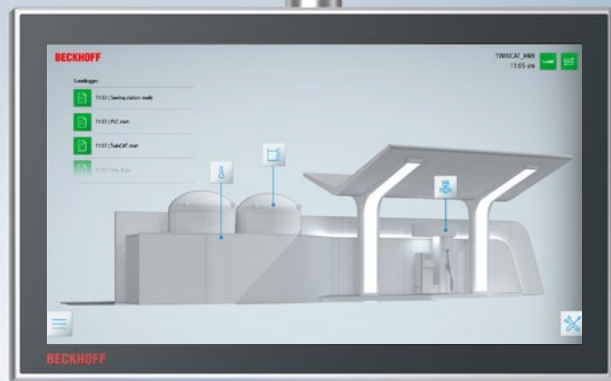


Effizient, flexibel, sicher:
PC-based Control für
die Wasserstoffindustrie



H₂

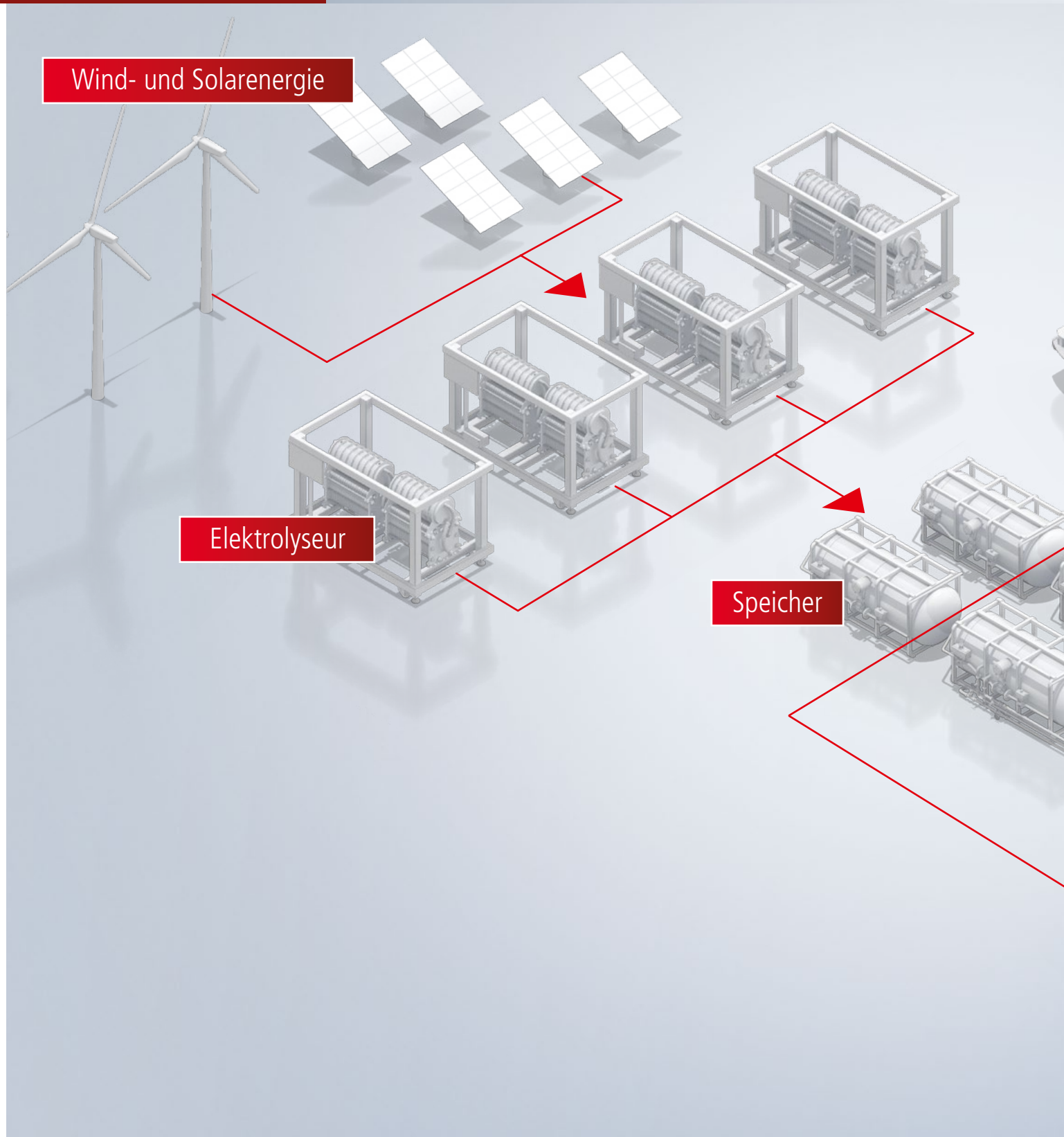


Durchgängige Automatisierungslösungen für die Wasserstoffindustrie

Wasserstoff gilt als Energieträger der Zukunft und spielt eine zentrale Rolle bei der Energiewende: Die Erzeugung und Verwendung von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen ist eine der Schlüsselmaßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Energie- und Verkehrssektor. Aus Wind-, Wasser- oder Solarenergie erzeugter Strom wird über Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt, welcher in Tanks gespeichert und mithilfe von LKWs, Schiffen oder Pipelines transportiert werden kann. Eingesetzt wird Wasserstoff sowohl im Bereich der CO₂-neutralen Mobilität, z. B. in Brennstoffzellenfahrzeugen, als auch in der Chemieindustrie,

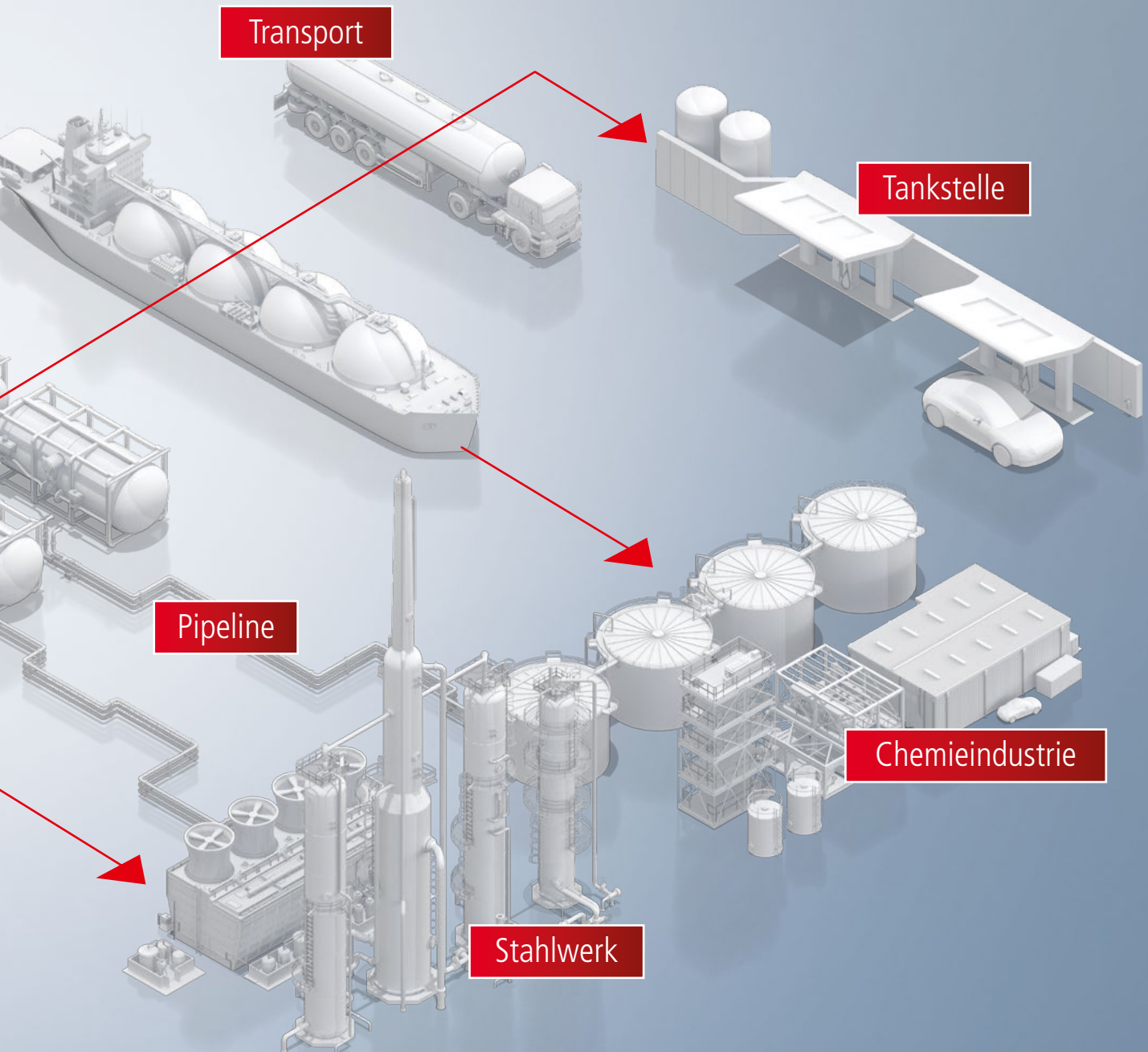
bei der Stahlproduktion oder in Kraftwerken, wo eine erneute Umwandlung in Strom stattfindet. Entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette – von der Erzeugung, über den Transport bis hin zum Verbrauch – muss dabei eine Vielzahl von unterschiedlichen Prozessschritten automatisiert werden. Mit PC-based Control bietet Beckhoff passende Automatisierungslösungen zur durchgängigen und sicheren Steuerung aller Prozesse in der Wasserstoffindustrie.

