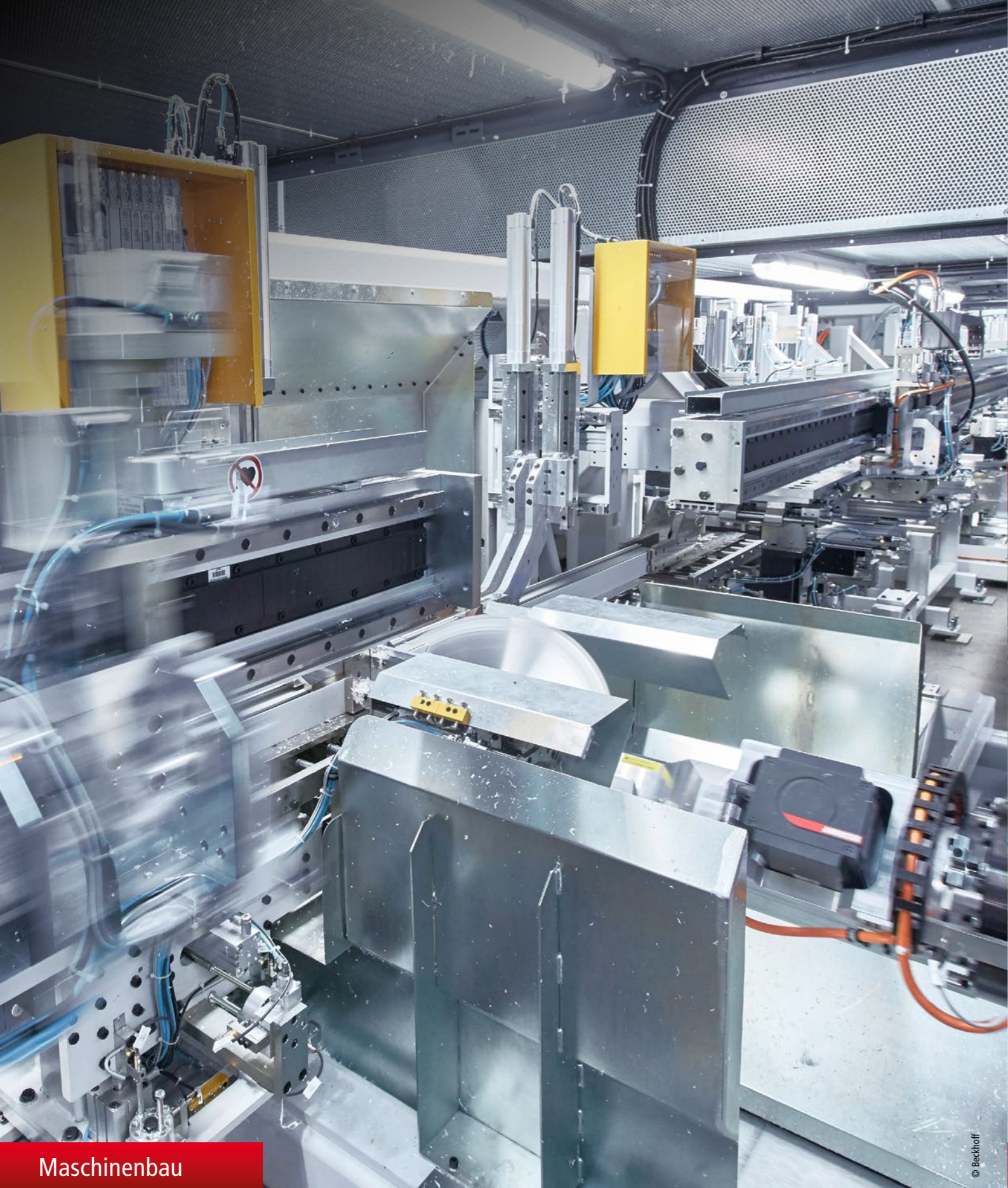


Highend-Messtechnik: für Prüfstand- und Maschinenbau



Präzise, schnell, zuverlässig: systemintegrierte Messtechnik



Maschinenbau



© Akka DWG GmbH und ZF Friedrichshafen AG/ETRI Automotive GmbH

Prüf- und Teststände



© Lionel Filisin / stock.adobe.com

Labor und Forschung

- Direkte Integration ins Steuerungssystem:**
- von Maschinen und Anlagen für optimierte Produktion, Ressourcenschonung und vorausschauende Wartung
 - von Prüf- und Testständen für äußerst präzise Ergebnisse
 - von Forschungs- und Laboreinrichtungen für zuverlässige Messdatenerfassung und 24/7-Betrieb
- www.beckhoff.com/messtechnik

Leistungsstärkere Anlagen: die Vorteile für den Maschinenbau

Senkt die Produktionskosten:

Hochpräzise Messtechnik reduziert den Einsatz von Rohstoffen und Produktionsenergie.

Erhöht die Verfügbarkeit:

Zuverlässige Messtechnik bildet die Grundlage für Predictive Maintenance.

Optimiert die Produktqualität:

Präzise Messtechnik erhöht die Verarbeitungsqualität in der Produktion.

Beschleunigt die Produktentwicklung:

Fortlaufend gemessene Produktionsdaten helfen den Entwicklern, das Produkt zu verbessern.

Verbessert die Prozessqualität:

Schnelle Messtechnik kann Taktzeiten reduzieren und Prozesse beschleunigen – bei reduziertem Ausschuss.

Komplettiert Industrie-4.0-Anwendungen:

Systemintegrierte Messtechnik liefert die Daten für Power und Condition Monitoring.



Messtechnik beschleunigt

Schnelle Messtechnik mit Datenraten > 10 kSps beliefert die Steuerung mit Messwerten in hoher Anzahl und feiner Zeitauflösung, sodass auch hochdynamische Vorgänge gut erfasst werden können und für spätere Auswertungen viele Werte zur Verfügung stehen.

Messtechnik schafft Wissen

Präzise Messtechnik mit < 100 ppm Genauigkeit und 24 Bit Auflösung schafft echten Mehrwert und 24 Bit Auflösung schafft echten Mehrwert durch feine Werteauflösung: Schon kleinste Abweichungen können erfasst und es kann gegen-gesteuert werden. Eine niedrige Temperaturdrift sorgt für kalkulierbare Fehlergrenzen auch über längere Maschinenlaufzeiten hinweg. Das Resultat ist eine Steigerung der Produktqualität und eine Verringerung der Fertigungsstreuung.

Messtechnik sorgt für Überblick

Synchrone Messtechnik sorgt für gleichzeitige Erfassung auch größter Kanalzahlen, auch über Maschinengrenzen hinweg. Damit entsteht ein gleichzeitiges Gesamttaf-bild aller Zustände – nur so können hochqualitative Regelstrecken über ausgedehnte Anlagen realisiert werden.

Messtechnik schafft Datenwert

Proaktive Messtechnik prüft selbst die Verkabelung und den eigenen Funktionszustand, damit der Anwender auch im dauerhaften mannslosen Betrieb ein hohes Vertrauen in die Messstrecken setzen kann. Damit wird die Verfügbarkeit und die Gesamtprozessqualität gesteigert. Ein Produktionsblindflug wird vermieden, weil über jedes gefertigte Teil eine Qualitätsaussage getroffen werden kann.

Messtechnik spart Kosten

Messtechnik für den Automatisierungsmarkt rechnet sich schnell. Sie ermöglicht enge Fehler-toleranzen und reduziert Ausschuss bzw. ermit-telt ihn sofort, damit er die weitere Fertigungs-kette nicht belastet.

Messtechnik bis in die Cloud

Analoge und digitale Eingänge sind die Grundlage aller Daten und Zustände. Diese können über die TwinCAT-Connectivity-Funktionen problemlos lokal oder remote, in Datenbanken oder der Cloud gespeichert und verarbeitet werden.

Produktionsintegrierte Messtechnik erhöht die Wettbewerbsfähigkeit:

- gesteigerte Produktivität
- erhöhte Verfügbarkeit durch vorausschauende Wartung
- reduzierter Materialeinsatz
- optimierte Produktqualität
- verbesserte Prozessqualität
- direkte Industrie-4.0-Anbindung

Zuverlässigere Ergebnisse: die Vorteile für Prüf- und Teststände in Forschung, Versuch und Labor

Aus dem Baukasten des Automatisierers schöpfen:

Antriebstechnik,
Machine Vision,
Machine Learning/KI,
Robotic

Komplexität reduzieren:

durchgängige Kommunikation über EtherCAT zwischen Sensorik, Aktorik und Steuerung

Genau messen, schnell handeln:

niedrige Messunsicherheiten und kurze Testzeiten mit industrieller Messtechnik

Kosten senken:

mit kostengünstigen Großserienkomponenten und einem hochskalierbaren Produktportfolio



Jede Software einfach einbinden:

TwinCAT kann über diverse Technologien mit anderer Software kommunizieren

Umfassende Connectivity mit TwinCAT nutzen:

Cloud, IoT, OPC UA, EtherCAT, Feldbusse, Datenbanken

Vielfalt nutzen:

EtherCAT-Komponenten aller Art von mehr als 6.900 Mitgliedern der EtherCAT-Nutzerorganisation ETG

Wir sprechen Automotive:

für SENT, LIN, CAN, RAW CAN, SAE J1939 und dbc sind standardkompatible Lösungen verfügbar



Beckhoff Messtechnik im Prüfstand und in der Automotive-Teileprüfung

Bewährte industrielle Großserientechnik
Seit über 40 Jahren produziert Beckhoff industrielle Automatisierungstechnik. Robust ausgelegt für den dauerhaften 24/7-Betrieb innerhalb und außerhalb des Schaltschranks sind die langzeitverfügbaren Komponenten ideal für die Prüftechnik geeignet. Neben anspruchsvoller Analogtechnik bietet das Portfolio Digital-, Analog- und Feedbackeingänge für einfachere Signalerfassung zu herausragend günstigen Kanalpreisen. Auch die Überwachung von analogen Ausgängen und Aktoren im Prüfstand ist kein Problem – TwinCAT unterstützt bis z. B. zu 255 Achsen gleichzeitig. Gigabit-EtherCAT

sorgt für schnellste Echtzeit-Kommunikation mit Sensorik und Aktorik.

Hochgenau, dynamisch und langzeitstabil
Die Featureliste der Beckhoff Messtechnik ist lang: geringe Messunsicherheiten von bis zu 25 ppm, Erfassung dynamischer Signale mit bis zu 1 MSps, zeitsynchrone Messung und Ansteuerung mit $\ll 1 \mu\text{s}$ Zeitfehler, Synchronisierung mit beliebigen externen Zeitquellen – alles langzeitstabil und rekombinierbar und dabei bezahlbar und beliebig erweiterbar!

Universell in Hardware und Software
Als Basis für einen Prüfstand bietet TwinCAT-Software viele Vorteile: Höchstmögliche Flexibilität, weil sie mit vorhandenen oder kundenspezifischen Funktionen einfach an alle Anforderungen angepasst werden kann. Mit oder ohne Echtzeitanbindung an die TwinCAT-Echtzeitsteuerung bietet sie bis zu 50 μs Zykluszeit (20.000 Regelzyklen pro Sekunde) mit Funktionen zur Datenspeicherung und -analyse und unterstützt damit auch anspruchsvolle HiL-Anwendungen und Regelkreise. Der Anschluss an spezifische Steuerungssoftware wie z. B. LabView ist problemlos möglich. Auch hardwareseitig kennt das System mit bis zu 65.535 Teilnehmern keine Grenzen.

Industrielle Messtechnik mit durchgängiger Automatisierungstechnik:

- vereinfacht die Konzeption des Prüfstands
- erleichtert das Engineering
- reduziert die Komplexität der Kommunikation
- unterstützt moderne Technologien: Cloud/IoT, OPC UA, Machine Learning, u. a.
- reduziert die Kosten deutlich

Komplettieren Sie Ihre Gesamtsteuerung: mit einfacher Messtechnik-Integration



Highend-Messtechnik zu Serien-Konditionen; nahtlos integriert in das Automatisierungssystem.



Integration der Messtechnik in die Gesamtsteuerung: TwinCAT integriert SPS, Motion Control, Messtechnik sowie die I/O- und Cloud-Connectivity auf einer Softwareplattform.



Die Beckhoff Messtechnik fasst die etablierten I/O-Themenbereiche mit dem neuen Bereich der Präzisionsmesstechnik zusammen:

1. Standard-Analogmessung 12/16 Bit
2. Energieerfassung an Leistungsnetzen
3. Condition Monitoring (Schwingungsmesstechnik)
4. Präzisionsmesstechnik 24 Bit

Hochpräzise Messtechnik für Automatisierer
Mit einer neuen Geräteserie erweitert Beckhoff sein Messtechnik-Sortiment um die Präzisions- und Hochgeschwindigkeits-Messtechnik. Diese hochleistungsfähigen EtherCAT-Messtechnikmodule eröffnen in puncto Genauigkeit, Werteprecision, Zeitprecision, Synchronisierung und insbesondere Langzeit-Messgenauigkeit Möglichkeiten, die bisher in der systemintegrierten Automatisierung nur mit teuren Spezialgeräten umsetzbar waren. Damit bietet Beckhoff eine durchgängige Lösung ohne Plattform- und Systembrüche für die vorhandene PC- und EtherCAT-basierte Steuerungstechnik.

