

Sensornahe Messtechnik

Windtest Grevenbroich



Abb. 1: Testfeld Grevenbroich

Die windtest grevenbroich GmbH (wtg) betreibt seit 1998 auf der Frimmersdorfer Höhe, südlich von Grevenbroich, Europas größtes Binnentestfeld für Windenergieanlagen. Dort werden Prototypen und Testanlagen mit einer Nennleistung von 20 kW bis 3000 kW getestet und nach internationalen Richtlinien vermessen und zertifiziert.

Für den Test der Windenergieanlagen (Abk.: WEA) vertraut das Unternehmen seit 1998 auf die Messsysteme von imc Text & Measurement und sorgt für eine bessere und saubere Zukunft der Energiebranche.

Der Kunde

Die wtg ist ein Unternehmen, welches seit seiner Gründung 1998 Windenergieanlagen mit **imc Messtechnik** testet. Das Unternehmen führt unter anderem Leistungsmessungen, Beanspruchungsmessungen sowie Schallemissionsmessungen nach DIN EN ISO 61400-XX durch.

System Überblick:

imc Messgeräte	Qty.
imc C-Serie (CRS)	12
imc CRONOSflex (CRFX)	31
CAEMAX Telemetrie	6
imc Polares / imc miniPolares mobiler Netzqualitätsanalysator	7
Module	
CRFX/2000-G CRONOSflex-Basismodul mit CAN-Bus	31
CRFX/ISO2-8 CRONOSflex-Modul mit 8 Signaleingängen zu Messung von Spannung, Strom und Temperatur	
CRFX/AUDIO2-4 CRONOSflex-Modul mit 4 galvanisch isolierten Kanälen zur Messung von IEPE/ICP-Sensoren	
CRFX/DCB2-8 8-kanaliges CRONOSflex-Modul als Brückenmessverstärker für vielkanalige DMS-Anwendungen mit mittlerer Bandbreite	
CRFX/HV2-2U2I 4-kanaliges CRONOSflex-Modul zur direkten Erfassung hoher Spannungen und Ströme	
imc AD-Beschleunigungssensor	
imc Software	
imc Online FAMOS Pro Echtzeit-Datenanalyse-Plattform für imc CRONOS Geräte	
imc STUDIO Pro Umfangreiche Messsoftware für den gesamten Testprozess: Messung, Visualisierung, Automatisierung, Datenanalyse	
imc FAMOS Enterprise + imc FAMOS Pro Daten Nachbearbeitung, Analyse und Visualisierung	

Dezentral, modular, und störsicher

Die messtechnische Lösung der Aufgabenstellung kann bei derartigen Vermessungen sehr unterschiedlich sein. Dabei werden Sensorik und Datenübertragung an die jeweiligen konstruktiven Gegebenheiten angepasst. Durch die starke elektromagnetische Verschmutzung der WEA werden dezentrale Messmodule so genannte **CRONOSflex-Module** der Firma **imc** eingesetzt. Diese erlauben es sensornah zu messen, dadurch werden elektromagnetische Störungen unterdrückt. Die gemessenen Kanäle werden anschließend über einen digitalen EtherCAT-Bus mit bis zu 100 kHz pro Kanal zu einem Datensammler (**imc CRONOSflex-2000-G**) übertragen. Alternativ zum kabelgebundenen EtherCAT-Bus kann die Signalübertragung auch komplett drahtlos mit Hilfe eines „Fibre Optic“ Lichtwellenleiters erfolgen.

Als weitere Messkanäle sind alle Größen zu erfassen, die den jeweiligen Betriebszustand der WEA beschreiben, wie elektrische Leistung, Anlagenstatus, Drehzahl, Pitch- bzw. Tipwinkel und Gondelposition.

Diese Messergebnisse werden mit den meteorologischen Randbedingungen (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Turbulenzintensität, Luftdichte), ins Verhältnis gesetzt.

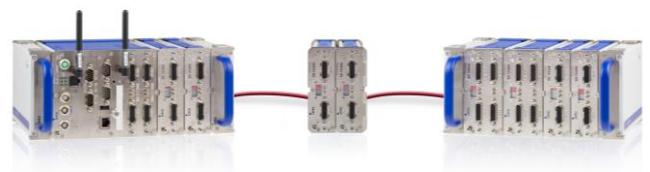


Abb. 8: modulares Messsystem imc CRONOSflex

Messung der dynamischen Beanspruchung

Windenergieanlagen (WEA) sind während des Betriebes ständig wechselnden mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, hervorgerufen vor allem von der Rotation der Rotorblätter und der Einwirkung des Windes auf die Anlage. Die Ermittlung der tatsächlichen Belastungen ist nur durch Messungen an einer WEA möglich.

