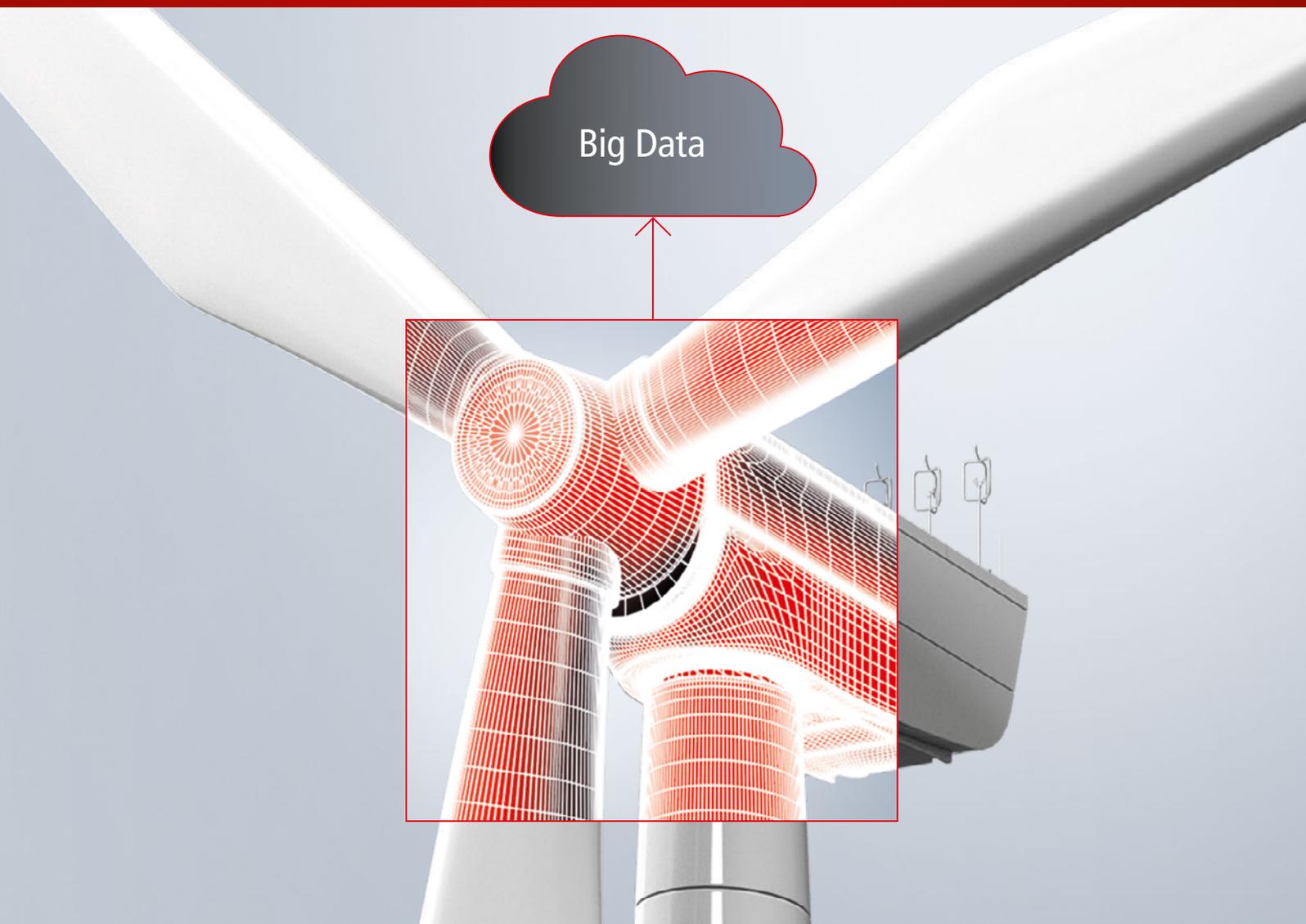


PC-based Control für Wind 4.0

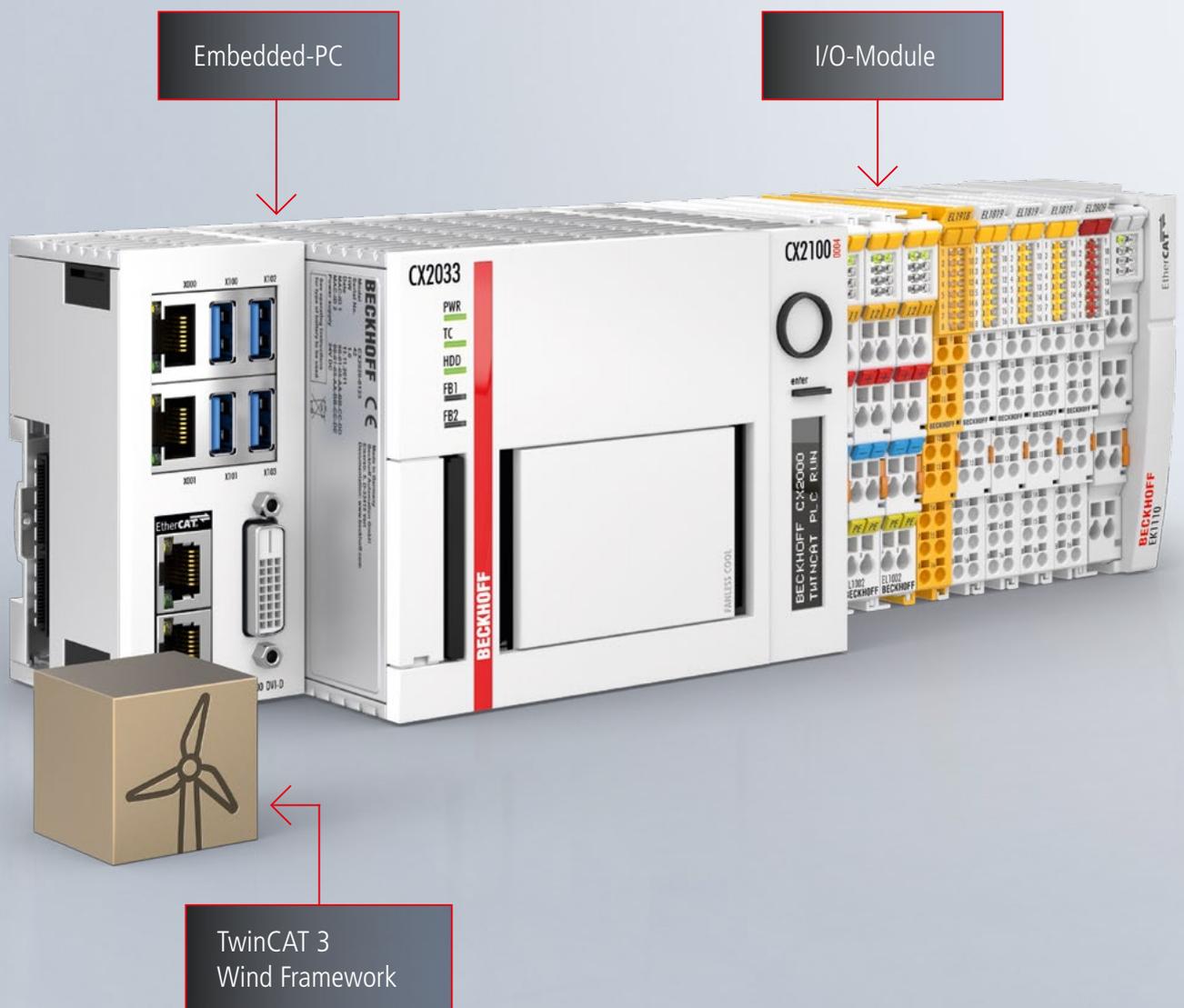


PC-based Control: Die durchgängige Steuerung für Windenergie- anlagen

Mit PC- und EtherCAT-basierter Steuerungstechnik stellt Beckhoff weltweit erprobte Systemlösungen zur Verfügung: Mehr als 100.000 Windenergieanlagen bis zu einer Größe von 16 MW wurden weltweit mit Beckhoff Technologie automatisiert. Als Steuerung fungieren ein Embedded-PC mit angereichten I/O-Modulen, EtherCAT als durchgängiges Kommunikationssystem sowie die Automatisierungssoftware TwinCAT. Robuste Hardwarekomponenten und die Nutzung industrieller Kommunikationsstandards bieten Anlagenbetreibern optimalen Investitionsschutz. Unser Expertenteam für die Windenergie unterstützt Anlagenbauer mit langjähriger Branchener-

fahrung: vom Schaltschrankbau bis zur Inbetriebnahme.

Alle Funktionen, von der Betriebsführung, der Pitchregelung über die Visualisierung und die Sicherheitstechnik bis zum Condition Monitoring, dem Fernzugriff und der Windparkvernetzung, kommen auf einer zentralen CPU zum Ablauf. Flexibilität beim Steuerungsdesign, leistungsmäßige Skalierbarkeit und ein hoher Integrationsgrad – damit macht PC-based Control Windenergieanlagen noch effizienter und wirtschaftlicher. Die Modularität der Hard- und Softwarekomponenten ermöglicht Ihnen die Konfiguration einer leistungsgerechten Steuerung für Ihre Anlage und



erlaubt nachträgliche Erweiterungen und Änderungen, beispielsweise das Nachrüsten von Condition Monitoring ohne großen Kostenaufwand. Mit dem TwinCAT 3 Wind Framework haben wir ein Softwaretool geschaffen, das den Gedanken von Industrie 4.0 in die Windenergie portiert und Anlagenbauer optimal bei der Programmierung ihrer Anlagen unterstützt.