Meilenstein in der Automatisierungswelt
Die neue Geräteklasse stellt einen Meilenstein in der Automatisierungswelt dar. Sie bietet hochleistungsfähige Messtechnik in robuster und anwendungsfreundlicher Ausprägung und ist speziell design für den Industrieinsatz: mit kurzen Konfektionierungszeiten in industriüblicher Schaltschrankumgebung. Hinzu kommt eine umfassende Selbstdiagnose, die auch in typischen unbegleiteten wartungsarmen Anlagen für einen langfristig zuverlässigen Betrieb sorgt. So erkennen die EtherCAT-Messtechnikmodule etwaige Fehlmessungen automatisch und sofort, die sonst oft irrtümlich längere Zeit für valide gehalten

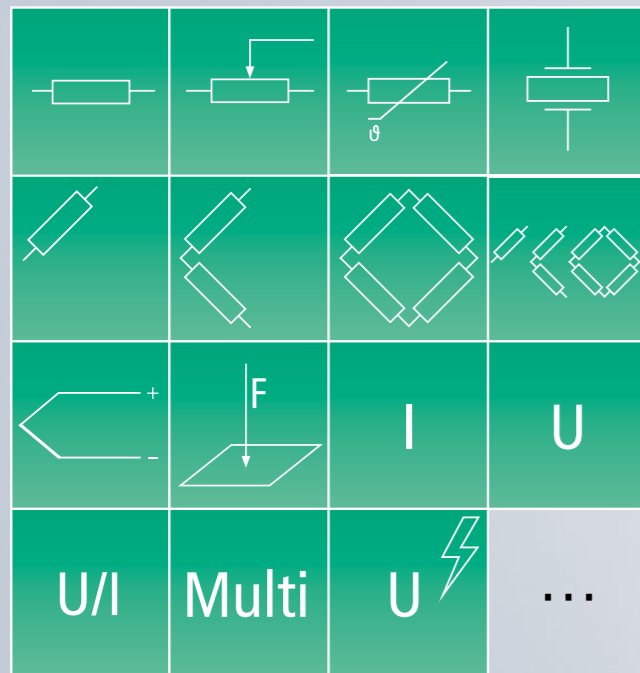
werden. Realisiert wird dies – kontinuierlich über EtherCAT als Diagnosebericht abrufbar – durch eine umfassende Anschlussdiagnose, Selbsttest und interne wiederholte Prüfungen sowie die andauernde Überwachung von Temperatur und Eingang zur Erkennung von Überlastung. Eigenschaften wie hohe Auflösung, hohe Messgenauigkeit und hohe Samplingrate sind in der Labormesstechnik zwar seit Langem bekannt und verfügbar, werden nun aber von Beckhoff mit langjähriger Serienerfahrung in die klassische Automatisierungsindustrie eingebracht. Diese Verbindung von Präzisionsmesstechnik und Industrieumfeld eröffnet den Herstellern klassischer

Fertigungs-, Prüf- und Testanlagen ganz neue Möglichkeiten, um ihre Anwendungen technologisch weiter voranzutreiben.

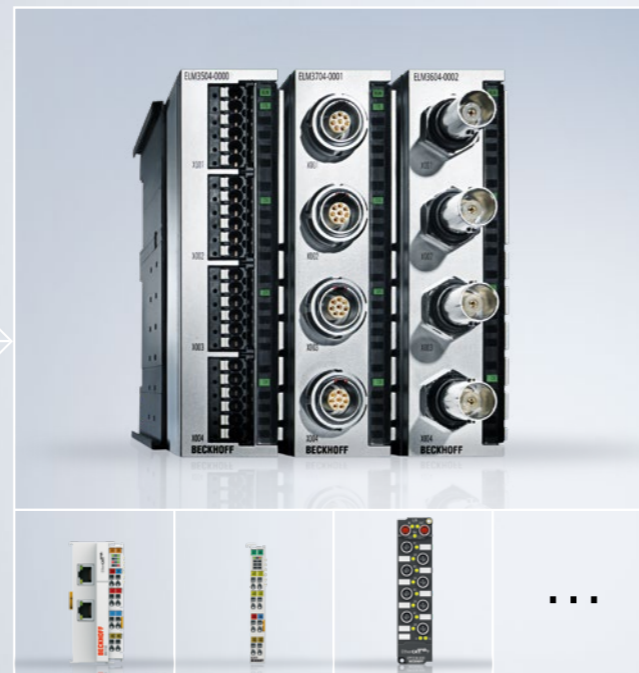
- Beckhoff – ein Ansprechpartner für Automation und Messtechnik:**
- kompletter Automatisierungsbaukasten mit IPC, I/O, Motion, Automation
 - umfassender Baukasten für stationäre und verteilte Messtechnik
 - alles basierend auf Standardkomponenten
 - einfache Integration in existierende Steuerungsumgebung
 - etablierter Global Player mit hoher Innovationskraft

Durchgängig von der Datenerfassung bis zur Analyse: die Beckhoff Messkette

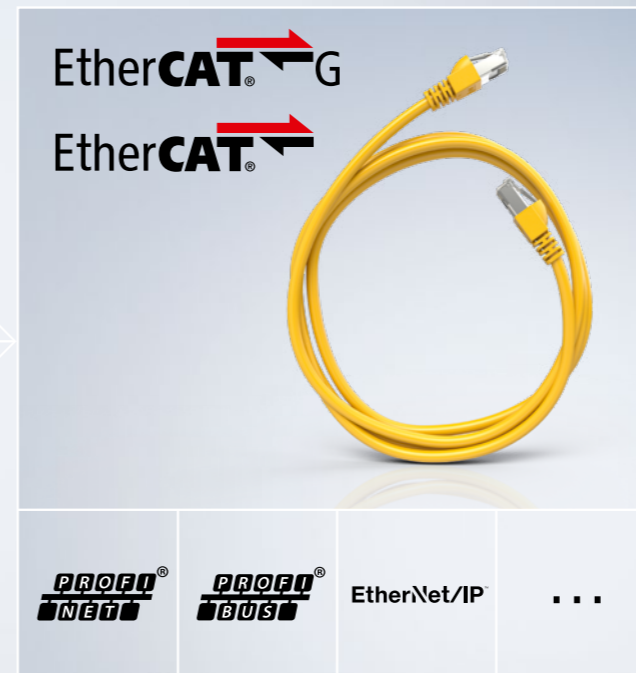
Die Sensorik



Die Messtechnikklemmen



Der Messtechnik-Bus



Die Messtechnik-Software in der Cloud



Die Messtechnik-Software on-premise



Die Messtechnik-Sensorik

Über die Beckhoff I/O-Module lassen sich die meisten gängigen Sensoren elektrisch anbinden:

- Kraft
- Druck
- Temperatur
- Drehzahl
- Frequenz
- Drehmoment
- Messbrücken
- Schwingungen
- Strom
- Spannung
- ...

Die Messtechnik-Hardware

Beckhoff bietet für die gängigen Sensoren I/O-Module in verschiedenen Schutzklassen:

- IP20-Klemmen auf der Hutschiene
 - Busklemmen
 - EtherCAT Klemmen
 - EtherCAT-Messtechnikklemmen im steckkompatiblen Metallgehäuse
- IP67-Module frei montiert
 - Feldbus Box
 - EtherCAT Box, auch in Edelstahl und Zinkdruckguss
- Kalibrierung optional möglich
 - werkskalibriert

- ISO17025
- DAkkS

Der Messtechnik-Bus

Leistung zählt – EtherCAT hat sich als Messtechnik-Bus in der Industrie etabliert:

- EtherCAT-100-MBit-Nutzdatenrate ausreichend für viele 100 Kanäle mit 24 Bit Auflösung und Oversampling, synchroner Abtastung, Kabelredundanz, Zeitstempel mit ns-Auflösung und als kompatibles EtherCAT G mit 1 GBit Datendurchsatz bereit für noch datenhungrigere Applikationen

- PROFIBUS, PROFINET, EtherNet/IP u. a.: Die Messdaten können alternativ auch mit vielen anderen von Beckhoff unterstützten Feldbussystemen erfasst werden.

Die Messtechnik-Software on-premise

- „On-premise“ beschreibt die Nutzung von TwinCAT 3 auf dem lokalen Steuerungs-PC: Engineering, PLC, Motion Control, Safety, Visualisierung, Kommunikation und Messtechnik auf einer Software-Plattform.
- TwinCAT Analytics: Plattform zur In-Process- und Post-Process-Analyse
- TwinCAT Power Monitoring für die Netzanalyse

- TwinCAT Condition Monitoring für die Signalauswertung
- TwinCAT MATLAB®/Simulink®: Integration von MATLAB®/Simulink®-Modellen und Algorithmen für die Standard-Automatisierungstechnik
- TwinCAT Connectivity: Nutzung von Cloud-Systemen, Datenspeichern und 3rd-Party-Messtechniksoftware, wie z. B. LabView auf Basis von offenen Schnittstellen in TwinCAT

Die Messtechnik-Software in der Cloud

Viele Vorteile von TwinCAT können nicht nur lokal auf der Maschinensteuerung, sondern auch in Cloud-Systemen genutzt werden:

- TwinCAT IoT: Kommunikation in verschiedenen Cloud-Systemen mit Kommunikationsprotokollen wie OPC UA Pub/Sub, AMQP oder MQTT
- TwinCAT Analytics: Analyse des vollständigen Prozessabbildes mehrerer Maschinen in einem zentralen System für perfekte Datenaggregation
- TwinCAT Analytics Cloud Storage Provider: einfache Anbindung von Cloud Storage Services von verschiedenen Public-Cloud-Plattformen

Die EtherCAT-Messtechnikmodule: äußerst präzise, äußerst schnell, äußerst robust



Schnell:

bis zu 50.000 Samples/s
in der Basisklasse
bei 24 Bit Auflösung

Zeitpräzise:

exakte Synchronisierung < 1 μ s
durch EtherCAT-Distributed-Clocks
(systemintern und mit extern
übergeordneter Uhr)

Wertpräzise:

Messgenauigkeit von 100 ppm
und besser bei hoher Temperatur-
stabilität (je nach Messbereich)

Proaktiv:

integrierte Anschluss- und Funktions-
diagnose zur Gewährleistung dauer-
haft hoher Betriebssicherheit

Welchen Wert haben Ihre Daten?

Wissen Sie, ob Ihre Maschinen oder Anlagen (nach wie vor) korrekt messen? Oder vertrauen Sie auf eine erfolgreiche Inbetriebnahme? Sind nicht die Endtestresultate die alleinige Bestätigung für ordnungsmäße Funktion? Egal, ob in einer Fertigungsstraße, Energieverteilung, Verpackungslinie oder einem Laboraufbau – die Messwerte sind die Gegenleistung für die Investition. Das Vertrauen in die korrekte Funktion ist die Säule einer jeden Auftragsvergabe. Integrierte Highend-Messtechnik sorgt für eine schlanke Architektur und stellt vertrauenswürdige Daten bereit. Gründliche Vortests in der Beckhoff Pro-

duktion und ein hochwertiger Abgleich gewährleisten eine sichere und präzise Messfunktion.

Highend-Messtechnik im Metallgehäuse

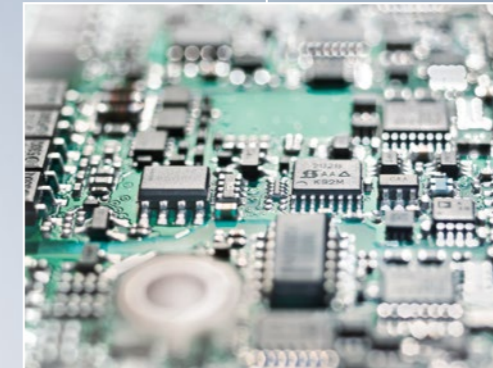
Geringe Alterung im Modul, Nachjustierbarkeit auch im Kundenumfeld, Eigendiagnose und hohe Temperaturstabilität sind die Grundpfeiler eines industriellen Messgeräts. Deshalb erscheint die Highend-Messtechnik-Serie auch im Metallgehäuse. Die gute Wärmeableitung und das abschirmende Verhalten erlauben noch einmal deutlich bessere technologische Eigenschaften als in der bewährten EL-Serie. Robust und geschützt – die Beckhoff Metallmodule bringen hochwertige

Messtechnik auf die Hutschiene. Beckhoff Messtechnik kommt oft in mannlosen, unbegleiteten Anwendungen zum Einsatz: Niemand kontrolliert hier täglich die Verdrahtung oder prüft Messwerte auf Plausibilität. Allein deshalb wird von der eingesetzten Mess-Hardware erwartet, dass sie im Rahmen des technisch Möglichen prüft und validiert. In den EtherCAT-Messtechnikmodulen sorgen sowohl eine integrierte Anschlussdiagnose auf Drahtbruch und Kurzschluss als auch ein interner Selbsttest für eine erhöhte Betriebs- und Messsicherheit – eine ganz neue Sicht auf die altbekannte Messunsicherheit.

Zuverlässige Messtechnik in Manufacture-Qualität:

- bis zu 50.000 Samples/s
- Messgenauigkeit von 25 ppm bei 23 °C
- Metallgehäuse für perfekte Wärmeableitung
- extrem robust, ideal für raue Umgebungen
- flexibles Stecker-Frontend: LEMO, BNC, Push-in
- in der Produktion vorbehandelt für hochwertige Messergebnisse
- integrierte Anschluss- und Funktionsdiagnose
- optional mit Werkskalibrierzertifikat, ISO17025 oder DAkkS

Hohe Flexibilität, hohe Prozesssicherheit: die Beckhoff Messtechnik-Hardware



Profitieren Sie vom umfassenden Messtechnik-Inhouse-Wissen: Beckhoff bietet nicht nur das Know-how für Entwicklung und Beratung, sondern auch für Produktion und Qualitätssicherung.

Über den optional integrierbaren Schirmanschluss kann jedes Analogkabel sauber aufgelegt werden – hochwertige analoge Messtechnik fängt doch immer noch an der Leitung an!

