelalgorithmen, welche Messdaten erfassen und verarbeiten und das Ergebnis als Regelgröße in die Steuerung einspeisen. Damit senken sie die Anlagenbelastung und steigern die Effizienz der Anlagenbewegungen im Windfeld. Voraussetzung für einen verbesserten Regelalgorithmus ist ein »Individual Pitch Control«, zur Einzelblattverstellung des Rotors, oder eine intelligente Regelung der Azimutmotoren, die das Maschinenhaus in die Windströmung ausrichten.

Diese neuen Möglichkeiten sind den modernen Steuerungssystemen zu verdanken, die Signale im Mikrosekundenbereich erfassen und verarbeiten können. Einzelne Firmen haben auch Methoden entwickelt, mit deren Hilfe man aus den ohnehin von der Anlagensteuerung gelieferten Scada-Daten Performanceanalysen durchführen kann: Diese Analysen zeigen, in welchen Bereichen, Momenten und in welchem Wind- und Wetterumfeld die Anlagen gute Ergebnisse erzielen und in welchen nicht. So kommt man Schwachstellen, die den Energieertrag vermindern, schnell auf die Spur. Auch das Fundamentmonitoring gewinnt zunehmend an Bedeutung: Seit die ersten Offshore-Anlagen in der Nordsee stehen, widmen sich die Fachdisziplinen Baustatik und -dynamik renommierter Forschungsunternehmen der Entwicklung von Überwachungsmethoden und -systemen für Offshore-Gründungsstrukturen, mit dem Ziel, Aussagen zu deren Restlebensdauer und Standsicherheit machen zu können. Derzeit gibt es noch keine gesicherten Erkenntnisse, wie ein CMS auszusehen hat, um den Anforderungen des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, das für Windparkgenehmigungen in der Nord- und Ostsee zuständig ist, zu entsprechen.

Getriebebauer wollen Flugschreiber

Dass der Bedarf an gutem CMS weiter wächst, ist vorauszusehen: Die Getriebehersteller stehen in einem heftigen Wettbewerb und werden zudem mit immer längeren Gewährleistungsforderungen konfrontiert. Mit einem geeigneten CMS wollen sie aus der Gewährleistungsfalle heraus. Der Flugschreiber ist schon lange in den Köpfen der Getriebehersteller. Sie wünschen sich Nachweise, inwiefern abgenutzte oder gar zerstörte Getriebe tatsächlich nur unter den von Turbinenbauern prognostizierten Lasten rotieren mussten. Mit diesen Daten wollen sie einerseits ungerechtfertigte Gewährleistungsforderungen abwehren, andererseits lassen sich mit reelleren, neuen Lastannahmen künftig zuverlässigere Drehzahlübersetzer bauen. So kommt man nicht darum herum, die real auftretenden Lasten zu messen, zu archivieren und im Falle eines Absturzes zu analysieren.

„Ein Beweis dafür, dass CMS nicht nur „hoffähig" geworden ist, sondern über enormes Potenzial verfügt, sind die Entwicklungen der Steuerungshersteller auf diesem Gebiet."

Condition Monitoring integriert sich in die Steuerung

Insbesondere, wenn viele Daten von unterschiedlichen Teilnehmern zur Analyse herangezogen oder Schadfrequenzen drehzahlabhängig bewertet werden müssen, ist eine zentrale, PC-basierte Steuerung von Vorteil. Anstelle von spezialisierten Systemen mit eigener CPU wird das Condition Monitoring nahtlos in die Anlagensteuerung integriert. Beckhoff hat hierzu Condition-Monitoring-Klemmen entwickelt: Die EtherCAT-Klemme EL3632 ermöglicht den direkten Anschluss verschiedener Beschleunigungssensoren über eine Integrated Electronics Piezo-Electric (IEPE). Die Daten werden im EtherCAT-Klemmensystem erfasst und der überlagerten PC-Steuerung zur Verfügung gestellt, wo ihre Auswertung in Software erfolgt. Entsprechend dieser Daten werden die Warn- und Abschaltschwellen festgelegt. Einstellbare Filter und Versorgungsströme ermöglichen die anwendungsspezifische Anpassung der Klemme an verschiedene Sensoren.