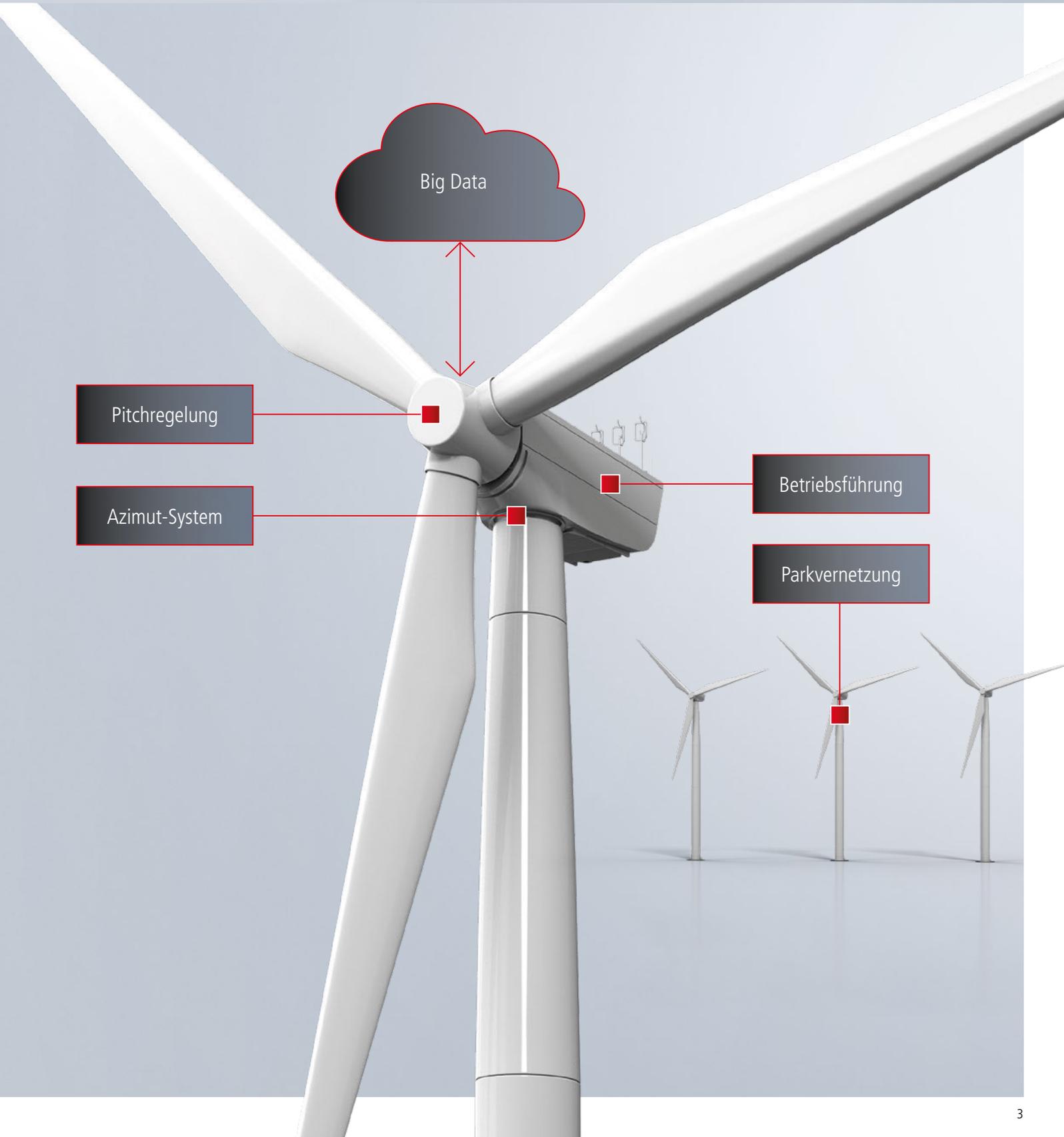
Ergänzt wird das Beckhoff Leistungsspektrum durch den Schaltschrankbau, vom Schaltplandesign bis zur Prototypen- oder Serienfertigung.

► www.beckhoff.com/wind



PC-based Control für Windenergieanlagen

- einheitliche Steuerungsplattform für Betriebsführung, Pitchregelung, Parkvernetzung und Azimut-System
- Flexibilität beim Steuerungsdesign
- leistungsmäßige Skalierbarkeit
- modulare Erweiterbarkeit
- reduzierte Hardware- und Engineering-Kosten
- erhöhte Effizienz und Wirtschaftlichkeit

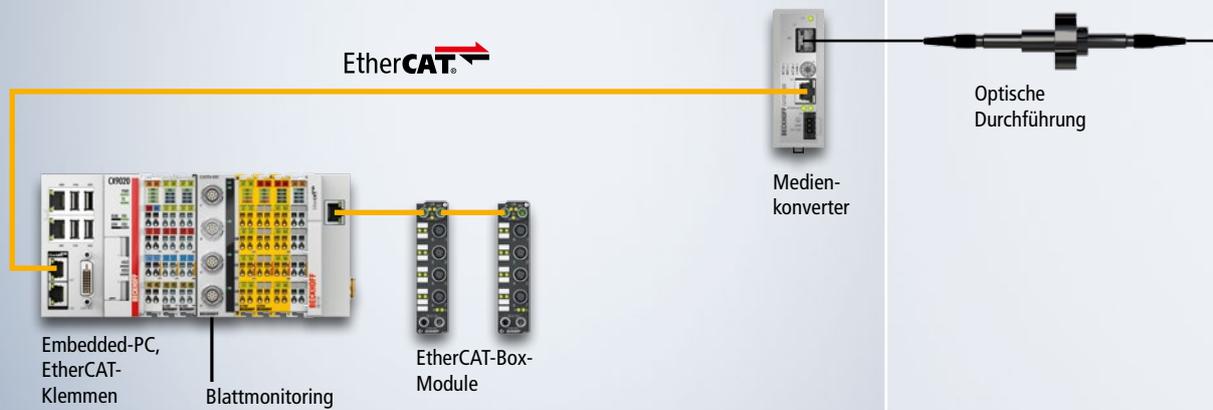


Eine System- lösung für alle Steuerungs- funktionen

Der Embedded-PC im Turmfuß sammelt und verarbeitet alle Daten, kontrolliert die Netzeinspeisung und kommuniziert mit der Leitwarte. Sicherheits- und Messtechnik sowie Condition Monitoring werden über entsprechende I/O-Module nahtlos in die Steuerung integriert. An den Leitrechner sind, via EtherCAT, der Umrichter im Turmfuß, das I/O-System zur Betriebsführung in der Gondel und der Pitch-Controller in der Nabe angebunden. Unterlagerte Feldbusse zur Ansteuerung von Subsystemen werden über entsprechende Schnittstellen ins Feld verlagert. Die durchgängige Nutzung von EtherCAT beschleunigt die

Kommunikation, gleichzeitig vereinfachen sich Projektierung, Programmierung und Verkabelung der Windenergieanlage. Offene Schnittstellen in Hard- und Software erlauben die durchgängige Kommunikation vom Sensor bis in die Cloud.