Ein neues Messtechnik-Konzept

Die EtherCAT-Messtechnikmodule der ELM-Serie stehen für die Kombination etablierter elektrischer Präzisionsmesstechnik mit dem klassischen Industrie-Maschinenbau und seiner Anforderung nach robustem Langzeit-Einsatz. Davon profitiert auch der Prüfstands- und Labormesstechnikbereich – durch preislich attraktive Industriemesstechnik dort, wo sie zum Anforderungsprofil passt. Es stehen sowohl Multifunktionskanäle mit vielen integrierten und online umschaltbaren Messbereichen als auch preisoptimierte Auskopplungen zur Verfügung – in unterschiedlichen Kanalzahlen.

Hutschienenmontierbares Metallmodul

- ist steckkompatibel zu den bekannten EtherCAT-Klemmen,
- kann direkt den Kabelschirm und Schutz Erde (PE) leitend und fixierend aufnehmen,
- sorgt für gute Abwärme der analogen Elektronik und Ableitung an die Schaltschrankrückwand,
- erlaubt den Einsatz in rauen, wartungsarmen Umfeldern,
- bildet eine stabile Schutzhülle für die hochwertige Elektronik,
- verringert die Auswirkung elektromagnetischer Einstrahlungen.

Vielseitiges Stecker-Frontend

- Push-in mit Wartungsstecker – die Standardlösung für normale Anforderungen, schnell konfektionierbar mit und ohne Aderendhülse, dauerhaft betriebssicher
- BNC-Technik für die Schwingungsdiagnose, schnell per Bajonett zu montieren, gut geschirmt durch das Koaxialkabel für zügige Verdrahtungsänderungen
- hochwertige LEMO-Verbinder für den Highend-Einsatzfall, durchgehend geschirmt und als Betriebsstecker einsetzbar, nicht nur zu seltenen Wartungszwecken zu lösen
- hochwertige Haptik und Anmutung, Highend-Präzision im Highend-Look

Hohe Prozesssicherheit

- Prozesssicherheit insbesondere an typischen unbegleiteten wartungsarmen Anlagen: Hier müssen die Geräte selbst erkennen, ob sie noch korrekt messen können, da kein Testingenieur nach Auffälligkeiten sucht oder irreguläre Daten erkennt:
- umfassende Anschlussdiagnose zur weitgehenden Erkennung von Kurzschluss, Drahtbruch, Nebenschluss im Rahmen des technisch Möglichen
 - umfassender Selbsttest und interne wiederholte Prüfungen
 - andauernde Überwachung von Temperatur und Eingang zur Erkennung von Überlas-

tung – somit können diese den Betrieb nicht gefährden

- Diagnosebericht über EtherCAT ständig abrufbar

Tracing, Rückverfolgbarkeit, Rekalibrierung

Jede Beckhoff Messtechnikklammer hat eine eindeutige ID, auf die auch ein Werkskalibrierzertifikat ausgestellt werden kann. Und über den Beckhoff Rekalibrierdienst können ELM-Geräte auch am Produktionsstandort vor der Einsatzzeit geprüft, abgeglichen und rekalibriert werden.

Beckhoff bietet umfassende Messtechnik-Kompetenz:

- tiefes Messtechnik-Wissen inhouse
- enge Verknüpfung von Entwicklung, Design und Produktion
- überlegene Produktionskompetenz
- komplettes Know-how für Kalibrierung, Abgleich und Justage der Messmodule
- aufwändiges Messmodul-Tuning erhöht Messpräzision

Highend-Messtechnik braucht Highend-Technologie: Signalverarbeitung in den EtherCAT-Messtechnikmodulen



Neuentwickelt für höchste Ansprüche

Die „inneren Werte“ der EtherCAT-Messtechnikmodule eröffnen der Messtechnik in der Automatisierungsbranche sowie in Prüf- und Testumgebungen ganz neue Möglichkeiten. Die gesamte Datenaufnahme, vom elektrischen analogen Signal bis zur Übergabe des digitalisierten Messwerts, angereichert um Zuverlässigkeits- und Zeitinformationen, wurde für die höheren Ansprüche der Messtechnik komplett neu entwickelt und aufgebaut. Dabei flossen über 20 Jahre Erfahrung mit Elektronik in modularen Klemmgehäusen ein – sowohl bezogen auf Entwicklung und Test, vor allem aber auf die Fertigung im Stückzahlbereich.

Kanalorientiertes Denken

- jeder Kanal ist unabhängig parametrierbar
- eigenes CoE-Verzeichnis, eigene Prozessdaten
- je nach Baureihe synchron oder nacheinander abtastend

Hochwertige Eingangselektronik

- Ausgewählte Bauteile mit hoher Stabilität, robuste EMV-Schutzschaltung und bewährte Designs aus diversen Vorgängerklemmen wurden neu kombiniert zu einer zuverlässigen Eingangsbeschaltung mit qualitativ hochwertigen Parametern.
- In den Multifunktionsausführungen, angereichert um eine Umschaltmimik, werden

die Auskopplungen mit jeweils passenden Feature-Upgrades ausgerüstet. So verfügt die IEPE-Auskopplung ELM360x über unterschiedliche Speiseströme, die Messbrücken-Auskopplung ELM350x kann in einem größeren Spannungsbereich versorgen.

- Die Geräte werden von Beckhoff vorgealtert, bevor sie abgeglichen werden. Somit ist eine herausragende Stabilität in der Applikation auch in der Anfangszeit zu erzielen.

Topaktuelle Analog-/Digital-Wandler

- 24 Bit Auflösung für einen detaillierten Blick auf das Signal

- synchronisierte Abtastung auch mit DeltaSigma-Wandler über mehrere Kanäle und Klemmen – durch EtherCAT-Distributed-Clocks
- 10 kSps Samplingrate in der Standardversion, über 20 kSps in den 2-kanaligen Varianten bis zur schnellen 50-kSps-24-Bit-IEPE-Erfassung in der ELM360x

Die Filter-Maschine

- performante und effiziente Berechnung lokal in der Klemme
- über CoE auswählbare vordefinierte Butterworth-Standard-Filter oder selbstdefiniert durch Koeffizienten

- löst Aliasing-Probleme und schafft Raum für zur Laufzeit änderbare selektive Filter oder Bandsperrern

Dezimator

- zur Laufzeit änderbare Samplingrate des Kanals
- nutzt die Oversampling-Technik zum Transport der Daten über EtherCAT

Sonderfunktionen

- Die Sonderfunktionen sind optional aktivierbar.
- Eine TrueRMS-Berechnung wandelt den Datenstrom entsprechend um.
- Ein 2-stufiger Dezimator/Integrator ist nutzbar.

Freies Scaling

- Der auf den elektrischen Messbereich (z. B. 0...+10 V) gewandelte Messwert kann nun umgerechnet werden.
- klassisch Gain/Offset mit $y = mx + b$, mit interner Korrektortabelle oder ganz freier Stützstellentabelle bis hin zur Linearisierung

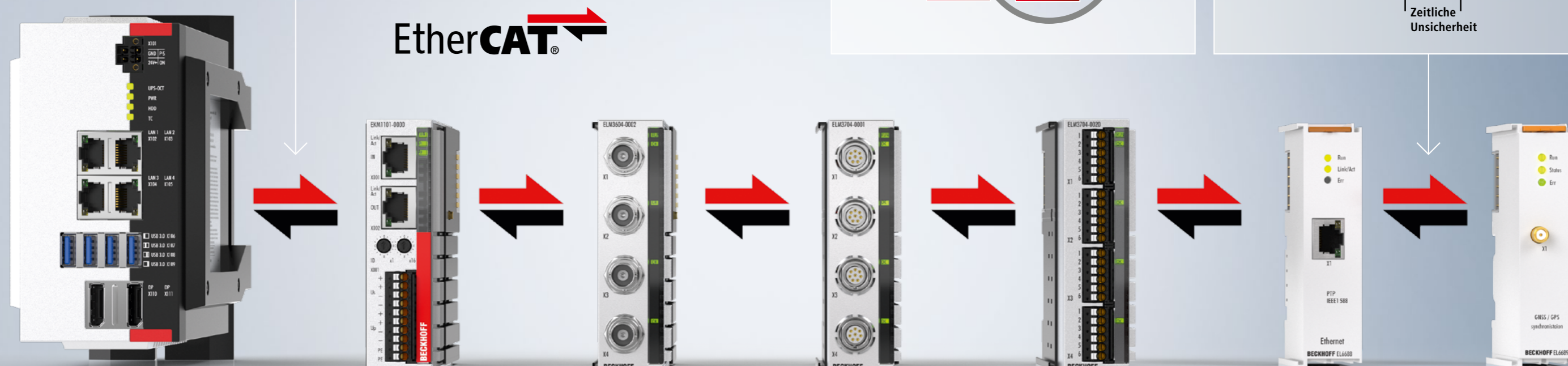
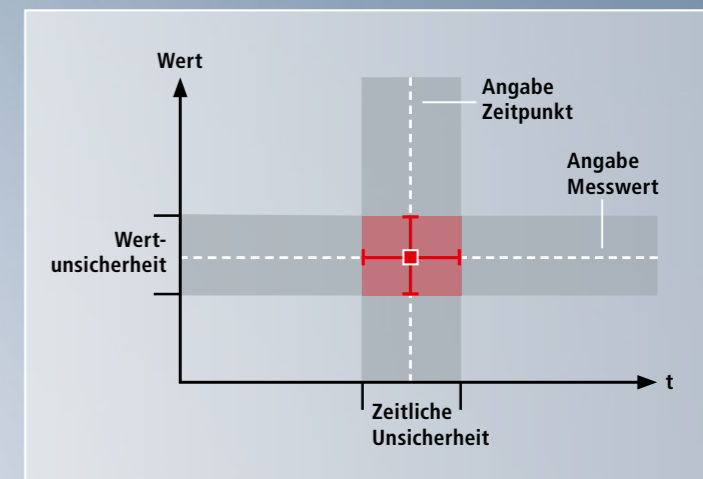
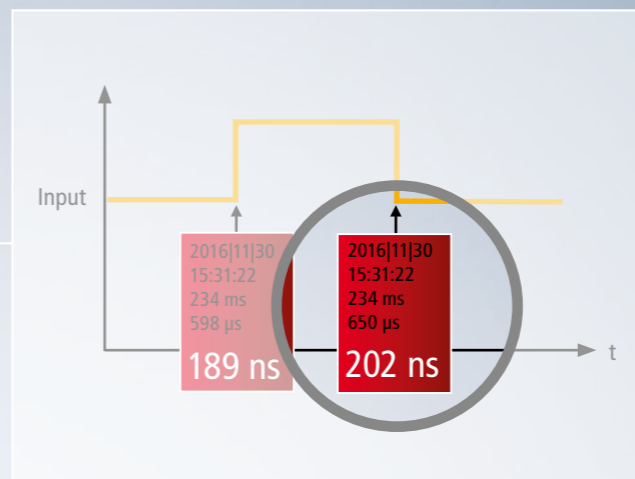
EtherCAT – der Messtechnik-Feldbus

- bis zu 100 μ s minimale EtherCAT-Zykluszeit
- Oversampling zum Transport größerer Datenpakete je Zyklus
- synchronisiert über Distributed-Clocks auf $< 1 \mu$ s Abweichung untereinander

Schnell, offen und ideal als Messtechnik-Feldbus: EtherCAT und EtherCAT G

Optimierte Genauigkeit: bis $\ll 1 \mu\text{s}$ mit der Timestamp-Funktion in ns-Auflösung

Mit EtherCAT erhöhen Sie den Wert der Daten: durch maximierte Zeit- und Wertpräzision.



Fest etabliert: EtherCAT von Beckhoff

Als EtherCAT-Erfinder nimmt Beckhoff immer noch eine führende Rolle bei der Weiterentwicklung dieser industriepprägenden Technologie ein und hat auch zukünftig den Anspruch, innovative Produkte für EtherCAT und insbesondere das modulare EtherCAT-Klemmensystem zu entwerfen. EtherCAT ist mittlerweile in der Messtechnik-Szene breit etabliert. Mit seiner 100-MBit-Datenrate deckt EtherCAT große Teile dessen ab, was die Messtechnik in der Labor- oder Produktionsumgebung erfordert. Für besonders datenintensive Anwendungen stellt EtherCAT G Bandbreiten von bis zu 10 GBit/s bereit. Dazu kommt die einfache Integration für Gerätehersteller und eine nach nun

über 20 Jahren schier unüberschaubare Vielfalt an Unterstützern in der ETG – mit über 6.900 Mitgliedern, davon über 100 Master-Hersteller; fast jeder Sensor verfügt mittlerweile über eine EtherCAT-Anbindung. Beckhoff stellt mit seinem EtherCAT-basierten modularen Klemmensystem und IPC-basierendem TwinCAT das Automatisierungsrückgrat in vielen Maschinen und reichert dieses System nun um präzise Messtechnik auf der Tragschiene an. Die Schaltschrankplanung wird nun durchgehender, die Installation platzsparender, die Beschaffung einfacher – indem alles von einem Hersteller geliefert wird. Optimierte Genauigkeit: bis $\ll 1 \mu\text{s}$ mit der Timestamp-Funktion in ns-Auflösung.

Mit EtherCAT erhöhen Sie den Wert der Daten: durch maximierte Zeit- und Wertpräzision. Die direkte Integration von präziser Messtechnik über EtherCAT in die Steuerung sorgt für einen einfachen Systemaufbau und damit eine Reduzierung der Komplexität. Und sie bietet technologische Feldbus-Highlights, wie die einfache Parametrierbarkeit nach EtherCAT-Standards, synchrone Abtastung durch Distributed-Clocks (bis hin zur externen Synchronisierung zu beliebigen Zeitquellen über GNSS, PTP/IEEE 1588 und viele weitere) und die durchgängige Diagnose von der Steuerung bis zur I/O-Ebene.