Als erfahrener Partner der Wind- und Solarindustrie agieren wir schon am Anfang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette, der regenerativen Energieerzeugung. Mehr als 100.000



Windkraftanlagen wurden bereits mit unserer offenen PC-basierten Steuerungstechnik automatisiert. Außerdem wird ein Großteil der weltweit installierten Solarpanels mit Hilfe von Beckhoff Technologie produziert. Darüber hinaus verfügen wir über langjährige Erfahrung in der Prozesstechnik sowie in der Automatisierung explosionsgefährdeter Applikationen. Da es sich bei Wasserstoff um ein leicht entzündliches Gas handelt, müssen bei allen Prozessschritten, wie Transport oder Lagerung, die Anforderungen an den Explosionsschutz berücksichtigt werden. Auch bei der Verwendung von Wasserstoff, z. B. als Brennstoff für Fahrzeuge, in Brennstoffzellen

oder Blockheizkraftwerken, ist Beckhoff Technik bereits in vielen Applikationen erfolgreich vertreten. Zukünftig wird Wasserstoff als nachhaltige Alternative zu fossilen Rohstoffen in weiteren Bereichen Anwendung finden: bei der Methanisierung und der Erzeugung von Ammoniak, bei der Produktion von E-Fuels und im Rahmen zahlreicher anderer Technologien, an denen derzeit noch geforscht wird. Auch hier kommt PC-based Control zum Einsatz und trägt so dazu bei, dass mit der Verwendung von grünem Wasserstoff in unterschiedlichen Bereichen CO₂-Emissionen reduziert werden können.

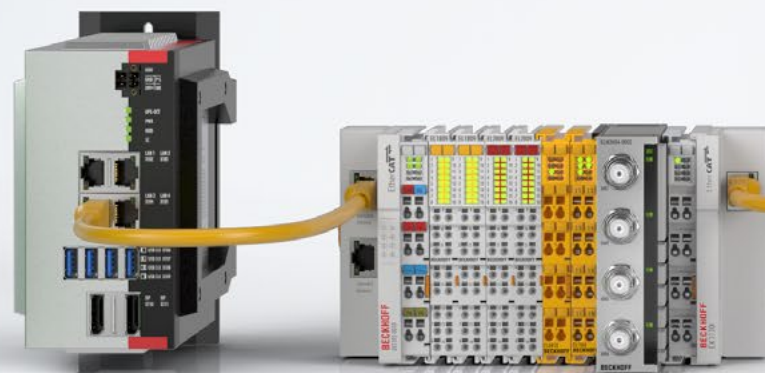
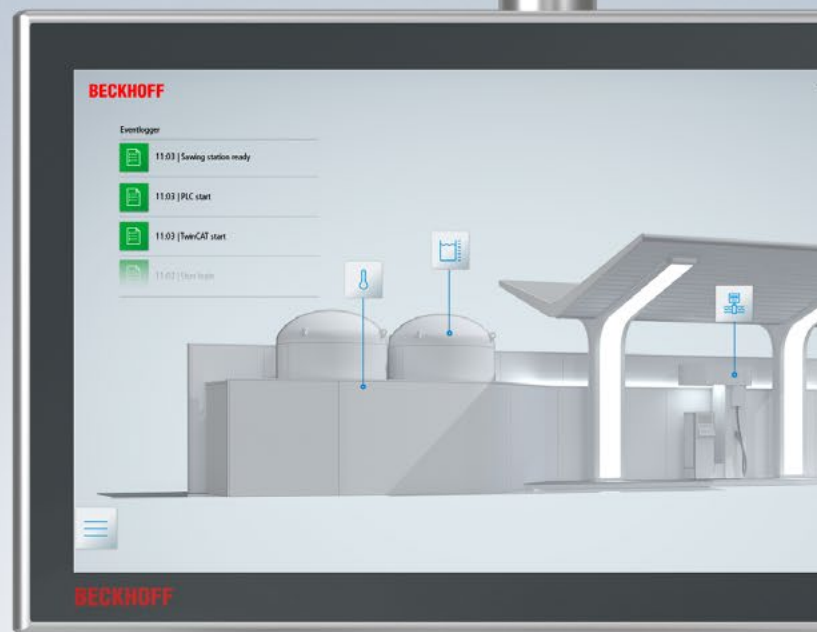


Das Beckhoff System: modulare und skalierbare Steuerungstechnik

Mit PC-basierter Steuerungstechnik realisiert Beckhoff seit mehr als 40 Jahren offene und flexible Automatisierungssysteme in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen. Durch die konsequente Bündelung der Steuerungszintelligenz in der Software und die Nutzung etablierter Standardtechnologien der IT- und Automatisierungswelt, vereint PC-based Control alle Funktionen, wie SPS, Motion Control, HMI und Messtechnik, in einem System.

Den Kern der PC-basierten Steuerung bildet ein leistungsfähiger Industrie-PC. Aus unserem skalierbaren Industrie-PC-Portfolio lässt sich für jede Anwendung eine hinsichtlich Leistung und

Bauform perfekt zugeschnittene Hardware-Lösung zusammenstellen. Dabei sind die Industrie-PCs für vielfältige Einsatzzwecke geeignet: als zentrales oder dezentrales Element der Anlagenautomation, als HMI im Feld oder als Edge Device für IoT-Szenarien. Die Ultra-Kompakt-Industrie-PCs bieten hohe Rechenleistung bei kleinem Formfaktor, sodass die genannten Anwendungsszenarien platzsparend umgesetzt werden können. Panels und Panel-PCs ermöglichen die Visualisierung und Bedienung direkt an der Anlage. Die Embedded-PCs oder Feldbuskoppler mit der modularen I/O-Ebene erlauben die direkte Anreihung von Klemmen aus dem Beckhoff I/O-Sortiment, sodass Sensoren und



Aktoren problemlos an das Steuerungssystem angebunden werden können. Die digitale und analoge Signalvielfalt des umfassenden I/O-Portfolios vereinfacht zudem die kostengünstige Systemintegration aller Funktionalitäten – von der Messtechnik bis hin zur anwendungsspezifischen Safety-Lösung. Mit zahlreichen Zertifizierungen gemäß ATEX, IECEx und NEC/CEC können I/O-Komponenten sowie Embedded- und Panel-PCs außerdem in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2 und Class I Div. 2 eingesetzt werden.

Mit der Automatisierungssoftware TwinCAT bieten wir eine zentrale Engineering- und Steuerungsplattform. Neben klassischen SPS-Abläufen

kann TwinCAT außerdem um zahlreiche Funktionen, wie die Anlagenvisualisierung, die sichere Cloud-Anbindung über TwinCAT IoT oder die Nutzung von Analysefunktionen über TwinCAT Analytics, erweitert werden. Mit unserer Antriebstechnik und dem Motion-Control-System der Automatisierungssoftware TwinCAT können außerdem vollständige Antriebssysteme realisiert werden. Die Servoverstärker reduzieren in Verbindung mit den Servomotoren, welche über die One Cable Technology verfügen, den Installationsaufwand im Vergleich zur konventionellen 2-Kabel-Verdrahtung. Mit Power- und Feedbacksystem

in einer Standard-Motorleitung können Material- und Inbetriebnahmekosten erheblich gesenkt werden.

Die systemintegrierte Lösung von Beckhoff bietet eine effiziente Alternative zu traditionellen Ansätzen und eignet sich optimal für den Einsatz in der Wasserstoffindustrie. Mit PC-based Control lassen sich Maschinen und Anlagen entlang der kompletten Wasserstoff-Wertschöpfungskette von der Herstellung über den Transport bis zur Tankstation vollumfänglich automatisieren.



