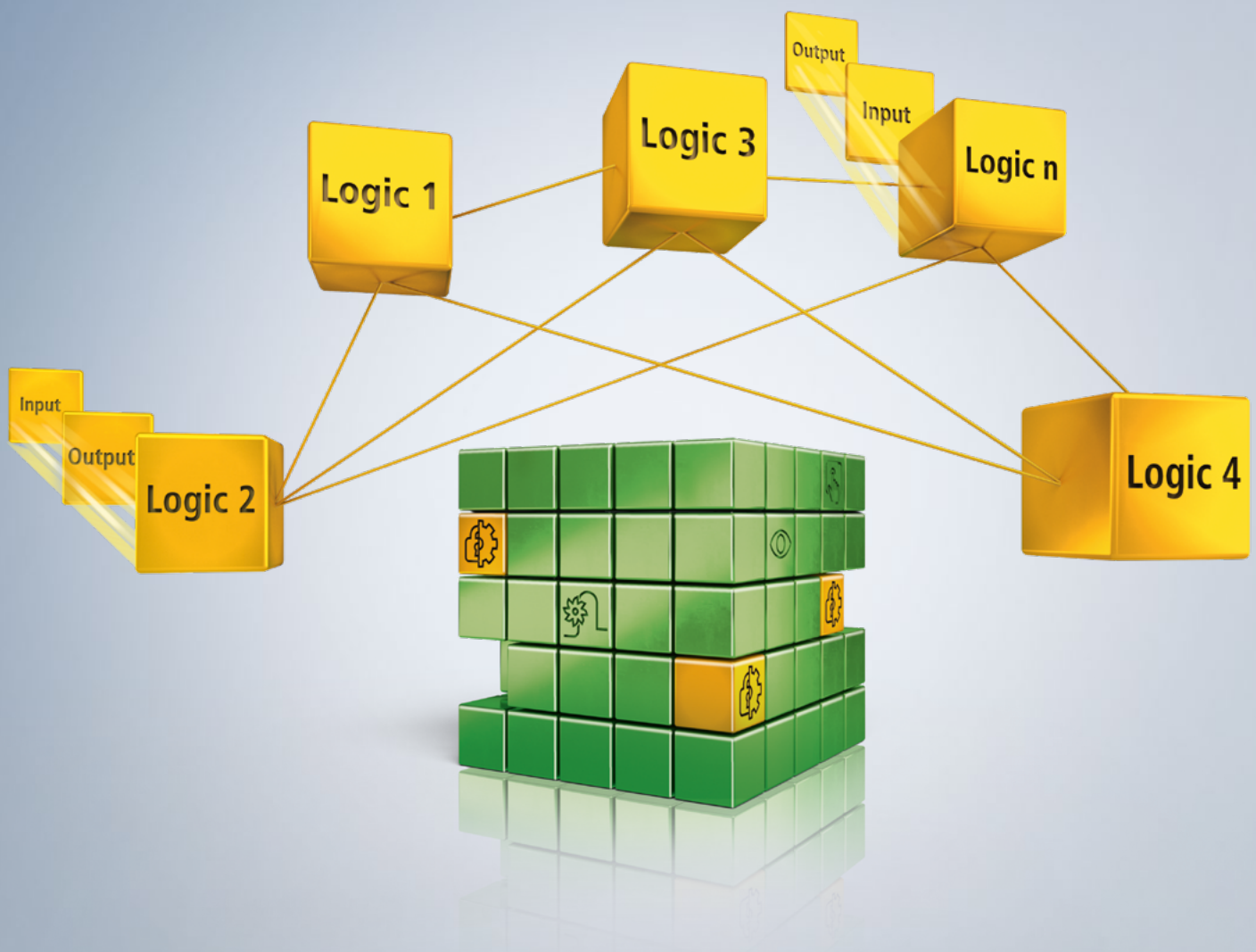


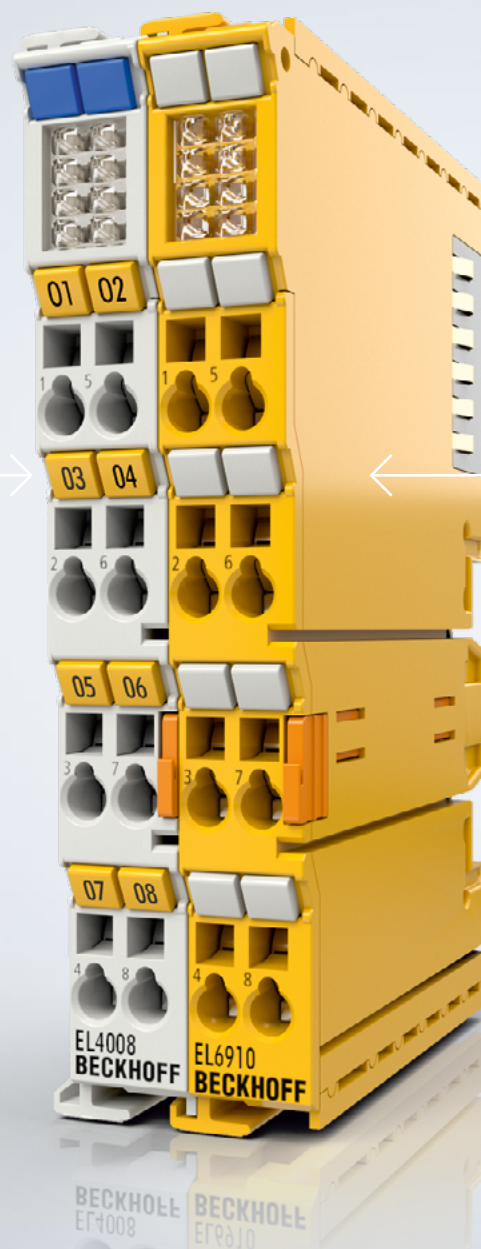
Hochskalierbar, hochmodular:
sichere Automatisierung mit TwinSAFE



TwinSAFE integriert Automation und Safety auf einer Plattform

Vorsprung Beckhoff-Steuerung:

- alle Funktionen auf einer Plattform
- hochperformant
- Hochleistungsfeldbus EtherCAT
- modular und skalierbar



Industrie-PC



I/O



Motion



Automation

Beckhoff realisiert offene Automatisierungssysteme auf der Grundlage PC-basierter Steuerungstechnik – inklusive Safety.

Safety und Non-Safety wachsen zusammen.

Als Spezialist für PC-based Control ermöglicht Beckhoff die besonders einfache Umsetzung aller erforderlichen Safety-Standards über die direkte Integration ins Beckhoff-Steuerungssystem. Dieses basiert auf einem umfassenden, hochskalierbaren Automatisierungsbaukasten, der von IPC über I/O, Motion und Software alle Komponenten abdeckt. Mit diesem Portfolio lassen sich alle Funktionalitäten in die Gesamtsteuerung integrieren: von HMI über Messtechnik, IoT, Vision, PLC und Motion bis Safety. Der Aufwand der nahtlosen Safety-Integration ist dabei deutlich reduziert: Maschinenbauer können auf eine einheitliche

Vorsprung Beckhoff-Safety:

- systemintegrierte Safety
- freie Wahl der Architektur
- umfassende Safety-Kompetenz
- offene Kommunikation

Tool- und Hardwareplattform zugreifen. Das TwinSAFE-System ermöglicht die Integration in alle Applikationen: Die historisch strikte Trennung zwischen „Safety“ und „Non-Safety“ wird durch die Systemintegration in allen Umgebungen weiter aufgehoben. Zugleich überzeugt TwinSAFE durch höchste Flexibilität und Skalierbarkeit. Alle Sicherheitsfunktionen lassen sich in jede denkbare Maschinenarchitektur integrieren: von der Stand-alone-Steuerung über die Kleinststeuerung und die „klassische“ Lösung bis hin zur verteilten Steuerung und zur Softwaresteuerung, mit der auch komplexeste Anforderungen erfüllt werden. Endkunden bekommen somit exakt das

Safety-Komplettpaket, das sie brauchen. Unnötige Kosten für falsch dimensionierte Safety-Lösungen werden vermieden. Dabei profitieren Maschinenbauer und Anwender von der umfassenden und langjährigen Safety-Kompetenz bei Beckhoff: Das komplette Safety-Know-how ist bei Beckhoff inhouse verfügbar und wird für Kunden in jeder einzelnen TwinSAFE-Lösung abrufbar. Und auch hier steht das Prinzip der Offenheit im Fokus. Zum einen ist das sichere Kommunikationsprotokoll Safety-over-EtherCAT (FSoE) international zertifiziert, zum anderen macht es keinerlei Einschränkungen bezüglich Übertragungsmedium.

Ihr Vorsprung durch vollständige Integration:

- Durchgängigkeit: alles aus einer Hand
- einfache Vernetzung: alle Informationen stehen in einem einheitlichen System zur Verfügung
- Adaptierbarkeit: durch Modularität und Skalierbarkeit einfach an momentane und zukünftige Anforderungen anpassbar

Komplett: die passende Lösung in allen Bereichen



Engineering

TwinSAFE stellt mit dem TwinCAT Safety Editor und weiteren Zusatztools Hilfsmittel zur Verfügung, um eine optimale Sicherheitslösung intuitiv und flexibel erstellen zu können.