So wird hauptsächlich die Auslegung von Prototypen überprüft und verifiziert.



Abb. 2: WEA in Grevenbroich

Hierfür werden die Biege- und Torsionsmomente an den hochbelasteten Stellen (Blattwurzel, Hauptwelle, Turmkopf, Turmfuß) mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen (DMS) erfasst und im Anschluss an das **imc System** (Messmodul: **imc CRFX/DCB2-8-Protect**) via EtherCAT weitergegeben.

Die **imc Geräte** befinden sich im Turm, in der Gondel und in der Nabe der WEA und liefern so ein **ganzheitliches** Messergebnis für die Anlage.



Abb. 3: Modul CRFX-DCB2-8

Die Leistungskurve

Die Messung der Leistungskurve ist ein zentraler Bestandteil der Prototypvermessung von Windenergieanlagen. Hier reicht eine bloße Berechnung der Leistungskurve nicht aus, weil schon geringste Messabweichungen zwischen Theorie und Praxis die Ergebnisse erheblich verfälschen können.

Die wtg setzt hierfür das imc *CRONOSflex* Modul **CRFX-HV2-2U2I** ein. Das 4-kanalige Modul erfasst hohe Spannungen (bis zu 1000V) und Ströme mit einer Abtastrate von bis zu 100 kHz.



Abb. 5: Modul CRFX-HV2-2U2I

Schwingungsmessungen

Durch Windeinwirkung und die Abstrahlung der Turbine, der Wellen und des Generators treten in der Windenergieanlage vielfältige Schwingungen auf, die sich in einer erhöhten mechanischen Beanspruchung der Anlage insgesamt sowie in Schallemissionen manifestieren.

Um diese Schwingungen zu messen, kommt an den wtg Prototypen **imc CRONOSflex-ISO2-8**-Modul zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um einen isolierten Differenzmessverstärker mit 8 galvanisch getrennten, potentialfreien Kanälen zur hochgenauen Messung von IEPE/ICP-Sensoren.

Die Schwingungen werden mit dem **imc AD-Beschleunigungssensor**, mit einer Bandbreite von bis zu 23 kHz, gemessen und an das **imc System** übertragen.



Abb. 6: Modul CRFX-ISO2-8 und Beschleunigungssensor

Schallemissionsmessung

Windenergieanlagen erzeugen in Deutschland bereits ca. 20% des Stroms und sind damit nach der Braunkohle der zweitwichtigste Lieferant für elektrische Energie. Um diese Position auch in Zukunft zu halten und die fossilen Energieträger nachhaltig abzulösen, muss die Akzeptanz der Windenergie in der Bevölkerung gesichert sein. Um den Vorbehalten gegenüber der Lautstärke einer Windenergieanlage zu begegnen, muss die Schallemission immer weiter verbessert werden. Nur so kann sich die Windenergie als wichtigster Energieträger der Zukunft durchsetzen.

Für diese Aufgabe wird das imc CRONOSflex Messmodul **CRFX/AUDIO2-4** eingesetzt. Das Modul besitzt 4 galvanisch isolierte Kanäle zur Messung von IEPE/ICP-Sensoren (wie z.B. Messmikrofone). So werden Schallemissionen nach der FGW-Richtlinie „Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“ bzw. der IEC 61400-11 hochgenau bestimmt.



Abb. 7: Modul CRFX-AUDIO2-4

Torsions- und Biegemomente

Auch an der schwer erreichbaren Antriebswelle werden Messungen vorgenommen, die Torsions- und Biegemomente aufzeichnen. Da hier das Messen mit verdrahteten Messmodulen nicht möglich ist, kommt eine Telemetrielösung der Firma CAEMAX, einem Partnerunternehmen von imc und Teil der **imc-Group**, zum Einsatz. Das Messmodul der Firma CAEMAX kann 4 DMS-Halbbrücken gleichzeitig erfassen und misst drahtlos und digital.