Pitchregelung



Parkvernetzung

EtherCAT

Big Data

ADS, OPC UA,
IEC 61400-25,
IEC 61850,
IEC 60870-5-104,
Modbus TCP
AMQP
MQTT

Pitchregelung

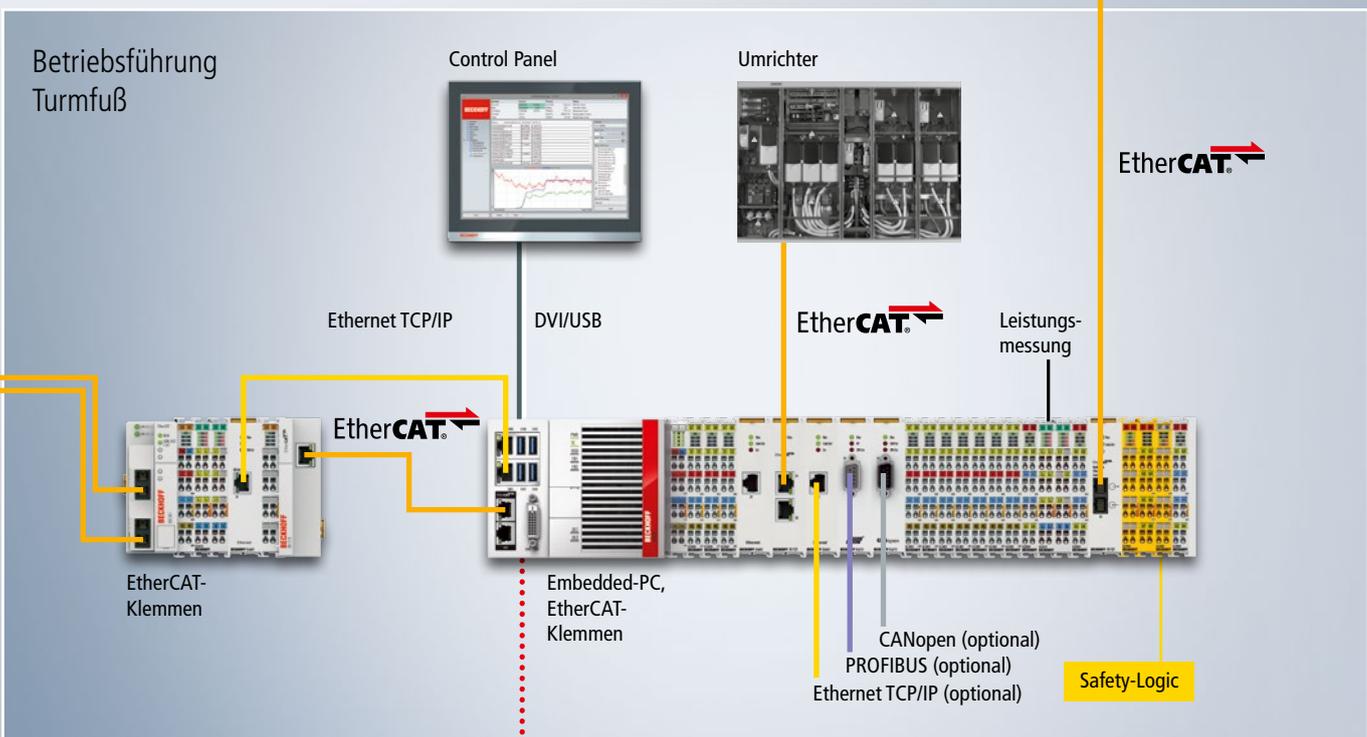
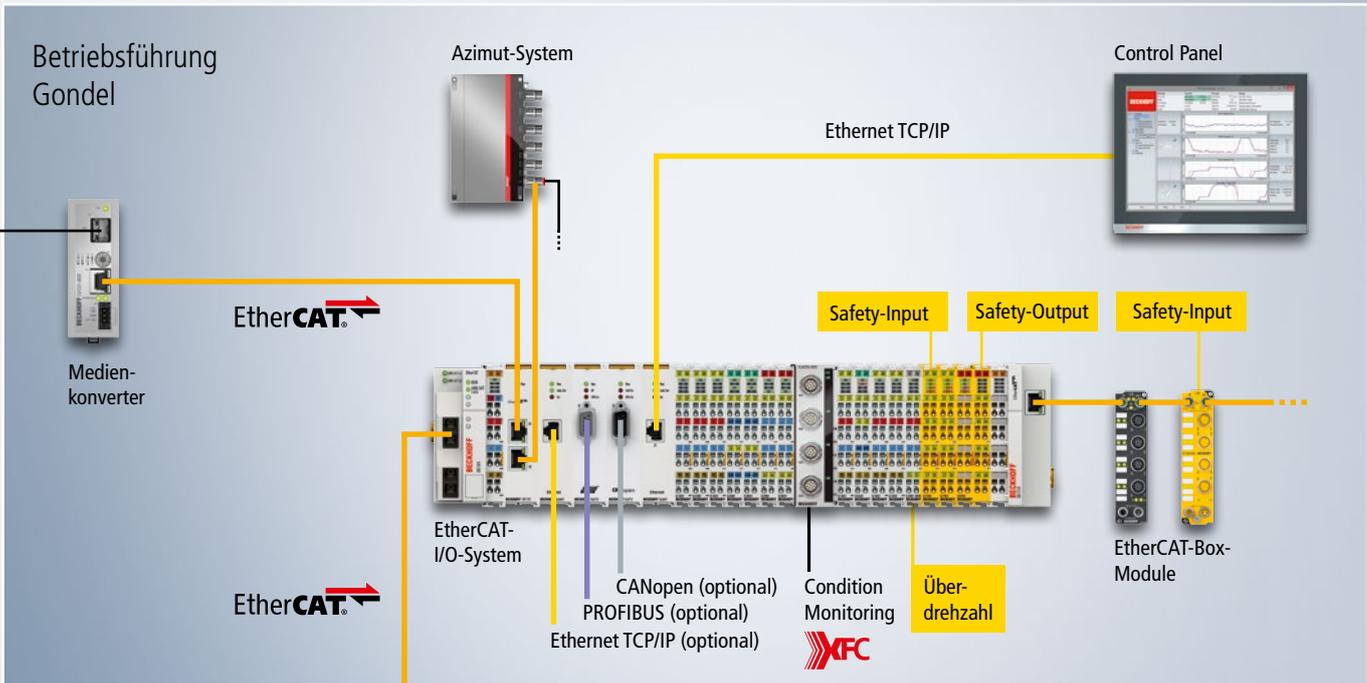
Wir bieten eine komplette Steuerungslösung für Pitchsysteme: Die hutschienenmontierbaren Embedded-PCs mit angereicherten EtherCAT-I/O-Klemmen- oder -Box-Modulen in IP67 eignen sich optimal zur Kollektiv- oder Einzelblattverstellung der Rotorblätter. Encoder-Klemmen für alle Arten von Blattwinkelgebern sind als Standard verfügbar. Intelligente Regelungsroutinen reduzieren die auf die Anlage einwirkenden Lasten und erhöhen so deren Lebensdauer.

Betriebsführung

Für die Betriebsführung in Turmfuß und Gondel steht eine vollständige Lösung in Hard- und Software zur Verfügung. Die Anbindung an übergeordnete Leitsysteme erfolgt über international genormte Fernwirkprotokolle. Auf dem PC sind Server für den Remote-Access integriert, die den Fernzugriff auf die Steuerung erlauben. Über TwinSAFE wird die traditionell hart verdrahtete, überlagerte Sicherheitskette in die Automatisierung integriert. Die Kommunikation zwischen Turmfuß und Gondel wird kostengünstig und flexibel mit EtherCAT über Lichtwellenleiter realisiert.

Leistungsmessung

Bei der 3-Phasen-EtherCAT-Klemme EL3453 für Messspannungen bis zu 690 V AC stehen anspruchsvolle Prozesssteuerungsaufgaben im Vordergrund. Die Klemme aktualisiert hierfür ihre Prozesswerte mit jeder Halbwelle, was bei 50 Hz einem Intervall von 10 ms entspricht. Hinsichtlich der Ausstattung lassen sich hier vier galvanisch getrennte und im Messbereich frei einstellbare Strommesskanäle für 100 mA, 1 A oder 5 A und einer Stoßüberlastbarkeit von 60 A nutzen. Außerdem steht ein breites Portfolio an Stromwandlern zur Implementierung zuverlässiger Leistungssensoren direkt im Feld bereit.

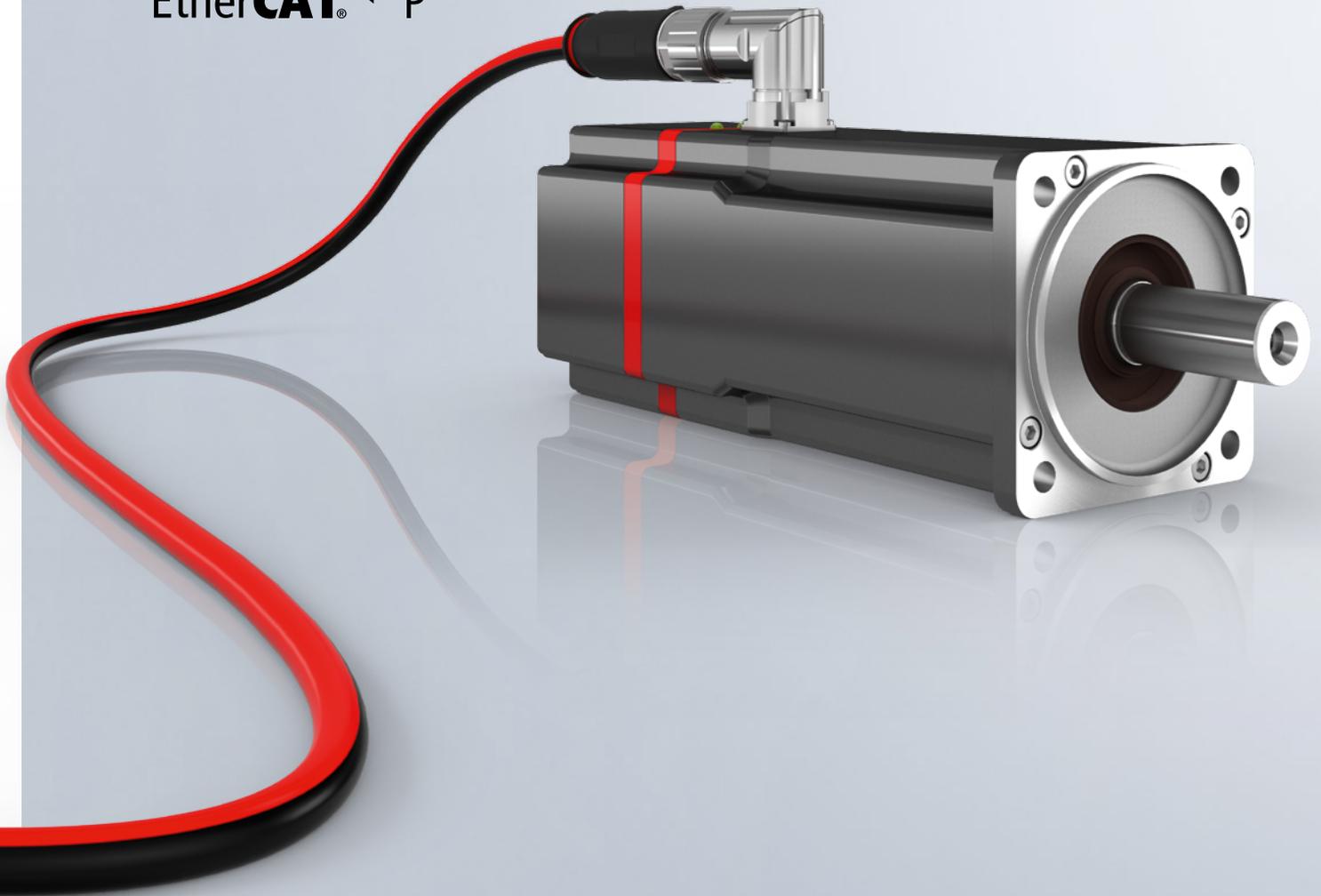


Antriebssystem AMP8000 optimiert den Windertrag

Das Azimut-System dreht bei Windrichtungsänderung den Anlagenrotor der Windenergieanlage optimal in den Wind. Für diese horizontale Ausrichtung und das Arretieren des Maschinenhauses werden neben den elektrischen Antrieben typischerweise auch hydraulische Bremssysteme genutzt. Durch die permanente Nutzung des Bremsaggregats bei der aktiven Windnachführung entsteht ein ständiger Verschleiß im Azimut-System und daraus folgend ein hoher Wartungsaufwand. Verschleißärmer und effizienter ist die Nutzung der vorhandenen elektrischen Antriebssysteme zum Aufbau des erforderlichen Gegenmoments und zum Verspannen der Mechanik.