Steuerung

Hochperformante Sicherheitssteuerungen stehen mit TwinSAFE in allen Bauformen zur Verfügung und unterstützen jede Art von Sicherheitsapplikation.

TwinSAFE: Ein Querschnittsbereich

Die nicht-sicherheitsrelevante Automatisierung im Hause Beckhoff lässt sich prinzipiell in die 4 Säulen IPC (Steuerung), I/O (Ein- und Ausgabe), Motion (Antriebstechnik) und Automation aufteilen. Diese Bestandteile sind nötig, um die umfassenden Automatisierungsaufgaben realisieren zu können. Mit dem stetigen Anstieg der Komplexität nicht-sicherheitsrelevanter Steuerungsfunktionen steigen die Anforderungen an die Sicherheitstechnik entsprechend im gleichen Maß. Moderne Sicherheitstechnik umfasst somit ein sehr breites Aufgabenspektrum. In allen genannten Bereichen der Automatisierung sind daher leistungsfähige

sicherheitstechnische Lösungen gefordert.

TwinSAFE bietet in allen Bereichen die passende Lösung. Ein breites Spektrum an TwinSAFE-Logikfähigen Komponenten bietet alle Freiheiten bei der Wahl der Architektur der Sicherheitsapplikation. Auch im Bereich der I/O-Komponenten bietet das TwinSAFE-System die adäquate Auswahl an sicheren Eingangs-, Ausgangs- und Mischkomponenten, damit die Lösung einfach an die spezifischen Anforderungen angepasst werden kann. Von der Verwendung im Schaltschrank in Form der EtherCAT-Klemmen, der Verwendung direkt im Feld in Form der EtherCAT Boxen bis hin zur Verwendung in Serienmaschinen in Form der



I/Os

Analog zu den Standard-I/Os stehen auch sichere Ein- und Ausgangsmodule in verschiedenster Granularität zur Verfügung, damit immer eine optimale Adaption an vorliegende Anforderungen erfolgen kann.



Motion

Leistungstarke TwinSAFE-Komponenten im Bereich Motion können zur Realisierung sicherheitstechnischer Antriebsfunktionen genutzt werden.

EtherCAT-Steckmodule können alle Anforderungen durch das TwinSAFE-System erfüllt werden.

Auch auf dem Gebiet der Antriebstechnik sind Lösungen ohne sicherheitstechnische Funktionalität kaum mehr denkbar. So hat Beckhoff schon früh damit begonnen, Safety-Funktionen in seine Antriebssysteme zu integrieren – sowohl in die Standard- als auch die kompakte Antriebstechnik.

Auf dem Gebiet des Engineerings ist die sicherheitstechnische und die nicht-sicherheitstechnische Tool-Landschaft bei Beckhoff bereits zusammen-

gewachsen. Alle Applikationen können mit der durchgängigen Tool-Palette konfiguriert und programmiert werden. Mit dem TwinCAT Safety Editor steht ein freigrafischer Editor zur Verfügung, der die Implementierung einer Sicherheitsapplikation mithilfe zertifizierter Funktionsblöcke erleichtert. Das zertifizierte Applikationshandbuch bietet dabei die optimale Unterstützung bei der Konzeption und Realisierung einer Sicherheitsapplikation.

Flexibilität in der Lösungsfindung mit TwinSAFE:

- umfassende Software-Unterstützung
- hochperformante Sicherheitssteuerungen in verschiedenen Bauformen
- sicherheitstechnische Komponenten für verschiedene Umgebungsbedingungen
- sicherheitstechnische Komponenten in verschiedensten Granularitäten für optimale Adaptierbarkeit