> **„Ein Vorteil des Beckhoff-CMS-Klemmensystems besteht auch in der einfachen Erweiterbarkeit. So lassen sich durch Hinzufügen der entsprechenden Messklemmen sehr kostengünstig weitere Aggregate/Komponenten, wie z. B. Rotorblätter oder Azimutantriebe, in die Überwachung einbinden."**

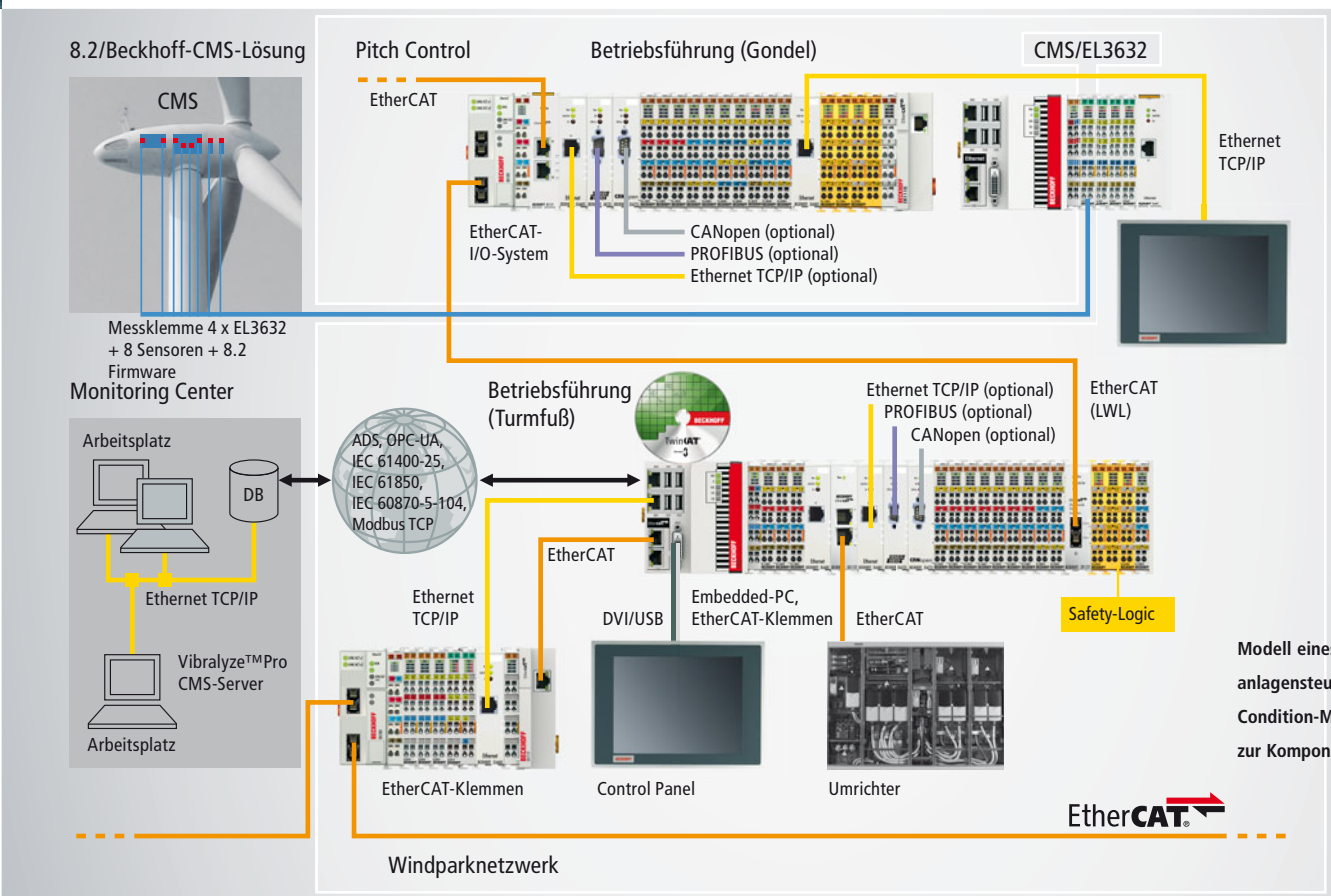
Mit EtherCAT steht außerdem ein Kommunikationssystem zur Verfügung, das die erfassten Zustandsdaten hochperformant an die PC-Steuerung weiterleitet.