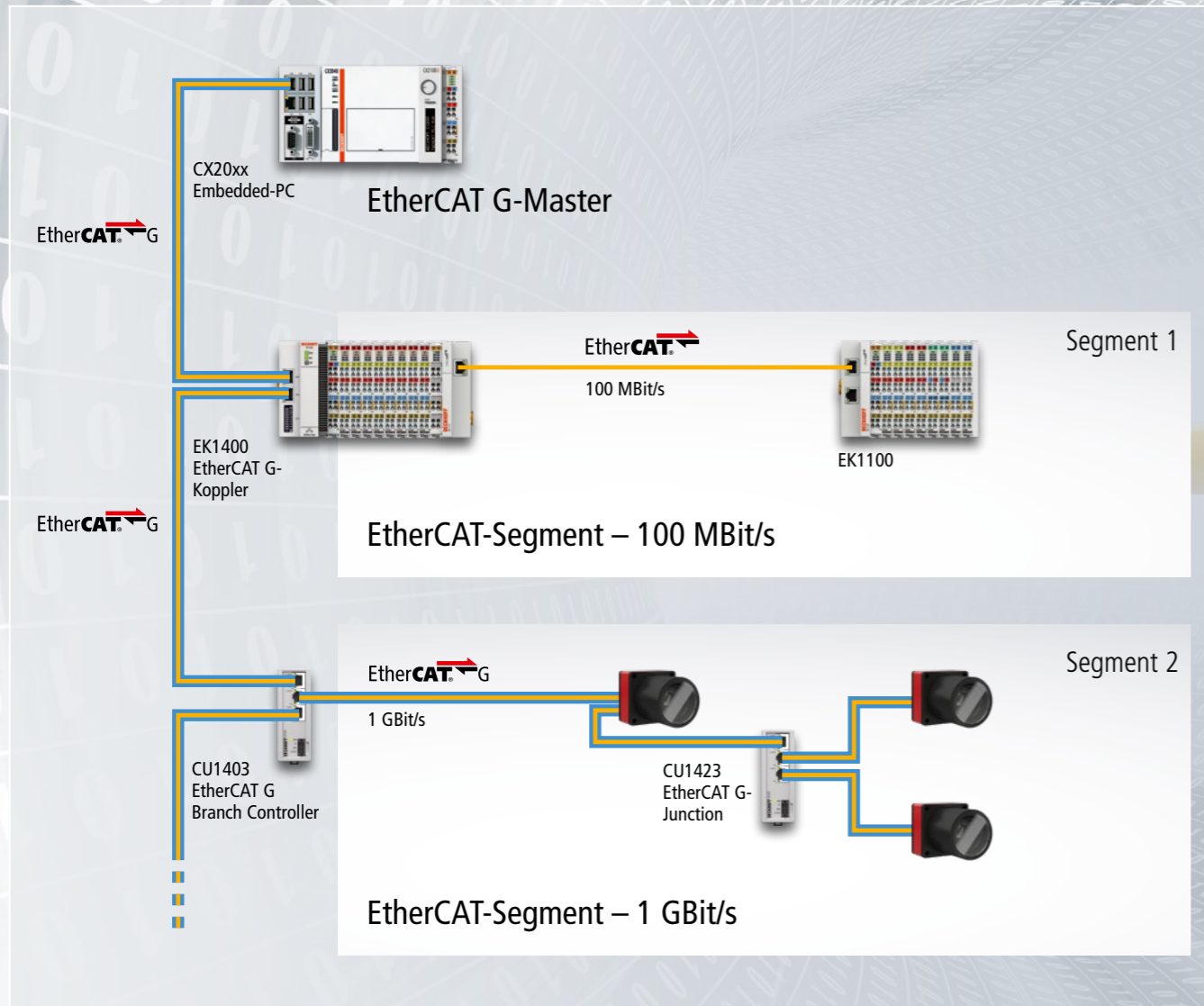
Hochgenaue Zeitsynchronisation

Ein Messwert hat zwei wesentliche Eigenschaften: die Messunsicherheit (Höhe des Wertes) und die genaue Zeitermittlung (Zeitpunkt der Messung). EtherCAT ermöglicht mit den Distributed-Clocks die hochgenaue Zeitsynchronisation aller Ein- und Ausgaben und das typischerweise mit Zeitunsicherheiten von deutlich unter $1 \mu\text{s}$, sowohl relativ der Geräte im Netzwerk untereinander, als auch absolut zu einer übergeordneten globalen Referenzzeit. Auf der anderen Seite verbessern die EtherCAT-Messtechnikmodule durch ihre präzise Messung die Ermittlung der Werte erheblich. Insgesamt kann ein Messwert auf diese Weise in Zeit und Wert deutlich exakter bestimmt werden.

EtherCAT optimiert die Messtechnik-Architektur:

- nur eine Kommunikationstechnologie für Maschinensteuerung und Messtechnik
- optimal abgestimmte Produkte und Technologien
- schnellster Ethernet-Feldbus
- 500 kompatible EtherCAT-Klemmen
- offen: problemlose Integration von Fremdprodukten
- Timestamping sichert hohe Messqualität
- Investitionsschutz: kein Versioning

EtherCAT G: das skalierbare System von 100 bis 10.000 MBit/s



10 Gbit/s
1 Gbit/s
100 Mbit/s

EtherCAT G ist die Fortführung des EtherCAT-Erfolgsprinzips in nun technologisch verfügbaren Geschwindigkeiten mit 1 GBit/s und 10 GBit/s. Das EtherCAT-Protokoll selbst bleibt dabei unverändert. Das vom EtherCAT-Master ausgesandte Telegramm durchläuft alle Teilnehmer. Jeder EtherCAT-Slave liest die an ihn adressierten Ausgangsdaten „on the fly“ und legt seine Eingangsdaten in den weitergeleiteten Frame – jetzt mit 1 bzw. 10 GBit/s. Das Telegramm wird nur durch Hardware-Durchlaufzeiten verzögert. Der letzte Teilnehmer eines Segments (oder Abzweigs) erkennt einen unbenutzten Port und sendet das Telegramm zum Master zurück –

hierbei wird die Full-Duplex-Eigenschaft der Ethernet-Physik ausgenutzt.

Auch alle anderen Eigenschaften von EtherCAT bleiben bei EtherCAT G/G10 vollständig erhalten. Geräte mit drei oder vier Ports (Junctions) ermöglichen flexible Topologien, genau so, wie sie von der Maschinenarchitektur gefordert werden. Optionale Maschinenmodule können weiterhin per Hot Connect je nach Bedarf an- oder abgesteckt werden. Eine netzwerkweite Diagnose hilft Stillstandszeiten der Maschine zu minimieren und erhöht somit die Verfügbarkeit. Selbstverständlich sorgt das integrierte Konzept der verteilten Uhren (Distributed Clocks) auch

weiterhin für Synchronisierungsgenauigkeiten besser 100 ns zwischen den Teilnehmern.

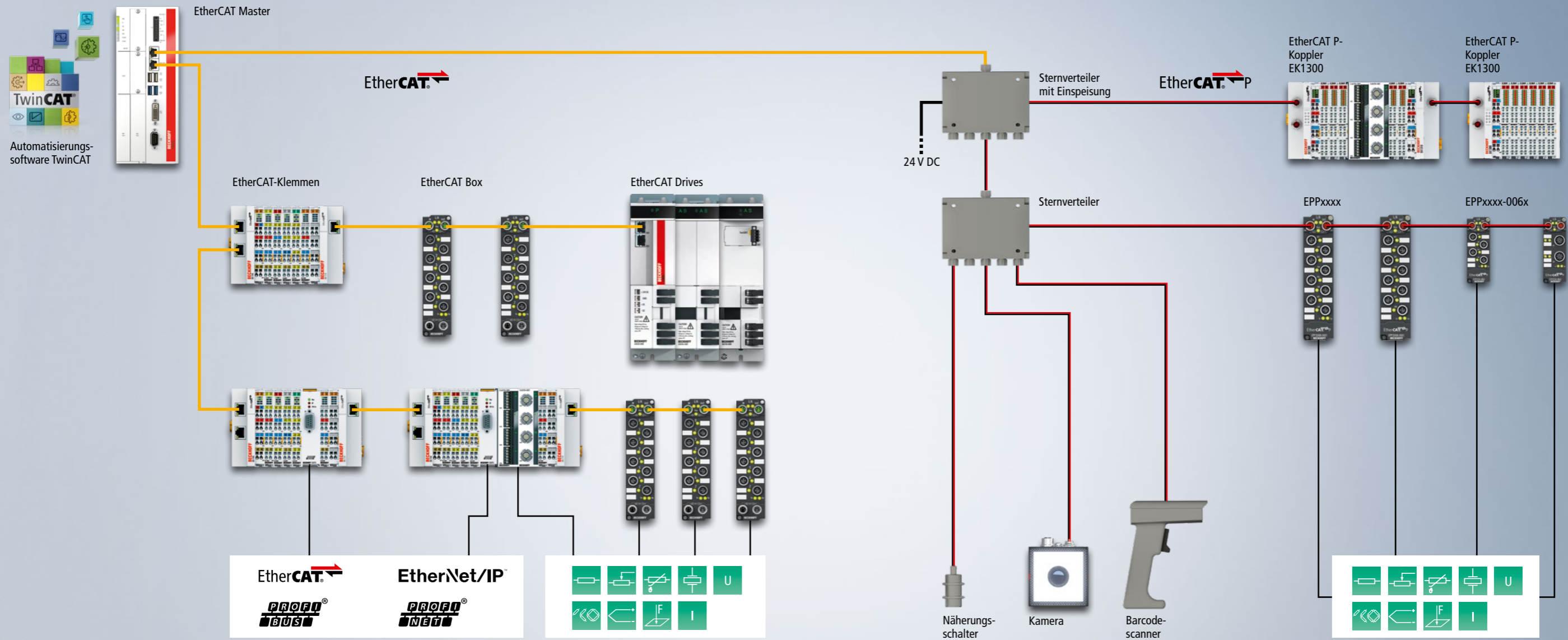
Gerade messtechnische Anwendungen profitieren von den erweiterten Möglichkeiten des EtherCAT G/G10: hohe Samplingraten von > 100 kSps mit 24 Bit Auflösung bei gleichzeitig hoher Kanalzahl von > 100 sind im Netzwerk nun einfach realisierbar.

Durchgängige Eigenschaften

- Echtzeit-Ethernet bis zur I/O-Ebene
- flexible Topologie
- hervorragende Diagnose
- Synchronisierungsgenauigkeit besser 100 ns
- einfachste Parametrierung/Konfiguration
- geringe Systemkosten
- maximale Performance
- Functional Safety integrierbar
- IEEE-802.3-konform

► www.beckhoff.com/ethercat-g

EtherCAT P: der Sensor-, Aktor- und Messtechnik-Bus



Der One-Cable-Automation-Feldbus

EtherCAT P vereint Kommunikation und Power auf einem 4-adrigen Standard-Ethernet-Kabel. Die 24-V-DC-Versorgung der EtherCAT P-Slaves und der angeschlossenen Sensoren und Aktoren ist integriert: U_s (System- und Sensorversorgung) und U_p (Peripheriespannung für Aktoren) sind voneinander galvanisch getrennt mit je bis zu 3 A Strom für die angeschlossenen Komponenten verfügbar. Dabei bleiben alle Vorteile von EtherCAT erhalten: wie freie Topologie, hohe Geschwindigkeit, optimale Bandbreitennutzung, Verarbeitung der Telegramme im Durchlauf, hochgenaue Synchronisation, umfangreiche Diagnose etc.

Die Ströme von U_s und U_p werden direkt auf die Adern der 100-MBit/s-Leitung eingekoppelt, was eine sehr kostengünstige und kompakte Anschaltung ergibt. Vorteile bietet EtherCAT P sowohl bei der Verbindung von abgesetzten kleineren I/O-Stationen im Klemmenkasten als auch bei dezentralen I/O-Komponenten vor Ort im Prozess. Um mögliche Defekte durch Fehlstecken mit Standard-EtherCAT-Slaves auszuschließen, wurde eine eigene Steckerfamilie für EtherCAT P entwickelt. Sie deckt alle Anwendungsfälle von der 24-V-I/O-Ebene bis zu Antrieben mit 400 V AC oder 600 V DC und einem Strom von bis zu 64 A ab.

Die Verbindung von EtherCAT P und dezentraler Messtechnik führt zu neuen Synergien: Mit wenig Verdrahtungsaufwand können hochwertige Messdaten aus jedem Abschnitt einer Anlage eingesammelt werden – bis hin zu temporären oder gar mobilen Messstationen, die nur dort platziert werden, wo sie gerade benötigt werden. Im Falle der EtherCAT-Messtechnikmodule ist der EtherCAT P-Koppler EK1300 für Schaltschrankmontage zu verwenden. EtherCAT P ist in der ETG offengelegt und somit implementierbar von allen interessierten Geräteherstellern. Industrielle Messtechnik und schaltschranklose IP67-Geräte – Welten wachsen durch EtherCAT P zusammen.