Safety-over-EtherCAT: Offen für alles

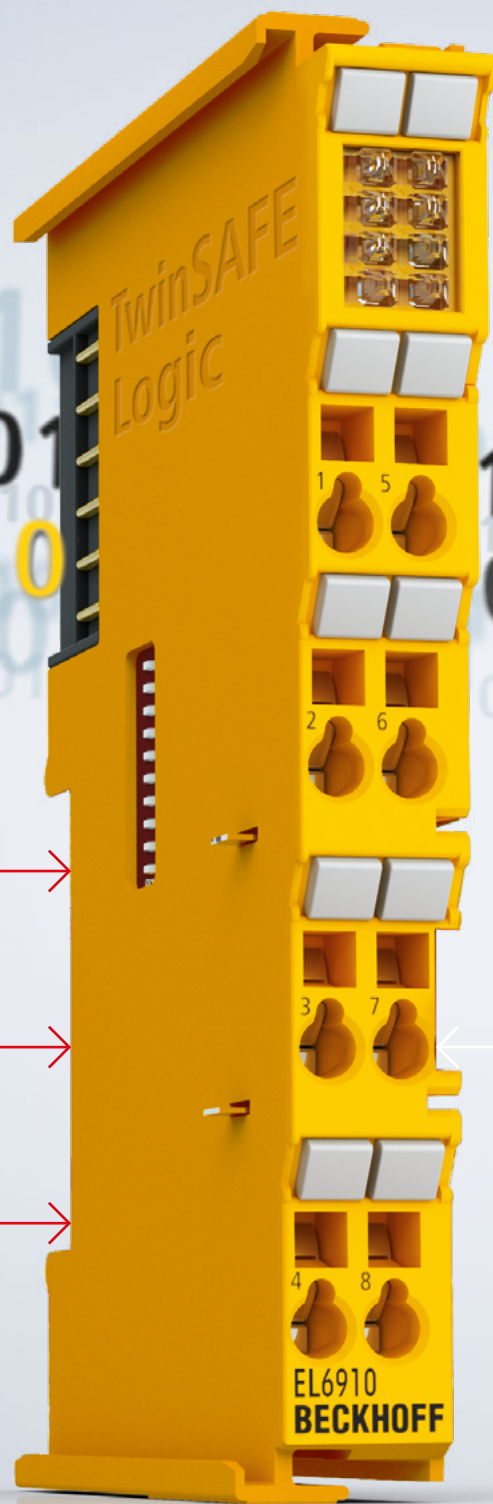
Safety over

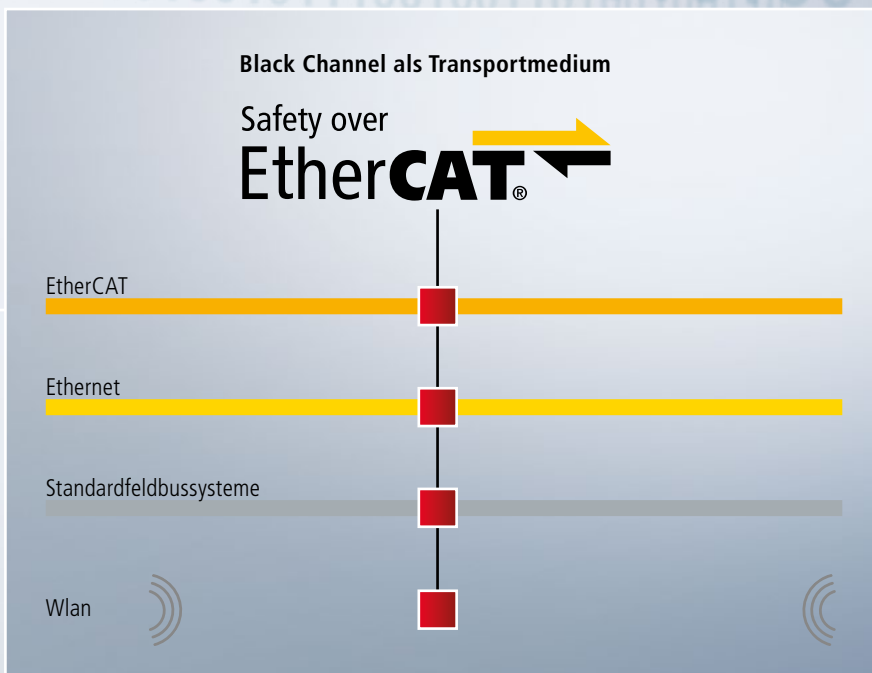
EtherCAT®  **01001**
0100110

Sicher

Standardisiert

Feldbusneutral





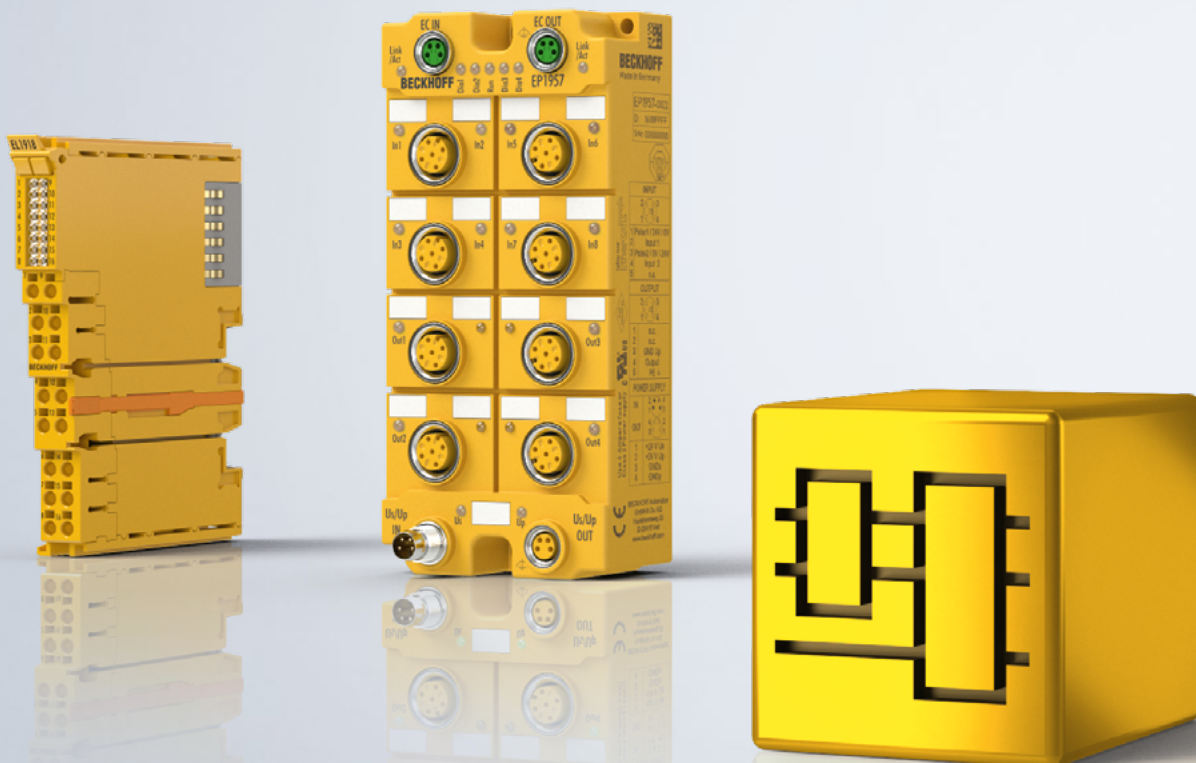
Safety-over-EtherCAT (FSoE, Fail Safe over EtherCAT) definiert eine offene, sichere Übertragung. Die vom TÜV zertifizierte Technologie ist in der IEC 61784-3 international standardisiert und erfüllt die Anforderungen nach IEC 61508 bis SIL 3. Das Transportmedium wird bei Safety-over-EtherCAT als „Black Channel“ betrachtet; daher kann das FSoE-Protokoll über beliebige Kommunikationstechnologien übertragen werden – über EtherCAT oder Ethernet, aber auch über Standardfeldbussysteme wie z. B. CAN sowie über Wireless-Verbindungen.

FSoE ergänzt die offene EtherCAT-Technologie ideal und gewährleistet die hochperformante Übertragung von Steuerungs- und Sicherheitsinformationen über das gleiche Kommunikationssystem.

Vorteile der hochflexiblen Kommunikation:

- Flexibilität durch Übertragung über beliebige Medien
- Flexibilität durch große Anzahl an Komponentenherstellern

TwinSAFE: Logic in allen Komponenten



Mit der Einführung der neuen Logic-Generation (ab EL6910) hat Beckhoff im Bereich Safety eine Revolution der Sicherheitstechnik angestoßen. Die Funktionalität der TwinSAFE-Logic wird in alle neuen TwinSAFE-Komponenten integriert, was das Spektrum an möglichen Einsatz- und Anwendungsszenarien enorm vergrößert. TwinSAFE ist nochmals erheblich flexibler an die vorliegenden Sicherheitsanforderungen einer Maschine adaptierbar. So kann die integrierte TwinSAFE-Logic-Funktionalität in einer digitalen Eingangskomponente (z. B. EL1918) genutzt werden, um eine spezifische Vorverarbeitung von Sensordaten direkt durch die Eingangskomponente zu realisieren. Diese Vorverarbeitung



im I/O-System kann somit separat entwickelt und auch separat verifiziert und validiert werden. Eine eventuell vorhandene – aus Sicht der Sicherheitstechnik – zentrale Sicherheitssteuerung muss entsprechend nur die resultierenden Sensordaten verarbeiten. Das Spezialwissen bezüglich einer adäquaten Vorverarbeitung muss also auf dieser Ebene nicht mehr implementiert werden. Somit wird die Komplexität der zentralen Sicherheitsapplikation reduziert, was wiederum die Validierung und Verifikation der zentralen Sicherheitsapplikation vereinfacht. Neben dieser vermeintlich „einfachen“ Anwendung zur Vorverarbeitung von Daten kann z. B. eine einzelne Safety-Option eines

Multiachs-Servosystems AX8000 genutzt werden, um den gesamten Achsverbund sicherheitstechnisch zu steuern, während die zentrale Sicherheitssteuerung folglich nicht jede Achse einzeln ansteuern muss, sondern den gesamten Verbund.

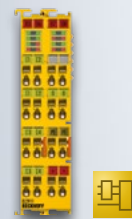
Durch die Integration der Logic-Funktionalität in alle TwinSAFE-Komponenten kann nun eine noch flexiblere und komplexere Modularisierung eines Systems sehr kostengünstig und effizient realisiert werden.

Anwendungsszenarien der integrierten Logic:

- spezielle Vorverarbeitung von Signalen direkt in der Eingangskomponente
- schnelle lokale Reaktion durch lokale Sicherheitsapplikation
- effizientere und flexiblere Modularisierung ohne Zusatzkosten

Individuell skalierbar: die TwinSAFE-Architekturen

Mit TwinSAFE haben Maschinenbauer die Möglichkeit, unterschiedlichste Architekturen in verschiedenen Bauformen zu realisieren: von der Stand-alone-Steuerung über die verteilte Steuerung mit Vorverarbeitung von Daten direkt durch I/O-Klemmen bis hin zur systemintegrierten Softwaresteuerung für hochkomplexe Sicherheitsapplikationen. Kunden profitieren so von preiswerten, flexiblen und maximal skalierbaren Lösungen – und haben jederzeit die Sicherheit, auch in Zukunft jede Safety-Anforderung bedarfsgerecht bedienen zu können.



Stand-alone-Steuerung

Beckhoff stellt für den Bereich TwinSAFE Komponenten zur Verfügung, welche stand-alone, also ohne Verbindung zu einem EtherCAT-Master, betrieben werden können. So kann eine lokal begrenzte Sicherheitsapplikation sehr einfach realisiert werden.



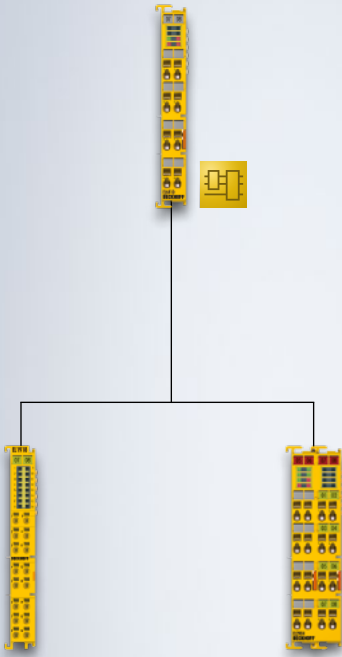
= Safety Logic

Kleinststeuerung

Im Zuge der Einführung der neuen Logic-Generation versieht Beckhoff jede neue TwinSAFE-Komponente mit einer Logic-Funktionalität analog zur EL6910. So können einzelne Komponenten genutzt werden, um kleine Sicherheitsapplikationen zu realisieren. Neben einer vollwertigen Sicherheitsapplikation kann es sich hierbei z. B. auch um die Vorverarbeitung von Eingangsdaten direkt durch eine Eingangskomponente handeln.

Seite 12

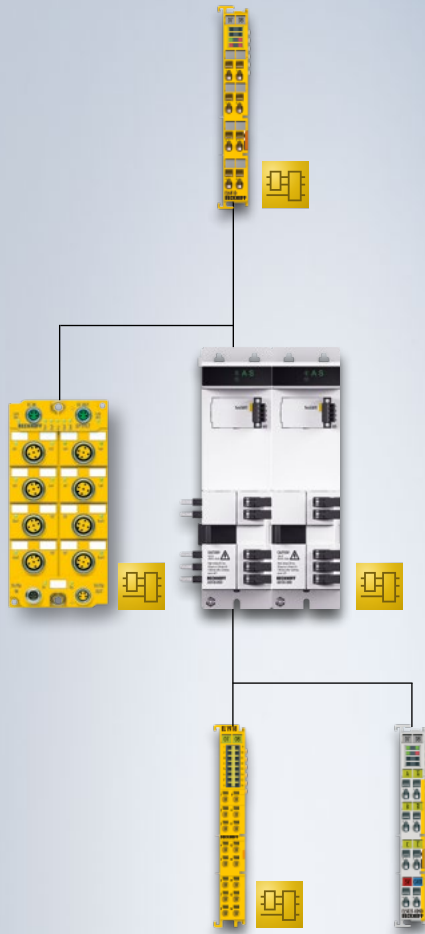
Seite 14



Zentrale Steuerung

Bei der zentralen Steuerung handelt es sich um eine klassische Sicherheitsarchitektur. Eine dedizierte, aus sicherheitstechnischer Sicht zentrale Sicherheitssteuerung kommuniziert mit 1...n Kommunikationsteilnehmern. Alle sicherheitsrelevanten Daten werden von dieser zentralen Sicherheitssteuerung verarbeitet.