Im Gegensatz zu anderen CMS-Anbietern, die ein komplettes CMS, d. h. eigene Hard- und Software liefern, hat sich 8.2 Monitoring auf den Markt der Steuerungshersteller spezialisiert. Diese haben im Allgemeinen weder das Spezialwissen zur Erstellung einer praxisgerechten Analyse- und Datenmanagementsoftware für größere Windparks, noch wollen sie den Datenanalyseservice anbieten. Ohne Analysesoftware und -service kann man aber eine CMS-Hardware nicht verkaufen. 8.2 Monitoring bietet den Steuerungsherstellern die Firmware, die Analysesoftware und sein Know-how an. Mit VibraLyze™Pro hat das Unternehmen eine anwenderfreundliche und branchenspezifische Software zur Generierung, Qualitätsbewertung und Analyse von Daten entwickelt.

Steuerungsintegriertes CMS ist „intelligenter"

Wer heute CMS betreut, der weiß: Fehlwarnungen und Fehlalarme sind an der Tagesordnung. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die heutigen Standard-Condition-Monitoring-Systeme im Wesentlichen noch autark, d. h. unabhängig von der Steuerung der Windkraftanlage, arbeiten. Die Entscheidung des Systems darüber, ob ein ungewöhnlicher Zustand eingetreten ist, wird zu einem hohen Prozentsatz – insbesondere bei nachgerüsteten Systemen – nur auf Basis des Betriebszustandes der Drehzahl getroffen. In einigen Fällen kommt als Zusatzgröße noch die Leistung hinzu.

Jeder, der sich schon mal bei laufender Maschine, in einer Windkraftgondel aufgehalten hat, weiß jedoch, dass da oben sehr viel mehr abgeht: ständiges Beschleunigen und Auslaufen, stetiges Öffnen und Schließen der Azimutbremse, immer wieder Drehen des Azimuts, Pitchen der Blätter, Zu- und Abschalten der Kühler, Netzkopplungen, wiederholter Netzabfall, Durchfahren von Resonanzen und vieles mehr. Alle diese Informationen kennen die Standard-CMS-Systeme aber nicht. Also bleibt ihnen nichts anderes übrig, als die Störeinflüsse, die das Schwingungsverhalten ändern, mitzumessen. Dann addieren sie die Vibrationswerte der äußeren Einflüsse sowie die Schwingungen der Maschinenkompo-



Modell eines in die Windkraftanlagensteuerung integrierten Condition-Monitoring-Systems zur Komponentenüberwachung

nenten, um schließlich ein großes Störgeräusch zu vernehmen und Alarm zu schlagen. – Es ist wie bei einem Auto, das mit 80 bis 100 Kilometern pro Stunde auf einer Landstraße fährt: Der Fahrer hat ein bestimmtes Fahrgeräusch im Ohr. Plötzlich wechselt der Fahrbelag von Beton zu Asphalt oder umgekehrt, oder es treten Schlaglöcher auf. Aufgrund seiner Erfahrung stellt der Fahrer einen Zusammenhang her zwischen der veränderten Umgebungsbedingung und dem Fahrgeräusch und weiß, dass es keinen Grund zur Beunruhigung gibt. Erst anormale Geräuschmuster, wie sie von einem Reifenplatten oder einem Radlagerschaden hervorgerufen werden, versetzen ihn in Alarm. - Man kann sich leicht vorstellen, dass bei Standard-CMS, die aus der Steuerung keine zusätzlichen Informationen bekommen, unter welchen äußeren Einflüssen die Maschine sich gerade bewegt, zwangsläufig Fehlwarnungen und -alarme auftreten müssen.