Der Highspeed-Feldbus mit „One-Cable-Vorsprung“:

- optimiert für direkte Anbindung von EtherCAT P-Devices im Feld
- weniger Verdrahtungsaufwand kombiniert mit Zeitersparnis
- weniger Fehlerquellen
- kleinere Sensoren und Aktoren durch Wegfall der separaten Versorgungseinspeisung
- einfache Verbindung von Komponenten

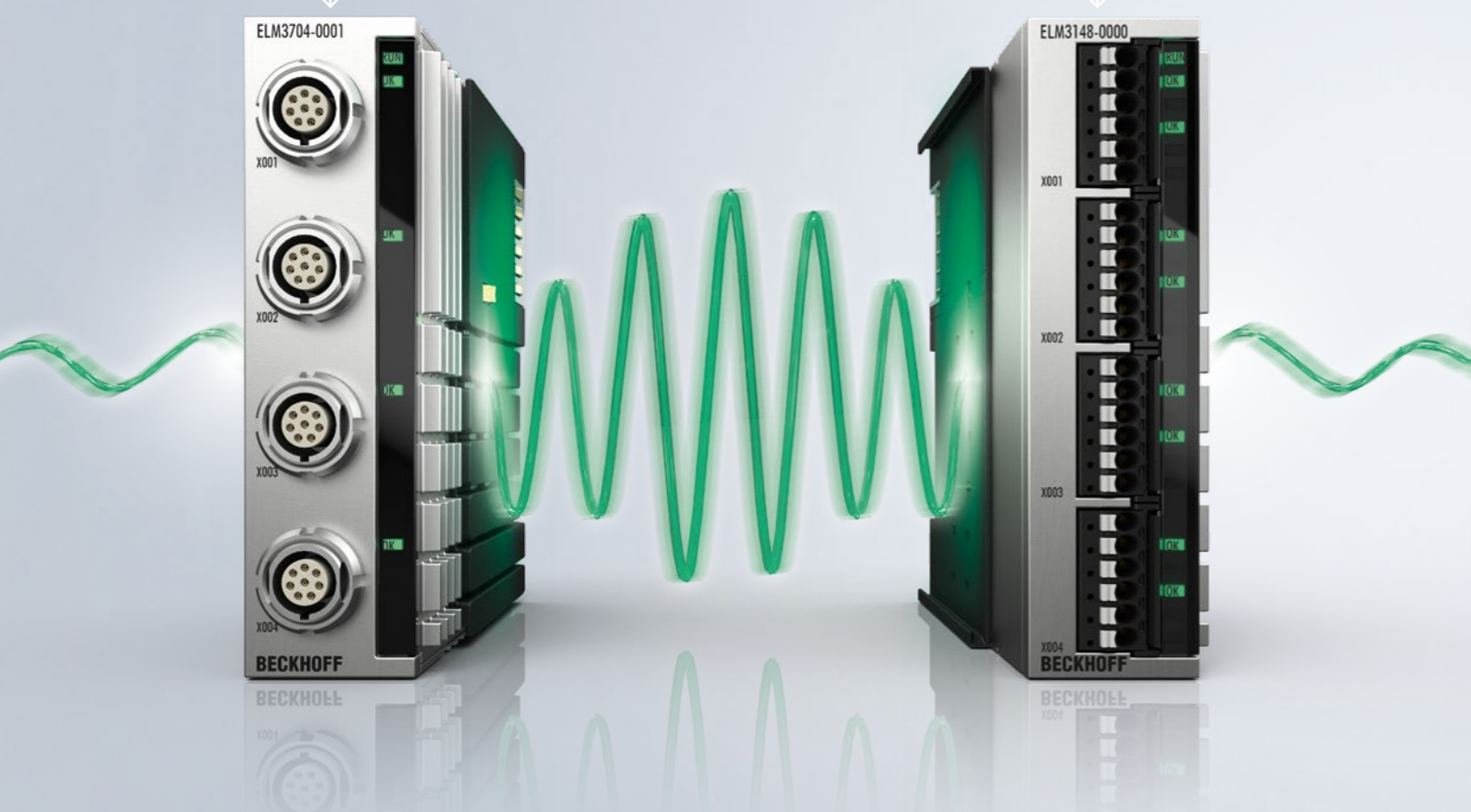
► www.beckhoff.com/ethercat-p

Beckhoff Messtechnik: für jede Anwendung die richtige Geräteklasse

Economy Line: robuste und präzise Messtechnik im Schaltschrank

Basic Line ELM3x0x
24 Bit
10 kSps pro Kanal
simultan
bis zu 25 ppm @ 23°C

Economy Line ELM3x4x
24 Bit
1 kSps pro Kanal
multiplexed
bis zu 100 ppm @ 0...50°C



Mit dem kontinuierlich erweiterten Messtechnikportfolio bedient Beckhoff 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 erfasst die Highend-Messtechnik der Basic Line auch jene prozesskritischen Messkanäle, für welche die Standard-Analogtechnik im EL/KL-Klemmensystem nicht geeignet ist. Die Basic Line ist zur Erfassung hochdynamischer Vorgänge bei gleichzeitig hoher Messgenauigkeit konzipiert – simultan über alle Kanäle und Module hinweg. Die Economy Line ist auf die Erfassung weniger dynamische 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. Beide Produktlinien unterstützen bewährte EtherCAT-Features wie die Distributed-Clocks-Zeitstempelung im ns-Format und Busdiagnose. Versorgt werden die Module idealerweise von Systemkomponenten wie dem EKM1101-Koppler. Integrierte Diagnosefunktionen stellen eine zuverlässige Messung sicher.



Systemkomponenten

Economy Line

EKM1101	ELM9410	ELM3142 ELM3144 ELM3146 ELM3148	ELM3244 ELM3246	ELM3344 ELM3344-0003 ELM3348 ELM3348-0003	ELM3542 ELM3544
EtherCAT Koppler mit Diagnose	Netzteilklemme mit Diagnose	Spannungs-/ Strommessung	RTD Temperaturmessung	TC Temperaturmessung	Messbrückenauswertung (DMS)
Der Koppler und die Netzteilklemme sind besonders auf den Einsatz zusammen mit den Messtechnikmodulen ausgerichtet. Sie stellen E-Bus- und Powerkontakt-Versorgung bis 2 A gefiltert und galvanisch getrennt bereit. Damit werden die Messklemmen von Einflüssen der Versorgung und anderen Busteilnehmern abgeschirmt. Außerdem liefern sie umfangreiche Diagnosewerte (Temperaturen, Vibration, Spannungen) für System-Condition-Monitoring.					
Kanäle		2/4/6/8	4/6	4/8	2/4
Auflösung		24 Bit	24 Bit	24 Bit	24 Bit
Max. Samplingrate pro Kanal		1 kSps	1 kSps	1 kSps	1 kSps
Anschluss-technik		Push-in	Push-in	Push-in	Push-in
U (0...10 V, ±10 V)	U	■			
I (-10/0/+4...+10/+20 mA)	I	■			
Messbrücke (DMS)	☞				■
IEPE	☞				
Widerstandsmessung	☞		■		
Potentiometer	☞				
Temperatur (RTD)	☞		■		
Temperatur (Thermoelement)	☞			■	

Basic Line: schnelle Highend-Messtechnik für den industriellen 24/7-Betrieb



Basic Line

	ELM3002 ELM3004	ELM3002-0205	ELM3102 ELM3104	ELM3102-0100	ELM3502 ELM3504	EPP3504
Kanäle	2/4	2	2/4	2	2/4	4
Auflösung	24 Bit	24 Bit	24 Bit	24 Bit	24 Bit	24 Bit
Max. Samplingrate pro Kanal	20/10 kSps	50 kSps	20/10 kSps	20 kSps	20/10 kSps	10 kSps
Anschluss-technik	Push-in	4 mm	Push-in	Push-in	Push-in	Push-in
U (1200 V)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
U (0...10/30/60 V, ±10 V)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I (-10/0/+4...+10/+20 mA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Messbrücke (DMS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IEPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Widerstandsmessung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potentiometer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Temperatur (RTD)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Temperatur (Thermoelement)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ELM3602 ELM3604	ELM3602-0002 ELM3604-0002	ELM3702 ELM3704	ELM3704-0001	ELM3702-0101	ELM2642 ELM2644	ELM2742 ELM2744
IEPE Eingang	IEPE Eingang	Multifunktions- eingang	Multifunktions- eingang	Multifunktions- eingang, isoliert	Reed Multiplexer 1:4	Solid-State Multiplexer 1:4
2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	Mit diesen Multiplexern werden die Einsatzmöglichkeiten der integrierten Messtechnik der ELM3xxx-Serie, aber auch ganz normaler analoger Ein- und Ausgänge EL3xxx/EL4xxx erheblich erweitert. Denn nun können mehrere Sensoren oder Quellen zugleich an einen analogen Eingangskanal angeschlossen werden. Die Schalter sind besonders für analoge Kleinsignale konzipiert. Die vielkanalige Erfassung von Analogsignalen, aber auch das flexible Umschalten verschiedener Testzustände in produktionsintegrierten Prüfstationen wird damit ohne extern angebundene Umschalter einfach möglich.	
24 Bit	24 Bit	24 Bit	24 Bit	24 Bit		
50/20 kSps	50/20 kSps	10 kSps	10 kSps	10 kSps		
Push-in	BNC	Push-in	LEMO	LEMO		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Messtechnikmodule für alle Anwendungen

Analog-Eingang		Leistungsklasse		Standard								
Multi	U (±5 mV...±60 V)	I	U/I	U/HV	Temperatur (Thermoelement)	Temperatur (RTD)	Widerstandsmessung	Potentiometer	Widerstandsbrücke (DMS)	IEPE (ICP, CCLD, ...)	Druckmessung	LVDT (induktive Brücke)
Multi	U (±5 mV...±60 V)	-10/0/4...10/20 mA	-10/0...+10 V, -20/0/+4...+20 mA	230/690 V AC, 410 V DC, 1/5A	Temperatur (Thermoelement)	Temperatur (RTD)	Widerstandsmessung	Potentiometer	Widerstandsbrücke (DMS)	IEPE (ICP, CCLD, ...)	Druckmessung	LVDT (induktive Brücke)
ELM370x 24 Bit, 10 kSps	ELM300x 24 Bit, 20 kSps EL3602 24 Bit, 1 kSps EL3602-0002 24 Bit, ±200 mV EL3602-0010 24 Bit, ±75 mV	ELM310x 24 Bit, 20 kSps EL3612 24 Bit, 1 kSps	ELM314x 24 Bit, 1 kSps	ELM3002-0205 24 Bit, 1200 V, 10 kSps, galvanisch getrennt	EL3314-0010 Typ J, K, L, ... U, 24 Bit	EL320x-0010 Pt100, 16 Bit	ELM350x 24 Bit, mit Versorgung, 20 kSps	ELM350x 24 Bit, mit Versorgung, 20 kSps	ELM350x 24 Bit, mit Versorgung, 20 kSps EPP3504-0023 24 Bit, mit Versorgung, 10 kSps	ELM360x 50 kSps, 24 Bit, 0/2/4 mA, AC/DC-Kopplung		
EL3751 24 Bit, 10 kSps	KL31x2 16 Bit, 0,05 % KL336x Oszilloskopklemme, 10 µs				ELM3344 Typ J, K, L, ... U, 24 Bit ELM3348 Typ J, K, L, ... U, 24 Bit	ELM3244 RTD, 24 Bit ELM3246 RTD, 24 Bit			ELM354x 24 Bit, mit Versorgung, 1 kSps EP3356 24 Bit, mit Selbstkalibrierung EL3356-0010 24 Bit, mit Selbstkalibrierung			
EL3681 Digital-Multimeter	EL300x 12 Bit EL306x 12 Bit EL310x 16 Bit EL316x 16 Bit EL3174-0042 16 Bit, galvanisch getrennt	EL301x 12 Bit EL302x 12 Bit EL304x 12 Bit EL305x 12 Bit	EL3072 12 Bit EL3074 12 Bit	Management EL3483 3-phasiger Netzwächter EL3483-0060 3-Kanal 480 V AC/DC EL3423 3-Phasen, 480 V, 1 A, AC/DC, Eco	EL331x Typ J, K, L, ... U, 16 Bit EL3314-0002 Galvanisch getrennt	EL320x Pt100/1000, Ni100, 16 Bit	EL3692 10 mΩ...10 MΩ, 24 Bit	EL3255 16 Bit, mit Sensorversorgung	EL3356 16 Bit, mit Selbstkalibrierung	EL3632 50 kSps, 16 Bit, 2/4/8 mA	EM3701 Differenzdruck, -100...+100 hPa	EL5072 Sensor-Interface, induktiv
KL3681 Digital-Multimeter	KL300x 12 Bit KL306x 12 Bit KL3468 12 Bit KL310x 16 Bit KL340x 12/16 Bit	EL311x 16 Bit EL312x 16 Bit EL314x 16 Bit EL315x 16 Bit	EL3172 16 Bit EL3174 16 Bit	Messung KL3403 3-Phasen, 500 V, 1 A, AC/DC KL3453 3-Phasen, 690 V AC/DC, 1/5 A AC EL3443 3-Phasen, 480 V, 1 A, AC/DC	EP3314 Typ J, K, L, ... U, 16 Bit (auch EPP, EQ, ER)	EP3204 Pt100/1000, Ni100, 16 Bit (auch EPP, EQ, ER)			KL3351 16 Bit		EM3702 Relativdruck, 0...7.500 hPa KM3701 Differenzdruck -100...+100 hPa	
	EL3702 16 Bit, 100 kSps	EL3742 16 Bit, 100 kSps	EP31xx 16 Bit (auch EPP, EQ, ER)	Überwachung EL3773 3-Phasen, 500 V, 1 A, AC/DC EL3783 3-Phasen, 690 V AC/DC, 1/5 A AC	KL331x Typ J, K, L, ... U, 16 Bit	EL321x Pt100/1000, Ni100, 16 Bit, 3-Leiter KL3208-0010 NTC 1,8...100 kΩ, 16 Bit			KL3356 16 Bit, mit Selbstkalibrierung		EM3712 Relativdruck, -1.000...+1.000 hPa KM3702 Absolutdruck 7.500 hPa	

Anwendungsbeispiel
Power Monitoring
(Energie)

Anwendungsbeispiel
Condition Monitoring
(Schwingungen)

Hinweis: Einige Serien sind mit Werks- oder externem Kalibrierzertifikat (ISO17025, DAkkS) erhältlich.