Traditionelle Antriebssysteme basieren oft noch auf netzbetriebenen Asynchronmotoren ohne Sanftanlauf, da diese relativ kostengünstig sind. Um dennoch ein sicheres Anlaufmoment in weichen Versorgungsnetzen zu erreichen, werden der Motor und die vorgelagerten Versorgungselemente oft stark überdimensioniert. Moderne Windkraftanlagen bieten jedoch immer weniger Platz für Schaltschränke; vor allem in der Gondel müssen zusätzliches Gewicht und Volumen vermieden werden. Diese Anforderungen erfüllt das Antriebssystem AMP8000 mit dezentraler, im Motor integrierter Servofunktionalität optimal. Je nach Anlagengröße und Lastenbedarf können

EtherCAT[®]  P



Anzahl und Leistung der Motoren für die zuverlässige Auslegung der Antriebs- und Bremsmomente angepasst werden. Im Vergleich zu traditionellen Lösungen bietet das Servoantriebssystem basierend auf den AMP-Modulen von Beckhoff mehr Effizienz und die Sicherheit ausreichender Losbrechmomente auch bei Spannungseinbrüchen.

Aufgrund der verschleißbehafteten Betriebsbremse wird die Windnachführung in vielen Anlagen nur sehr reserviert betrieben. Mit dem neuen Ansatz, in dem die dynamischen Bremsleistungen ohne Mitwirken des hydraulischen Bremssystems erreicht werden, lässt sich an vielen Windparkstandorten ein höherer Energieertrag erreichen.

Dezentrale Servo-Antriebstechnik in der Gondelverstellung

- erhöhter Energieertrag durch dynamischere Windnachführung
- Kostenreduktion durch geringeren Wartungsaufwand
- AMP-Module reduzieren Einbaubauraum und Gewicht in der Gondel.
- Minimierung der Kabel- und Montagekosten
- optionale Sicherheitsfunktionen
- integrierte Zustandsüberwachung und Remote-Diagnose

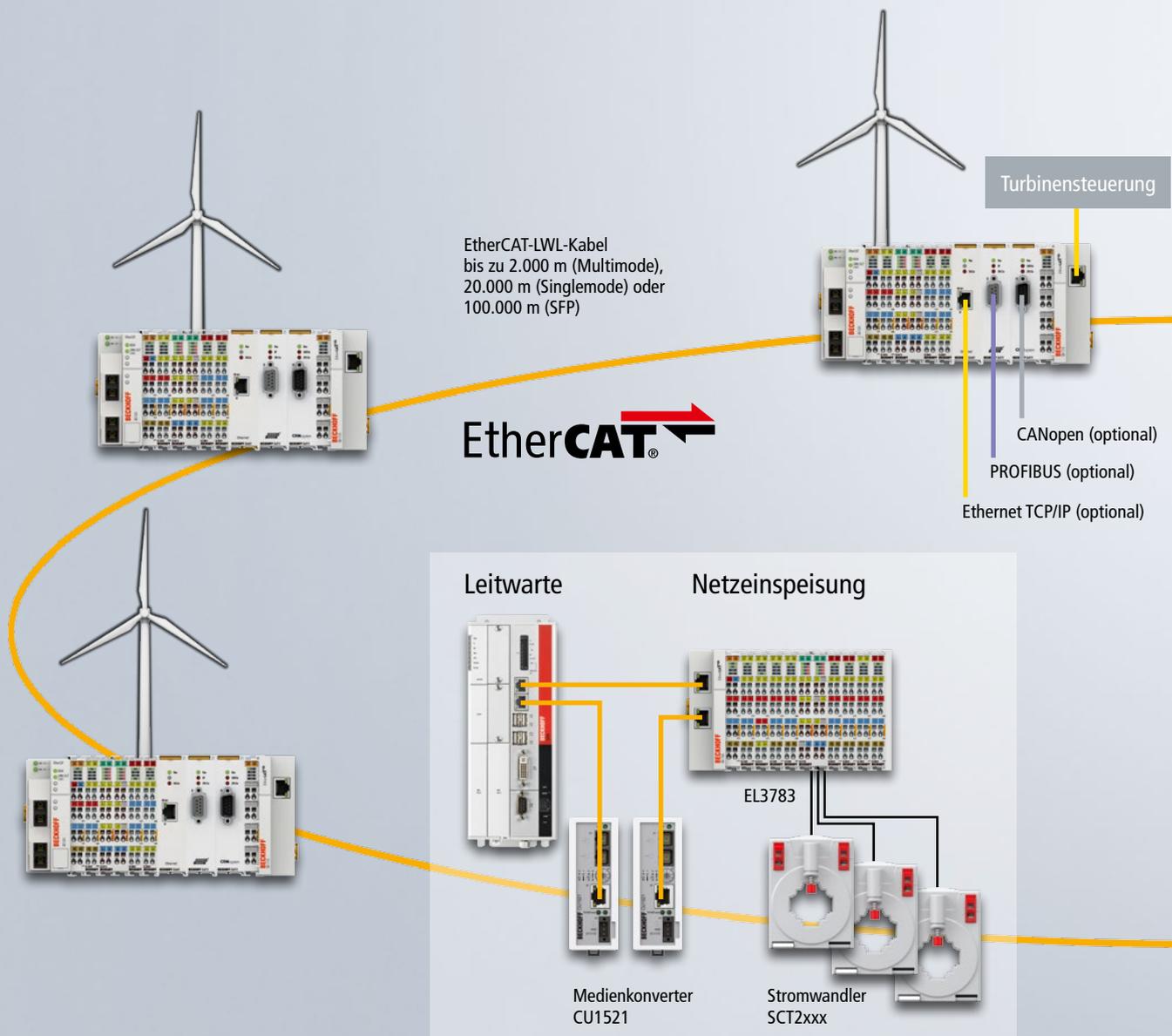


Ultraschnelle Windpark- vernetzung mit EtherCAT

Die Erzeuger erneuerbarer Energien stehen vor der Herausforderung, Stromnetze bei Spannungseinbruch (LVRT) zu stützen. Hier setzt die Windparkvernetzung mit EtherCAT aufgrund ihrer hohen Geschwindigkeit neue Maßstäbe: Im Falle eines LVRT lassen sich die Sollwertvorgaben für alle Windkraftanlagen in weniger als 1 ms im gesamten Parknetz ermitteln und die Regelung von Strom, Spannung und Frequenz anpassen, sodass das Stromnetz optimal gestützt wird. Hierzu kann die bestehende Ethernet-Infrastruktur auf Basis von LWL-Technik ohne Einbußen bei der Geschwindigkeit über Distanzen bis zu 100 km verwendet werden. Sogar die Synchronisation

der IGBTs von Umrichtern innerhalb eines Windparks ist mit dieser Technik realisierbar.

Die Windparkvernetzung mit EtherCAT ist nicht nur schneller im Vergleich zu konventionellen Ethernet-Lösungen, sondern bietet durch den Verzicht auf Switches oder Hubs auch Kostenvorteile. Über die in das Automatisierungssystem integrierte EtherCAT-Leistungsmessklemme EL3783 lassen sich Augenblickswerte von Strom und Spannung hochfrequent mit bis zu 20.000 Samples/s erfassen. Mit den Distributed Clocks von EtherCAT sind die Messwerte aller Windkraftanlagen und die Messung am Einspeisepunkt eines Parks auf ein Zeitfenster kleiner als



1 μ s synchronisierbar. TwinCAT unterstützt das standardisierte Kommunikationsprotokoll der IEC 61400-25 für Windenergieanlagen, wodurch die Überwachung und Steuerung heterogener Windparks, inklusive der Anbindung an die Stromversorger, vereinfacht wird.

EtherCAT: der Highspeed-Feldbus für Windparks

- ultraschnelle Windparkvernetzung
- Reaktionszeit unter 1 ms
- Strom- und Spannungsmessung mit 20.000 Samples/s
- optimaler Schutz vor Spannungseinbruch
- Überwachung heterogener Windparks durch standardisierte Kommunikationsprotokolle



Steuerungs- integriertes Condition Monitoring

Der Betrieb und die Wartung moderner Windenergieanlagen verursachen nicht unerhebliche Kosten. Um diese wettbewerbsfähig zu halten, müssen die Ausfallrisiken minimiert, die Wartungskosten gesenkt sowie die Anlagenverfügbarkeit und die Energieeffizienz gesteigert werden. Hier kommt Condition Monitoring ins Spiel: Nicht nur für Offshore-Windenergieanlagen oder Anlagen in entlegenen Regionen, sondern generell empfiehlt sich die Überwachung von Getrieben und Generatoren.

Beckhoff nutzt die leistungsstarken Prozessoren moderner PC-Technologie und EtherCAT als schnelles Kommunikationssystem und integriert

das Condition Monitoring nahtlos in die Steuerung. Dabei werden die Schwingungen von Lagern oder elektrischen Maschinen von Beckhoff Standard-Messtechnikklammern erfasst und über EtherCAT an die Steuerung übertragen. Konfiguration, Programmierung und Diagnose erfolgen mit TwinCAT in einem System.