Die steuerungsintegrierten CMS haben genau da ihren wesentlichen Vorteil: Da über den Feldbus eine direkte Verbindung zur zentralen Steuerung besteht, können deren Signale helfen, Störsignale von vornherein auszublenden. Dann misst das CMS beispielsweise genau dann nicht, wenn der Azimut gerade dreht, die Blätter pitchen, Zusatzaggregate aktiv sind oder das Öl zu kalt ist. Mit entsprechenden Algorithmen in der CPU, die vor Ort die Daten aufnimmt, kann darüber hinaus die Qualität der gespeicherten Rohdaten bewertet werden.

„Hieraus resultiert eine sehr viel bessere Rohdatenqualität, die dann zu geringeren Streubereichen und gleichmäßigeren Trends führt. Damit lassen sich die Grenzwerte schärfer einstellen und die Früherkennung verbessern."

So steht am Ende des Tages oder eines definierten Zeitintervalls von jeder definierten Leistungsklasse ein optimierter Datensatz zur Verfügung, der dann über die vorhandene Kommunikationsinfrastruktur in das Monitoring-Center übertragen wird. Dort werden verschiedene Analysedienste durchgeführt. Bei Auffälligkeiten werden die entsprechenden Bauteile und der Fehler gemeldet.

Hardwareunabhängig und offen

8.2 Monitoring hat die Software VibraLyze™Pro entwickelt, die einerseits auf den Erfahrungen aus der Überwachung von Kundenanlagen per CMS beruhen, sowie auf jenen Daten, die 8.2 Monitoring bei Gewährleistungsuntersuchungen ausgelesen und analysiert hat. Das Unternehmen hat seit Jahren die verschiedensten CMS-Lösungen betreut – kennt also auch die guten und die weniger guten Aspekte der jeweiligen Softwarepakete – und hat eine konkrete Vorstellung davon, wie eine optimale Lösung aussehen muss, um viele hundert CMS wirtschaftlich betreuen zu können. Heute ist 8.2 Monitoring in der Lage, CMS-Daten von fast allen Standardsystemen einzulesen und unter einer Softwareoberfläche auszuwerten. Darüber hinaus kann VibraLyze™Pro, als bislang einzige Software am Markt, auch die verschiedenen steuerungsintegrierten CMS bedienen.

Automatische Berechnung aller Überwachungsfrequenzen und Kennwerte

Auch die Firmware zur Datenakquisition, der von Beckhoff entwickelten CMS-Hardwarekomponenten, wurde von 8.2 Monitoring geschrieben. Das Besondere an der Software ist aber nicht nur ihr hoher Automatisierungsgrad und die integrierte Fehlermustererkennung, sondern auch die effiziente Einrichtung und Parametrierung. Alle messtechnischen Parameter, wie Abtastraten, Aufnahmelängen und Filtereinstellungen werden automatisch eingestellt. Die Eingaben beschränken sich im Wesentlichen auf die Verzahnungs- und Lagerdaten sowie allgemeine Anlagendaten. Alle Überwachungsfrequenzen und Kennwerte werden automatisch berechnet. Ist eine Anlage eingerichtet, lässt sich ein Park mit hundert Windmühlen in nur wenigen Sekunden einrichten. Selbstüberwachungsfunktionen und Reportingtools unterstützen das Arbeiten. Darüber hinaus können jegliche Signale direkt oder als Ergebnis von Subsystemen eingebunden werden. Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Daten von unterschiedlichen CMS können mit einer einheitlichen Softwareoberfläche effektiv und wirtschaftlich ausgewertet werden.
- Betreiber mit einem bunten Anlagenportfolio, die sich ein CMS-Know-how aufbauen wollen, können ihre Daten unabhängig vom Anlagenhersteller auswerten. Die Software hierzu wird als reine Lizenz oder mit Dienstleistung verkauft. Dies ist ganz besonders innerhalb der Gewährleistungszeit von Interesse. Die Dokumentation des Anlagenzustandes, mit Hilfe von CMS-Daten, ist oft ein wichtiges Faktum, um Ansprüche an den Anlagehersteller geltend machen zu können.
- Auch Anlagenhersteller, die unterschiedliche Steuerungssysteme verwenden, was vor allem in China der Fall ist, sind so unabhängig von der CMS-Hardware. Sie können die jeweilige Hardware der Steuerungslieferanten einsetzen und sie mit einer durchgängigen Software betreuen, was den Schulungsbedarf minimiert und den Aufbau von Know-how vereinfacht.

