

Windsensoren zur Turbinensteuerung



Für die Turbinensteuerung relevante Signale	Seite 2
Was macht Acu-Res® Technologie perfekt für die Turbinensteuerung?....	Seite 3
Auf das Extremste getestet	Seite 4
Welches Modell passt zu meiner Turbine?	Seite 5
Benötige ich einen oder zwei Sensoren für meine Turbine?.....	Seite 6
APQP4Wind	Seite 7
Fallstudien	
Nachrüsten von Turbinen.....	Seite 8
Austausch der mechanischen Anemometer.....	Seite 9
Mittelgroße Windturbinen	Seite 10
Datenblätter.....	Seite 11

DIE WIDERSTANDSFÄHIGSTEN WINDSENSOREN WELTWEIT

de.fttechnologies.com



Entscheidende Signale für die Turbinensteuerung: Windgeschwindigkeit und Windrichtung

Die beiden wichtigsten Signale für eine optimale Leistungsteuerung der Windturbine sind die Windgeschwindigkeits- und -richtungsmessdaten. Die Windsensoren zur Erfassung dieser entscheidenden Daten müssen in der Lage sein, auf Jahre hinaus unter den widrigsten Wetterverhältnissen kontinuierlich zu arbeiten und dabei zuverlässig stimmige Windmessungen zu liefern.

Die Ultraschall-Windsensoren von FT Technologies wurden speziell für die Steuerung von Windturbinen konzipiert und werden weltweit von den führenden Turbinenherstellern eingesetzt - Onshore und Offshore. Sensoren der FT7-Serie waren über viele Jahre hinweg auf Turbinen weltweit im Dauereinsatz und werden häufig zur Aufrüstung älterer Turbinen nachgerüstet. Über 70 % aller Offshore-Windturbinen verwenden FT-Sensoren.



Zuverlässige Windgeschwindigkeitsmessungen sind aus unterschiedlichen Gründen entscheidend für eine Turbine. Bei geringen Windgeschwindigkeiten rechtfertigt der geringe Energieertrag den Betrieb der Turbine nicht und eine Abschaltung ist kosteneffizienter. Wohingegen bei hohen Windgeschwindigkeiten die Turbine aus Sicherheitsgründen abzuschalten ist. In dem Bereich dazwischen benötigt die Turbine konstant Windgeschwindigkeitsdaten, um den Betrieb aufrechtzuerhalten - und für den Windparkbetreiber Energie zu erzeugen und Gewinn zu erwirtschaften. Bei Datenverlusten muss die Turbine sofort abschalten. Die Windgeschwindigkeitsdaten werden auch zur Festlegung der Blattanstellwinkel und Abschätzung einer Referenzleistungskurve benötigt.

Auf Grundlage der Windrichtungsdaten kann sich die Turbine optimal in den Wind drehen und maximale Energieerträge erwirtschaften. Sogar wenn die Turbine außer Betrieb ist, wird die Windrichtung zur kontinuierlichen Nachführung in die optimale Position benötigt. So kann sie den Betrieb wiederaufnehmen, sobald die Windgeschwindigkeit abgefallen ist.

Die Windsensoren sind an der Gondel hinter dem Rotor angebaut und sind daher einem turbulenten Luftstrom ausgesetzt. Da der Luftstrom je nach Gondelform, Blattform, Rotationsgeschwindigkeit, Sensorposition, Topologie des geographischen Standorts (und verschiedenen anderen

Faktoren) variiert, kann sich hieraus eine Beeinträchtigung der Sensormessungen ergeben. Daher entwickelt jeder Hersteller einen Korrekturfaktor, die sogenannte 'Gondel-Transferfunktion'. Diese kommt in der Turbinensteuerung und Steuerungsstrategie zur Anwendung und ermöglicht der Turbine, einen ungefähren Luftstrom für die freie Flur abzuleiten und sich kontinuierlich bestmöglich zum Wind auszurichten für einen optimalen Energieertrag.

Windturbinen müssen bei jedem Wetter kontinuierlich 24/7 in Betrieb bleiben. Daher muss der Windsensor in der Lage sein, den widrigsten Umgebungsverhältnissen standzuhalten. Da Turbinen häufig in kalten Klimazonen stehen, wo die Luftdichte eine höhere kinetische Energie auf die Turbine aufbringt, besitzen die FT-Sensoren eine eingebaute Beheizung, die ihr Vereisen verhindert.

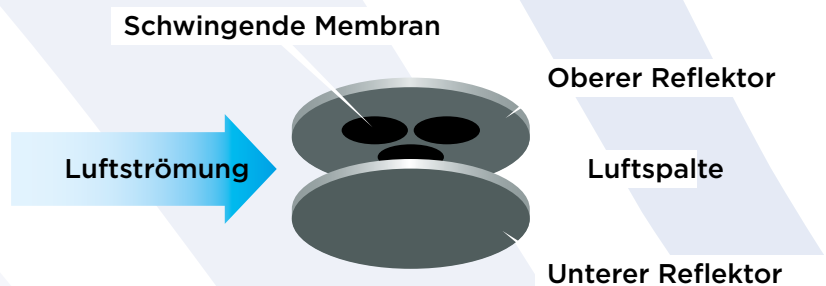
Hinzu kommt, dass Turbinen an extrem entlegenen Standorten oft monatelang nur schwer zugänglich sind. FT-Sensoren sind darauf ausgelegt und haben in Tests nachgewiesen, jahrelang ohne jede Wartung oder Neukalibrierung auf der Turbine auszukommen. Als die wahrscheinlich meist geprüften Sensoren weltweit, haben sie über 30 unabhängige Tests bestanden, einschließlich Sand, Staub, Eis, Schwingung, Korrosion, Hagel, Wassereintrich, Höhe über Null, extreme Temperaturen, Feuchte, Sonneneinstrahlung, EMV, Blitzschutz und Vogelattacken.