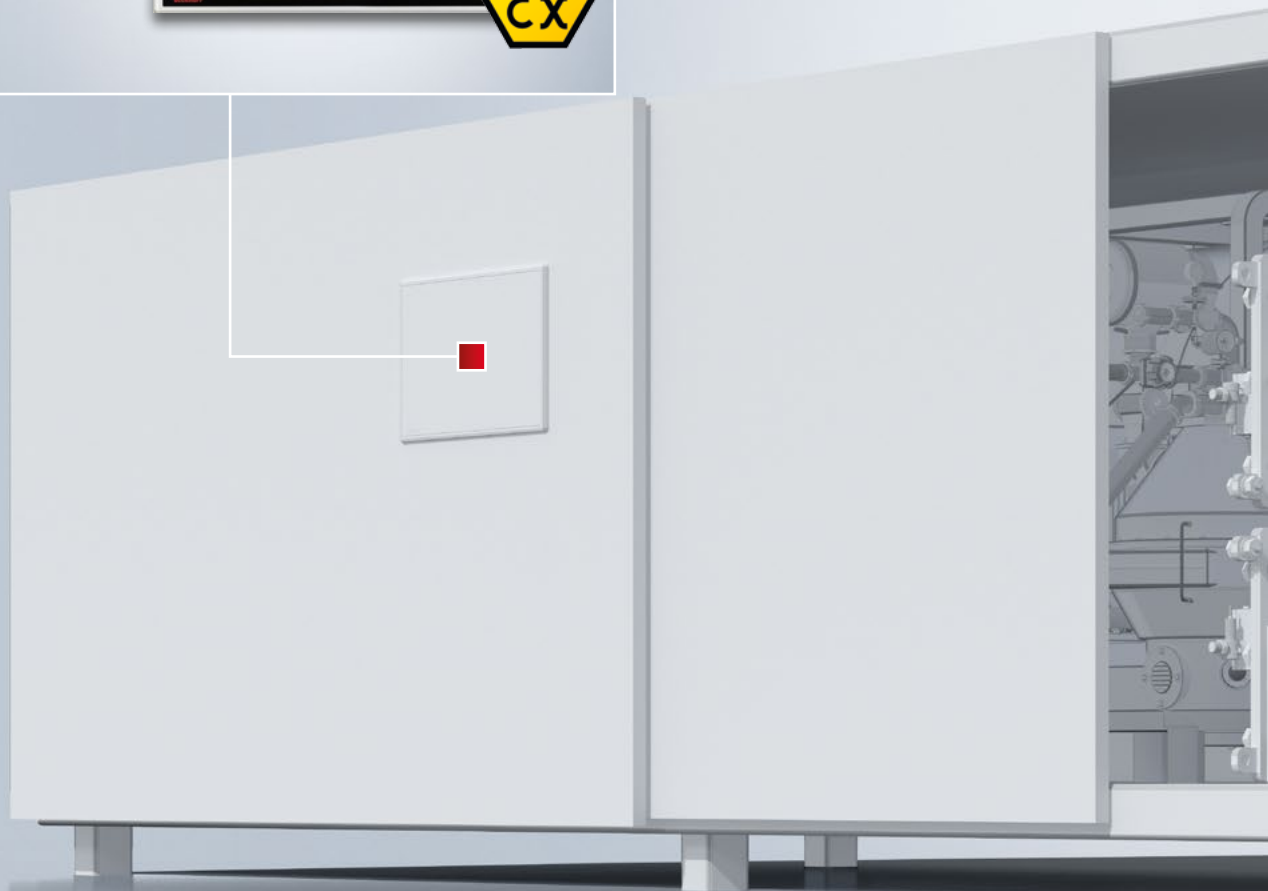
Effiziente Automatisierung optimiert Elektrolyseure

Da Wasserstoff zunehmend als Energieträger oder Rohstoff in der chemischen Industrie eingesetzt wird, steigt die Nachfrage kontinuierlich. Dieser Bedarf wird aktuell jedoch größtenteils durch grauen Wasserstoff, der aus fossilen Kohlenwasserstoffen wie Erdgas hergestellt wird, gestillt. So kann Wasserstoff zwar kostengünstig erzeugt werden, verursacht aber hohe CO₂-Emissionen. Daher wird der Aufbau von industriellen Anlagen zur Herstellung von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen wie Solar- oder Windenergie immer wichtiger, um CO₂-Emissionen langfristig zu reduzieren.

Damit Wasserstoff CO₂-neutral hergestellt werden kann, bedarf es dem elektrochemischen Prozess der Elektrolyse, bei dem Wasser mit Hilfe elektrischer Energie in die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. Dazu besteht ein Elektrolyseur aus einer Kathode und einer Anode, welche durch eine teildurchlässige Membran räumlich voneinander getrennt sind und mit Wasser in Kontakt gebracht werden. Sobald zwischen Kathode und Anode eine elektrische Spannung angelegt wird, fließt ein Strom und das Wasser wird aufgespalten: An der Anode entsteht Sauerstoff, an der Kathode Wasserstoff. Dieser kann anschließend der Elektrolysezelle entnommen und gespeichert werden.

Control Panels

Steuerung und Bedienung direkt im Feld – auch im explosionsgefährdeten Bereich



Um die CO₂-neutrale Produktion von Wasserstoff so voranzutreiben, dass die steigende Nachfrage zunehmend durch grünen Wasserstoff gedeckt werden kann, sind innovative und effiziente Lösungen für den Elektrolyseprozess nötig. Viele Betriebsparameter müssen optimiert werden, um sowohl einen hohen Wirkungsgrad als auch die Sicherheit der Anlage zu gewährleisten. Hier bietet sich unsere PC-basierte Steuerungstechnik zur Realisierung durchgängiger Steuerungskonzepte an: Mit PC-based Control kann der gesamte Elektrolyseprozess automatisiert und überwacht werden. Über einen leistungsstarken Embedded-PC der CX-Serie läuft die Steuerung des Elektrolyseurs

platzsparend lokal im Schaltschrank ab. Ein Control Panel ermöglicht zudem die Bedienung der Anlage und die Überwachung des Anlagenstatus im direkten Anlagenumfeld. An den Embedded-PC angereicherte EtherCAT-Klemmen aus unserem großen I/O-Portfolio erfassen und verarbeiten sicherheitsrelevante Daten wie Temperatur und Druck. Die Signalübertragung erfolgt dabei standardmäßig über den echtzeitfähigen Feldbus EtherCAT – dank der Offenheit und Flexibilität des Beckhoff Systems können aber auch alle anderen gängigen Kommunikationsprotokolle eingebunden werden.

EtherCAT-Klemmen

Breites I/O-Portfolio zur Erfassung nahezu jeder Signalart



Embedded-PCs

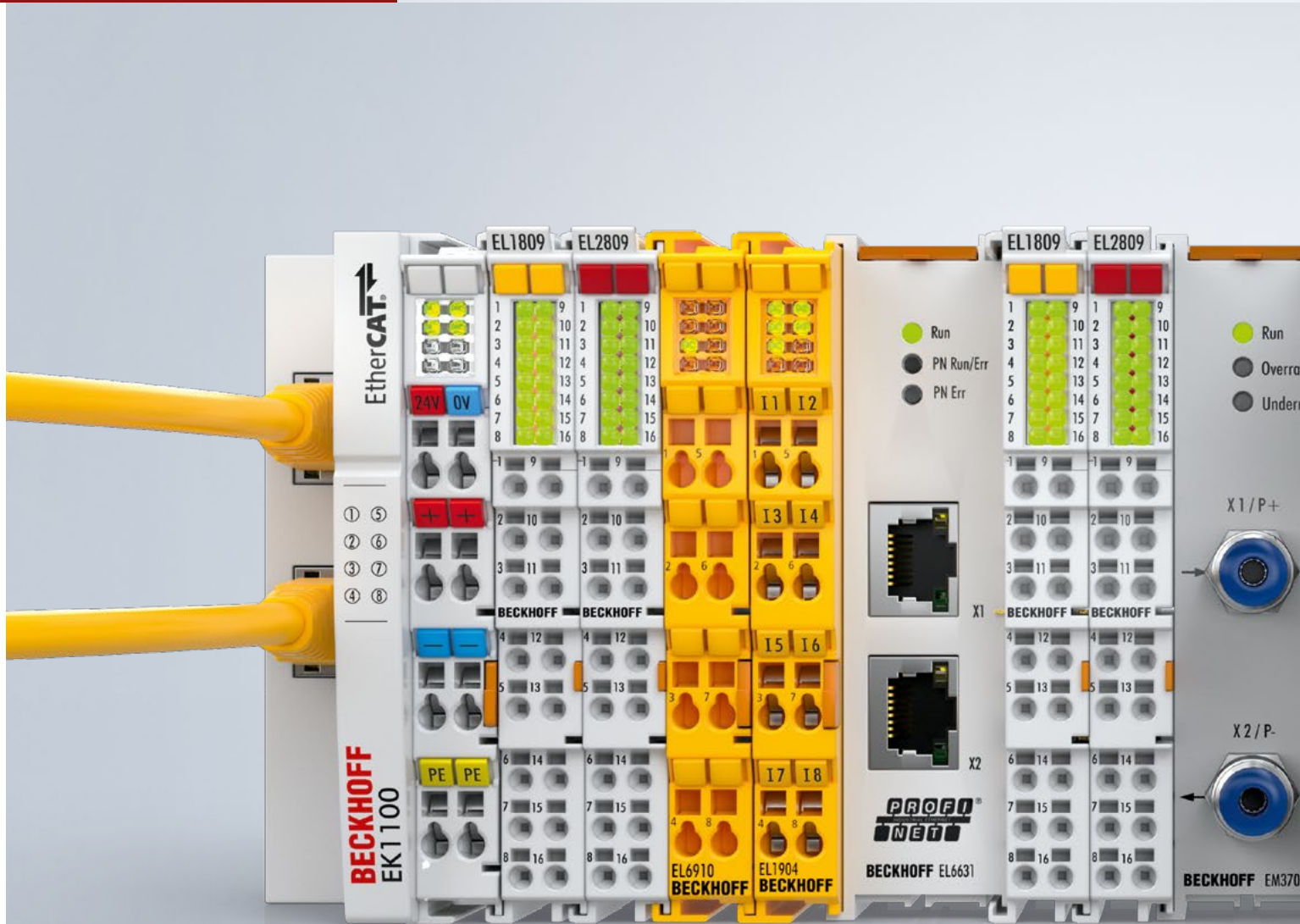
Modulares und platzsparendes Steuerungssystem für die Hutschiene



Alle Signale in Echtzeit integriert: mit PC-based Control und EtherCAT

Mit dem Prinzip der PC-basierten Steuerungstechnik ermöglicht Beckhoff die Kombination unterschiedlichster I/O-Komponenten in einem System. So können EtherCAT-Klemmen zur Integration von funktionaler Sicherheit sowohl mit EtherCAT-Messtechnikklappen zur Präzisions- und Hochgeschwindigkeitsmessung als auch mit I/O-Modulen mit integrierter Trennbarriere zum Anschluss eigensicherer Feldgeräte aus dem Ex-Bereich frei kombiniert und in ein ganzheitliches Steuerungssystem eingebunden werden. Anlagenbetreibern in der Wasserstoffindustrie steht hiermit eine effiziente Komplettlösung für alle applikationsseitigen Anforderungen zur Verfügung.