Bestimmung der Netzqualität

Schließlich muss gesichert sein, dass bei der Netzanbindung neuer WEA in das öffentliche Versorgungsnetz andere Kundenanlagen und Betriebsmittel nicht gestört werden. Daher fordern die Betreiber von Verteilungs- und Übertragungsnetzen die Vermessung der elektrischen Eigenschaften der WEA vor dem

Anschluss an ihre Netze. Dabei werden definierte Grenzwerte der Netzqualität einer WEA überprüft und nach DIN EN 50160 zertifiziert. Mit den Messgeräten **imc Polares** (mobiler Netzqualitätsanalysator) und **imc miniPolares** (stationäre Ausführung) werden in Grevenbroich die Einflüsse und eventuelle Störungen der Versorgungsspannung gemessen: Frequenz, Kurvenform, Spannungseinbrüche, Symmetrie, Flicker sowie Schwingungen wie Harmonische und Zwischenharmonische.



Abb. 4: imc miniPolares (links) und imc Polares (rechts)

Windtest Analyse Software

In Zusammenarbeit mit der wtg haben wir eine kundenspezifische Lösung entwickelt, die „Windtest Analyse Software“. Diese Software ist aus **imc** Komponenten aufgebaut und dient zur Onlineüberwachung und Auswertung der Messdaten nach IEC 61400-xx für Performancetests, Lebensdaueruntersuchung, Netzqualitätsanalyse und Schallemissionsmessung der WEAs’.

Vorteile des imc Messsystems

Die Datenaufzeichnung erfolgt i.d.R. mit einer Abtastrate von 50 bis 100 kHz. Kurzzeitige Vorgänge – insbesondere Stoppvorgänge führen häufig zu extremen Lastspitzen. Diese können mit den hohen Abtastraten genau untersucht werden.

Störungen, die durch die elektromagnetische Belastung auftreten, werden durch die sensornahe A/D-Wandlung auf das geringste Maß reduziert. Intelligente Echtzeitverarbeitung, mit **imc Online Famos**, und lokale Speicherung

der Messdaten ermöglichen eine monatelange sichere Datenaufzeichnung.

Die gesamte Messtechnik wird darüber hinaus gegen Umwelt- und Unwettereinwirkungen geschützt. Ein ESD-Protection Modul verhindert eine Beschädigung des Messsystems durch Überspannung und Blitzschlag.

Fazit

Mit einem umfangreichen und vielfältigen Paket an Messwerkzeugen stellt **imc Test & Measurement** für die Messung an Windenergieanlagen eine ganzheitliche Lösung bereit. Bei der wtg reicht dies von der Messung dynamischer mechanischer Beanspruchungen über Leistungs- und Schallmessungen bis zur Überprüfung der Netzspannungsqualität der Windenergieanlagen. Ergänzend dazu bietet **imc** mit der Messtechniksoftware **imc Studio**, der Messanalysesoftware **imc Famos** sowie der kundenspezifischen „**Windtest Analyse Software**“ die zugehörige Software für die Messung, Messdatenauswertung und das Reporting.

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

imc Test & Measurement GmbH

Voltastr. 5
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0
Fax: +49 (0)30-46 31 576
E-Mail: hotline@imc-tm.de
Internet: <http://www.imc-tm.de>

Die imc Test & Measurement GmbH ist Hersteller und Lösungsanbieter von produktiven Mess- und Prüfsystemen für Forschung, Entwicklung, Service und Fertigung. Darüber hinaus konzipiert und produziert imc schlüsselfertige Elektromotorenprüfstände. Passgenaue Sensor- und Telemetriesysteme ergänzen unser Produktportfolio.

Unsere Anwender kommen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Bahn, Luftfahrt und Energie. Sie nutzen die imc-Messgeräte, Softwarelösungen und Prüfstände, um Prototypen zu validieren, Produkte zu optimieren, Prozesse zu überwachen und Erkenntnisse aus Messdaten zu gewinnen. Rund um die imc Geräte steht dafür ein umfassendes Dienstleistungsspektrum zur Verfü-

gung, das von der Beratung bis zur kompletten Prüfstandsautomatisierung reicht. Auf diese Weise verfolgen wir konsequent das imc Leistungsversprechen „produktiv messen“.

National wie international unterstützen wir unsere Kunden und Anwender mit einem starken Kompetenz- und Vertriebsnetzwerk.

Wenn Sie mehr über die imc Produkte und Dienstleistungen in Ihrem Land erfahren wollen oder selbst Distributor werden möchten, finden Sie auf unserer Webseite alle Informationen zum imc Partnernetzwerk:

<http://www.imc-tm.de/partner/>



Nutzungshinweis:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichung und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage www.imc-tm.de genannt werden. Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: marketing@imc-tm.de. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.