China setzt auf CMS

Hat es in Deutschland über zehn Jahre gedauert, bis CMS einigermaßen Akzeptanz gefunden hat, so ist China hier einen Schritt voraus. Im November 2011 wurde von der Regierung eine Qualitätsoffensive verabschiedet, die unter anderem auch eine Vorgabe für CMS enthält. Für Offshore-Anlagen ist CMS, genauso wie in Deutschland, Pflicht; für Onshore-Anlagen gilt eine Ausrüstungsvorschrift für Anlagen ab 2 MW. Diese Vorschrift wurde nicht, wie in Deutschland, durch die Versicherungen getrieben. Anlass war vielmehr das aktuelle Problem der Energieversorger und Anlagenbetreiber mit der mangelnden Verfügbarkeit vieler Windparks. Bleibt abzuwarten, wie die Richtlinie umgesetzt wird.

Das Besondere des chinesischen Marktes besteht darin, dass die Anlagenhersteller nicht nur einen Steuerungslieferanten haben, sondern meistens zwei oder drei. Mit der 8.2-Softwarelösung können sie ihre CMS-Hardware bei unterschiedlichen Herstellern einkaufen und sie unter einer einzigen Softwareoberfläche bedienen. Die 8.2/Beckhoff-CMS-Lösung lässt sich darüber hinaus auch auf allen anderen Anlagen als „Standard"-CMS nachrüsten.

Im Juni 2012 hat 8.2 Monitoring vom chinesischen Anlagenhersteller Zhejiang Windey den Auftrag erhalten, 66 Windenergieanlagen der 1,5-MW-Klasse mit Condition-Monitoring-Systemen auszurüsten. Die Windparks „Danjinhe Project" und „Delinha Project", mit je 33 Anlagen, werden mit der CMS-Software von 8.2 Monitoring und Hardwarekomponenten von Beckhoff ausgestattet. Überwacht wird der Antriebsstrang, mit Hauptlager, Getriebe sowie Generator. Der Auftrag von Zhejiang Windey ist für 8.2 Monitoring nicht das erste Projekt in China: Bereits Ende 2010 wurde der erste chinesische Offshore-Windpark mit der CMS-Software VibraLyze™Pro ausgerüstet. Darüber hinaus läuft seit März 2012 eine Pilotinstallation bei dem chinesischen Hersteller Guodian United Power.

Autor: Bernd Höring, Geschäftsführer der 8.2 Monitoring GmbH

Erstveröffentlichung des Artikels, mit geringfügigen Abänderungen, in der Zeitschrift „Erneuerbare Energien", Ausgabe 5/2012.

Bernd Höring, Geschäftsführer der 8.2 Monitoring GmbH und Sachverständiger für Condition Monitoring auf Windkraftanlagen (BVFS e. V.)

weitere Infos unter:
8.2 Monitoring GmbH: www.8p2.de

Die Vorteile des steuerungsintegrierten Condition-Monitoring-Systems im Überblick:

Kostenvorteile:

- niedrigere Hardwarekosten, aufgrund industrieller Massenproduktion und der Einsparung von Bauteilen
- geringere Montagekosten und geringerer Verkabelungsaufwand, da Integration in bestehenden Steuerungsschrank und Kommunikation mit der Hauptsteuerung über Bussystem
- Weniger Verschleißteile, da keine zusätzlichen Spannungswandler, Kommunikationsmodule, Unterbrechungsfreie Stromversorgung oder ähnliches erforderlich sind.
- Reduzierter Analyseaufwand, da weniger Fehlmeldungen auftreten.

Technische Vorteile:

- keine Messung bei Störsignalen
- bessere Rohdatenqualität für die Analyse
- weniger Fehlalarme
- Geringerer Streubereich führt zu besserer Fehlerdetektion.
- Integration weiterer Signale (Temperaturen, Drücke, Strom) ermöglicht eine ganzheitliche Signal-/Systembetrachtung.

Qualitätsvorteile:

- zuverlässige Hardware von etablierten industriellen Lieferanten
- Massenproduktion mit hohem Standard