Mit dem von uns entwickelten universell einsetzbaren und offenen Highspeed-Feldbus EtherCAT für SPS, Motion, I/O, Sensorik, Messtechnik und Sicherheitstechnik benötigen Anwender ebenfalls nur noch eine einzige Kommunikationstechnologie. Mit der Extended-Distance-Technologie vereinfacht EtherCAT außerdem die Datenerfassung in verteilten Arealen wie weitläufigen Energieparks, indem über Entfernungen bis zu 300 m kommuniziert werden kann. Für größere Distanzen stehen Lichtwellenleiter-Lösungen mit bis zu 100 km Übertragungslänge zur Verfügung. Um sicherzustellen, dass das Netzwerk oder Netzwerksegmente einer Wasserstoffanlage immer erreichbar sind, wird



Feldbuskoppler

Anbindung von Sensorik und Aktorik – über EtherCAT oder alle anderen gängigen Kommunikationsprotokolle

Safety

Integration von funktionaler Sicherheit in die Steuerung mit TwinSAFE und Safety-I/Os

mittels EtherCAT-Kabelredundanz eine fehlertolerante Ringtopologie aufgebaut. Darüber hinaus lässt sich mit dem EtherCAT-Diagnosekonzept eine durchgängige, lückenlose und schnelle Fehleridentifizierung realisieren. So werden Stillstandzeiten minimiert, der Wartungsaufwand reduziert und die Verfügbarkeit der Anlage erhöht.

Die Beckhoff Steuerungstechnik ist außerdem flexibel und offen hinsichtlich der Integration von 3rd-Party-EtherCAT-Geräten sowie der Einbindung anderer Feldbussysteme. Durch die Unterstützung der gängigen Kommunikationsprotokolle, wie EtherCAT, PROFINET, PROFIBUS, Modbus oder EtherNet/IP, werden auch bei der Erneuerung und

der Erweiterung von Bestandsanlagen die Vorteile von PC-based Control verfügbar. Die Anbindung kann je nach Anwendungsfall und Steuerungstopologie sowohl über entsprechende Feldbuskoppler als auch über Embedded-PCs erfolgen. Wasserstoffanlagen können so einfach aufgerüstet oder optimiert werden und Betreiber erhalten durch die Systemoffenheit auch für zukünftige Erweiterungen einen hohen Investitionsschutz.

EtherCAT®

PROFINET®

Ethernet TCP/IP

IO-Link

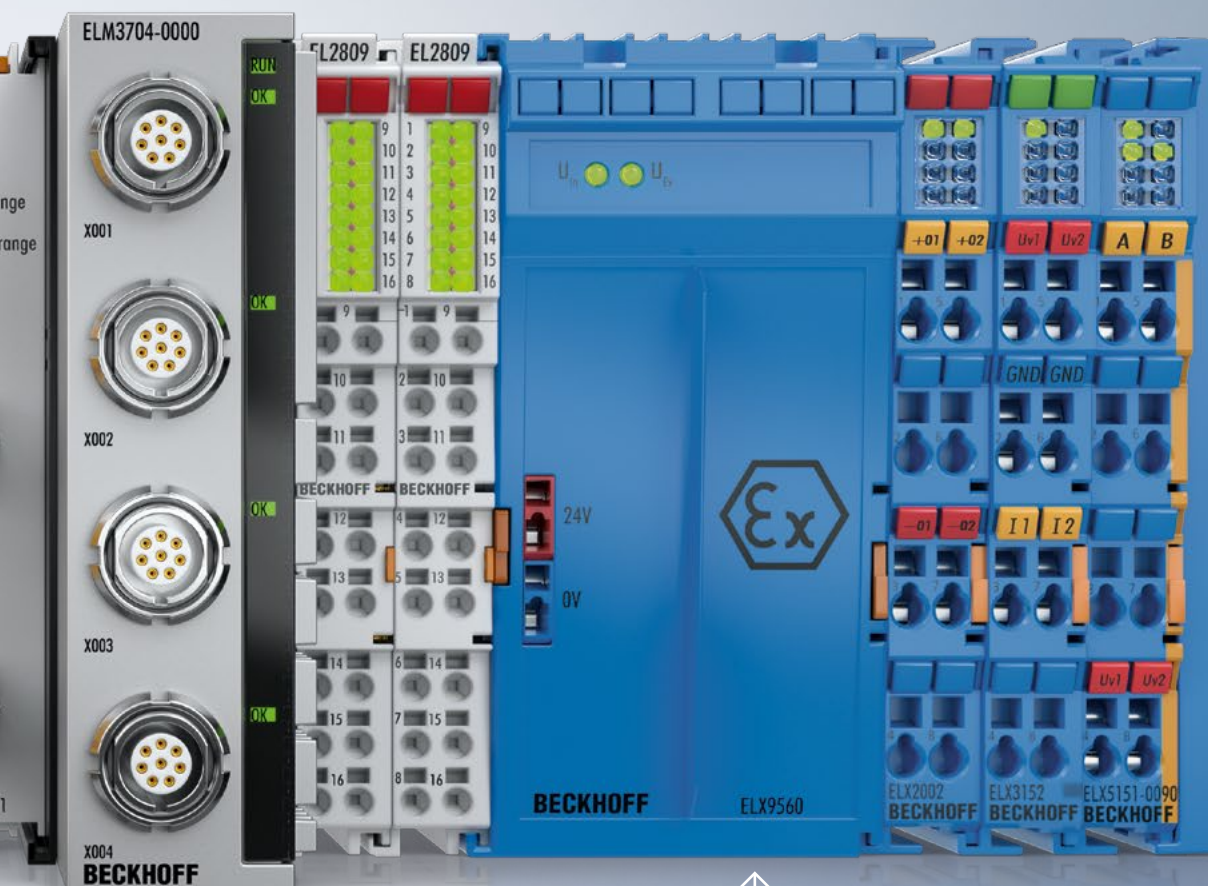
PROFIBUS®

OPC UA
The Industrial Interoperability Standard

CANopen

EtherNet/IP™

HART
COMMUNICATION PROTOCOL



Messtechnik

ELM-Module im Metallgehäuse für Präzisions- und Hochgeschwindigkeitsmesstechnik

Ex-Schutz

Hochkompakte I/O-Module mit integrierter Trennbarrieren für den direkten Anschluss eigensicherer Feldgeräte

PC-based Control für den sicheren Wasser- stoffspeicher und -transport

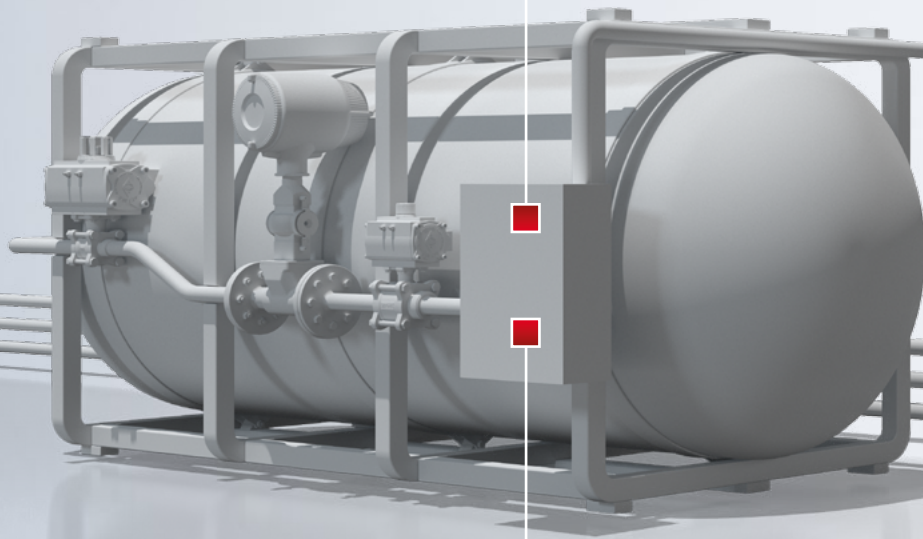
Zur Speicherung von Wasserstoff kommen hauptsächlich Flüssiggasspeicher und Druckgasspeicher zum Einsatz. In Flüssiggasspeichern wird der Wasserstoff stärker komprimiert und kann daher platzsparender und in größeren Mengen gespeichert werden. Für die Überwachung von Wasserstoffspeichern werden Druck, Temperatur oder die Grenzstände direkt am Medium erfasst. Da Wasserstoff ein leicht entzündliches Gas ist, das in Verbindung mit Sauerstoff eine explosionsfähige Atmosphäre bildet, müssen Anforderungen an den Explosionsschutz berücksichtigt werden. Mithilfe der eigensicheren Schnittstellen der ELX-Klemmen können diese Signale direkt aus der Explosions-

schutzzone 0 erfasst werden. Bei Bedarf ist die Signalverarbeitung gemäß den Anforderungen der funktionalen Sicherheit ebenfalls möglich.