Was macht Acu-Res® Technologie perfekt für den Einsatz in der Turbinensteuerung?

FT Technologies liefert seit 2002 Windsensoren für Windturbinen. Mittlerweile sind wir der größte Zulieferer dieser Branche: Mehr als 70 % aller Offshore-Turbinen sind mit FT-Sensoren ausgestattet. FT-Sensoren sind einzigartig in ihrer Nutzung der akustischen Resonanz zur Messung der Windgeschwindigkeit, -richtung und Schalltemperatur.

Die Acu-Res® Technologie liefert ein höheres Signal-Rausch-Verhältnis als konventionelle Sensoren, die mit Laufzeitmessung arbeiten. Damit wird in Umgebungen mit akustischer und schwingungstechnischer Belastung eine hohe Datenverfügbarkeit und -genauigkeit erreicht. Beide Belastungen liegen gewöhnlich an Windturbinen in dem Maße vor, dass die Geräuschaussendung der rotierenden Blätter den Ausfall konventioneller Sensoren bedingen kann. FT-Sensoren sind auch immun gegen hochfrequente Störungen und haben selbst nur eine minimale Schallemission, was ein Übersprechen auf andere Sensoren in der Nähe verhindert und Fledermäuse sowie Vögel ungestört lässt.

Die Acu-Res® Technologie ermöglicht uns die Konzeption eines robusten Sensors in kompakter Bauweise. Durch sein geringes Gewicht ist der Strombedarf für das Beheizen des Sensors in kalten Klimazonen minimal. Die geringe Sensorgröße bedingt auch einen niedrigeren CO₂-Fußabdruck bei der Verpackung und dem weltweiten Versand.



Der Sensor funktioniert über ein im Messhohlraum des Sensors erzeugtes und reflektiertes Ultraschallsignal. Die Luftbewegung wird durch Messen der Phasenänderung im Ultraschallsignal erfasst, wobei die Phasenänderung durch den Wind verursacht wird, der den Hohlraum durchstreicht. Der Sensor enthält drei Umformer, die in einem gleichschenkligen Dreieck angeordnet sind. Aus der Nettophasendifferenz zwischen dem sendenden und dem empfangenden Messumformerpaar ergibt sich der Luftstrom entlang der Paarachse. Dank den Messungen der drei Messumformerpaare lassen sich die Vektorkomponenten des Luftstroms entlang jeder Seite des Dreiecks ermitteln. Durch Kombination dieser Vektoren erhält man die Gesamtgeschwindigkeit und -richtung. Der Sensor verwendet eine komplexe Signalverarbeitung und Datenanalyse, die eine Sequenz von Mehrfachmessungen zur Berechnung regelmäßiger Windmesswerte vornimmt. Der Sensor kompensiert eigenständig Änderungen der Lufttemperatur, des Luftdrucks oder der Luftfeuchte. Eine auf kleinem Raum stark schwingende Schallwelle bringt ein starkes, leicht messbares Signal hervor.

Acu-Res® liefert ein Signal-Rausch-Verhältnis, das um 40 dB höher ist als bei anderen Ultraschalltechnologien.



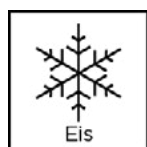
Auf das Extremste getestet

Die FT-Windsensoren werden vor, während und nach der Entwicklungsphase strengen Testläufen unterzogen. Neue beziehungsweise modifizierte Konstruktionen werden einem stark beschleunigten Alterungstest (HALT) unterzogen. Die HALT-Erprobung setzt extreme Temperatur- und Schwingungsbelastungen ein, um Schwachstellen in der Konstruktion aufzudecken. Indem Sensoren wiederholt Belastungen außerhalb ihres spezifizierten Lastbereichs ausgesetzt werden, können Schwachstellen identifiziert und behoben werden. Der FT HALT-Erprobung sieht vor, den Sensor auf 125 °C zu erhitzen und ihn dann auf -90 °C abzukühlen. Gleichzeitig ist er dabei einer 30 Grms Vibrationsbelastung ausgesetzt.

Die FT7-Serie erfüllt nach externer Zertifizierung die folgenden Normstandards:



Sturz- und Kipptest Ec: EN 60068-2-31 (2008). 9 Mal fallen lassen in unterschiedlichen Winkeln aus mindestens einem Meter auf Beton.



Eisschutzprüfung: MIL-STD-810G. Sensor wird bei eingeschalteter Heizung Eisregen ausgesetzt bei Luftstrom 15 m/s bei -15 °C. Auch als sich an der Prüfstange eine Eisschicht von 37 mm aufgebaut hatte blieb der Sensor selbst immer noch eisfrei. **Enteisungsprüfung:** MIL-STD-810G. Der Sensor war in weniger als 5 Minuten eisfrei.



Korrosion: ISO 9227 (2006) & IEC12944 (1998). Getestet nach Kategorie C5-M hoch gemäß BS EN ISO 12944 (1998) in neutralem Salzsprühnebel über 1440 Stunden.



Höhe: EN 60068-2-13 (1999). 4 Stunden bei konstant niedrigem Druck, der typischerweise in einer Höhe von 3000 Metern über dem Meeresspiegel vorherrscht. Weitere Tests in einem speziellen Höhenwindtunnel haben gezeigt, dass der Sensor noch in einer Höhe bis zu 4000 Metern absolut messgenau ist.