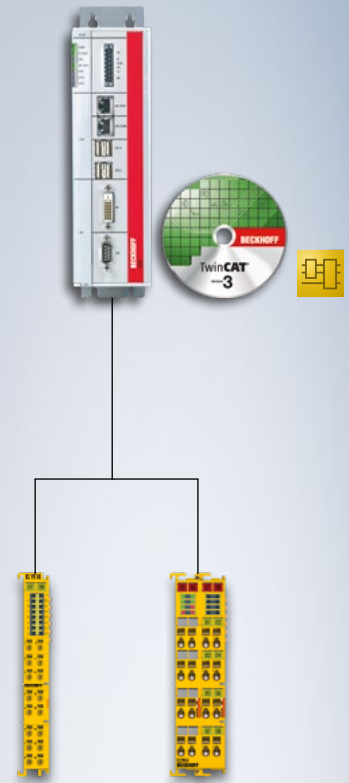
Seite 16



Verteilte Steuerung

Die Architektur der verteilten Steuerung erlaubt die Realisierung jeder gewünschten Modularisierung in einer Sicherheitsapplikation. Das Sicherheitsprojekt kann beliebig auf mehrere Logic-fähige Komponenten verteilt werden. Die dort realisierten Sicherheitsprojekte können entsprechend unabhängig voneinander entwickelt, validiert und verifiziert werden. Die Kommunikation untereinander erfolgt gemäß benutzerseitig spezifizierter Schnittstellen.

Seite 18



Softwaresteuerung

Die Architektur der Softwaresteuerung nutzt als zentrales Element die TwinCAT Safety PLC. Diese softwarebasierte Sicherheitssteuerung ist vor allem für hochkomplexe Sicherheitsapplikationen gedacht, deren Funktionalität durch die Funktionsblock-basierte Programmierung der hardwarebasierten TwinSAFE-Logic-Komponenten nicht abgebildet werden kann.

Seite 20

Kompakt: TwinSAFE als Stand-alone-Steuerung

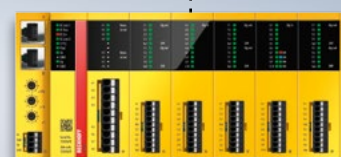
EK1960



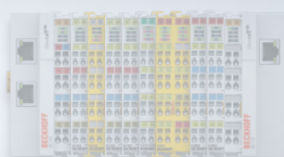
TwinSAFE Logic



EK1960



Standard-Steuerung und I/Os



EP1957-0022



TwinSAFE als Stand-alone-Steuerung

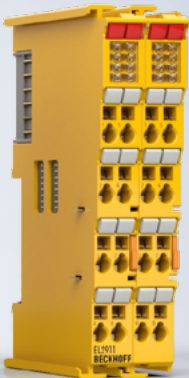
Mit der Einführung der beiden Komponenten EK1960 und EP1957 stellt TwinSAFE eine Sicherheitslösung für kompakte Applikationen zur Verfügung. Die Geräte können ohne Verbindung zum Feldbus EtherCAT im Stand-alone-Modus betrieben werden. Die Realisierung der Sicherheitsapplikation erfolgt basierend auf den lokalen sicheren Ein- und Ausgängen. Die stand-alone-fähigen Komponenten können natürlich auch wie gewohnt voll integriert im Gesamtsystem genutzt werden.



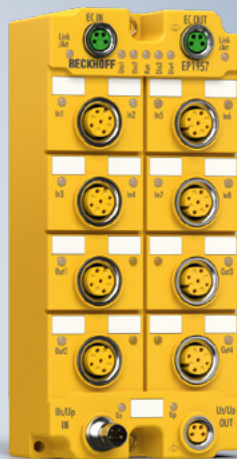
EL1957



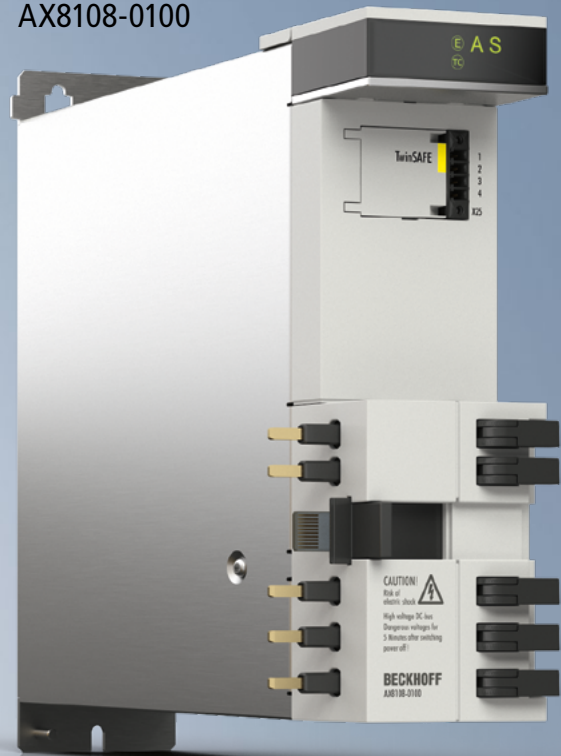
EL2911



EP1957-0022



AX8108-0100

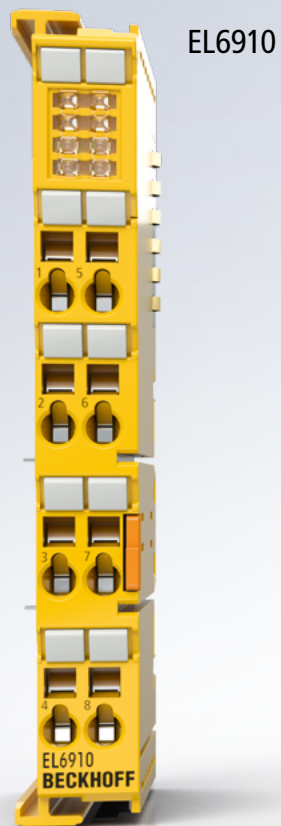


TwinSAFE als Kleinststeuerung

Durch die Integration der TwinSAFE-Logic-Funktionalität in alle neuen TwinSAFE-Komponenten und somit auch in alle TwinSAFE-I/O-Komponenten erweitert sich das Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten für TwinSAFE erheblich. So kann z. B. eine einzelne Komponente mit lokalen Ein- und Ausgängen genutzt werden, um eine Sicherheitsapplikation zu realisieren (EL1957). Wie bei allen TwinSAFE-Logic-Komponenten kann mit vorhandenen TwinSAFE-Komponenten kommuniziert werden. Neben den hier aufgeführten Komponenten, welche sowohl lokale Ein- als auch lokale Ausgänge besitzen, können auch reine Ein- und Ausgangskomponenten als TwinSAFE-Logic genutzt werden.



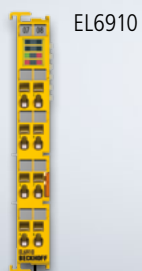
Für klassische Architekturen: die zentrale Sicherheitssteuerung



EJ6910



TwinSAFE Logic



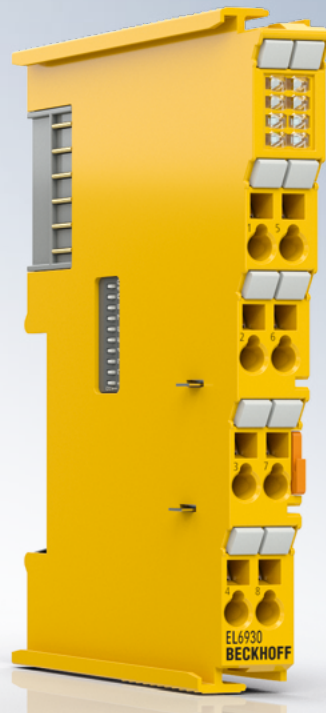
Standard-
Steuerung
und I/Os



EL6900



EL6930



TwinSAFE als zentrale Sicherheitssteuerung

Der Bereich TwinSAFE stellt dedizierte Sicherheitssteuerungen zur Verfügung, welche als aus Sicht der Sicherheitstechnik zentrale Steuerung genutzt werden können. Diese besitzen selbst keine lokalen Ein- und Ausgänge. Vielmehr werden Kommunikationsbeziehungen zu 1...n sicherheitsrelevanten Komponenten gebildet und die sicheren Ein- und Ausgangssignale werden entsprechend der benutzerdefinierten Sicherheitsapplikation verarbeitet. Es handelt sich hierbei um die klassische Architektur einer Sicherheitsapplikation. Neben den oben aufgeführten dedizierten Sicherheitssteuerungen können natürlich alle Komponenten mit integrierter Logic im Rahmen einer klassischen Architektur genutzt werden.