Transportiert wird Wasserstoff entweder in flüssigem oder gasförmigem Zustand. Im gasförmigen Zustand bietet sich besonders der Transport via Pipeline an, während der Transport im flüssigen Zustand meist über LKW, Bahn oder Schiff erfolgt. Für die Überwachung von Pipelines auf Leckagen werden in regelmäßigen Abständen Durchfluss, Temperatur und Druck vom Medium mithilfe von ELX-Klemmen erfasst und per EtherCAT an ein Edge Device übertragen. Das Edge Device, zum Beispiel der Ultra-Kompakt-

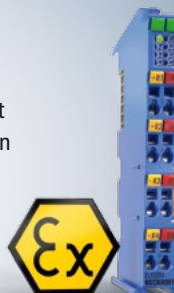
Edge Device

Steuerung mit integrierter
Cloud-Anbindung über
Ultra-Kompakt-Industrie-PCs
der Serie C60xx



ELX-Klemmen

Klemmen der ELX-Serie mit
eigensicheren Schnittstellen
für den Anschluss von
Feldgeräten bis in Zone 0



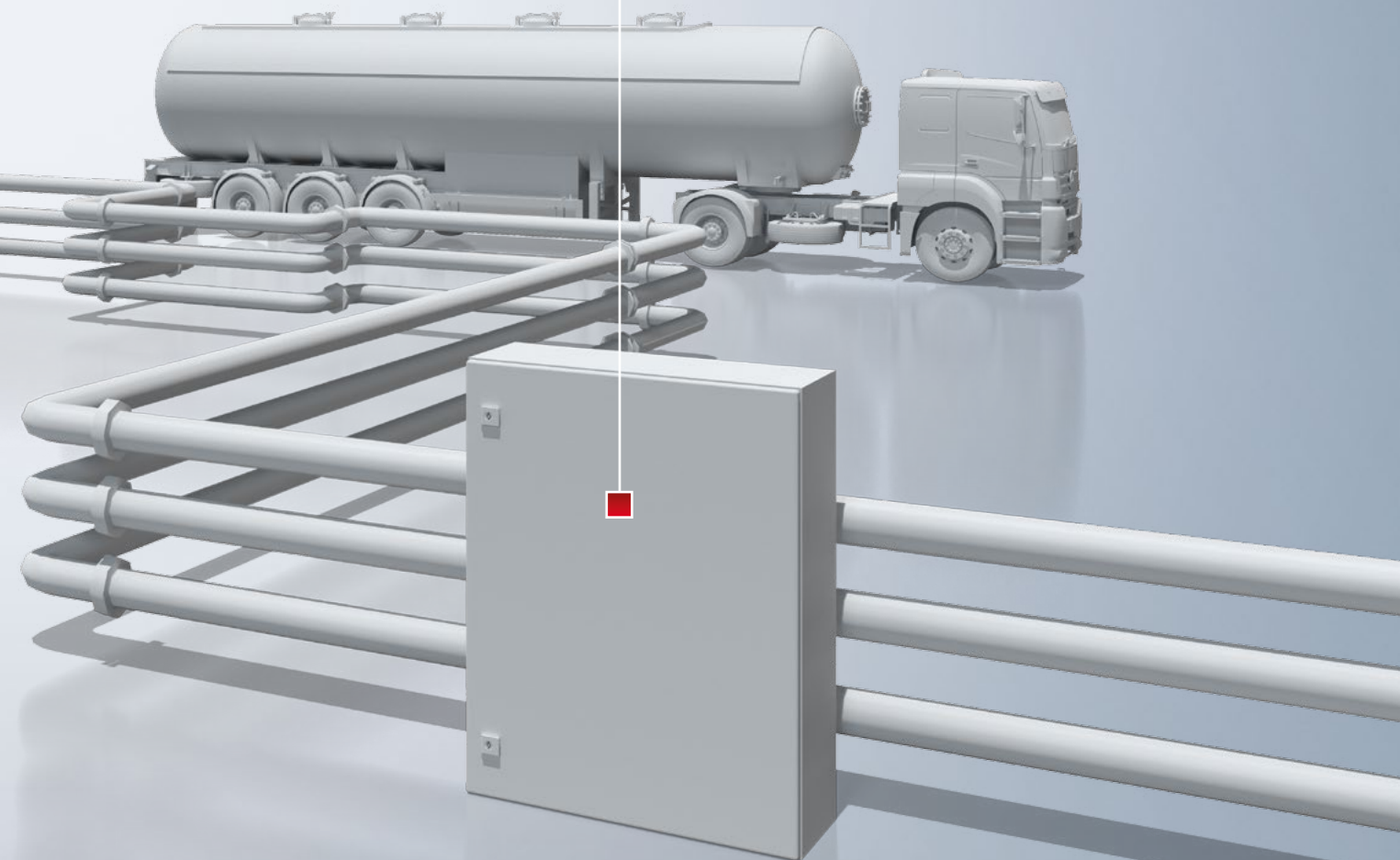
Industrie-PC C6015, verarbeitet die erfassten Signale, um sie anschließend in die Cloud zu transferieren. Zur Anbindung des Edge Devices aus abgelegenen Standorten ist sowohl eine drahtlose Kommunikation über einen Beckhoff LTE-Stick als auch eine kabelgebundene Glasfaser-Lösung über Lichtwellenleiter realisierbar.

Mit einem umfassenden Portfolio unterstützen wir Sie bei der Umsetzung ganzheitlicher Lösungen für den Explosionsschutz bis in Zone 0: EtherCAT-Klemmen für eigensichere Signalerfassung und funktionale Sicherheit, Control Panels und Panel-PCs zur Anlagenvisualisierung sowie Embedded-PCs und Buskoppler für die einfache

Integration in alle gängigen Feldbussysteme stehen zur Verfügung. Außerdem unterstützt TwinCAT die gängigsten Fernwirkprotokolle, beispielsweise die IEC 60850 und die IEC 61870, die durch Funktionsbibliotheken direkt in die Anlagensteuerung integriert werden. So können Sie mit Beckhoff auch komplexe Ex-Schutz-Applikationen in der Wasserstoffindustrie umsetzen.

Glasfaserkoppler

EtherCAT-Infrastrukturkomponenten mit LWL-Anschluss ermöglichen Kommunikation über bis zu 20 km



Systemintegrierte Sicherheit: Ex-Schutz und Safety

Den steigenden Anforderungen an die Prozessleittechnik hinsichtlich der funktionalen Sicherheit begegnen wir mit der durchgängigen Integration der Sicherheitstechnik in das Automatisierungssystem. Kompakt und modular im Aufbau fügt sich die Sicherheitslösung TwinSAFE nahtlos in die Steuerungsplattform ein. Die Kommunikation über das integrierte Safety-Protokoll (Safety over EtherCAT) und die Modularität der sicherheitsgerichteten Steuerung bieten volle Flexibilität bei der Wahl der Topologie. Die Safety-I/Os bilden dabei die Schnittstelle zur sicherheitsrelevanten Sensorik und Aktorik. Durch die integrierte Logik der Safety-I/Os lässt sich eine vollständige Sicher-

heitssteuerung mit nur einer einzigen Komponente platzsparend in das EtherCAT-System einbinden.