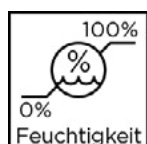
Sonnenstrahlung: EN 60068-2-5 (2011). 24 Stunden UV-Bestrahlung bei einer Umgebungstemperatur von 55 °C und einer Bestrahlungsstärke von 1120 W/m².



Sinusförmiger Vibrationstest Fc: EN 60068-2-6 (2008). 5Hz bis 500Hz, 1 Oktave/Minute Regelbereich, 5 Regelzyklen, 3 Achsen. **Zufallsvibrationstest Fh:** EN 60068-2-64 (2008). 5Hz bis 500Hz, 90 Minuten pro Achse, 0,0075 g³/Hz Stärke über 3 Achsen.



Test CL26 Dunst, Nebel und tief hängende Wolken: DEF STAN 00-35 Test CL26. Nebeldichte 1,66 ml/80 cm² über eine Stunde. **Test CL27 Schlagregen:** DEF STAN 00-35 Regendichte 200 mm über eine Stunde.



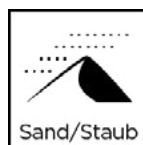
Prüfkabine: Feuchte Wärme, konstant: EN 60068-2-78 (2013). Gleichbleibende relative Feuchte von +93 % bei 40 °C über 240 Stunden. **Kombinierte Temperatur- und Feuchtigkeitsprüfung Z/AD:** EN 60068-2-38 (2009). Zehn 24-Stunden-Zyklen, obere Temperatur +65 °C. Kalter Teilzyklus: -10 °C. **Test Zyklische Feuchtigkeit:** EN 60068-2-30 (2005). Zehn 24-Stunden-Zyklen, obere Temperatur 55 °C.



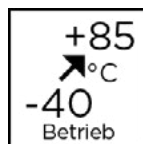
Hagel: EN 61215-2 (2016). Beschießen des Sensors mit 50 mm Hagelkörnern von jeweils 57 Gramm mit einer Geschwindigkeit von 31 m/s. HW 5 Zertifikat.



Schutzart: ISO 20653:2013 IPX6K EN 60529 (1992+A2:2103). Sealed to IPX6K, IP66 and IP67. Abgedichtet gemäß IPX6K, IP66 und IP67. Geschützt gegen starke Wasserbestrahlung. Exposition in einer Staubkammer für 8 Stunden. Eintauchen für 30 Minuten in 1 Meter tiefes Wasser. Geschützt gegen das Eindringen von riskanten Teilen und festen Fremdkörpern.



Windgetriebener Sand und Staub-Test: DEF STAN 00-35 CL25. Sand- und Staubpartikel je 3 Stunden lang mit einer Luftgeschwindigkeit von 29 m/s und einer Konzentration von 1,1 g/m³.



Prüfung Ad: Kälte: EN 60068-2-1 (2007). 16 Stunden Kaltluft bei -40 °C. **Prüfung Bd:** EN 60068-2-2 (2007). 16 Stunden trockene Hitze bei +85 °C. **Thermischer Zyklus-Test Nb:** EN 60068-2-14 (2009). 16 Temperaturzyklen von -40 °C bis +85 °C.



Mechanische Stoßprüfung Ea und CAF2656: EN 60068-2-27 (2009). Spitzenbeschleunigung: 50 g, Dauer: 11 ms, Pulsform: halbe Sinuswelle.



EMV und RFI (Funkstörung)
EN 61000-6-2: Störfestigkeit für Industriegebiete
EN 61000-6-3: Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete
EN 61000-4-2: Elektrostatische Entladung
EN 61000-4-3: Strahlen, hochfrequente und elektromagnetische Felder
EN 61000-4-4: Schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
EN 61000-4-5: Spannungsschüsse/Stromschüsse
EN 61000-4-6: Leitungsgeführte Störgrößen induziert durch hochfrequente Felder
EN 61000-4-8: Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen
EN 61000-4-9: Impulsförmige Magnetfelder
EN 61000-4-10: Gedämpft schwingende Magnetfelder
EN 61000-4-29: Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen am Gleichspannungseingang

Welches Modell passt zu meiner Turbine?

FT-Windsensoren sind mit unterschiedlichen mechanischen und Kommunikationsschnittstellen erhältlich. Ohne bewegte Teile entfallen Verschleiß und Abnutzung, wodurch die Ausfallzeiten und Gierfehlstellungen der Turbine minimiert werden, während sich die Verfügbarkeit und der Jahresertrag (AEP) der Turbine verbessern.



FT702 - 50 m/s Messbereich

Die geläufigsten Modelle sind der FT702LT und der FT702LTD - V22-FF. Die 2011 eingeführten Modelle haben eine flache Front "Flat Front" für die Montage und messen Windstärken bis 50 m/s. Sie sind mit serieller Kommunikationsschnittstelle RS485HD erhältlich oder kommunizieren analog (4-20 mA).

2014 wurde die PM-Version zur Rohrmontage "Pipe Mount" eingeführt. Hier wird der Sensor mit Zubehör FT090 Rohrmontageadapter oder einem sensorspezifischen OEM-Adapter auf ein 50 mm Rohr montiert. Wenngleich die PM-Version noch erhältlich ist, empfehlen wir unsere neuere Modell FT742-M50, welches ohne Adapter direkt auf ein 48-50 mm Rohr aufgesteckt wird.

Siehe Datenblatt auf Seite 11.