Das steuerungsintegrierte Condition Monitoring ist, was eine verbesserte Fehlererkennung und eine ganzheitliche Systembetrachtung angeht, den klassischen, hardwarebasierten Condition-Monitoring-Lösungen überlegen. Durch die Integration weiterer Signale aus der Betriebsführung, wie Temperaturen, Drücke und Strom, werden



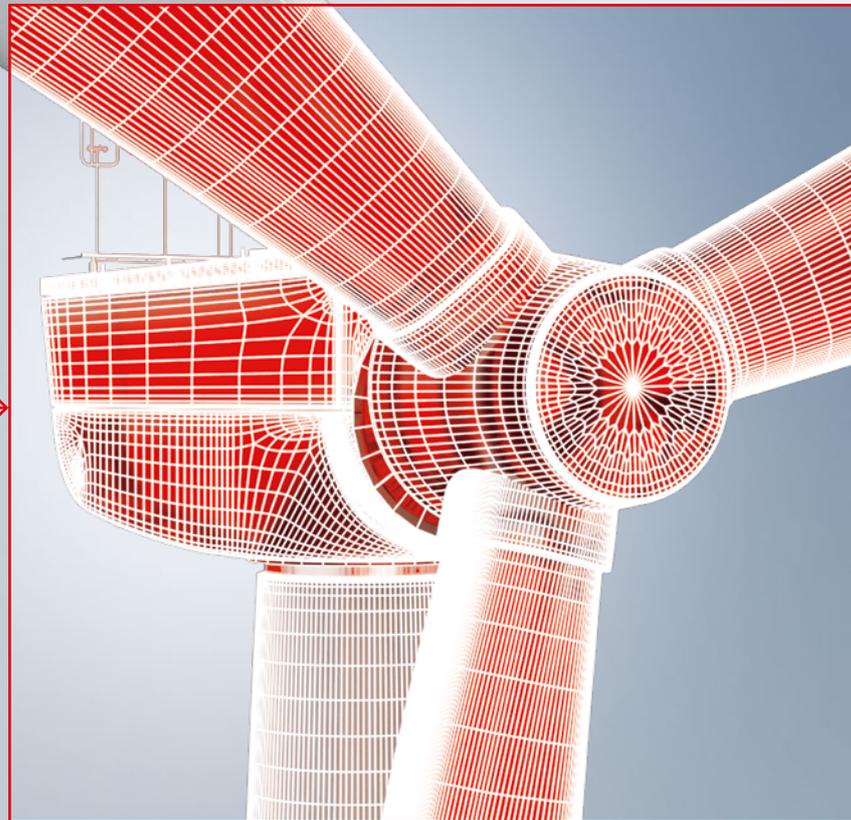
EtherCAT®

Fehlalarme vermieden und die Fehlererkennung verbessert. Insbesondere wenn viele Daten von unterschiedlichen Teilnehmern zur Analyse herangezogen oder Schadfrequenzen drehzahlabhängig bewertet werden müssen, ist eine zentrale PC-basierte Steuerung von Vorteil, die Signale im Mikrosekundenbereich erfassen und verarbeiten kann.

Aber auch Kostensenkungen in Bezug auf die Systemkosten, den Installationsaufwand und die Wartung sprechen für ein steuerungsgintegriertes Condition Monitoring. Bestehende Anlagen können einfach und kostengünstig nachgerüstet werden.

Condition Monitoring steigert Effizienz und Verfügbarkeit von Windkraftanlagen

- zeitsynchrone Aufzeichnung aller Daten deutlich $< 1 \mu\text{s}$
- zuverlässige Datenanalyse
- verbesserte Diagnostik
- erhöhte Anlagenverfügbarkeit
- längere Lebensdauer von Windenergieanlagen
- geringere Wartungskosten
- geringere Systemkosten
- verbesserte Wettbewerbsfähigkeit



Beckhoff Messtechnik: für jede Anwendung die richtige Geräteklasse

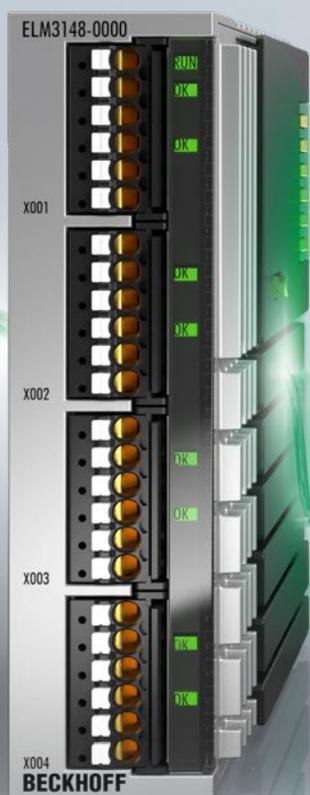
Mit unserem kontinuierlich erweiterten Messtechnikportfolio bedienen wir die volle Spanne der Anforderungen in der industriellen Messtechnik: vom Sekundentakt bis zum kHz-Bereich, von der Messung von Spannung und Strom über Schwingungen bis zur Kraftmessung. IP20-Komponenten lesen aus dem Schaltschrank heraus die Sensoren ein. Nahtlos in das EtherCAT-I/O-System integriert, erfassen die Highend-Messtechnikmodule der Geräteserie ELM auch jene prozesskritischen Messkanäle, für welche die Standard-Analogtechnik im EL/KL-Klemmsystem nicht geeignet ist. Die Messtechnikmodule der Basic Line sind zur Erfassung hochdynamischer

Vorgänge bei gleichzeitig hoher Messgenauigkeit konzipiert – simultan über alle Kanäle und Module hinweg. Die Economy Line ist auf die Erfassung weniger dynamischer Vorgänge ausgerichtet. Integrierte 24-V-Sensorversorgung und 24-V-Powerkontakte reduzieren die Verdrahtungsarbeit im Schaltschrank. Mit ihrer enormen Temperaturstabilität von 100 ppm im schaltschranküblichen Temperaturbereich überragen diese Module sogar die Basic Line.

Typische Signalformen, welche bei der Vermessung von Prototypen oder für das Condition Monitoring benötigt werden, wie Dehnungsmessstreifen, Temperaturen und auch Beschleunigung

Economy-Serie ELM3x4x

- 24 Bit
- 1 kSps pro Kanal
- multiplexed
- 100 ppm @ 0...50 °C



Basic-Serie ELM3x0x

- 24 Bit
- 50 kSps pro Kanal
- simultan
- 25 bzw. 100 ppm @ 23 °C

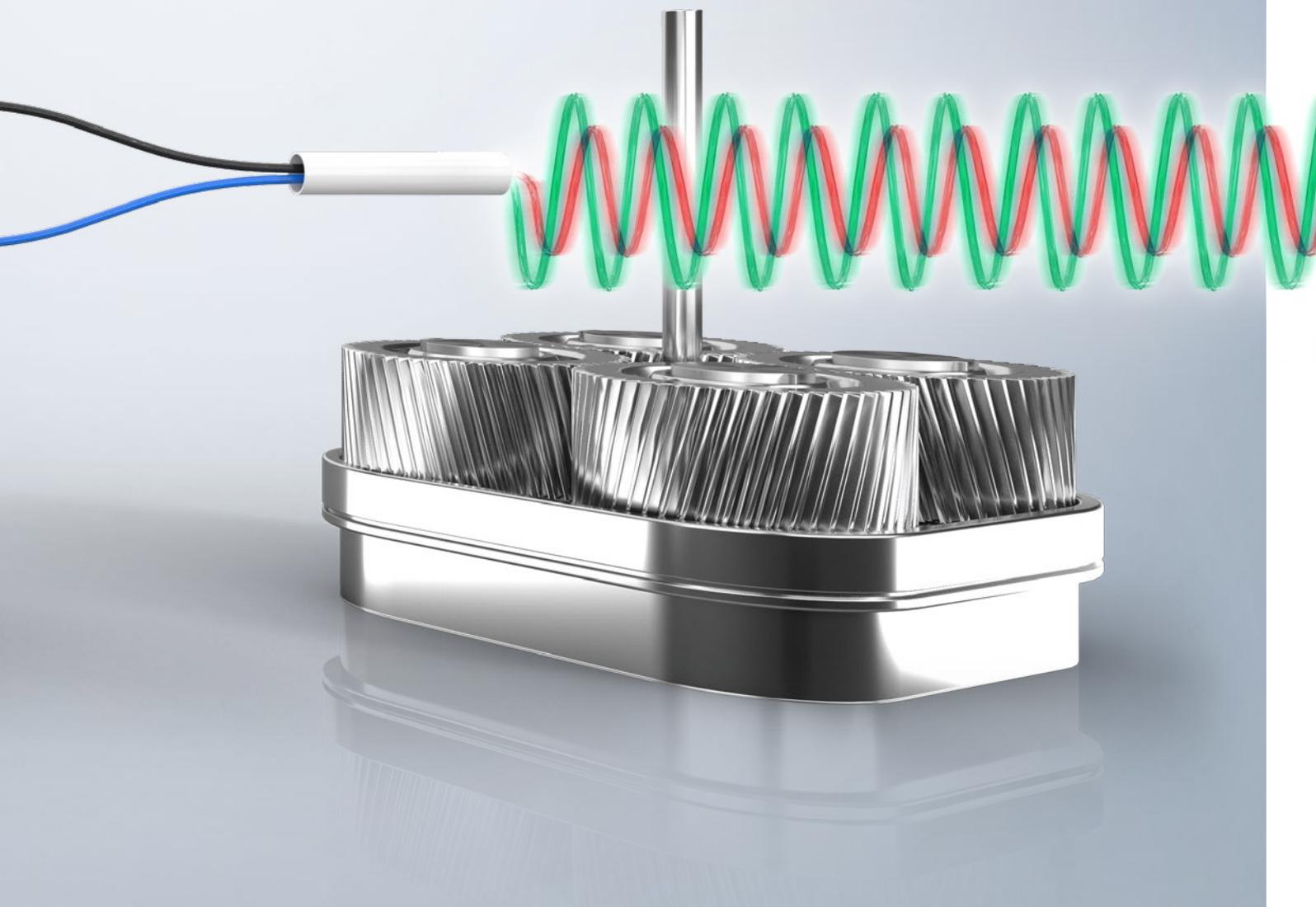


nigungssensoren, stehen selbstverständlich zur Verfügung.

