



Können auch Maschinen länger jung bleiben?

SHM.Tower® – Unser intelligentes und kostengünstiges Monitoring-System zur Schwingungsüberwachung von Türmen. Wertvoll für die exakte Analyse der Lebensdauer zum Weiterbetrieb Ihrer Windenergieanlage.

**Wölfel**

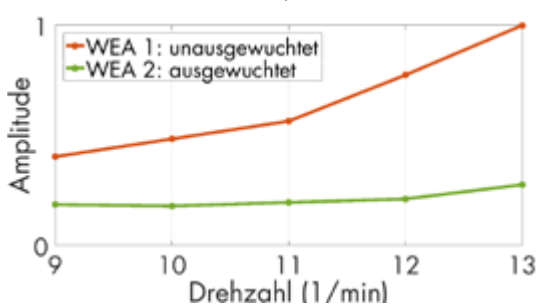


Schwingungsüberwachung und Weiterbetrieb

Jede Windenergieanlage (WEA) weist im Betrieb ein individuelles Schwingungsverhalten auf: Bedingt durch den jeweiligen Standort und durch die Betriebsweise jeder Anlage kann sich die Schwingungsbeanspruchung – insbesondere des Turms – zwischen den einzelnen WEAs stark unterscheiden. Während der Auslegung werden die Beanspruchungen anhand von Windklassen bestimmt, welche die Windverhältnisse anhand von Jahresmitteln ableiten. Gegen Ende der Lebensdauer werden im Rahmen einer Beurteilung zum Weiterbetrieb üblicherweise Daten von benachbarten metrologischen Messstationen herangezogen. Sowohl bei der Auslegung als auch bei der Begutachtung zum Weiterbetrieb werden daher Lasten angenommen, die erheblich von den tatsächlichen Beanspruchungen abweichen können. Selbst die Schwingungsbeanspruchung zweier WEA innerhalb eines Windparks kann sich erheblich voneinander unterscheiden. Dies kann auch durch verschiedene Wuchtzustände oder Pitchwinkelfehler bedingt sein.

Betriebsoptimierung

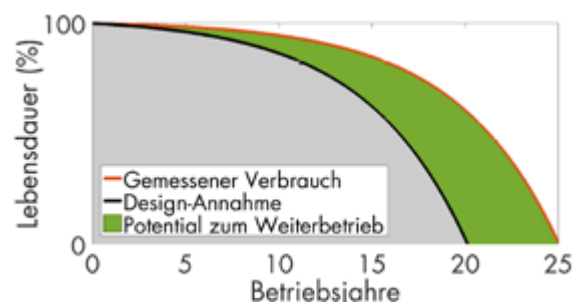
Es ist unter Berücksichtigung der tatsächlich auftretenden Beanspruchungen zu empfehlen, die Turbineneinstellung zu optimieren. Ein Grund hierfür sind starke Schwingungen, die bei Abweichungen von der Wuchtgüte oder den Pitchwinkleinstellungen auftreten. Die größten Schwingungsamplituden, die eine direkte Aussage über das globale Schwingungsniveau ermöglichen, treten dabei am Turmkopf auf; Der ideale Einbauposition für SHM.Tower.



Unwuchtbedingte Schwingungsamplituden zweier WEAs in einem Windpark

Restlebensdauer und Weiterbetrieb

Für eine Begutachtung zum Weiterbetrieb der WEA muss die Restlebensdauer bestmöglich bestimmt werden. Dazu müssen die Designlasten mit den real aufgetretenen Ermüdungslasten verglichen werden. Das gesamte Potential kann hierbei nur über einer messtechnische Datenerfassung der Turmschwingungen genutzt werden.