FT722-FF - 50 m/s Messbereich

2016 haben wir den FT722 als eine Weiterentwicklung des FT702 auf den Markt gebracht. Dank genauerer Windgeschwindigkeitsmessung und unserem patentierten Turbulator-Design wartet er mit höherer Leistung auf. Über die serielle Kommunikation kann er optional auch die Schalltemperatur ausgeben.

Siehe Datenblatt auf Seite 12.



FT742-FF - 75 m/s Messbereich

Der Windsensor mit flacher Front wurde für die schnelle und einfache Montage an einer Metallschiene entworfen. Durch seine hohe Beständigkeit gegen elektromagnetische und akustische Störungen ist er ebenfalls eine ideale Wahl für kleinere Windkraftanlagen. Als Kompaktlösung kann der Sensor perfekt als Ersatz für eine bestehende mechanische Windfahne mit Anemometer-Windmesssystem nachgerüstet werden.

Siehe Datenblatt auf Seite 13.

FT742-DM50 - 75 m/s Messbereich

Der Sensor DM50 wird direkt auf 47,9 - 51 mm Rohre aufgesteckt. Bei erhöhter Korrosionsbeständigkeit und verbessertem Blitzschutz misst er Windgeschwindigkeiten bis zu 75 m/s. Mit dem speziellen Ausrichtungskragen und -werkzeug lässt sich der Sensor leichter an der Mittelachse der Turbine ausrichten.

Siehe Datenblatt auf Seite 14.



Benötige ich einen oder zwei Sensoren für meine Turbine?

Der Windsensor zur Turbinensteuerung ist ein zentrales aktives Bauteil einer Windturbine, welches kontinuierlich dazu beiträgt, die nivellierten Energiekosten (LCoE) zu senken. Durch den kontinuierlichen Betrieb, sogar unter Extrembedingungen, erzielen FT-Sensoren maximale Datenverfügbarkeiten. Auf diese Weise kann der Windturbinengenerator seine Energieausbeute und den Leistungsfaktor maximieren. Wenn keine Windgeschwindigkeits- und -richtungsdaten vorliegen, ist die Turbine gezwungen abzuschalten und erzeugt weder Strom noch Einkommen.

Bei Verwendung von nur einem Sensor nimmt man das Risiko in Kauf 'Ausfall durch eine einzige Komponente'. Fällt der Sensor aus, kann aufgrund des Nichtvorliegens von Windgeschwindigkeits- und -richtungsdaten kein Strom erzeugt werden. Der Einbau eines 'redundanten' Ersatzsensors würde das Risiko minimieren. Falls ein Sensor ausfällt, übernimmt der Ersatzsensor und die Turbine erzeugt kontinuierlich Strom.

Insbesondere an entlegenen Turbinenstandorten, einschließlich Offshore, empfiehlt FT Technologies den Einbau von zwei Sensoren, da dies letztlich zur Maximierung des Jahresertrags und des Leistungsfaktors beitragen wird. Mit zunehmender Turbinengröße, gewinnt dieser Punkt noch mehr an Bedeutung.

Kein Sensor bietet eine 100-prozentige Datenverfügbarkeit bei allen Wetterlagen. Beschädigungen der Windsensoren durch Blitzschlag, Eisschlag oder Taifune sind nicht ungewöhnlich. Es ist daher wichtig, Strategien zur Schadenminimierung zu haben, die den Turbinenbetrieb sicher aufrechterhalten, sollte ein Sensor die Steuerung nicht mehr mit Daten versorgen. Redundante Sensoren vergrößern die Investitionsausgabe nivellierte Energiekosten (LCoE), tragen aber dazu bei, die Turbinenverfügbarkeit und Stromerzeugung zu verbessern, wodurch sich die Betriebsausgabe LCoE verringert.

Kostentreibende Faktoren nivellierte Energiekosten (LCoE)

- Fehlen eines redundanten Sensors zur Absicherung, falls ein Sensor keine Daten ausgibt
- Nicht fachgerechte Wartung: Das System nutzt sich im Laufe der Zeit ab, wodurch der Jahresertrag sinkt
- Unzureichende Datenverfügbarkeit, aufgrund nicht optimaler Sensorfunktion bei bestimmten Witterungsverhältnissen
- Geringer Turbinenleistungsfaktor
- Ungenügende Sensorintegration führt zu unerwarteten Abschaltungen
- Suboptimale Steuerungsstrategie
- Geleaste Systeme anstelle Eigentum: Erhöhte nivellierte Energiekosten, weil ein Dritter am Leasing verdient
- Finanzierung: Zinszahlungen an das kreditgebende Geldinstitut erhöhen die Eigentumskosten
- Ohne Windgeschwindigkeits- und -richtungsdaten, keine Energieerzeugung

Kostenmindernde Faktoren nivellierte Energiekosten (LCoE)

- Geringer Bauteilkosten, Turbinenkosten, größere Turbinen (Investitionsausgaben)
- Haltbarkeit und Lebensdauer: Komponenten mit langen Standzeiten ohne Wartungsbedarf senken die nivellierten Energiekosten (LCoE)
- Besserer Leistungsfaktor: hängt ab von der Turbinenverfügbarkeit, der Datenverfügbarkeit, einem besseren Turbinenstandort oder -modell, einer überlegenen Turbinenleistung oder Steuerungsstrategie
- Längere Garantiezeiten mindern das Risiko eines Komponentenaustauschs im Rahmen der Herstellergarantie
- Redundante und gut ausgerichtete Sensoren tragen zur Maximierung des Jahresertrages bei und verringern das Risiko einer Minderleistung
- Lokales Bevorraten von Ersatzsensoren als Austauschteile minimiert die Ausfallzeiten

2018 implementierte FT Technologies eine Strategie zur Einführung der APQP4Wind Qualitätsstandards für das gesamte Managementsystem, die Produktentwicklungsprozesse und die Komponentenversorgungskette. Die Strategie zielt darauf ab, eine höhere Produktzuverlässigkeit für den Endkunden zu erreichen und Kosten durch Qualitätsmängel im Laufe der gesamten Produktlebensdauer zu beseitigen.