Beide Produktlinien unterstützen bewährte EtherCAT-Features, wie die Distributed-Clocks-Zeitstempelung im ns-Format und die Busdiagnose. Versorgt werden die Module idealerweise von Systemkomponenten wie dem EtherCAT-Koppler EKM1101. Integrierte Diagnosefunktionen stellen eine zuverlässige Messung sicher.

Highend-Messtechnik für system-integriertes Condition Monitoring

- Aufzeichnung der Operations- und Diagnosedaten in der Datenbank oder in der Cloud
- zuverlässige Datenanalyse
- verbesserte Diagnostik
- erhöhte Anlagenverfügbarkeit; längere Lebensdauer
- geringere Wartungs- und Systemkosten



In drei Schritten zum integrierten Condition Monitoring

Hochfrequente Datenerfassung über EtherCAT-Klemmen

Zur Überwachung der Netzspannung stehen in der Windanlagensteuerung die Beckhoff Leistungsmessklemme EL3873 mit Oversampling-Funktion zur Zustandserfassung eines 3-phasigen Wechselspannungsnetzes und die digitale Eingangsklemme EL1252 mit Zeitstempelfunktion zur zeitlich exakten Erfassung schneller binärer Steuersignale zur Verfügung.

Bei einer Nachrüstung der Windenergieanlage mit Condition Monitoring muss die Turbinensteuerung lediglich durch einen Klemmenblock mit den entsprechenden EtherCAT-Messtechnikkl

emmen erweitert werden. Über die ELM-Module lassen sich u. a. Dehnungsmessstreifen (DMS) auswerten. Die EtherCAT-Klemme EL3751 bietet einen Multifunktionseingang für analoge Messtechnik. Die EL3632 ermöglicht den direkten Anschluss verschiedener Beschleunigungssensoren über eine Integrated Electronics Piezo-Electric (IEPE) und übernimmt die hochgenaue Schwingungsmessung. Die Aufzeichnung der Rohdaten erfolgt zeitsynchron ($< 1 \mu\text{s}$) mit anderen Daten der Anlage, wie z. B. Leistung und Drehzahl, was zu einer höheren Zuverlässigkeit der Daten führt und Fehlalarme reduziert.

Schritt 1 Standardsteuerung einer Windenergieanlage

Schritt 2



EL3873:
Netzmonitoring-
klemme

EL1252:
2-Kanal-Digital-Eingangs-
klemme mit Timestamp

Mit der TwinCAT-Condition-Monitoring-Bibliothek steht ein modularer Baukasten mathematischer Algorithmen zur Analyse von Messwerten zur Verfügung. Die Funktionen der Bibliothek erstrecken sich über die Hauptfelder Analyse, Statistik und Klassifikation. Neben der Spektralanalyse mit einer FFT oder zum Beispiel mit einem einhüllenden Spektrum können statistische Kennwerte, wie die Kurtosis oder der Crest-Faktor, berechnet werden. Eine Kombination dieser Algorithmen mit einer Grenzwertüberwachung eignet sich beispielsweise hervorragend für eine Wälzlagerüberwachung. Es empfiehlt sich jedoch die Analyse der Zustandsdaten in der Condition-Monitoring-Software eines

Drittanbieters, welche direkt als lizenziertes TcCom Modul unter TwinCAT 3 in die Beckhoff Steuerungsplattform eingebunden ist. Namhafte Unternehmen in der Windkraftbranche haben bereits ihre Lösungen in TwinCAT realisiert.

Bei Überschreitung voreingestellter, bauteilbezogener Schwellwerte löst das Condition-Monitoring-System Alarme aus, die den Anlagenbetreiber über Verschleiß, Unwuchten oder unzulässige Betriebszustände informieren. Diese Alarme können zur weiteren Verarbeitung direkt an die Steuerung der Anlage oder an weitere Betreibersysteme gemeldet werden. Die kontinuierliche Maschinenüberwachung kann selbst-

verständlich online erfolgen. Hierbei werden Trends in den Kennzahlen analysiert und in Handlungsempfehlungen übersetzt, etwa für die Planung von Wartungsintervallen.

Condition Monitoring Hardware

Schritt 3

Condition Monitoring Software



ELM3604-0002:
4-Kanal-Analog-
Eingangsklemme IEPE

EL3632:
2-Kanal-Analog-Eingangsklemme
für Condition Monitoring (IEPE)



TwinCAT 3 Wind Framework: Know-how aus über 100.000 Anlagen

Das TwinCAT 3 Wind Framework bündelt unsere Branchenexpertise aus über 100.000 automatisierten Windenergieanlagen und macht das Konzept von Industrie 4.0 für die Windenergie verfügbar. Das modulare Softwarepaket umfasst alle notwendigen Funktionen und Tools für ein modernes und effizientes Engineering von Windenergieanlagen. Alle Basisfunktionen sind als TwinCAT-Module in TwinCAT 3 in einfach verwendbare Bausteine gekapselt. Sie bilden eine Art Baukasten für den Programmierer und vereinfachen die Entwicklung der Anwendungssoftware.

Neben den Grundfunktionen für Betriebsführung und Zustandsmaschine stehen Software-

bausteine für Ereignisverwaltung, Parameterkonfiguration, Benutzerverwaltung, Datenanbindung, Power- und Condition Monitoring sowie Simulation zur Verfügung. Die integrierte Datenbankanbindung ermöglicht die umfassende Sammlung, Auswertung und Bereitstellung von Daten aus der Betriebsführung, dem Condition Monitoring und dem Power Management in Echtzeit. Alle Daten werden permanent aufgezeichnet, in der zentralen Steuerung zusammengefasst und detailliert analysiert. So lassen sich beispielsweise Verschleißerscheinungen an einzelnen Komponenten der Windenergieanlage, die zu einem Betriebsausfall führen könnten, frühzeitig



Betreiber

Big Data



Kommunikation

Sichere vertikale und horizontale Kommunikation

- Unterstützung aller gängigen Bussysteme (EtherCAT, Ethernet, PROFIBUS ...)
- durchgängige Connectivity (ADS, OPC UA, Live-Diagnose, ...)

erkennen, wodurch die Verfügbarkeit der Anlage erhöht wird.

Die vorgefertigten Softwaremodule und Applikations-Templates sind getestet und erprobt und bieten eine hohe Qualität und Investitionssicherheit. Einzelne Softwaremodule können – analog zu Veränderungen an der Hardware – hinzugefügt oder entfernt werden. Damit wird das Engineering maximal vereinfacht. Optimiert wird die Entwicklungsarbeit auch durch die Aufteilung im Team: Entwicklung und Tests an kundenspezifischen Modulen können parallel durchgeführt werden und leisten damit einen weiteren Beitrag zu einer kürzeren Time-to-Market.

TwinCAT 3 Wind Framework

- zukunftssichere Standardapplikationssoftware
- maximal vereinfachtes Engineering
- sichere und effiziente Softwareentwicklung
- erhöhte Softwarequalität und optimale Wiederverwendbarkeit
- deutlich reduzierte Time-to-Market
- hohe Überwachung und Interaktion
- dauerhaftes Aufzeichnen und Auswerten der Signale
- Nutzung von Industrie-4.0-Eigenschaften in der Windenergie

Hersteller

Engineering

Durchgängiges und integratives Engineering über den gesamten Anlagenlebenszyklus

- IEC 61131-3, C/C++, MATLAB®/Simulink®
- Objektorientierung, Modularisierung
- Datenaustausch zwischen Engineering-Werkzeugen
- automatisiertes Engineering

Big Data

Optimierte Aufbereitung, Verfügbarkeit und Verarbeitung aller relevanten Daten in Echtzeit für Anlagenbetreiber und -hersteller

- Datensammlung und Data-Warehouse
- Datenauswertung und Data-Mining
- Power und Condition Monitoring