Unsere ELX-Klemmen kombinieren hochkompakte Remote-I/O-Module mit Trennbarrieren für den direkten Anschluss eigensicherer Feldgeräte. Daraus resultieren äußerst schmalbauende EtherCAT-Klemmen mit eigensicheren Schnittstellen: Im 12-mm-Gehäuse stehen bis zu acht eigensichere Eingänge zur Verfügung. Der Verzicht auf zwischengeschaltete, externe Barrieren führt zu einer deutlichen Reduktion des Platzbedarfs im Schaltschrank und den damit verbundenen Kostenvorteilen. Dabei verfügen die ELX-Klemmen mit ihrer hohen Auflösung und Genauigkeit über die

Safety

Digital-Input
EL1918

8-Kanal
24 V

TwinSAFE + Logic

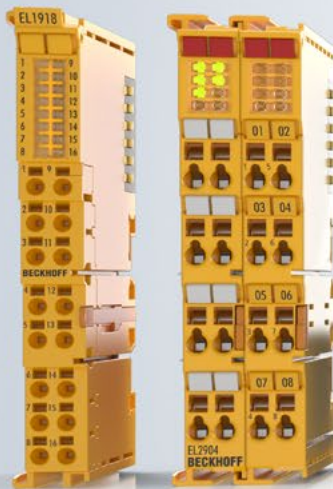
Digital-Output
EL2904

4-Kanal
24 V

TwinSAFE

System
ELX9560

Einspeisung
24 V Ex



Ex-Schutz

Digital-Output
ELX2002/08

2-/8-Kanal
24 V

Analog-Input
ELX3152/58

2-/8-Kanal
0/4...20 mA



Digital-Input
ELX1052/54/58

2-/4-/8-Kanal
NAMUR



gewohnte Beckhoff Messqualität. Mit der Zertifizierung gemäß ATEX, IECEx und NEC/CEC erfüllen die ELX-Klemmen alle branchenspezifischen Richtlinien für den Explosionsschutz und sind weltweit in nahezu allen Märkten einsetzbar. Anwender erhalten hiermit Automatisierungskomponenten für den globalen Einsatz aus einer Hand.

Mithilfe der TwinSAFE-SC-Technologie (TwinSAFE Single Channel) ist es möglich, Standardsignale in beliebigen Netzwerken für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen. Die Daten einer TwinSAFE-SC-Klemme werden zur TwinSAFE-Logik geleitet und dort sicherheitstechnisch verarbeitet. In Kombination mit den eigens-

chen Schnittstellen der ELX-Klemmen lassen sich die Safety-Features von TwinSAFE bis in Zone 0 nutzen. So steht Ihnen für jede Anwendung in der Wasserstoffindustrie ein passendes Modul aus dem breiten Beckhoff I/O-Portfolio zur Verfügung.

Safety + Ex-Schutz

Ex-Schutz

Analog-Input
ELX3181/84

1-/4-Kanal

4...20 mA

HART

Analog-Input
ELX3202/04

2-/4-Kanal

Widerstands-
sensor (RTD)

Analog-Input
ELX3252

2-Kanal

Potentiometer

Analog-Input
ELX3312/14
-0090

2-/4-Kanal

Thermoelement

TwinSAFE SC

Analog-Input
ELX3351-0090

1-Kanal

DMS

TwinSAFE SC

Analog-Output
ELX4181

1-Kanal

0/4...20 mA

HART

Encoder
ELX5151

1-Kanal

NAMUR

System
ELX9012

Busendkappe



Flexible Automatisierungs- und IoT-Lösungen für Wasserstofftankstellen

Die Verwendung von Wasserstoff kann auch im Bereich der Mobilität dazu beitragen, dem Klimawandel entgegenzuwirken. Trotz jahrzehntelanger Weiterentwicklung in Bezug auf Effizienz und Schadstoffreduzierung gehören Verbrennungsmotoren weiterhin zu den größten Verursachern von Treibhausgasemissionen. Als Alternativen kommen vor allem Elektrofahrzeuge und wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge in Frage.

Eine der größten Herausforderungen der Elektromobilität ist die Speicherung der elektrischen Energie. Derzeit eingesetzte Batterien bringen einen großen Platzbedarf und hohes Gewicht mit sich, was ihren Einsatz für viele Transportmittel

nicht praktikabel macht. In der Logistik sucht man daher für den Antrieb von LKWs sowie in der Schiff- und Luftfahrt nach alternativen Lösungen. Wasserstoff hat das Potenzial, in diesem Bereich zukünftig der wichtigste Energieträger zu werden. Das Tanken mit Wasserstoff ist im Vergleich zu fossilen Energieträgern jedoch deutlich komplexer: Für den Tankvorgang wird Wasserstoff mit einem Druck von bis zu 1000 bar komprimiert. Im Rahmen der funktionalen Sicherheit muss der Druck während des Befüllens überwacht und, falls erforderlich, der Prozess sicher abgeschaltet werden. Außerdem müssen aufgrund der Entzündlichkeit von Wasserstoff die geltenden Bestimmungen

TwinCAT Analytics



Datenverarbeitung und -auswertung für Condition Monitoring

Cloud Connectivity



Offene Kommunikationsstandards zur systemintegrierten Cloud-Anbindung über TwinCAT

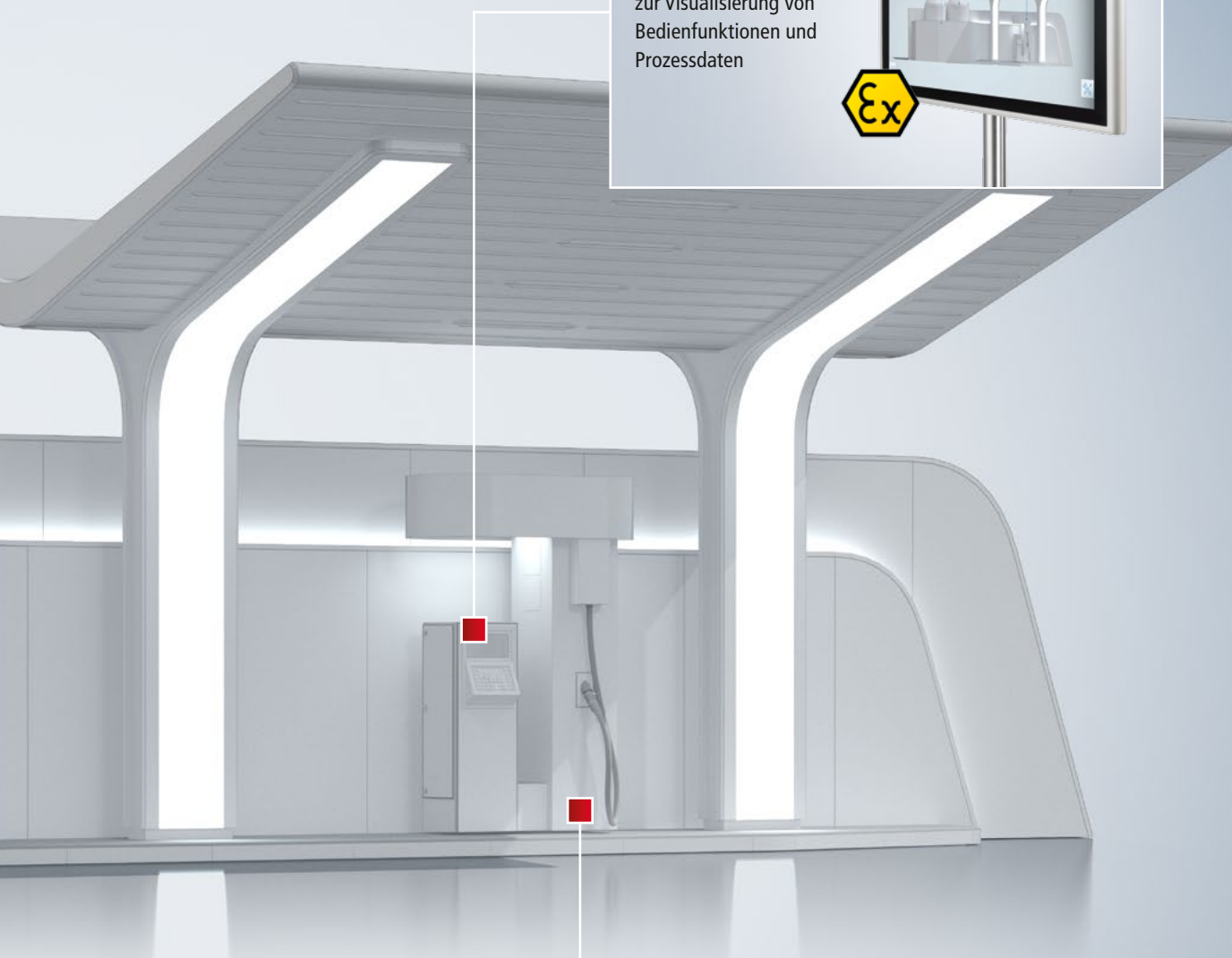
des Explosionsschutzes eingehalten werden. Trotz dieser operativen Herausforderungen bleibt das Ziel der Tankstellenbetreiber, Kunden gewohnt einfaches und komfortables Tanken zu ermöglichen.

Um Prozesse in der wasserstoffbasierten Mobilität effizient zu automatisieren, ist eine flexible Steuerung erforderlich, die Anforderungen an den Explosionsschutz und die funktionale Sicherheit erfüllt. PC-based Control von Beckhoff bildet mit einem breiten Portfolio an I/O-Modulen und der Software TwinCAT die Basis für die Umsetzung individueller Automatisierungskonzepte. Durch die integrierte TwinSAFE-Steuerung lässt sich die Prozessführung mit funktionaler Sicherheit in

einem System vereinen. Mit TwinCAT Analytics stehen vorgefertigte Bibliotheken und Bausteine für die Prozessdatenverarbeitung zur Verfügung, sodass erfasste Daten wie Druck, Durchfluss und Temperatur direkt in der Steuerungssoftware analysiert werden können. Diese Werte können für die Anlagenüberwachung genutzt und über TwinCAT HMI visualisiert werden. Mittels Cloud-Anbindung lassen sich die Ergebnisse der Analysen direkt in IoT-Szenarien einbinden, um z. B. per Remotezugriff den Anlagenzustand zu überprüfen. Dies ermöglicht gegebenenfalls ein schnelles Eingreifen, aber auch eine vorausschauende Wartung, mit der die Anlagenverfügbarkeit erhöht wird.