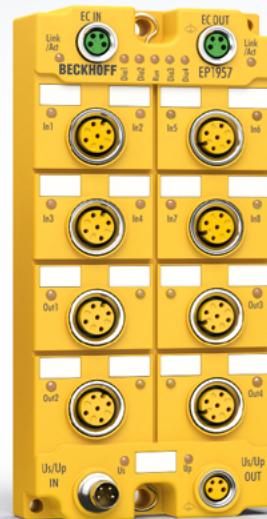


Flexibel bleiben: mit freier Verteilung der Sicherheitsapplikation

EL1918, EL6910, EL2911, EL1957, EL2912



EP1957-0022



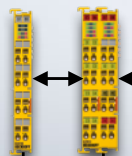
EJ6910, EJ1914, EJ2914



TwinSAFE Logic



EL6910 EL2911



EK1960



Standard-
Steuerung
und I/Os

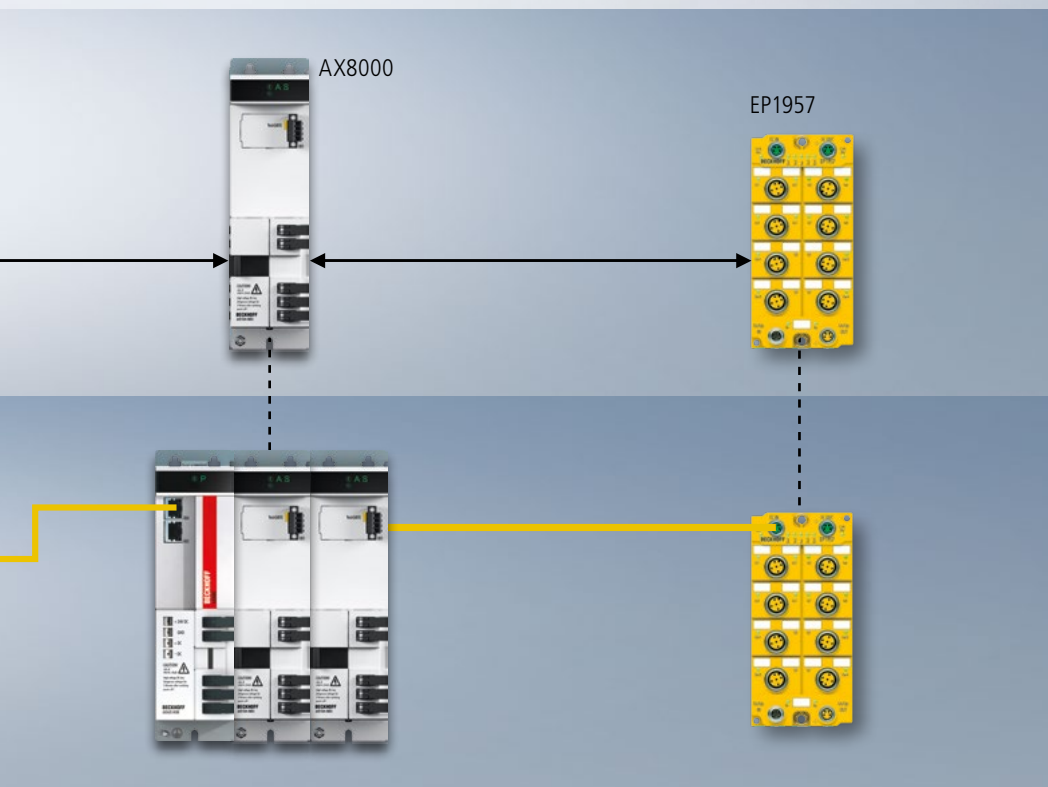
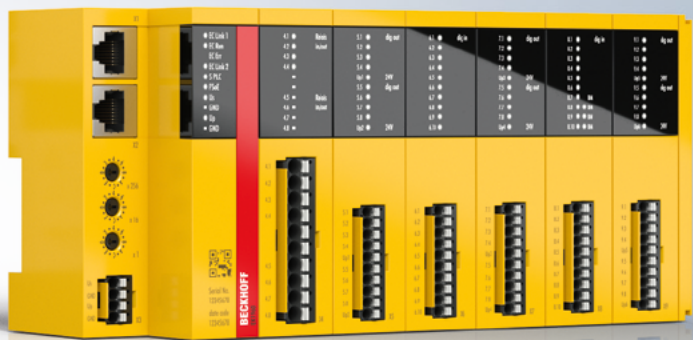


AX8108-0100

EJ1918,
EJ2918,
EJ3918



EK1960



TwinSAFE als verteiltes System

Dank der Integration der TwinSAFE-Logic-Funktionalität in alle neuen TwinSAFE-Komponenten kann eine beliebige Verteilung bzw. Modularisierung der Sicherheitsapplikation realisiert werden. Im Gegensatz zur klassischen Architektur müssen hier nicht alle sicherheitsrelevanten Ein- und Ausgangssignale zur zentralen Sicherheitssteuerung übertragen werden, damit sie dort verarbeitet werden. Durch die Möglichkeit der verteilten Steuerung können aus Sicht der Sicherheitstechnik „funktional“ zusammenhängende Komponenten durch ein eigenes Sicherheitsprojekt abgebildet werden. Liegt in einem System z. B. ein AX8000-Achsverbund mit n Modulen vor, wobei jedes dieser n Module auch sicherheitsrelevante Antriebsfunktionen ausführen muss, so müssen diese im klassischen Ansatz einzeln durch die zentrale Sicherheitssteuerung angesteuert werden. Durch das Prinzip der verteilten Steuerung kann ein Modul das Sicherheitsprojekt für den gesamten Verbund übernehmen.

Hochkomplexe Sicherheitsapplikationen: Performanz durch IPC



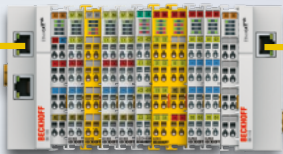
C6920

TwinSAFE Logic



C6920

Standard-
Steuerung
und I/Os



CX5120

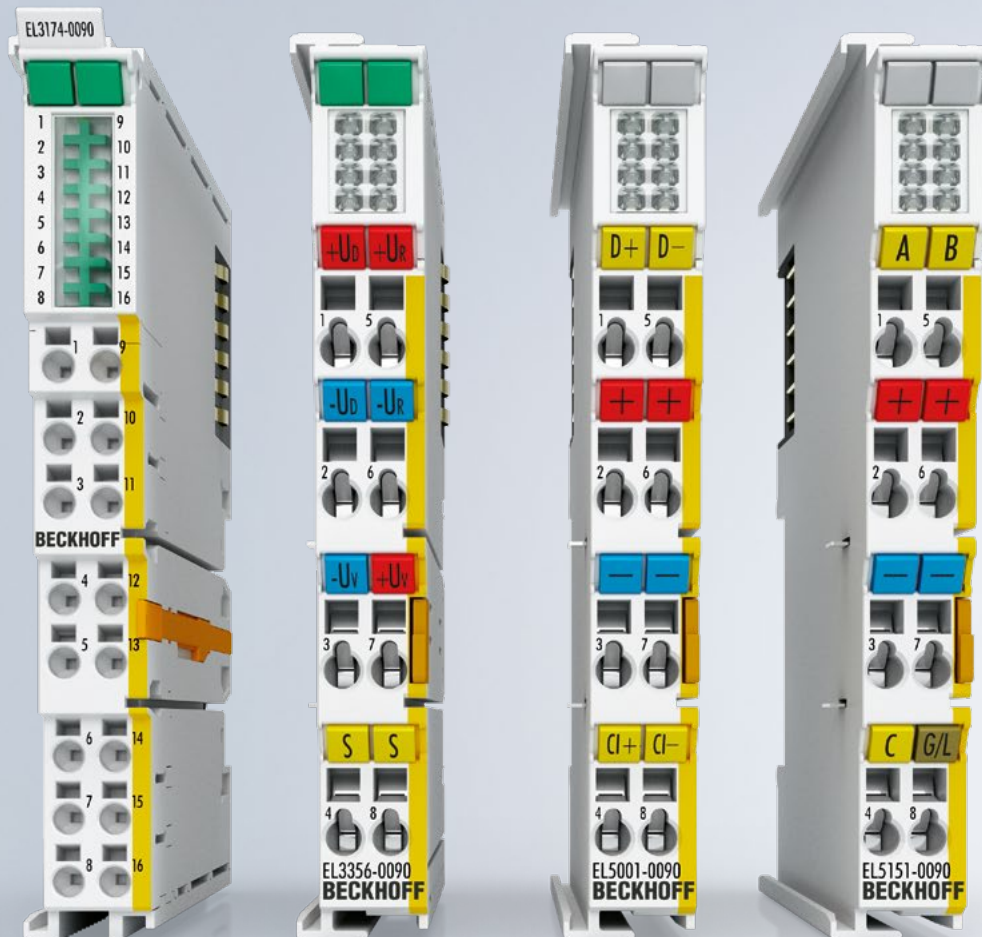


Sicherheitssteuerung im Standard-IPC

Mit der Einführung des Produktes TwinCAT Safety PLC schafft TwinSAFE den sicherheitstechnischen Zugang zur enormen Performanz eines Standard-IPC. Mit der softwarebasierten Sicherheitssteuerung können auch komplexeste Applikationen durch einen Standard-IPC ausgeführt werden. Im Falle einer klassischen Architektur mit der TwinCAT Safety PLC besitzt das Gesamtsystem somit eine einzige zentrale Steuerung, welche sowohl die Standard-Funktionalität als auch die Safety-Funktionalität realisiert. Diese Sicherheitssteuerung kann im Gegensatz zu den TwinSAFE-Hardware-Komponenten mit Safety C in einem Standard-C-Derivat programmiert werden. Somit kann jegliche Komplexität von Sicherheitsapplikationen abgebildet werden. Wie von TwinSAFE gewohnt, kann diese Architektur beliebig mit anderen TwinSAFE-Architekturen kombiniert werden.