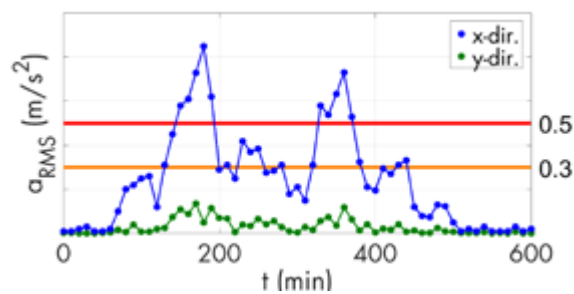


Identifiziertes Potential zum Weiterbetrieb durch Einsatz von SHM.Tower



Die Lösung – SHM.Tower

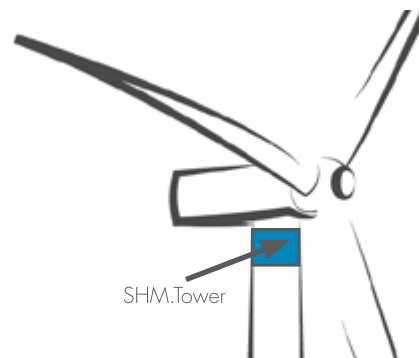
Das Monitoring-System SHM.Tower ist entwickelt worden, um die Schwingungsbeanspruchung ihres Turmes kontinuierlich zu erfassen. Durch Ausgabe von Warnmeldungen bei Schwellenwertüberschreitungen liefert es einen erheblichen Mehrwert während des Betriebs. WEAs mit übermäßiger Beanspruchung können sofort identifiziert und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.



Schwingungsamplituden und Grenzwerte im Tagesverlauf

Über die gesamte Betriebsdauer hinweg liefern die live ausgewerteten und abgespeicherten Daten valide Aussagen zur verbrauchten Lebensdauer. Mit dem Einsatz von SHM.Tower in ihrem Turm basiert die Bewertung zum Weiterbetrieb ihrer Anlage auf den real aufgetretenen Ermüdungslasten und somit nicht nur auf reinen Abschätzungen. Insbesondere extreme Beanspruchungen sind somit direkt erfasst. Da SHM.Tower die Strukturbeanspruchungen messtechnisch erfasst, besteht das Potential visuelle Inspektionen zu reduzieren.

Das System und insbesondere die Software wurden von Beginn an entsprechend den Anforderungen der Branche entwickelt und in einer Vielzahl von Anlagen getestet. Die berechneten Lebensdauerprognosen sind anhand von Validierungsmessungen verifiziert und bestätigt worden.



Einbau von SHM.Tower im Turmkopf

Sensorik und Elektronik von SHM.Tower sind in einem kompakten Gehäuse verbaut und erlauben eine einfache Installation im Turmkopf ihrer Anlage. Im energieautarken Betriebsmodus kann SHM.Tower schon während der Errichtung ohne Netzanschluss die Turmschwingungen erfassen. In der Betriebsphase erfolgt die Datenerfassung auch bei Netzausfällen: Sämtliche Ermüdungslasten werden jederzeit erfasst und gespeichert.



Intelligente Schwingungsüberwachung

Das Monitoring-System SHM.Tower erfasst mit seinen integrierten Beschleunigungssensoren jederzeit den Schwingungszustand der Windenergieanlage. Die Installation des Systems im Turmkopf ermöglicht die Erfassung der maximalen Amplituden der Turmschwingung in den beiden horizontalen Richtungen, bei Bedarf zusätzlich auch vertikal.



Alarm- und Warnmeldungen

Die erfassten Rohdaten werden mit dem integrierten Prozessor live ausgewertet und erlauben einen direkten Abgleich mit Schwellenwerten aus ISO 10816-21 und VDI 3834. Das Überschreiten von Schwellenwerten kann nicht nur dokumentiert, sondern über eine Internetverbindung jederzeit als Warn- oder Alarmmeldung in Ihr Überwachungssystem übertragen werden.

Individuelle Optimierung der WEA-Betriebssteuerung

Kombiniert mit parallel erfassten Anlagendaten wie Windgeschwindigkeit, Drehzahl, Leistung, Pitch- oder Azimutwinkel ist eine Beurteilung der WEA-Betriebsweise jederzeit möglich. Dazu werden die Beschleunigungsdaten als gemittelte RMS-Werte ausgegeben und erlauben als Tages-, Monats- oder Jahrgang eine genaue Analyse der Schwingungsbeanspruchung und der Betriebsweise. Spezielle Events wie Starkwind und dessen Auswirkung können identifiziert und als Zeitverläufe oder Frequenzspektren genau analysiert werden.

Erweiterbare Sensorik

Eine 3-kanalige 4 ... 20 mA-Schnittstelle erlaubt optional die Anbindung von externen Sensoren, wie z. B. Beschleunigungssensoren, Wegsensoren oder DMS-Messstreifen. Diese externen Sensoren können beliebig in der WEA platziert werden und beispielsweise Dehnungen oder Relativverschiebungen zwischen Turmfuß und Fundament überwachen.