TwinCAT 3 Wind Framework: Modulares Engineering

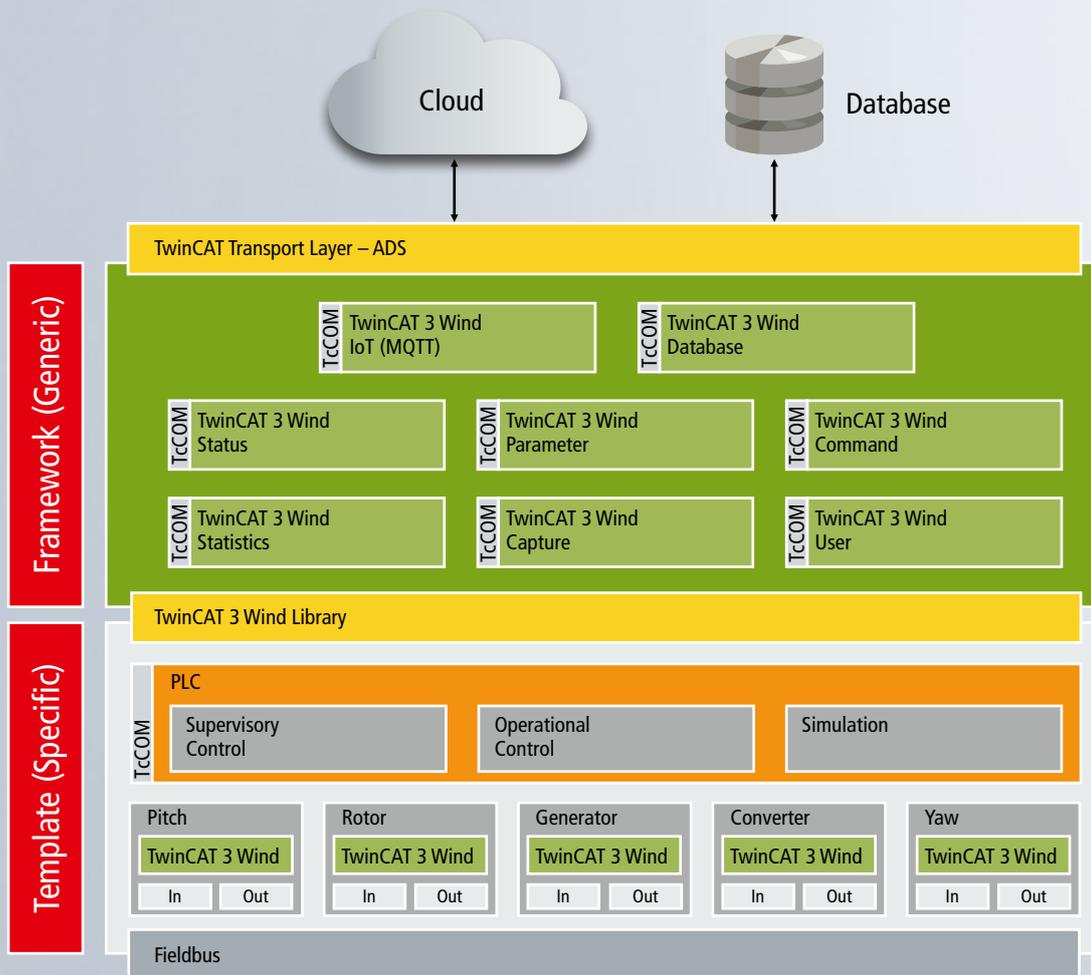
Das TwinCAT 3 Wind Framework erlaubt durchgängiges und integratives Engineering über den gesamten Anlagenlebenszyklus. Als Programmiersprachen stehen neben der IEC 61131-3 auch C/C++ und MATLAB®/Simulink® für eine objekt-orientierte Programmierung zur Verfügung.

Die Programmierung einer Betriebsführung unter Verwendung des TwinCAT 3 Wind Frameworks wird durch eine Bibliothek und ein Applikations-Template erleichtert. Die Bibliothek stellt alle Funktionen des Wind Frameworks als SPS-Funktionsblöcke zur Verfügung. Im Applikations-Template wird eine modulare Architektur für die Betriebsführungssoftware von Windener-

gieanlagen als SPS-Projekt bereitgestellt.

Jedes Subsystem der Windenergieanlage ist durch ein eigenständiges Objekt dargestellt. Somit können die Subsysteme unabhängig voneinander entwickelt, verwendet und getestet werden. Wie es in der mechanischen Modularisierung von Anlagen bereits üblich ist, sind die Subsysteme nun auch in der Software austauschbar. Damit wird die Qualität, Flexibilität und Wiederverwendbarkeit der Software erhöht und gleichzeitig reduzieren sich die Entwicklungszeit und -kosten.

Die Regelung der Windenergieanlage ist in der Software als Operational Control vorbereitet. Für die Regelung ist die Integration weiterer Module



Das TwinCAT 3 Wind Framework bietet eine modulare Steuerungsarchitektur für Windenergieanlagen.

vorgesehen, um zum Beispiel die Algorithmen aus der Lastenrechnung zu übernehmen.

Darüber hinaus ist eine adaptive Simulation der Windenergieanlage in die Applikation integriert. Dies ermöglicht ein Testen der gesamten Betriebsführung in der Entwicklungsumgebung. Mittels der integrierten Simulationen können die Vorgänge des Gesamtsystems, die Betriebsmodi und auch einzelne Subsysteme abgebildet, nachvollzogen und geprüft werden. Jedes Subsystem kann separat und unabhängig betrieben werden, indem zwischen Simulation und realer Hardware umgeschaltet wird. Dies ermöglicht es zum Beispiel, Teilkomponenten der Gondel in der

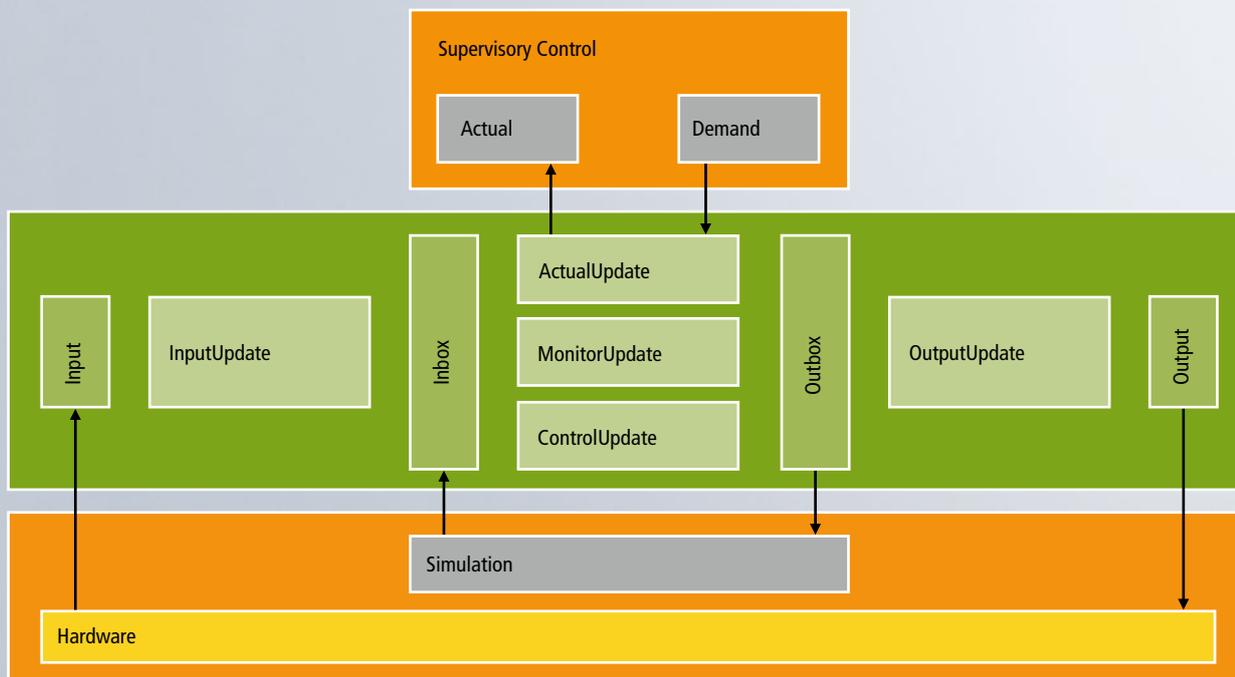
Werkshalle in Betrieb zu nehmen und zu prüfen.

Die generischen TwinCAT-Module stellen die übergeordneten Dienste bereit. Jedes Modul ist direkt verwendbar und wird nur noch in TwinCAT 3 als TcCOM-Modul eingebunden. Die Module können einzeln und unabhängig voneinander verwendet oder miteinander kombiniert werden, um eine Interaktion und den Datenaustausch zu ermöglichen. Das Status-Modul bietet ein Überwachen aller Komponenten und ermöglicht die Fehlererkennung, Ereignisverwaltung sowie die Fehlerbehandlung und Berichterstattung.

Parameter- und Command-Module stellen Dienste zur Konfiguration und Interaktion mit

der Applikation zur Verfügung. Das Erfassen von Signalen und eine statistische Auswertung werden vom Capture- und dem Mean-Modul bereitgestellt. Erste Auswertungen für die spätere Diagnose werden bereits in Echtzeit durchgeführt. So kann beispielsweise ein Aggregat und dessen Verhalten überwacht und die Schalthäufigkeit sowie Betriebsdauer einfach ausgelesen werden.

Die integrierte Benutzerverwaltung prüft und protokolliert alle Interaktionen durch den Benutzer. Damit kann für jede Funktion bereits in der Programmierung festgelegt werden, welche Rechte notwendig sind, um diese zu verwenden.



Die nahtlose Umschaltung zwischen Simulation und Hardware stellt sicher, dass für Teilbetriebnahmen keinerlei Änderung des Source Codes erfolgen muss.