Die APQP4Wind ist eine nicht gewinnorientierte Vereinigung der weltweit führenden Windturbinenhersteller und Lieferanten, einschließlich Vestas, SGRE, GE, Goldwind, Nordex Acciona und LM Wind Power. Ziel ist die kontinuierliche Qualitätsverbesserung in der Windindustrie, um die nivellierten Energiekosten zu senken und die Windenergie gegenüber anderen Energieformen wettbewerbsfähiger zu machen. Die Produkt-Qualitätsvorausplanung (APQP) ist ein in der Automobilbranche gut bekanntes Konzept. Mit APQP4Wind wurde das APQP Konzept durch Formulierung von Qualitätsstandards angepasst, mit dem Ziel, für die gesamte Versorgungskette der Windindustrie weltweit gültige Qualitätssicherungsmethoden vorzugeben, von der Entwicklung bis hin zum Endnutzer.

FT Technologies ist der erste Hersteller von Windsensoren zur Turbinensteuerung, der die APQP4Wind Prozesse in seine Konstruktions- und Qualitätsprozesse implementiert hat.

FT-Windsensoren sind nach der europäischen Norm CE, der britischen Norm UKCA und den nordamerikanischen Normstandards gefertigt und zertifiziert. Unsere im Vereinigten Königreich angesiedelten Produktionsstätten sind von DNV ETL zertifiziert sowie nach ISO9001 und ISO14000.



Individuelle, nachverfolgbare Kalibrierung

Bevor er unser Werk verlässt, hat jeder Sensor eine individuelle Kalibrierung in unserem vollautomatischen Windkanal bis 75 m/s durchlaufen. Die Kalibrierergebnisse sind anhand der Seriennummer des Sensors und der eingravierten Gehäusenummer nachverfolgbar. Auf Nachfrage sind die FT-Kalibrierberichte erhältlich.

Unser Hochgeschwindigkeits-Kalibrierungswindkanal CWT2 ist mit den von Measnet akkreditierten Windkanälen der Deutschen Windguard bei Windgeschwindigkeiten von 4-38 m/s abgestimmt.

Kunden, deren Sensoren das Ergebnis einer anderen speziellen Kalibriereinrichtung nachbilden müssen, steht unsere eingebaute FT UCT-Funktion (Nutzerkalibriertabelle) zur Verfügung. Vollständige Angaben finden Sie in der Bedienungsanleitung.

Auf Wunsch liefern wir FT-Sensoren mit einer von Measnet akkreditierten Kalibrierung gemäß IEC61400-12-1 aus, durchgeführt und aufgebracht von der Deutsche WindGuard im Geschwindigkeitsbereich 2-38 m/s. Zwei Optionen stehen zur Verfügung, beide beinhalten ein WindGuard Zertifikat und eine nachverfolgbare WindGuard Kalibrierungs-ID:

- Verifizierung der FT-Kalibrierung, durchgeführt von WindGuard 2-38 m/s
- Neukalibrierung, durchgeführt und aufgebracht von WindGuard 2-38 m/s



WKA-Nachrüstung: Minnesota, USA

Austausch von ungeeigneten Ultraschall-Sensoren, die den Frostbedingungen nicht standhalten

Hintergrund

Der Kunde hatte seine Turbinen im Ausland gekauft und für das 60 Hz-Stromnetz in den USA neu verkabelt. Leider fielen die ursprünglich auf den Turbinen installierten Ultraschall-Windsensoren immer wieder aus und verursachten erhebliche Ausfallzeiten, sogar im Sommer. Im Winter vereisten sie, sodass Feuchtigkeit in eindrang und die Sensoren noch häufiger ausfielen.

Auch nach Austausch der ursprünglichen Ultraschall-Sensoren mit vergleichbaren Produkten fielen die Turbinen weiterhin aus, sodass man die Beratungsfirma bat, eine Lösung zu finden.

Der Berater Guy Le Blanc inspizierte die vorhandenen Sensoren und erklärte, dass sie nicht in der Lage sind, den unglaublich kalten Wetterlagen Minnesotas standzuhalten. Bei seiner Recherche nach möglichen Lösungen besuchte Le Blanc einen großen Windpark im Megawattbereich in der Nähe und fragte, welche Sensoren dort zum Einsatz kämen. Dort empfahl man ihm den Sensor FT702 zur Rohrmontage mit dem Hinweis, dass dieser auch den Winter über in Minnesota zuverlässig funktioniere.

Nach Gegenüberstellung der Kosten des FT702-Sensor verglichen mit entgangenen Einnahmen durch Abschaltungen und lange Ausfallzeiten durch Warten auf den Techniker zur Wartung vorhandener Sensoren, riet Guy dem Kunden zur Anschaffung des FT702-Sensors.

Ergebnisse

Seit dem Einbau der Sensoren von FT Technologies, konnte der Windparkbetreiber die Turbinenausfallzeiten, insbesondere im Winter, drastisch senken, weil die interne Beheizung des FT702 eine Vereisung und damit die Kommunikationsunterbrechung verhindert.



“Ich hatte von der zuverlässigen Leistung des FT702-Sensors gehört, jedoch erst als ich ihn in der Hand hielt und den Unterschied bei Gewicht und Größe spürte, war ich überzeugt!