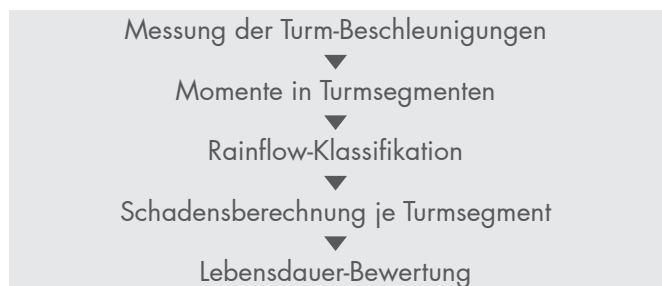
SHM.Tower zur Lebensdauerprognose

Neben der reinen Datenerfassung und Schwellenwertüberwachung laufen auf dem integrierten, leistungsfähigen Prozessor umfangreiche Berechnungsalgorithmen. Diese ermitteln die Ermüdungslasten in jedem Turmsegment und aus den erfassten Schwingbeschleunigungen im Turmkopf. Über die integrierte Lebensdauerberechnung kann jederzeit die verbrauchte Lebensdauer über die Turmhöhe und den -umfang hinweg dargestellt werden. Insbesondere vor dem Erreichen der Design-Lebensdauer – 20 Jahre – können die Reserven für einen möglichen Weiterbetrieb bestmöglich analysiert werden. Die integrierten Auswertelgorithmen zur Berechnung der verbrauchten Lebensdauer verwenden ein Berechnungsmodell für die Turmstruktur, das im Vorfeld auf ihre Anlage abgestimmt wird. Mit den geometrischen Daten der Anlage und den Materialparametern wird ein maßgeschneidertes Turmmodell erstellt. Somit sind exakte Berechnungsergebnisse garantiert.

Einsatz von Beginn an oder als Retrofit

Wird SHM.Tower bereits bei Einrichtung der WEA installiert, werden der Betriebszustand und die verbrauchte Lebensdauer über alle Nutzungsphasen hinweg erfasst. Alle Extremlasten können exakt berücksichtigt werden. Insbesondere Einzelevents wie starker Wind sind somit in der Lebensdauerbewertung enthalten, da gerade sie einen erheblichen

Schadungsbeitrag liefern. Eine bestmögliche Struktur ausnutzung ist realisierbar. Wird SHM.Tower nachträglich eingebaut, liefert es – obwohl die Schwingungen der ersten Betriebsjahre nicht erfasst wurden – signifikant verbesserte Lebensdauerbewertungen im Vergleich zu den herkömmlichen Methoden im Rahmen einer Begutachtung zum Weiterbetrieb. Extrapolationen anhand der erfassten Beanspruchungen ermöglichen die Bewertung über die gesamte Betriebsdauer hinweg.



Individuelle Lebensdauerbewertung im Windpark

Bei Einsatz von SHM.Tower für jede WEA in Ihrem Windpark kann jederzeit eine individuelle Bewertung durchgeführt werden. Einzelne Anlagen können bei verbleibenden Reserven über dem Ende ihrer Design-Lebensdauer hinweg weiterbetrieben werden. Bei Weiterverkauf einer WEA können diese Reserven nachweisbar dokumentiert werden und so einen erheblichen finanziellen Mehrwert bieten.