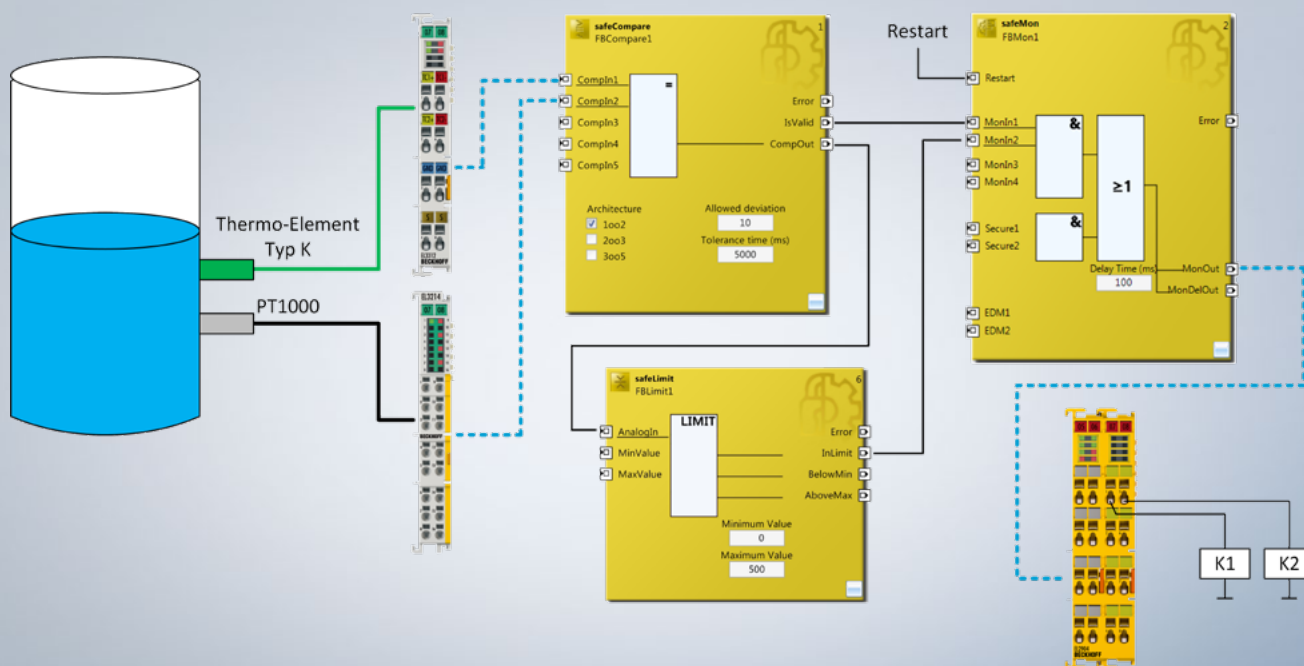


Für analoge Safety-Lösungen: TwinSAFE SC



Mithilfe der TwinSAFE-SC-Technologie (TwinSAFE Single Channel) ist es möglich, in beliebigen Netzwerken bzw. Feldbussen Standardsignale für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen. Dazu werden EtherCAT-I/Os aus den Bereichen Analog-Eingang, Winkel-/Wegmessung oder Kommunikation (4...20 mA, Inkremental-Encoder, IO-Link usw.) um die TwinSAFE-SC-Funktion erweitert. Die signaltypischen Eigenschaften und Standard-Funktionalitäten der I/O-Komponenten bleiben dabei erhalten. TwinSAFE-SC-I/Os unterscheiden sich optisch von den Standard-I/Os durch einen gelben Streifen auf der Gehäusefront.

Beispielanwendung aus Applikationshandbuch



Das Beispiel zeigt, wie eine Temperaturmessung mit der TwinSAFE-SC-Technologie realisiert werden kann. 2 Messstellen werden mit diversitären Temperatursensoren ausgestattet. Eines der Signale wird über TwinSAFE SC übertragen, um dann innerhalb der Sicherheitssteuerung mit Hilfe des zweiten Signals plausibilisiert zu werden.

Die TwinSAFE-SC-Technologie ermöglicht eine Kommunikation über ein TwinSAFE-Protokoll. Diese Verbindungen können von der üblichen sicheren Kommunikation über Safety-over-EtherCAT unterschieden werden.

Die Daten der TwinSAFE-SC-Komponenten werden über ein TwinSAFE-Protokoll zu der TwinSAFE-Logic geleitet und können dort im Kontext sicherheitsrelevanter Applikationen verwendet werden. Detaillierte und durch den TÜV SÜD berechnete Beispiele zur korrekten Anwendung der TwinSAFE-SC-Komponenten und der jewei-

ligen normativen Klassifizierung können dem TwinSAFE-Applikationshandbuch entnommen werden.

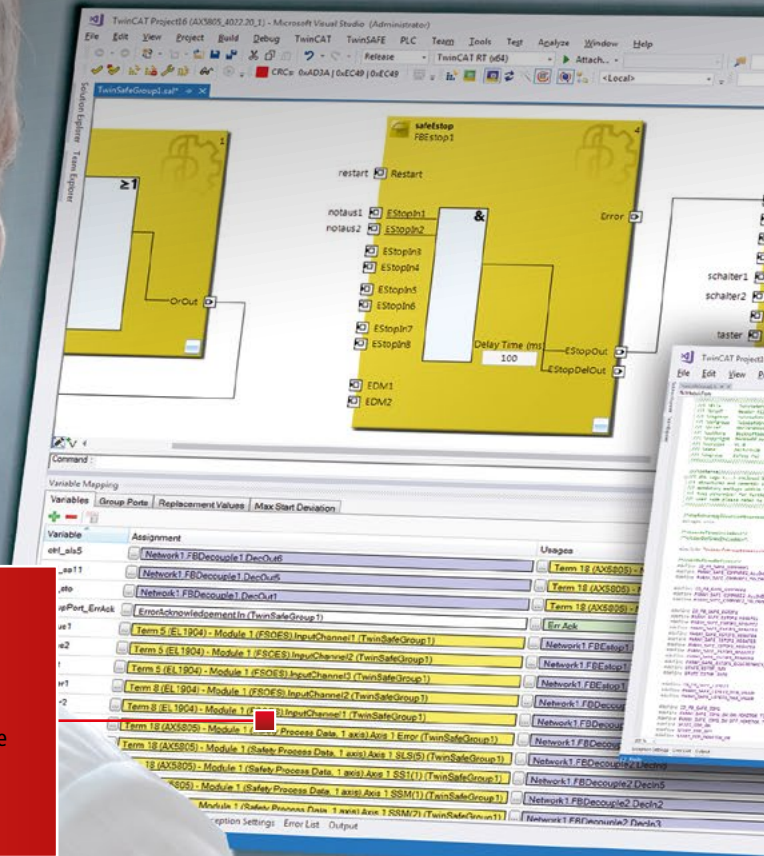
Vorzüge von TwinSAFE SC:

- kostengünstige Nutzung von Standard-signalen in Sicherheitsapplikationen
- einfache Erweiterung eines bestehenden Systems um sichere Analogwertverarbeitung