TwinCAT HMI

Erstellung individueller Benutzeroberflächen zur Visualisierung von Bedienfunktionen und Prozessdaten



TwinCAT: die durchgängige Engineering- und Steuerungsplattform

Die vielfältigen Prozesse in der Wasserstoffindustrie stellen unterschiedliche Anforderungen an das eingesetzte Automatisierungssystem in Bezug auf Funktionsumfang und Leistungsfähigkeit. Die Automatisierungssoftware TwinCAT bildet zusammen mit unserer PC-basierten Steuerungstechnik eine skalierbare Automatisierungsplattform, die sich individuell an jede Applikation anpassen lässt.

Das Engineering von TwinCAT ist in das Microsoft Visual Studio® eingebettet und bietet mit dessen umfangreichen Tools und Services eine sowohl effiziente als auch benutzerfreundliche Entwicklungsumgebung. Für die Programmie-

rung stehen neben den textuellen und grafischen SPS-Programmiersprachen nach IEC 61131-3 auch Hochsprachen zur Verfügung. Beispielsweise können sowohl in C/C++ erstellter Code als auch MATLAB®-Modelle direkt in TwinCAT eingebunden werden. Unabhängig von der Programmiersprache wird der kompilierte Code anschließend auf der Steuerung in Echtzeit ausgeführt. Hierbei ist die erstellte Software nicht gerätespezifisch, sondern kann auf verschiedenen Hardwareplattformen betrieben werden. Dies ermöglicht Ihnen die Wiederverwendung von bestehendem Programmcode und volle Flexibilität bei der Auswahl Ihrer Steuerungskomponenten.



TwinCAT HMI

Mit TwinCAT HMI wird das Human Machine Interface direkt in die Engineering-Umgebung von Visual Studio® integriert. Die webbasierte Visualisierungslösung ermöglicht die komfortable Entwicklung und Pflege von Benutzeroberflächen zur Anlagenüberwachung und -bedienung. Die Visualisierung erfolgt plattformunabhängig auf einem beliebigen Endgerät; entweder direkt an der Maschine oder über Webbrowser für einen standortunabhängigen Zugriff.



Darüber hinaus bietet TwinCAT einen Funktionsbaukasten, aus dem applikationsspezifisch einzelne Funktionen ausgewählt und in die Automatisierungslösung integriert werden können. Dazu zählt unter anderem TwinCAT Analytics, das vorgefertigte Funktionsblöcke zur Analyse von Prozessdaten bereitstellt. Ein typischer Anwendungsfall dieser Funktion ist die kontinuierliche Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) von Anlagenteilen oder einzelnen Komponenten, um verschleißbedingte Ausfälle zu verhindern und eine konstant hohe Prozessqualität zu ermöglichen. Darauf basierend lassen sich Predictive-Maintenance-Konzepte realisieren, mit denen vorausschauend und

bedarfsgerecht Wartungsmaßnahmen umgesetzt werden können. In Anbetracht zunehmend komplexerer Steuerungsaufgaben kommt in immer mehr Anlagen auch künstliche Intelligenz zum Einsatz, um die Effizienz von Prozessen zu erhöhen. Wir bieten eine nahtlos in TwinCAT integrierte Lösung für maschinelles Lernen, mit der anhand von Trainingsdaten Algorithmen erlernt bzw. optimiert werden können.

Mit TwinCAT HMI steht in Visual Studio® ein Engineeringtool für die Erstellung einer benutzerspezifischen Visualisierung zur Verfügung. Durch die Konfiguration der Visualisierung im grafischen Editor ist eine Programmierung nicht erforder-

lich, sodass die Benutzeroberfläche einfach und zeitsparend realisiert werden kann. TwinCAT HMI basiert auf HTML5 und JavaScript und kann daher unabhängig von Betriebssystem oder Webbrowser in vielfältigen Anwendungsszenarien zum Einsatz kommen. Diese reichen von der lokalen Prozessführung am Bedienpanel im Feld bis zum standortübergreifenden Fernzugriff auf Mess- und Prozessdaten.

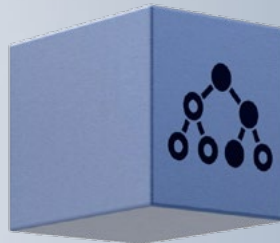


TwinCAT Analytics

TwinCAT Analytics ermöglicht die lückenlose sowie zyklus-synchrone Erfassung aller Maschinen- und Prozessdaten. Diese dienen als Basis für umfangreiche Analysen, mit denen sich eine vorausschauende Wartung realisieren lässt. In Kombination mit TwinCAT IoT lassen sich auch cloudgestützte Big-Data-Auswertungskonzepte erstellen, welche die nachhaltige Qualitätskontrolle von Prozessen sicherstellen.

C++

TwinCAT bietet die Möglichkeit, Automatisierungsprojekte mithilfe der weit verbreiteten und hardwarenahen Sprachen C/C++ zu programmieren. Für die Code-Generierung wird der im Microsoft Visual Studio® enthaltene C-Compiler genutzt. C++ kann somit ergänzend zu den Programmiersprachen nach IEC 61131-3 für Echtzeitanwendungen verwendet werden.



TwinCAT Machine Learning

TwinCAT-Schnittstellen zu Machine-Learning-Algorithmen erlauben die Nutzung von KI-Methoden im traditionellen Steuerungsumfeld und unterstützen so die Produkt- und Prozessoptimierung. Über die in TwinCAT nahtlos integrierte Lösung für maschinelles Lernen lässt sich auch die Echtzeitausführung von Machine-Learning-Modellen realisieren.



MATLAB®/Simulink®

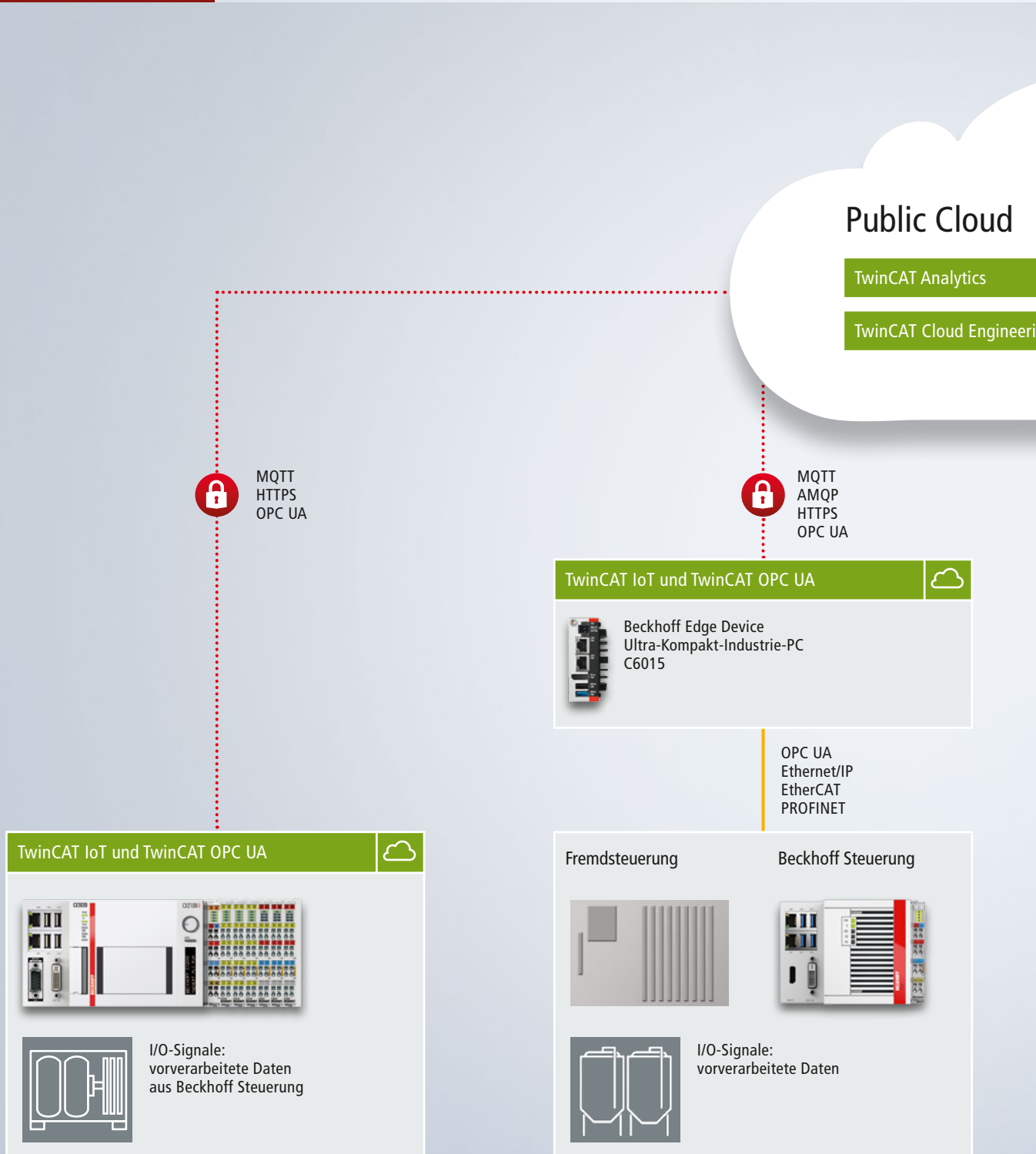
Dank der Anbindung von TwinCAT an MATLAB® und Simulink® ist es möglich, in diesen Sprachen entwickelte Modelle und Simulationen direkt in die Steuerung zu integrieren. Programmierungen, die zuvor validiert und in die realverknüpfte TwinCAT-Systemlandschaft übernommen wurden, können so direkt als Produktiv-Code Steuerungs- und Monitoringaufgaben übernehmen – ohne das Risiko von nicht kalkulierbaren Fehlern in der Entwicklungsphase.