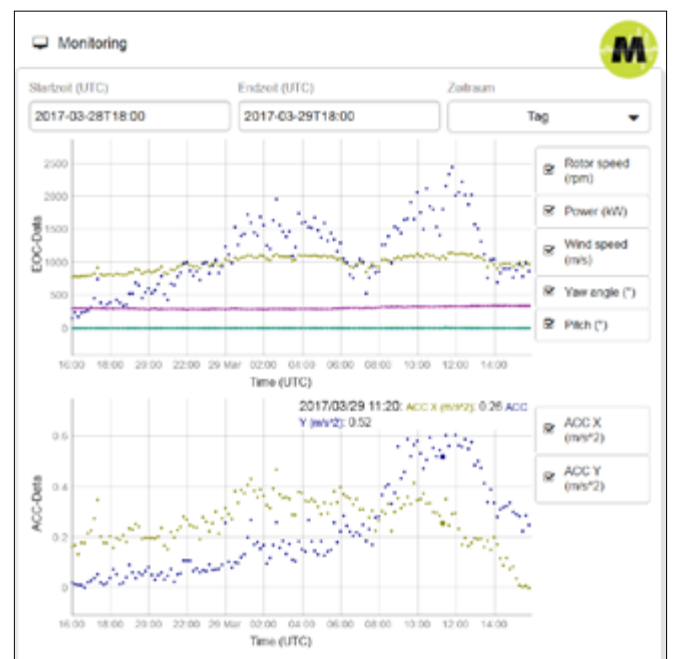


Monitoring Intelligence Center

MIC.Windenergy

SHM.Tower wurde für einen vollautomatischen und autarken Betrieb auf Windenergieanlagen entwickelt. Durch ein direktes Interface zur Anlagensteuerung kann eine Klassifikation der Ermüdungslasten bezüglich der Betriebsdaten erfolgen. Darüber hinaus bieten wir die Möglichkeit, unsere Systeme an unser webbasiertes Monitoringportal MIC.Windenergy anzubinden. Detaillierte Informationen zur Turmschwingungen und Lebensdauerverbrauch stehen hier zur Verfügung. Für einen wirtschaftlichen Betrieb ist eine solche Fernüberwachung von wesentlichen Komponenten heutzutage Standard. So werden auf Wunsch per Internet alle relevanten Daten übertragen und gesichert.

Über das WebInterface des Wölfel Monitoring Centers MIC.Windenergy stehen der Betriebsführung alle wichtigen Indikatoren grafisch aufbereitet zur Verfügung. Eventgesteuerte Benachrichtigungen und ein automatisches Reporting sichern jederzeit alle aktuelle Informationen. Ist eine Datenanbindung aus Sicherheitsgründen nicht gewünscht oder vor Ort nicht gegeben, können alle Monitoring- und Datensicherungs-funktionen auch auf einen zentralen Windparkserver ausgelagert werden.



MIC.Windenergy



Technische Daten von SHM.Tower

Allgemein

Abmessungen	ca. 180 mm x 150 mm x 90 mm
Gewicht	ca. 2 kg
Temperaturbereich	-40°C bis +55°C
Blitzschutz	Geeignet für LPZ 1

Messparameter

Messwert	Beschleunigung
Richtung	2D (3D möglich)
Messbereich	± 2 g
Frequenzbereich	0,1 ... 10 Hz
Rauschen	≤ 50 $\mu\text{g}/\text{Hz}$
Externer Sensor (optional)	3x (4 ... 20 mA), nur bei externer Energieversorgung

Energieversorgung + Datenspeicherung

Energieautarker Betrieb und Daten	≥ 2 Monate
Batterie (kein Akku)	Lithiumbatterie; geringe Selbstentladung für bis zu 10-jährigen Einsatz

Schnittstellen – Hardware

Power	110 ... 230 VAC
Ethernet (PoE)	geeignet für Power over Ethernet
LED-Anzeige	Niedriger Batteriestatus; externe Energieversorgung; Speicherüberlauf; Status
Digital out	Alarm-Ausgang (bei Bedarf)

Schnittstellen – Software

Modbus TCP, OPC UA	Übernahme Betriebsdaten von der Turbinensteuerung (z. B. Windgeschwindigkeit; Azimutwinkel)
FTP	Datentransfer
MIC.Windenergy Lokaler Webserver	Ergebnisse und Konfiguration Konfiguration und Datentransfer



Was bewegt Wölfel?

Schwingungen, Strukturmechanik und Akustik – das ist die Welt von Wölfel. In dieser Welt sind wir die Experten. Sie ist unser Zuhause. Über 90 Mitarbeiter geben hier täglich ihr Bestes für die Zufriedenheit unserer Kunden. Seit mehr als vier Jahrzehnten unterstützen wir Sie weltweit mit Ingenieurleistungen und Produkten zur Analyse, Prognose und Lösung schwingungs- und schallinduzierter Aufgaben.

Sind Schwingungen wirklich überall? Ja! Darum brauchen wir ebenso vielfältige Lösungen! Ob als Ingenieurdienstleistung, als Produkt oder als Software – für jede Schwingungs- oder Lärmaufgabe gibt es eine spezifische Wölfel-Lösung, wie beispielsweise

- simulationsgestützte Auslegungen von Anlagen und Kraftwerken gegen Erdbeben
- Messungen der Schallemissionen von Windenergieanlagen
- universelle Mess-Systeme für Schall und Erschütterungen
- Lärmschutzgutachten und Schadstoffprognosen
- dynamische Insassen-Simulationen im Automobil und im Flugzeug
- und viele weitere branchenspezifische Wölfel-Lösungen ...



Wölfel-Gruppe

Max-Planck-Straße 15 / 97204 Höchberg
Tel.: +49 931 49708 0 / Fax: +49 931 49708 150
info@woelfel.de / www.woelfel.de