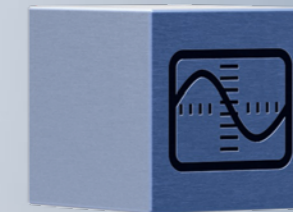
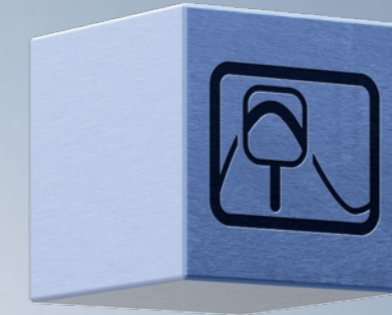
Beckhoff: der Messtechnik-Spezialist
Nicht nur die hochpräzisen Messtechnikmodule der ELM-Serie sind Ausdruck der Beckhoff Messtechnik-Kompetenz: Mit den EtherCAT-Klemmen der Serie EL, den Busklemmen der Serie KL und den IP67-Serien bietet Beckhoff bereits hochspezialisierte Geräte für besondere Messaufgaben. Damit unterstreicht Beckhoff seinen Anspruch, in Spezialfeldern wie Wägetechnik oder Schwingungsmessung mit technologisch führenden Automatisierungskomponenten vertreten zu sein. Beispiele sind die Widerstandsklemme EL3692, die über 9 Dekaden im 4-Leiter-Modus misst, die EP1816-3008 zur Lageerkennung, z. B. eines

Roboterarms, oder die KL3403 zur 3-phasigen Leistungsmessung. Somit können nicht nur EtherCAT, sondern auch andere Bussysteme über die Buskoppler BK/BC oder Feldbusklemmen EL67xx (PROFIBUS, PROFINET, EtherNet/IP u. a.) mit messtechnischen Klemmen und IP67-Modulen bedient werden.
Beckhoff bietet unterschiedliche Leistungsklassen: von 12 bis 24 Bit Auflösung, von langsamen 100 Samples/s bis zu 100-kSps/s-Oversampling-Klemmen, und auch bei der Messgenauigkeit deckt Beckhoff mit 0,5 bis 0,01 % viele Anwendungsfälle ab. Ein gutes Beispiel dafür ist das Condition Monitoring:

Hier kommt nicht nur die dedizierte EL3632 zu Schwingungsmessung zum Einsatz, sondern auch die Strom-, Leistungs- und Hydrauliküberwachung mit Sensoren an den Standardklemmen mit 10-V- oder 20-mA-Norm-Signaleingang.

- Beckhoff bietet die passenden Messtechnikmodule:**
- für alle Branchen von Holzbearbeitung über Metallbearbeitung bis zu Windkraftanlagen
 - für alle Anwendungen von industrieller Messtechnik und Prüfstand-Messtechnik bis zu Condition Monitoring und Power Monitoring

TwinCAT 3: hochmodulares Herzstück der PC-basierten Steuerungstechnik



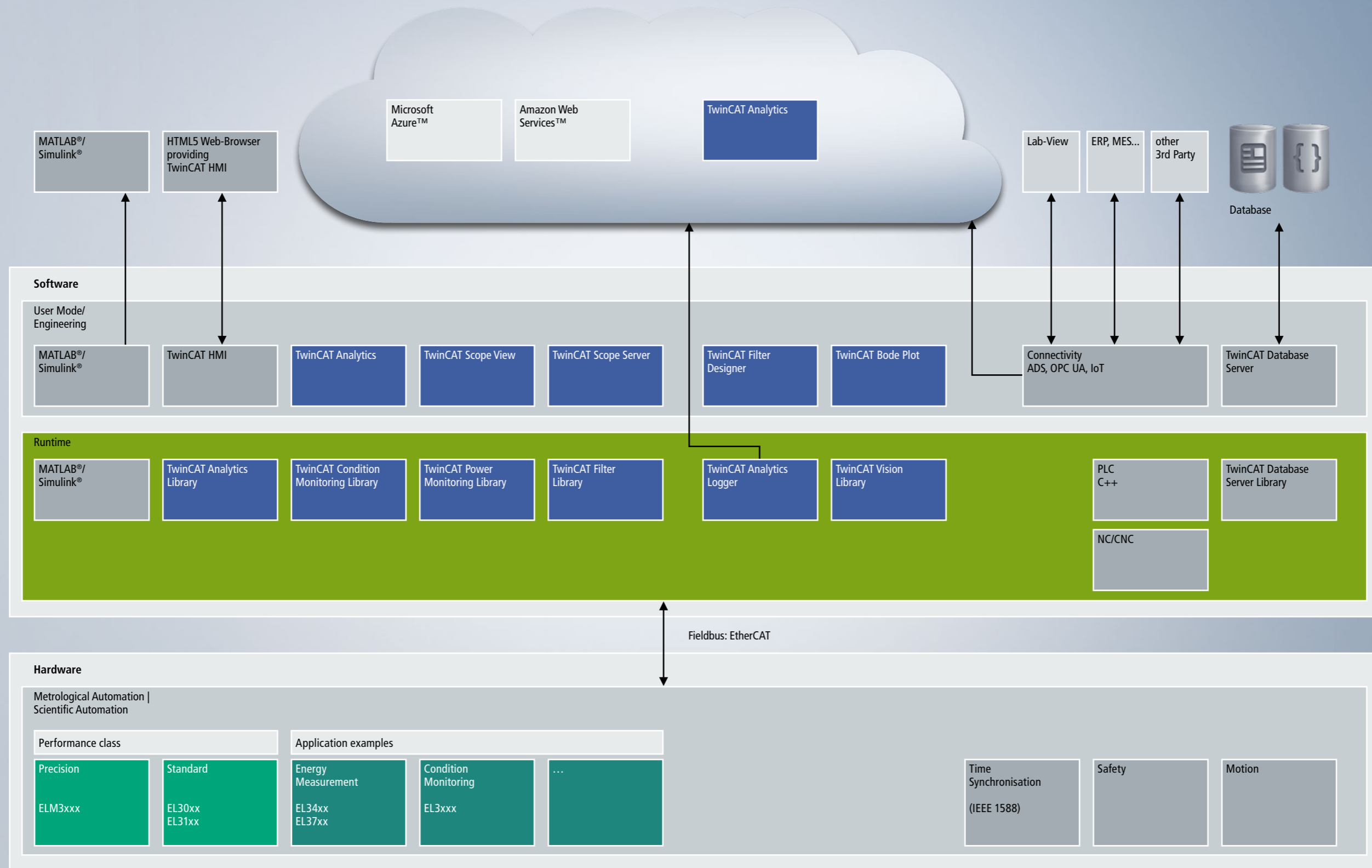
Beckhoff bietet für alle Bereiche der Automatisierung Systemlösungen in verschiedenen Leistungsklassen an. Dabei ist die Steuerungs- und Antriebstechnik hochskalierbar und somit optimal an unterschiedliche Anwendungen anpassbar. Die Engineering- und Steuerungssoftware TwinCAT vereint alle notwendigen Maschinenfunktionalitäten wie z. B. SPS, HMI, Motion, Robotik, Messtechnik, Vision aber auch IoT und die Datenanalyse in einem Paket. TwinCAT IoT unterstützt die gängigen Protokolle für die Cloud-Kommunikation und Push-Nachrichten an Smart Devices. TwinCAT Analytics bietet die Grundlage für eine umfassende Prozessdatenspeicherung und -analyse.

Flexibilität durch Modularität

- die modulare Lösung ist bedarfsgerecht skalier- und erweiterbar
- hochskalierbare Rechnerplattformen für alle Leistungsanforderungen
- alle Optionen zur Datenspeicherung und -auswertung: lokal an der Maschine, im unternehmenseigenen Netzwerk oder in der Cloud
- vereinfachte Code-Generierung durch Templates
- einfache Replizierung von erstelltem Code für die Serienfertigung

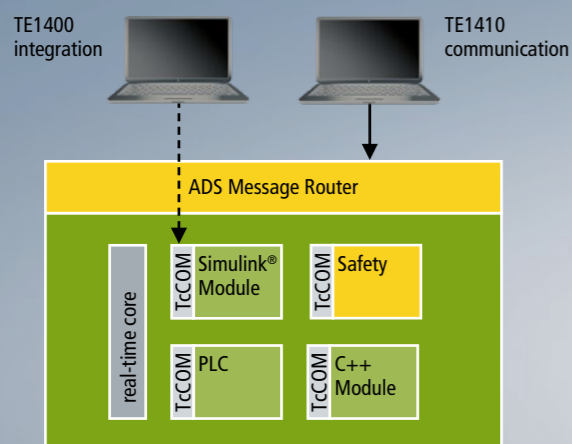
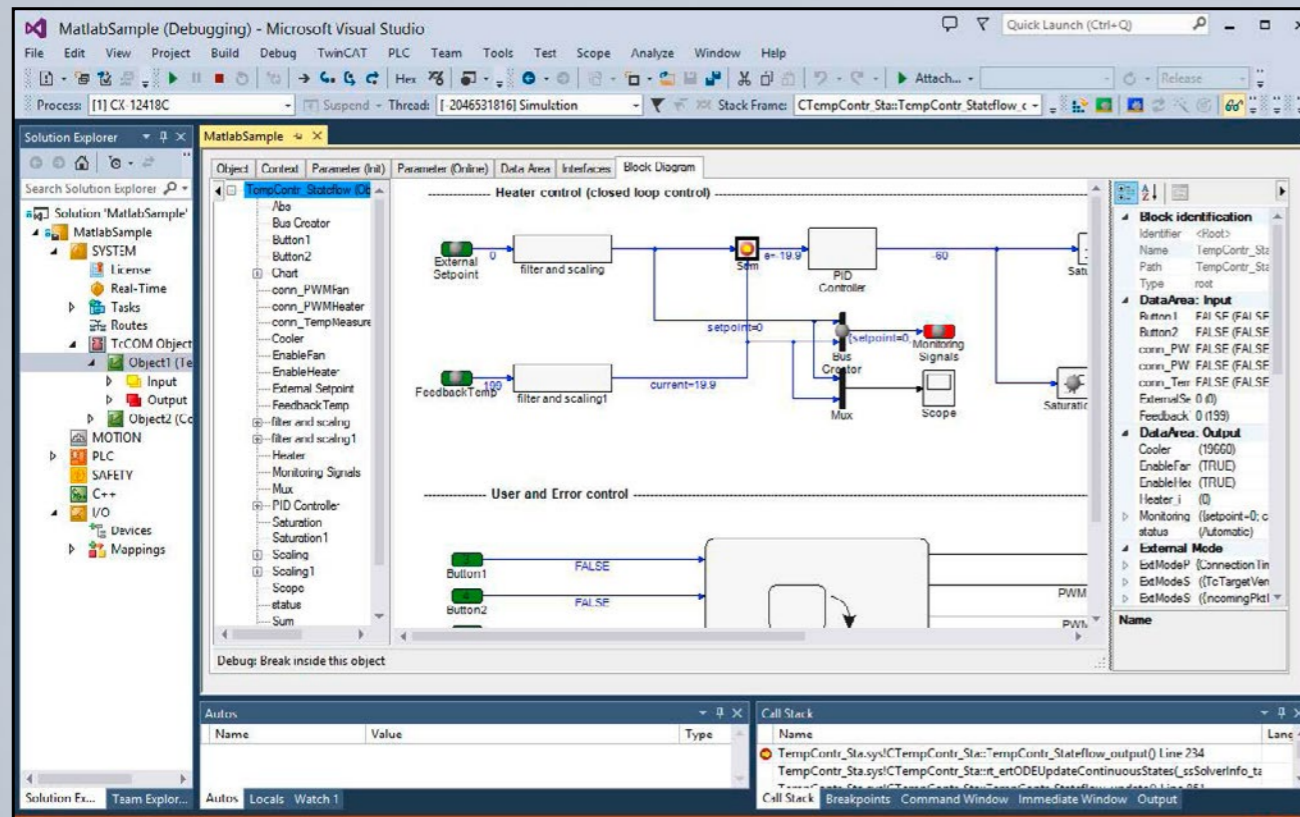
Alle Module für systemintegrierte Messtechnik auf einer einheitlichen Plattform

Das Beckhoff Gesamtsystem bearbeitet und transportiert Daten zwischen allen Ebenen einer modernen Maschinensteuerung: Von der untersten I/O-Ebene, direkt oder über Sensorbusse, über die diversen etablierten Feldbusse in die PC-basierte Steuerung. Dort von den verschiedensten Softwarebausteinen verarbeitet, gespeichert in Datenbanken und übertragen an Analysestationen, ob lokal an der Maschine „on premise“, zentralisiert in der Fertigung oder in der Cloud. Die Flexibilität, Erweiterbarkeit und Skalierbarkeit der universellen Steuerungstechnik von Beckhoff ist eine Stärke, die auch in messtechnischen Applikationen große Anwendervorteile bietet.



MATLAB® und Simulink® – Starke Partner in der Mess- und Prüftechnik

MATLAB®/Simulink®



MATLAB® und Simulink® setzen Standards in der Analyse von Messdaten sowie der Modellierung und Simulation von Systemen. Beide Tools des Unternehmens The MathWorks, Inc. genießen eine weite Marktdurchdringung in diversen Branchen.

Mit den Produkten Target for MATLAB®/Simulink® (TE1400) sowie Interface for MATLAB®/Simulink® (TE1410) unterstützt Beckhoff eine tiefe Integration beider Produkte in das Engineering mit TwinCAT 3.

Ausgehend von einem Engineering in Simulink® können Sie mit TE1400 in TwinCAT 3 instanziierebare TwinCAT Object Model (TcCOM) erzeugen.

In TwinCAT können diese Module direkt über eine Echtzeit-Task getriggert oder über andere TcCOM aufgerufen werden. Das Blockschaltbild wird als Control im TwinCAT Engineering eingebettet und bietet die Möglichkeit das Modell in TwinCAT zu parametrieren und Signale zu beobachten. Erarbeiten Sie mit diesem Produkt z. B. in der Echtzeit ausführbare Beobachter bzw. virtuelle Sensoren für die Ableitung von nicht direkt erfassbaren Messgrößen oder simulieren Sie in Echtzeit das Verhalten nicht vorhandener Komponenten (Hardware-in-the-Loop).