“Bei dem Gespräch mit Gordon Bease, Director – North American Operations bei FT Technologies über das Projekt wurde mir klar, dass nicht alle Windsensoren identisch oder gleichwertig sind. Das hat mir wirklich die Augen geöffnet!

“Wir ersetzten den Sensor auf der linken Seite durch einen FT702LT. Es war unmöglich, vom Lieferanten Informationen hierzu zu erhalten und der Winternebel hatte den Sensor in einen Eisblock verwandelt. Jetzt lassen wir das Wetter auf uns zukommen. Dieser Sensor und FT Technologies haben einen kontinuierlichen Betrieb der Windkraftanlagen ermöglicht.

“Vielen Dank für Ihre Unterstützung und Ihr Produkt.“

Guy Le Blanc
Le Blanc Consulting



Austausch der mechanischen Anemometer

Austausch von Schalenkreuz- und Flügelradanemometern nach ständigem Ausfall bei feuchtkalter Witterung.

Hintergrund

Ein Windenergieunternehmen hatte mehrere Windparks in einer bergigen Region in Küstennähe. Aufgrund des Standorts herrschte hohe Luftfeuchtigkeit und die Winter waren sehr kalt. Die 600-MW-Windkraftanlagen hatten alle mechanische Schalenkreuz- und Flügelradanemometer, die ständig ausfielen und dann überholt werden mussten. Darüber hinaus stoppte die starke Vereisung den Betrieb der mechanischen Sensoren, was zu Ausfallzeiten bei den Windkraftanlagen und Einnahmeausfällen führte. Selbst nach einer Überholung fielen die Anemometer wegen Lagerschadens nach 6-18 Monaten wieder aus.

Um diesen kostspieligen Austauschzyklus zu beenden,

entschloss sich das Unternehmen in bessere Windsensoren zu investieren. Nach der Kontaktaufnahme und einem Gespräch mit dem Kunden installierten wir eine kleinere Anzahl unserer Windsensoren vom Typ FT702 für einen Testbetrieb.

Ergebnisse

Der Test war außerordentlich erfolgreich. Der Ultraschall-Windsensor FT702 kam mit den widrigen Bedingungen hervorragend zurecht. Da keine Vereisung mehr auftrat, verlängerte sich die Betriebszeit und der Austauschzyklus fiel weg. Die FT-Sensoren müssen auf Jahre hinaus nicht ausgetauscht werden. Durch die reduzierten Kosten konnte der Kunde die Kosten für die neuen FT-Windsensoren in einem kurzen Zeitraum wieder hereinholen.

“Vielen Dank für Ihren großen Einsatz in den vergangenen Wochen, mit dem Sie die beschleunigte Zustellung der Ultraschall-Anemometer möglich gemacht haben. Vor allem sind wir Ihnen dankbar für Ihren „Kundenfokus“, Ihre klare Kommunikation und die freundliche Betreuung unseres Direktors bei seinem Besuch in Ihrem Werk.

Der Einsatz Ihres Teams hat entscheidend zur Nachrüstung von mehr als 200 Windkraftanlagen beigetragen, bei denen technische Probleme wegen starker Vereisung aufgetreten waren. Mit der Unterstützung des FT-Teams konnten wir die Nachrüstung fristgerecht abschließen und die Folgen für unsere Kunden gering halten.

Bitte richten Sie unseren persönlichen Dank an Ihr Team aus, das diesen Einsatz unterstützt hat. Wir freuen uns auf unsere zukünftige Zusammenarbeit mit FT Technologies.“

Abteilungsleiter Beschaffung, Erneuerbare
Abteilungsleiter Produktservice, Erneuerbare





Mittelgroße Windkraftanlagen

Beseitigung des elektromagnetischen Rauschens zur Verbesserung der WKA-Leistung.



Projekt

Bei kleineren Windkraftanlagen mit 30, 50 und 100 kW ist die Gondel von ihren Abmessungen her kompakter als bei Windkraftanlagen großer Energieversorger. Der Windsensor ist näher am Generator und am Getriebe in der Gondel angeordnet. Trotz der Verwendung von Ultraschall-Sensoren beobachteten die Betreiber, dass das elektromagnetische Rauschen aus der Gondel die Leistung des Sensors beeinträchtigte. Die Kommunikation des Sensors mit der Turbine wurde unterbrochen, sodass der Betrieb der Turbinen selbst unterbrochen wurde. Schließlich wurde FT Technologies gefragt, ob die Windsensoren von FT dieses Problem lösen könnten.

Ergebnisse

Da die Ultraschall-Windsensoren von FT speziell für die Turbinensteuerung entwickelt wurden, zeichnen sie sich durch hohe Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen aus, weshalb es keine Probleme mit Rauschen gibt. Außerdem erzeugen die Sensoren aus der FT7-Serie eine stark reflektierte Schallwelle in einem kleinen Raum und damit ein starkes, leicht zu messendes Signal, das von keiner akustischen Interferenz beeinflusst wird.



FT702

Flache Frontmontage



Das FT702LT Ultraschall-Anemometer ist das Ergebnis von 10 Jahren Erfahrung von FT Technologies in der Entwicklung und Konstruktion langlebiger Windsensoren zur Turbinensteuerung, speziell für die anspruchsvollen Umgebungsbedingungen an Windturbinenstandorten. Benutzer können typischerweise mit einer Datenverfügbarkeit von über 99,9% rechnen, da das Ultraschall-Anemometer selbst unter widrigen Bedingungen zuverlässig arbeitet, in denen klassische Sensoren nicht mehr funktionsfähig sind.