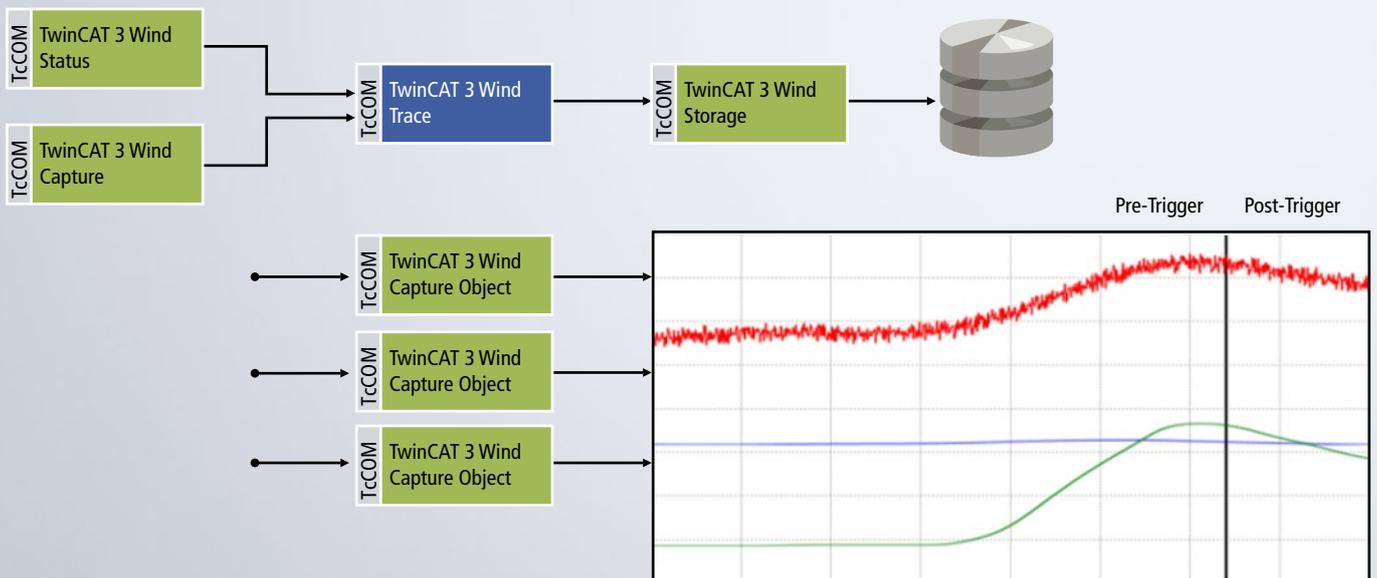
TwinCAT 3 Wind Framework: Big Data optimiert Windenergie- anlagen

Alle Informationen von den verschiedenen TwinCAT-Modulen werden permanent und in Echtzeit an das Database-Modul übermittelt und über SQL-Prozeduren in die Datenbank eingefügt bzw. abgerufen. Die Verwaltung der Daten in der Datenbank erfolgt über den TwinCAT 3 Database Server.

Die Anbindung über das Database-Modul und den TwinCAT 3 Database Server an die SQL-Datenbank bietet eine effiziente und kompakte Datenhaltung über ein einheitliches und bekanntes Format. Das Aufzeichnen aller Ereignisse und Signale sowie das Speichern und Laden der gesamten Konfiguration aller Objekte ermöglichen detaillierte Analysen. Nötige Vorverarbeitungen

geschehen durch die TwinCAT-Module in Echtzeit. Durch das Erfassen und die Vorverarbeitung aller Daten in Echtzeit, welche dann zuverlässig in die Datenbank übertragen werden, können Auswertungen auf Anfrage und außerhalb der Betriebsführung geschehen. Mit Hilfe dieser historischen Daten können Zustandsänderungen erkannt, die Ursachen von Störungen ermittelt, detaillierte Statistiken berechnet und Optimierungen der Anlage durchgeführt werden.

Das Schema der Datenbank ist so vorbereitet, dass die Daten von einer einzelnen oder von multiplen Anlagen in einer Datenbank gesammelt und verwaltet werden können. So lassen sich über

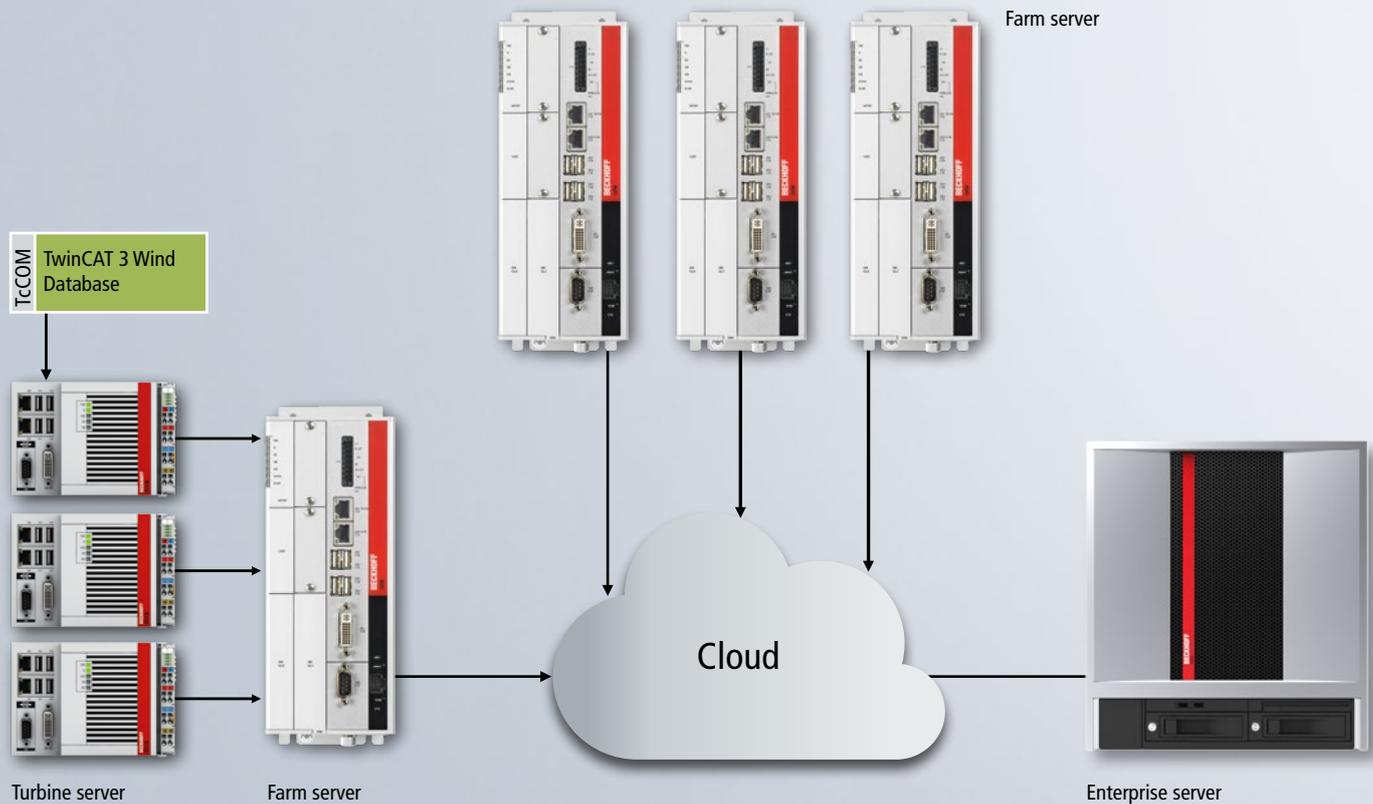


Bei wichtigen Ereignissen werden wesentliche Signale in einem hochauflösenden Trace aufgezeichnet.

vorbereitete Prozesse die Daten einfach zusammenführen, um eine übergeordnete Analyse und Vergleiche durchzuführen. Werden die Daten aller Anlagen auf einem zentralen Unternehmensserver oder in der Cloud zu einem Data-Warehouse zusammengefasst, ist es möglich, die Daten dauerhaft und über die komplette Lebenszeit der Anlagen vorzuhalten. Solche Datenmengen von beliebig vielen Systemen, die in Echtzeit entstehen und auf zentralen Servern gesammelt werden, können allgemein als Big Data bezeichnet werden. Big Data stellt einen weiteren Baustein zu Industrie 4.0 dar und wird unterstützt durch die Möglichkeit, zusätzliche Daten aus dem

Windpark-Management oder von Monitoring- und Messsystemen einzubinden.

Einheitlich zugänglich, ermöglichen diese Daten weitreichende und auch automatisierte Auswertungen. Es lassen sich Störungen oder Unregelmäßigkeiten leicht erkennen, Statistiken berechnen und Optimierungen der Betriebsführung durchführen, bis hin zur zustandsbasierten Überwachung und vorausschauenden Wartung von Anlagen.



Die Anlagendaten können auf einem zentralen Server zusammengefasst werden und ermöglichen übergeordnete Analysen.

Unsere Referenzen

IEH am KIT, Deutschland

Erneuerbare Energien:
Regelung von Erzeugungsanlagen mit Embedded-PCs und TwinCAT

► www.ieh.kit.edu



© IEH/KIT



Goldwind, China

TwinCAT Wind und Oversampling-Technologie ermöglichen hocheffizientes Condition Monitoring.

► www.goldwindglobal.com

© Goldwind

Leine & Linde, Deutschland

PC-based Control kombiniert
mit Dehnungssensoren für
Rotorblattüberwachung von
Windenergieanlagen

► www.leinelinde.com



Structural Health Monitoring

Digital Strain Measurement

Structural Load Monitoring

Lifetime Extension

Equivalent Fatigue Load

© Zenilia - stock.adobe.com

LORC und R&D Test
Systems, Dänemark

Beschleunigte Lebens-
dauertests für die strenge
Prüfung von Windturbinen

► www.lorc.dk
► www.rdas.dk



© R&D Test Systems



Vorsprung sichern mit PC-based Control für Wind 4.0:
► www.beckhoff.com/wind

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20

33415 Verl

Deutschland

Telefon: +49 52469630

info@beckhoff.com

www.beckhoff.com

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSO®, TC/BSO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH. Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Kennzeichen führen.

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG 08/2022

Die Informationen in dieser Druckschrift enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsabschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Technische Änderungen vorbehalten.