TE1410 liefert ein Kommunikationsinterface auf Basis von ADS zum Austausch von Daten zwischen TwinCAT und MATLAB®/Simulink®. Unterstützt werden synchrone sowie asynchrone Lese- und Schreibvorgänge sowie Methodenaufrufe (Read/Write). Nutzen Sie mit diesem Produkt z. B. die Möglichkeit, einmal erarbeitete MATLAB®-basierten Analysen als aus TwinCAT aufrufbare Funktionen verfügbar zu machen. Oder nutzen Sie das Produkt im Kontext mit Simulink® für die Software-in-the-Loop-Simulation im Zuge modell-basierter Softwareentwicklung.

TE1400

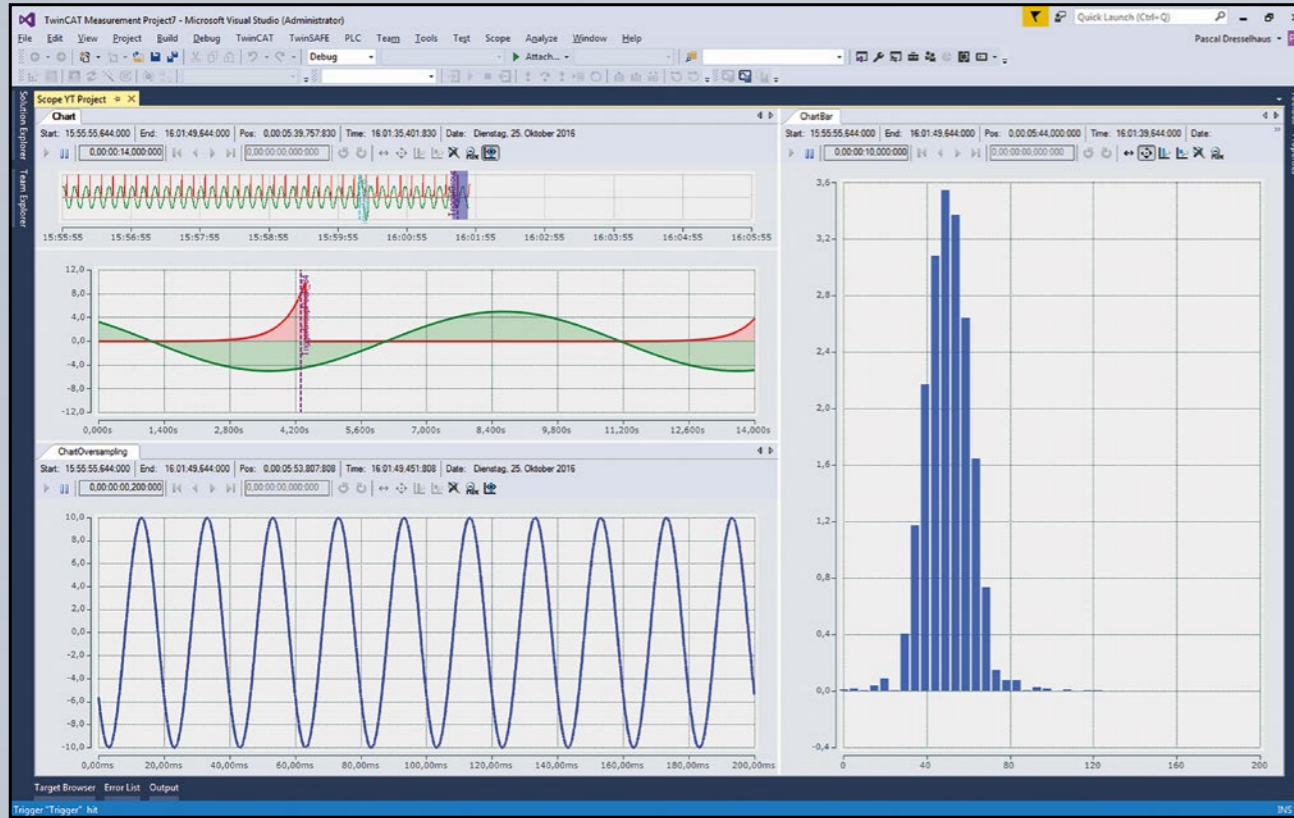
- One-Click-TcCOM-Generierung aus Simulink®
- mehrfach instanziierebare Module in TwinCAT
- Blockschaltbild als Control in XAE
- Parametrierung und Charting von (internen) Modellsignalen
- Debugging in XAE möglich

TE1410

- ADS Client in Simulink®
- eingebetteter Target Browser in Simulink®-Block
- ADS Client/Server in MATLAB®

Das Multicore-Oszilloskop für Highend-Messtechnik: TwinCAT Scope

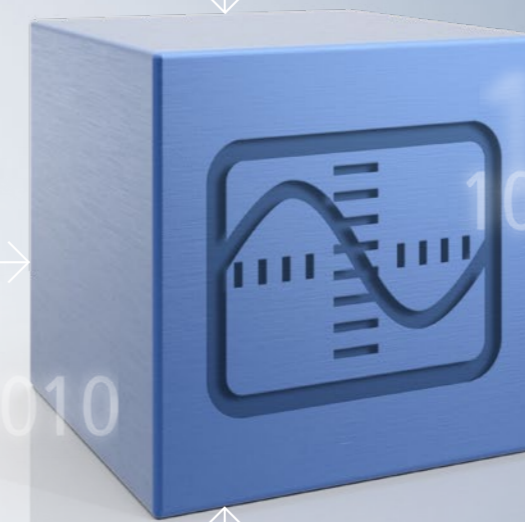
TwinCAT Scope



Das TwinCAT Scope ist ein hochmodernes Charting-Tool für die grafische Darstellung von Signalen aus dem TwinCAT-System. Es besteht durch eine lückenlose Aufzeichnung von hochaufgelösten Daten und einer sehr performanten grafischen Darstellung von Linien- oder Balken-Charts. Signifikante Ereignisse lassen sich markieren und im Overview-Chart leicht wiederfinden.

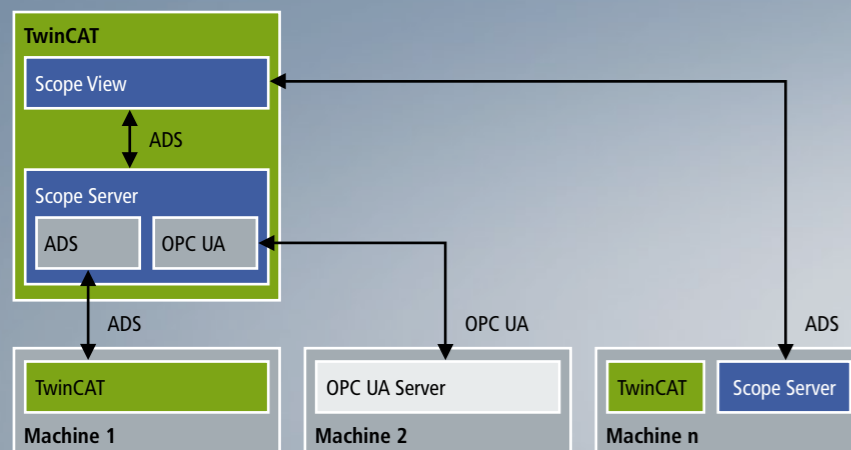
TwinCAT Filter Designer

Um Filter ideal an die jeweilige Messaufgabe anpassen zu können, ist der in TwinCAT Engineering integrierte Filter Designer entwickelt worden. Er bietet die Möglichkeit, Filterkurven grafisch oder tabellarisch zu editieren und die ermittelten Filterkoeffizienten per Drag-and-Drop in die neuen ELM-Messtechnikmodule herunterzuladen. Alternativ kann man die Koeffizienten auch in Funktionsbausteine der SPS-Bibliothek TwinCAT Filter Designer kopieren. Dies ermöglicht die einfache Konfiguration digitaler Filter wie z. B. Butterworth oder Chebyshev als Tiefpass, Bandpass oder Hochpass.



TwinCAT Bode Plot

Ein wichtiger Teil der Automatisierung ist die Antriebstechnik. Auch hier fallen viele Prozess- und Messwerte an. Bevor diese Systeme regelmäßig Daten für Condition Monitoring und Analytics liefern, müssen sie jedoch optimal eingestellt werden. Dafür ist der auf dem TwinCAT Scope basierende Bode Plot ideal. Es können Sollwerte an den Antrieb übergeben und dessen Reaktion grafisch in Frequenzgang und Phase dargestellt werden, um so die Antriebsparameter optimieren zu können.



Das Highlight der TwinCAT-Measurement Produktfamilie ist ein extrem leistungsstarkes Software-Oszilloskop. Das als unabhängiges Projekt im Visual Studio® integrierte Charting-Tool kann Messsignale im einstelligen µs-Bereich grafisch darstellen. Neben klassischen Funktionen wie Trigger, Chart-Synchronisierung und Cursor bietet das sogenannte TwinCAT Scope View auch DirectX- und Multicore-Support, um die volle Rechenleistung des entsprechenden Systems für die Darstellung der hochfrequenten Signale, auch von Oversampling-Werten, ausnutzen zu können.

Mehrere im Produkt integrierte Wizards vereinfachen die ohnehin schon intuitive Bedienung von TwinCAT Scope View. Neben einem Projekt-Wizard gibt es einen Wizard für die Auswahl und Transformation von physikalische Einheiten und einen für die Konvertierung von Daten in andere Dateiformate wie csv oder tdms. Mit letzterem sind auch das Ausschneiden von nicht benötigten Daten und die Angabe einer Zeitspanne für den Export möglich sowie der voll automatisierte Datenimport und -export über die SPS. Das nahtlose Zusammenspiel mit anderen

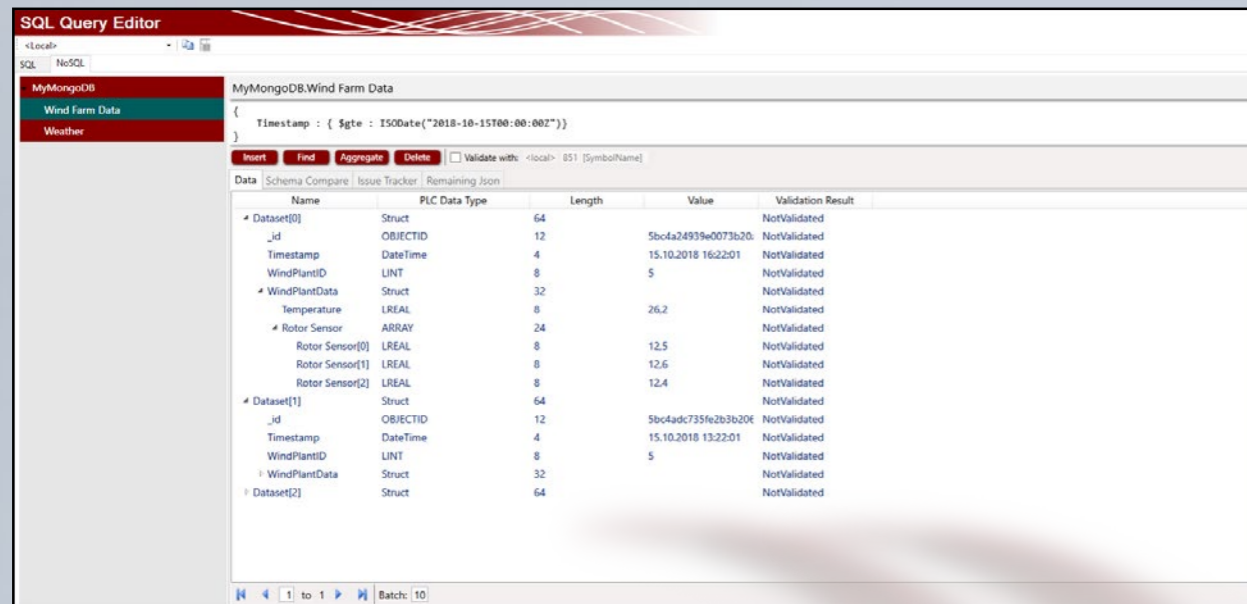
TwinCAT-Produkten stand bei der Entwicklung von TwinCAT Scope im Vordergrund. Neben Templates für Motion-Anwendungen sind beispielsweise Bar-Charts in Verbindung mit der TwinCAT-Condition-Monitoring-Bibliothek sehr nützlich, um Frequenzgänge von Power- oder Magnitudenspektren darzustellen. Selbst Bilder von Vision-Systemen können per Zeitstempel im Datenstrom einsortiert und im Scope ausgegeben werden. So ermöglicht Scope die Bündelung aller wesentlichen Daten aus Prüf- und Messaufgaben.