Als Schutz vor solchen Problemen verfügt der Ultraschall-Sensor FT702LT über eine robuste Schutzschaltung. Der Sensor übersteht durch Blitzeinschläge verursachte Überspannungen von mehr als 4kA 8/20µs unbeschädigt.



WINDGESCHWINDIGKEIT

0-50 m/s

EINSATZBEREICH

-40 bis 85 °C

HÖHE

55 mm

GEWICHT

320 g

WINDGESCHWINDIGKEIT

Bereich.....	0-75m/s
Auflösung.....	0.1m/s
Genauigkeit.....	±0.5m/s (0-15m/s) ±4% (>15m/s)

WINDRICHTUNG

Bereich.....	0 bis 360°
Auflösung.....	1°
Genauigkeit.....	2° RMS (innerhalb ±10° zu Nullpunkt)
Genauigkeit.....	4° RMS (> ±10° zu Nullpunkt)

SENSORLEISTUNG

Messprinzip.....	Akustische Resonanz
Maßeinheiten.....	m/s, km/h oder Knoten
Datenaktualisierungsrate.....	<5 Hz
Höhe.....	0-4000 m
Luftfeuchtigkeit.....	0-100%
Schutzart.....	IP67, EN 60529 (2000)
Einstellbereich Heizung.....	0° bis 55°C

STROMVERSORGUNG

Versorgungsspannung.....	20 V to 30 V DC (Nennspannung 24 V DC) Unterstützt 12 V Batteriebetrieb bei reduzierter Heizkapazität
Versorgungsstrom..... (Heizung ausgeschaltet)	~30 mA
Versorgungsstrom..... (Heizung eingeschaltet)	Begrenzung auf 4 A (Standardeinstellung), 6 A (max)

ANALOGER SENSOR

Schnittstelle.....	4-20 mA
--------------------	---------

DIGITALER SENSOR

Schnittstelle.....	RS485 (Halbduplex)
Format.....	ASCII

FT722-FF

Flache Frontmontage



Der Windsensor FT722 mit Flacher Front wurde für die schnelle und einfache Montage an einer Metallschiene entworfen. Der Metallschiene ermöglicht die fehlerfreie Ausrichtung des Sensors an der Mittelachse der Turbine.

Als Kompaktlösung kann der Sensor als perfekter Ersatz für eine bestehende mechanische Windfahne mit Anemometer-Windmesssystem nachgerüstet werden. Ohne bewegte Teile, die dem Verschleiß und der Abnutzung unterliegen, konnte die Turbinenausfallzeit reduziert, ihre Leistungsabgabe gesteigert und die horizontale Windnachführung effizienter werden. Mit aktualisierter Software und verbesserter Genauigkeit liefert der Sensor auch in Form und Funktion einen passgenauen Ersatz für den FT702LT-FF.



WINDGESCHWINDIGKEIT

0-50 m/s

EINSATZBEREICH

-40 bis 85 °C

HÖHE

161 mm

GEWICHT

320 g

WINDGESCHWINDIGKEIT

Bereich.....	0-50 m/s
Auflösung.....	0.1 m/s
Genauigkeit	±0.3m/s (0-16 m/s)
	±2% (16-40 m/s)
	±4% (40-50 m/s)

WINDRICHTUNG

Bereich	0 bis 360°
Auflösung	1°
Genauigkeit.....	2° RMS
(innerhalb ±10° zu Nullpunkt)	
Genauigkeit	4° RMS
(> ±10° zu Nullpunkt)	

SCHALLTEMPERATUR

Auflösung	0.1°C
Genauigkeit	±2°C
Unter den folgenden Bedingungen:	
Geschwindigkeitsbereich.....	5 m/s - 60 m/s
Betriebsbereich	-20°C bis +60°C
Temperaturunterschied zwischen der Lufttemperatur und der Temperatur des Sensors selbst:	<10°C

ANALOGER SENSOR

Schnittstelle	4-20 mA
---------------------	---------

DIGITALER SENSOR

Schnittstelle	RS485 (Halbduplex)
Format.....	ASCII

SENSORLEISTUNG

Messprinzip.....	Akustische Resonanz
Maßeinheiten	m/s, km/h oder Knoten
Datenaktualisierungsrate	<10 Hz
Höhe	0-4000 m
Luftfeuchtigkeit	0-100%
Schutzart.....	IP66, IP67, IPX6K
Einstellbereich Heizung.....	0° bis 55°C

STROMVERSORGUNG

Versorgungsspannung	12 V to 30 V DC
	(Nennspannung 24 V DC)
	Unterstützt 12 V
	Batteriebetrieb bei
	reduzierter Heizkapazität
Versorgungsstrom.....	~31 mA
(Heizung ausgeschaltet)	
Versorgungsstrom.....	Begrenzung auf 4 A
(Heizung eingeschaltet)	(Standardeinstellung),
	6 A (max)

FT742-FF

Flache Frontmontage



Der Windsensor FT742 Flache Frontmontage findet breite Anwendung in der Windturbinenindustrie, sowohl Onshore als Offshore. Er ist in der Lage, Windgeschwindigkeiten bis zu 75 m/s zu messen und eignet sich somit für den Einsatz in den windigsten Regionen der Welt.

Konzipiert zum Anbau an einer Metallstange, lässt sich der Sensor einfach und fehlerfrei an der zentralen Achse der Turbine ausrichten.

Das hartanodisierte Aluminiumgehäuse ist hoch beständig gegen Korrosion, Sand, Staub, Eis und Sonneneinstrahlung. Der Sensor erfüllt die Schutzartstandards nach IP66, IP67 und IPX6K und kann Änderungen der Lufttemperatur, des Luftdrucks und der Luftfeuchte mit inhärenten Mitteln kompensieren.