Einfach und sicher in die Cloud: mit Beckhoff

Der Einsatz von Cloud-basierten Systemen zur Realisierung von IoT-Lösungen rückt in nahezu allen Bereichen der Automatisierung immer stärker in den Vordergrund, denn IoT-Szenarien ermöglichen eine wirtschaftlichere Prozessführung bei konstant hoher Prozessqualität. Ein klassischer Anwendungsfall ist die Datenerfassung in großflächigen, verteilten Anlagen oder an abgelegenen Standorten, wie z. B. beim Monitoring von Wasserstoffpipelines. Aus einer zentralen Leitwarte heraus können ein großer Bereich überwacht und, sofern notwendig, Maßnahmen eingeleitet werden. Des Weiteren erlaubt die Cloud-Anbindung den Betrieb autonomer Anla-

gen wie Tankstellen, die über die IoT-Verbindung Zustands- oder Prozessdaten übermitteln und bei auftretenden Fehlern Meldungen absetzen können.

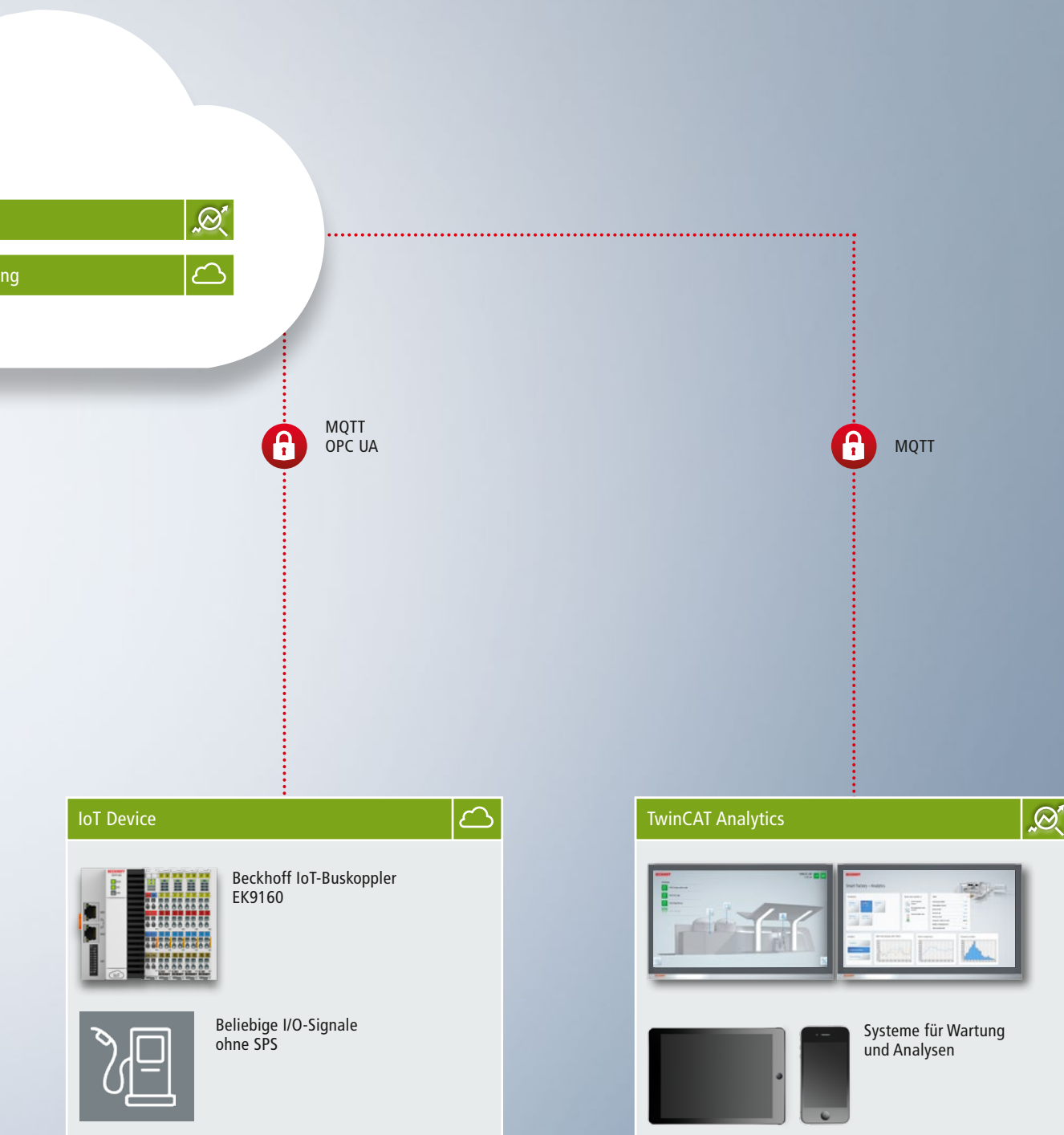
Die verschiedenen IoT-fähigen Komponenten von Beckhoff bieten für jeden Anwendungsfall eine Möglichkeit zur Anbindung an öffentliche oder private Cloud-Systeme. TwinCAT IoT unterstützt dazu die gängigen Protokolle MQTT und OPC UA für die Cloud-Kommunikation. Bei Neuinstallationen lässt sich die TwinCAT-IoT-Funktionalität direkt in die Steuerung integrieren, sodass Kosten und Platzbedarf für separate Hardware gespart werden. Alternativ



kann, insbesondere bei Brownfield-Applikationen, ein kompakter Industrie-PC als IoT Edge Device verwendet werden. Dieser sammelt die Daten der Steuerungen im lokalen Netzwerk und lädt sie gebündelt in die Cloud hoch. Das Portfolio komplettiert der IoT-Koppler, der EtherCAT-Klemmen ohne Programmieraufwand direkt an die Cloud anbindet.

Darüber hinaus kann mit TwinCAT Cloud Engineering der gesamte Engineering-Workflow in die Cloud verlagert werden. Der physische Engineering-PC wird in diesem Fall durch eine virtuelle Maschine in der Cloud ersetzt, auf der sich Programmierer anmelden können und von

der das Automatisierungsprojekt direkt auf die verbundenen Steuerungen geladen wird. Hiermit wird der Zugriff auf die Steuerungshardware standortunabhängig und über beliebige Endgeräte ermöglicht. Durch Security-Mechanismen wie Zertifikate und Verschlüsselungen können außerdem nur authentifizierte und autorisierte Benutzer auf die Unternehmensdaten zugreifen.



Durchgängige Automatisierung: vom Sensor in die Cloud

Big Data Analysis

Leitwarte



MQTT
AMQP
OPC UA

MQTT
AMQP
OPC UA

MQTT
AMQP
OPC UA

Elektrolyseur



DVI/USB, CP-Link 4

EtherCAT Extended Distance

PROFINET

EK1101

EtherCAT-Kabelredundanz

EtherCAT Box

Tankstelle

MQTT
AMQP
OPC UA

CX2020



DVI/USB, CP-Link 4



Tank

EK1501



Ex ia

EtherCAT LWL

Pipeline

EK1100



Ex ib

Ex ia

PC-based Control weltweit im Einsatz

Nel Hydrogen, Dänemark

Echtzeitsteuerung von
Wasserstofftankstellen

► www.nelhydrogen.com



© Beckhoff



Automate X, Neuseeland

Automatisierung von
hochmodernen Tanklagern

► www.automate-x.nz



© Beckhoff

Gaznat, Schweiz

Exakte Überwachung eines
Erdgasversorgungsnetzes

► www.gaznat.ch



© Beckhoff

Goldwind, China

Effizientes Condition
Monitoring von Windenergieanlagen

► www.goldwind.com



© Goldwind



Sichern Sie Ihren Vorsprung in der
Wasserstoffindustrie mit PC-based Control:
► www.beckhoff.com/wasserstoff

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20

33415 Verl

Deutschland

Telefon: +49 52469630

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 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