Software-Oszilloskop mit Multicore-Rechenleistung

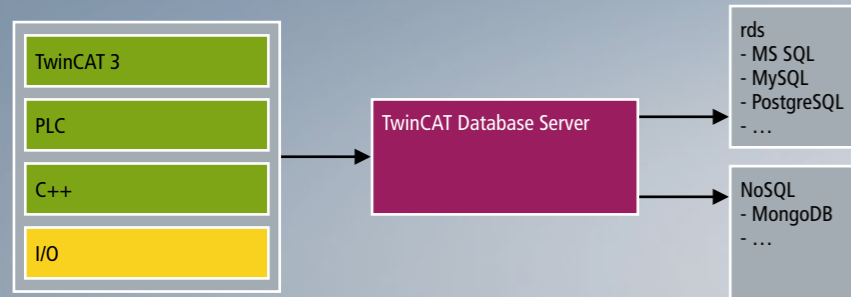
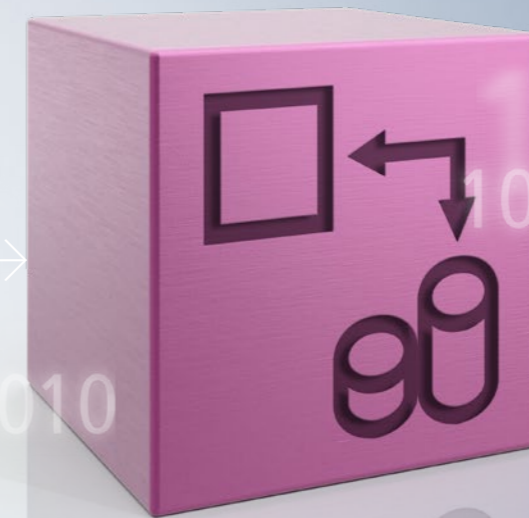
- Highend-Charting-Tool für hochaufgelöste Daten
- kostenlose Basisversion in TwinCAT XAE integriert
- langzeit- und triggergesteuerte Aufnahmen
- Kommunikation per ADS oder im OPC-UA-Standard
- Scope Control für die Integration in die eigene .NET-basierte HMI

Vereinfachte Datenbankanbindung für leistungsstarke Anwendungen

TwinCAT Database



Im SQL Query Editor kann die SQL- oder NoSQL-Datenbank-Kommunikation bequem und einfach mit wenigen Klicks getestet werden. Dabei wird der TwinCAT Database Server des Zielsystems verwendet. Zusammen mit der automatischen Code-Generierung kann die ausprogrammierte Anbindung aus der Steuerung nicht mehr fehlschlagen.



Daten sind heute besonders wertvoll. Auch Daten von Maschinen, Anlagen oder Prüfständen haben einen hohen Wert und müssen gesichert werden. Der TwinCAT Database Server ermöglicht genau das: er sorgt für den Datenaustausch zwischen TwinCAT und verschiedenen Datenbanksystemen. Dabei können Werte geschrieben oder gelesen werden.

Der Database Server bietet vier Funktions-Modi. Der Configure-Mode erlaubt die blitz-schnelle Konfiguration einer Datenbankanbindung, ohne dass dafür Programmcode nötig wäre. Der PLC-Expert-Mode ist für SPS-Programmierer konzipiert, die keine eigenen SQL-Befehle in der

SPS erstellen möchten; dies übernimmt der Database Server automatisch. Dabei bietet der SQL-Expert-Mode volle Flexibilität, denn der Anwender kann die Kommandos selbst zusammensetzen und sogar Stored Procedures auf der Datenbankseite anstoßen. Dieser Modus steht außerdem in C++ zur Verfügung. Insbesondere bei häufig wechselnden Messkampagnen ist eine starre Tabellenstruktur in einer relationalen Datenbank nur schwer zu verwalten. Daher bietet der Database Server neben den klassischen relationalen Datenbanken wie zum Beispiel Microsoft SQL, Oracle, MySQL oder SQLite im NoSQL-Expert-Mode auch die Möglichkeit

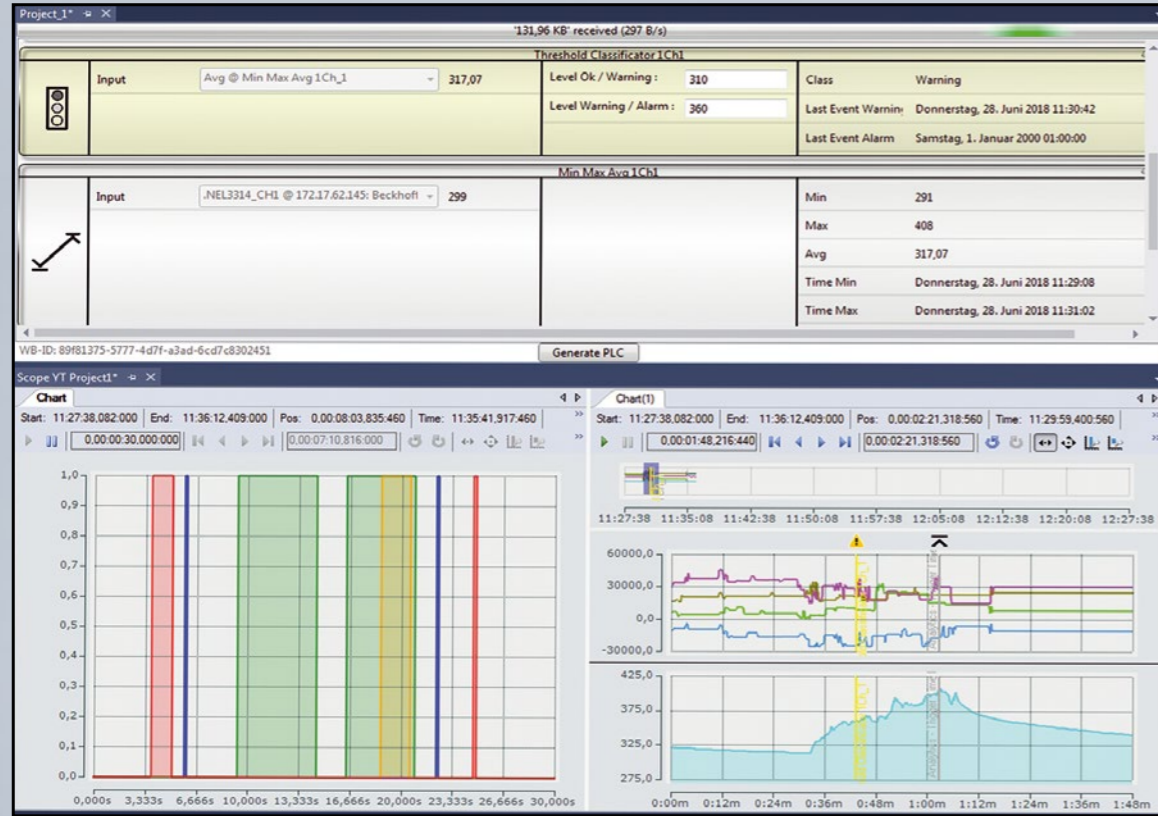
sogenannte NoSQL-Datenbanken wie MongoDB anzubinden. Hierzu muss kein Schema festgelegt werden, was die Flexibilität in der Applikation deutlich erhöht.

Komfortable Datenbankanbindung ohne Programmieraufwand

- direkt aus dem Echtzeit-Kontext in die Datenbank
- Unterstützung von relationalen und NoSQL-Datenbanken
- einfache Konfiguration im TwinCAT Engineering
- SPS-Code-Generierung für einfache Umsetzung in der Steuerung
- unterschiedliche SPS-Funktionsbausteine für alle Nutzergruppen

Durchgängige, lückenlose Datenanalyse mit TwinCAT Analytics

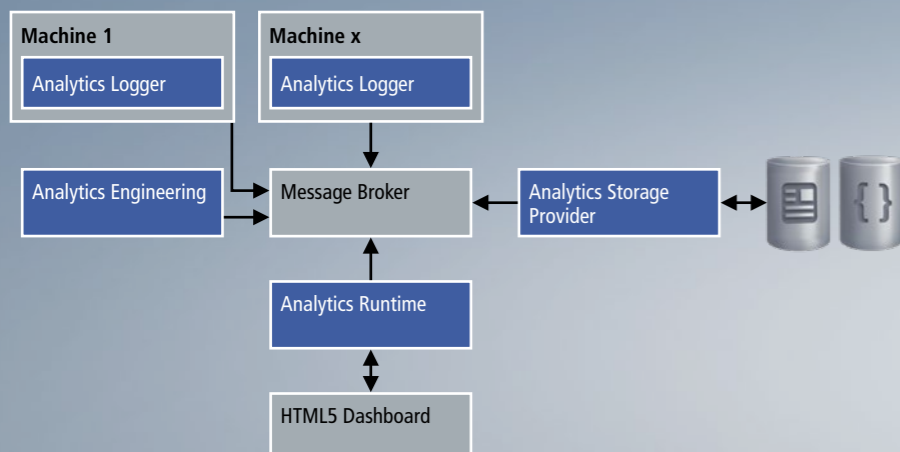
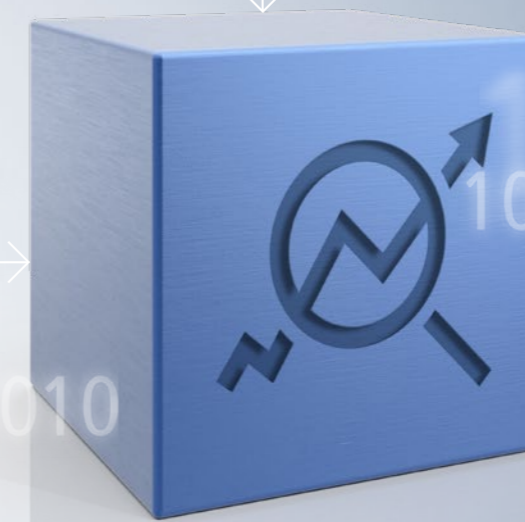
TwinCAT Analytics



Konfigurator und Scope View in einem Analytics-Projekt. Die Daten werden per MQTT direkt von der Maschine oder über eine Datenbank in die Analysesoftware gestreamt. Signifikante Ereignisse können aus der Analyse per Drag-and-Drop in das Charting-Tool gezogen und im Datenstrom markiert werden.

TwinCAT Condition Monitoring

Für die zustandsbasierte Wartung von Maschinen müssen Messwerte ausgewertet werden. Dafür steht die TwinCAT-Condition-Monitoring-SPS-Bibliothek zur Verfügung. Komplexe mathematische Algorithmen können in einfacher Art und Weise lokal auf dem Steuerungsrechner für die Auswertung sorgen. Ein perfektes Zusammenspiel ergibt sich mit dem TwinCAT Scope, beispielsweise bei der Darstellung von Frequenzspektren als Bar-Chart, aber auch mit TwinCAT Analytics für die zentrale Analyse mehrerer Steuerungen.



Durch die Analyse aussagekräftiger Daten lassen sich Wettbewerbsvorteile generieren. Dies erklärt, warum immer mehr Datenanalyse-Tools verfügbar sind. Doch sprechen diese meist nicht die Sprache der Maschinenbauer und sind konzeptionell auf wenige Szenarien beschränkt. Im Gegensatz dazu ist TwinCAT Analytics für den Maschinenbau entwickelt worden. Die Engineering-Tools von TwinCAT Analytics sind nahtlos in das bereits durch Maschinenapplikationen bekannte Microsoft Visual Studio® integriert. Die vertraute Umgebung spart viel Zeit bei der Entwicklung. Es stehen viele Algorithmen zur Verfügung, welche sprachlich einen direkten Bezug auf den Maschi-

nenbau und auf die entsprechende Funktion zulassen. Die Interaktion mit bereits bekannten TwinCAT-Tools wie dem TwinCAT Scope vereinfacht den Umgang mit Analytics. TwinCAT Analytics beschränkt sich nicht nur auf die gezielte Fehlersuche an Maschinen, sondern ermöglicht eine dauerhafte Überwachung einer oder mehrerer Maschinen, die sich in einem Netzwerk befinden. Der Weg zur 24/7-Überwachung ist denkbar einfach: aus einer im Konfigurationstool erstellten Analyse lässt sich per Mausklick lesbarer SPS-Code generieren. Dieser kann parallel zur Maschine in der Analytics Runtime auf einem Analyse-IPC oder in einer virtuellen Maschine

laufen. Für individuelle Analysen kann der generierte Code in bekannten Programmiersprachen erweitert werden. Bestehenden Code kann man eins zu eins übernehmen, und mit der TwinCAT 3 HMI lässt sich ein Analyse-Dashboard designen, welches einen Mehrwert für den Endkunden darstellt. TwinCAT Analytics funktioniert zudem nicht nur mit Live-Daten, sondern auch mit historischen Maschinendaten. Der Datenbankzugriff ist über den Analytics Storage Provider möglich. TwinCAT Analytics ist insgesamt nicht nur ein Produkt, sondern vielmehr ein Workflow, der es erlaubt, IoT-Technologien flexibel zu nutzen und damit echte Industrie-4.0-Applikationen zu realisieren.

Datenanalyse als Mehrwert für den Maschinenbauer

- neue Geschäftsmodelle basierend auf Datenanalyse
- schnelle und vereinfachte Fehleranalyse
- Maschinoptimierung
- einfaches Engineering integriert in TwinCAT XAE
- Kostenreduktion durch automatische SPS-Codegenerierung für 24/7-Überwachungen
- nahezu automatisches Datenmanagement
- maximale Flexibilität durch IoT-Technologien

Referenzen: die Beckhoff Messtechnik-Kompetenz global im Einsatz



Aoling und CNOOC, China

Condition Monitoring und Echtzeit-Schwingungsanalyse bei Offshore-Ölplattformen

► www.cnooc.com.cn



Pensar Otra Vez, USA

PC-Control und EtherCAT beim Hochtemperatur-Leiterplattentest

► <https://pensar2.com>



HS Kempten und ABT, Deutschland

Schnelle und flexible Prüftechnik beim Fahrzeugumbau auf Elektroantrieb

► www.abt-eline.de
 ► www.hs-kempten.de/forschung



Romande Energie, Schweiz

Systemintegrierte Messtechnik für sicheres Netzwerkmanagement in der Energieversorgung

► www.romande-energie.ch





Mehr über Beckhoff



Unternehmens-
profil



Globale Präsenz



Veranstaltungen
und Termine



Stellenangebote



Produkte



Branchen



Support

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20

33415 Verl

Germany

Telefon: + 49 5246 963-0

info@beckhoff.com

www.beckhoff.com

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, 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 enthaltener Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Kennzeichen führen.

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG 10/2022

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.