WINDGESCHWINDIGKEIT

0-75_{m/s}

EINSATZBEREICH

-40 bis 85^{°C}

HÖHE

161_{mm}

GEWICHT

320_g

WINDGESCHWINDIGKEIT

Bereich.....	0-75 m/s
Auflösung.....	0.1 m/s
Genauigkeit	±0.3 m/s (0-16 m/s) ±2% (16-40 m/s) ±4% (40-75 m/s)

ANALOGER SENSOR

Schnittstelle	4-20 mA
---------------------	---------

DIGITALER SENSOR

Schnittstelle	RS485 (Halbduplex)
Format.....	ASCII

WINDRICHTUNG

Bereich	0 bis 360°
Auflösung	1°
Genauigkeit.....	2° RMS (innerhalb ±10° zu Nullpunkt)
Genauigkeit	4° RMS (> ±10° zu Nullpunkt)

SENSORLEISTUNG

Messprinzip.....	Akustische Resonanz
Maßeinheiten	m/s, km/h oder Knoten
Datenaktualisierungsrate	<10 Hz
Höhe	0-4000 m
Luftfeuchtigkeit	0-100%
Schutzart.....	IP66, IP67, IPX6K
Einstellbereich Heizung.....	0° bis 55°C

SCHALLTEMPERATUR

Auflösung	0.1°C
Genauigkeit	±2°C
Unter den folgenden Bedingungen:	
Geschwindigkeitsbereich.....	5 m/s - 60 m/s
Betriebsbereich	-20°C bis +60°C
Temperaturunterschied zwischen der Lufttemperatur und der Temperatur des Sensors selbst:	<10°C

STROMVERSORGUNG

Versorgungsspannung	12 V to 30 V DC (Nennspannung 24 V DC) Unterstützt 12 V Batteriebetrieb bei reduzierter Heizkapazität
Versorgungsstrom.....	~31 mA (Heizung ausgeschaltet)
Versorgungsstrom.....	Begrenzung auf 4 A (Heizung eingeschaltet) (Standardeinstellung), 6 A (max)

FT742-DM50

Direktmontage



Der FT742-DM50 Windsensor lässt sich direkt auf ein Rohr mit 47,9 bis 51 mm Aussendurchmesser aufstecken und vermag Windgeschwindigkeiten bis zu 75 m/s zu messen. Dank seines verbesserten Korrosions- und Blitzschutzes, stellt der DM50 eine großartige Wahl sowohl für Windturbinen. Zur leichteren Ausrichtung kann eines speziellen Ausricht- und Montagewerkzeug für die Montage des DM50 verwendet werden.

Die kleine und sehr robuste Bauweise sorgen sogar bei geringer Leistung für eine leichte Beheizbarkeit. Das Fehlen von bewegten, schadanfälligen Teilen sowie seine Stoß- und Schwingungsfestigkeit sorgen für eine gute Transportfähigkeit und konstante Leistung über lange Zeiträume. Das hartanodisierte Aluminiumgehäuse ist hoch beständig gegen Korrosion, Sand, Eis, Sonneneinstrahlung und Angriffe durch Vögel. Der Sensor erfüllt die Schutzartstandards nach IP66, IP67 und IPX6K.



WINDGESCHWINDIGKEIT

0-75_{m/s}

EINSATZBEREICH

-40 bis **85**°C

HÖHE

174_{mm}

GEWICHT

535_g

WINDGESCHWINDIGKEIT

Bereich.....	0-75 m/s
Auflösung.....	0.1m/s
Genauigkeit	±0.3m/s (0-16 m/s) ±2% (16-40 m/s) ±4% (40-75 m/s)

WINDRICHTUNG

Bereich	0 bis 360°
Auflösung	1°
Genauigkeit.....	4° RMS

SCHALLTEMPERATUR

Auflösung	0.1°C
Genauigkeit	±2°C
Unter den folgenden Bedingungen:	
Geschwindigkeitsbereich.....	5 m/s - 60 m/s
Betriebsbereich	-20°C bis +60°C
Temperaturunterschied zwischen der Lufttemperatur und der Temperatur des Sensors selbst:	<10°C

ANALOGER SENSOR

Schnittstelle	4-20 mA
---------------------	---------

DIGITALER SENSOR

Schnittstelle	RS485 (Halbduplex)
Format.....	ASCII

SENSORLEISTUNG

Messprinzip.....	Akustische Resonanz
Maßeinheiten	m/s, km/h oder Knoten
Datenaktualisierungsrate	<10 Hz
Höhe	0-4000 m
Luftfeuchtigkeit	0-100%
Schutzart.....	IP66, IP67, IPX6K
Einstellbereich Heizung.....	0° bis 55°C

STROMVERSORGUNG

Versorgungsspannung	12 V to 30 V DC (Nennspannung 24 V DC) Unterstützt 12 V Batteriebetrieb bei reduzierter Heizkapazität
Versorgungsstrom.....	~31 mA (Heizung ausgeschaltet)
Versorgungsstrom.....	Begrenzung auf 4 A (StandardEinstellung), 6 A (max)

Daniel Reid
Account Manager - Windenergie
daniel.reid@fttechnologies.com

Aled Lumley
Senior Applications Engineer
aled.lumley@fttechnologies.com

DIE WIDERSTANDSFÄHIGSTEN WINDSENSOREN WELTWEIT
de.fttechnologies.com

FT Technologies
Sunbury House, Brooklands Close
Sunbury on Thames, TW16 7DX, UK
T: +44 (0)20 8943 0801