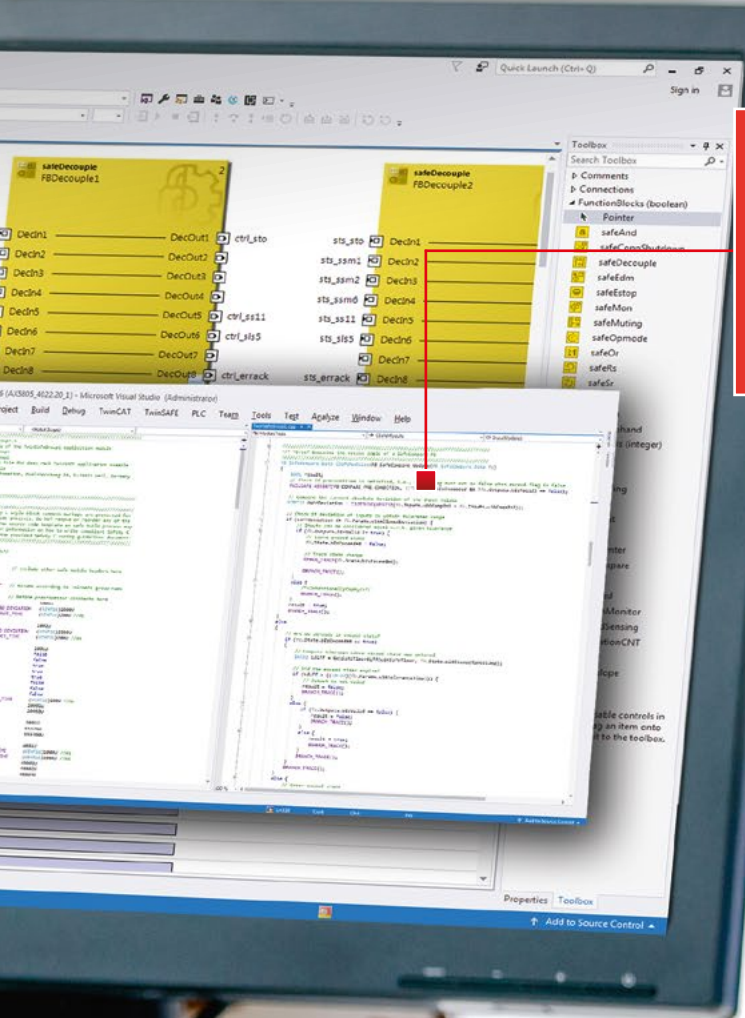
Safety Engineering: einfach, intuitiv ...

Mit Funktionsblock-Diagrammen

Die Programmierung der Sicherheitsapplikation kann mit einem freigrafischen Editor in TwinCAT 3 erfolgen. Hier stehen zertifizierte Sicherheitsfunktionsbausteine zur Verfügung, um die gewünschte Applikation einfach und intuitiv zu realisieren.



... und auch für komplexe Applikationen



Mit Safety C

Für sehr komplexe Sicherheitsapplikationen kann die Programmierung in Safety C erfolgen. Safety C stellt ein Derivat von Standard C dar und erlaubt eine freie Programmierung der gewünschten Sicherheitsapplikation in TwinCAT 3.

Programmierung mit Funktionsblöcken

Alle Hardwarekomponenten mit integrierter TwinSAFE-Logic können auf Basis von zertifizierten Funktionsblöcken programmiert werden. Die zertifizierten Sicherheitsfunktionsbausteine der TwinSAFE-Logic-Komponenten erlauben eine einfache, fehlerfreie und kostengünstige Realisierung aller Sicherheitsaufgaben: von der einfachen Schutztür-Überwachung über komplexe Muting-Funktionen auf Basis von digitalen Signalen bis hin zur sicheren Steuerung sehr komplexer Abläufe auf Basis von analogen Signalen.

Programmierung mit Safety C

Zur Realisierung hochkomplexer Sicherheitsapplikationen mit der softwarebasierten TwinCAT Safety PLC kann die Programmierung mit Safety C erfolgen. Safety C stellt ein Derivat von Standard C dar. Zur Erhöhung der Sicherheit werden z. B. Einschränkungen bezüglich strikter Typisierung, implizitem Casten, u. a. getroffen. Ansonsten können z. B. alle aus Standard C bekannten Kontrollkonstrukte genutzt werden, um eine Sicherheitsapplikation zu realisieren. Hilfsbibliotheken vereinfachen die Programmierung komplexer Anwendungen zusätzlich.

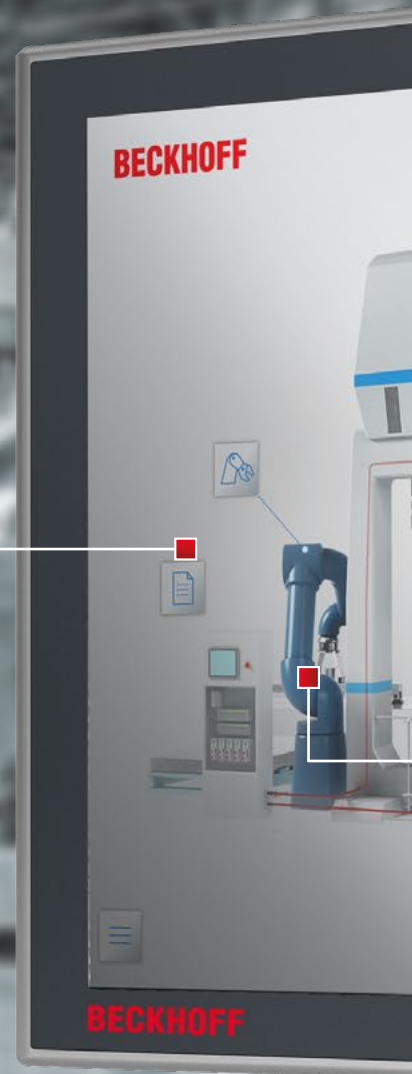
Flexibilität in der Programmierung:

- Wahl der Programmiersprache je nach vorliegenden Anforderungen
- intuitive Programmierung für sicherheitstechnische Grundfunktionalitäten
- freie Programmierung in Hochsprache für hochkomplexe Sicherheitsapplikationen

Einfache Adaptierung, leistungsstarke Tools: die Engineering Highlights

Customizing

Innerhalb einer Sicherheitsapplikation können sicherheitstechnische Teilgruppen gebildet werden, die anschließend zur Laufzeit permanent oder temporär deaktiviert oder passiviert werden können, sodass eine Maschine höchst flexibel an die jeweils vorliegenden Anforderungen angepasst werden kann.



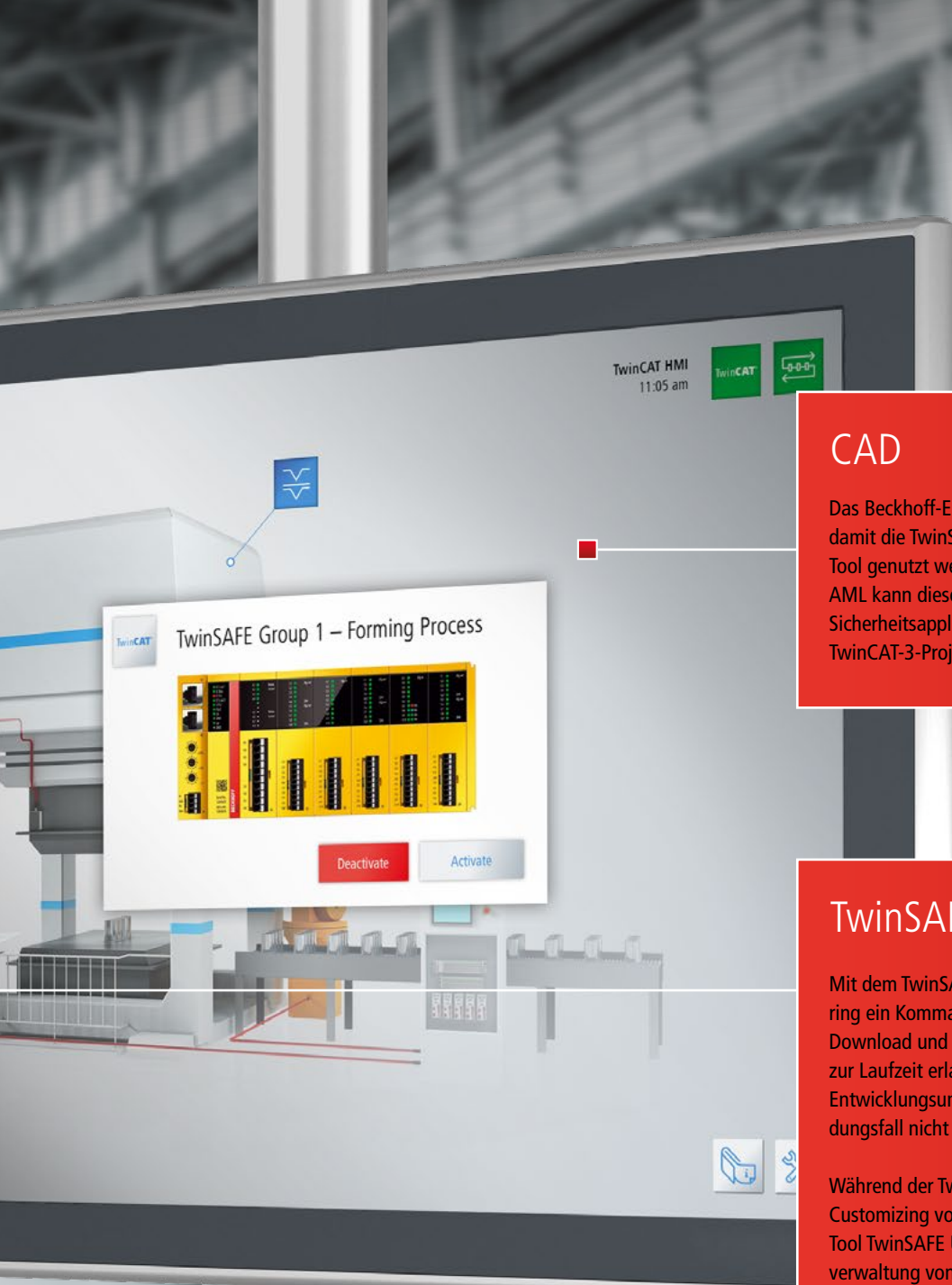
Customizing

Eine der größten Innovationen der neuen Generation der Sicherheitssteuerungen von Beckhoff stellt die Customizing-Funktionalität dar. Das Sicherheitsprojekt kann weiterhin wie gewohnt modular gestaltet werden. Im Zuge des Customizing können jedoch für jedes dieser Module nun die folgenden Betriebsmodi konfiguriert werden:

- temporär deaktivierbar
- permanent deaktivierbar
- passivierbar

Mit Hilfe dieser Einstellungen und entsprechender Konfiguration von Ersatzwerten für die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Modulen können hochkomplexe modulare und skalierbare Architekturen umgesetzt werden. Ein einziges Sicherheitsprojekt kann dadurch z. B. für eine ganze Serie von Maschinen genutzt werden. Für kleinere Ausprägungen einer Maschine können die jeweils unnötigen Module einfach deaktiviert werden, was natürlich zu einem erheblichen Benefit bezüglich Entwicklungskosten führt, da nur ein Sicherheitsprojekt entsprechend der normativen Anforderungen entwickelt, validiert und verifiziert werden muss. Das Um-

schalten zwischen den verschiedenen Betriebsmodi kann zur Laufzeit erfolgen. Dafür stehen im Beckhoff-Engineering zwei verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Die Adaptierung der Module an die aktuellen Maschinenanforderungen kann entweder über die Entwicklungsumgebung TwinCAT 3 erfolgen oder über das Tool TwinSAFE Loader.



CAD

Das Beckhoff-Engineering stellt Hilfsmittel zur Verfügung, damit die TwinSAFE-Funktionalität direkt in einem CAD-Tool genutzt werden kann. Über das Austauschformat AML kann diese grundsätzliche Implementierung der Sicherheitsapplikation dann in ein funktionsfähiges TwinCAT-3-Projekt konvertiert werden.

TwinSAFE Loader/User

Mit dem TwinSAFE Loader stellt das Beckhoff-Engineering ein Kommandozeilentool zur Verfügung, das den Download und das Customizing von Safety-Projekten zur Laufzeit erlaubt. Dadurch ist die Verwendung der Entwicklungsumgebung TwinCAT 3 für diesen Anwendungsfall nicht zwingend erforderlich.

Während der TwinSAFE Loader dem Download und dem Customizing von Sicherheitsprojekten dient, kann das Tool TwinSAFE User genutzt werden, um die Benutzerverwaltung von TwinSAFE-Logic-Komponenten zu handhaben. Analog zum TwinSAFE Loader handelt es sich auch hier um ein Kommandozeilentool.

TwinSAFE Loader

Dabei handelt es sich um ein Kommandozeilentool, welches das Customizing des Sicherheitsprojektes unabhängig von TwinCAT 3 erlaubt. Die Deaktivierung und Aktivierung von Modulen kann zum Beispiel direkt aus einer kundenspezifischen HMI angestoßen werden. Zum einen ist ein TwinSAFE-Projekt dadurch optimal an kundenspezifische Prozesse anpassbar und zum anderen werden übliche Use Cases wie z. B. die Inbetriebnahme deutlich vereinfacht. Einzelne Module der Sicherheitsapplikation und damit einzelne Sicherheitsfunktionen können dank des Customizing für eine Inbetriebnahme von

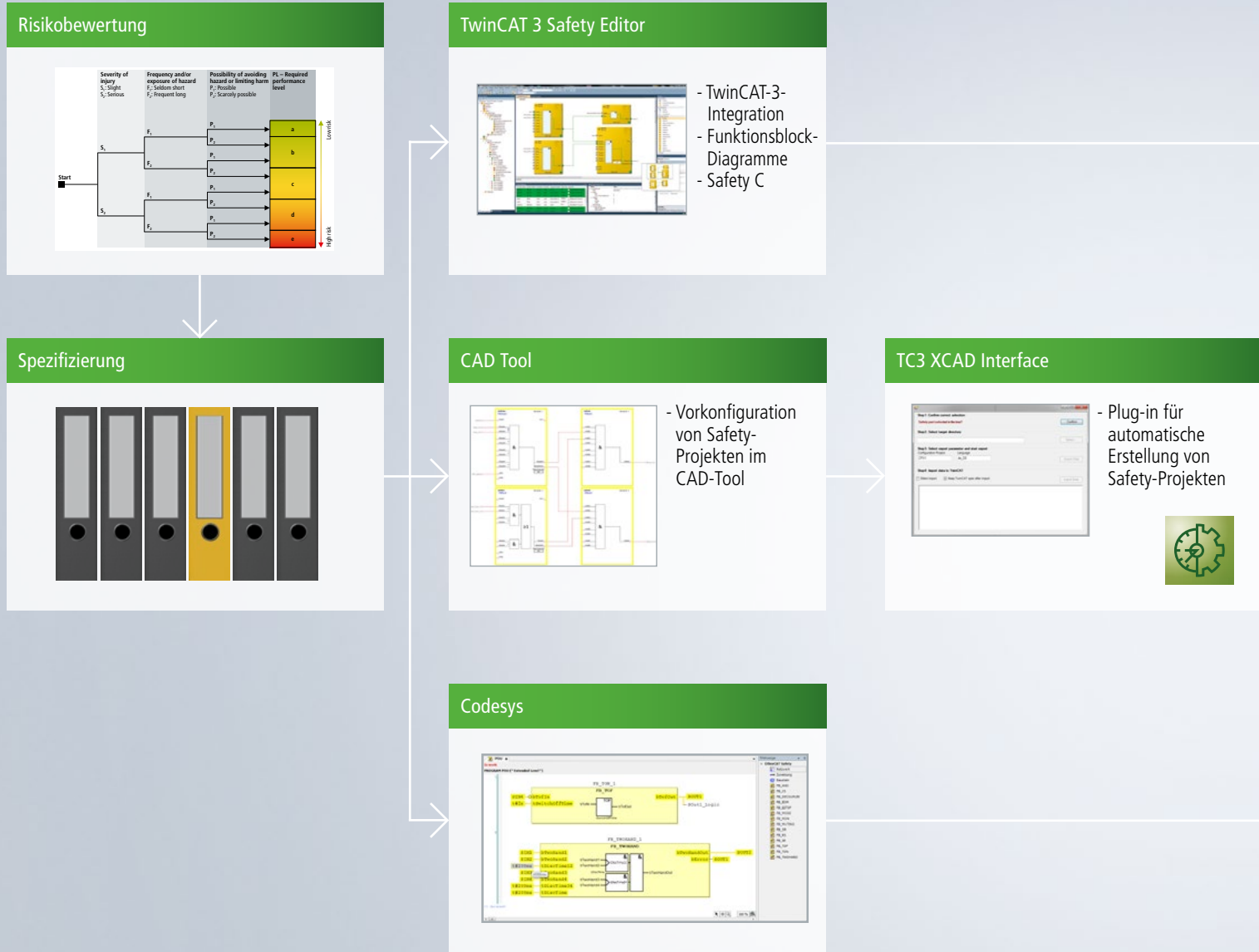
Maschinenteilen temporär deaktiviert und später reaktiviert werden, ohne dass eine erneute Validierung und Verifikation der gesamten Sicherheitsapplikation erfolgen muss.

Flexibilität in Applikation und Tooling:

- hochflexible Modularisierung zur Laufzeit durch Customizing
- Vorkonfiguration der Sicherheitsapplikation in CAD-Tool
- einfache Lösung für eine Serienproduktion durch TwinSAFE Loader und TwinSAFE User
- Steuerung der Modularisierung zur Laufzeit ohne TwinCAT 3 durch TwinSAFE Loader

Im Überblick: der TwinSAFE Software Workflow

Entwicklung



TwinCAT 3 und TwinCAT 2

Die Implementierung der Sicherheitsapplikation erfolgt in der Beckhoff-Welt entweder mit TwinCAT 2 oder 3. Während TwinCAT 2 ausschließlich für die TwinSAFE-Logic-Komponenten EL6900, EL6930 und KL6904 verwendet werden kann, können mit TwinCAT 3 alle Logic-Komponenten mit Ausnahme der KL6904 projektiert werden.

TC3 XCAD Interface

Beckhoff stellt die Möglichkeit zur Verfügung, die Sicherheitsapplikation direkt in einem CAD-Tool zu erstellen. Mithilfe des TC3 XCAD

Interface kann diese anschließend in ein funktionsfähiges Sicherheitsprojekt in TwinCAT 3 konvertiert und dort final konfiguriert werden.

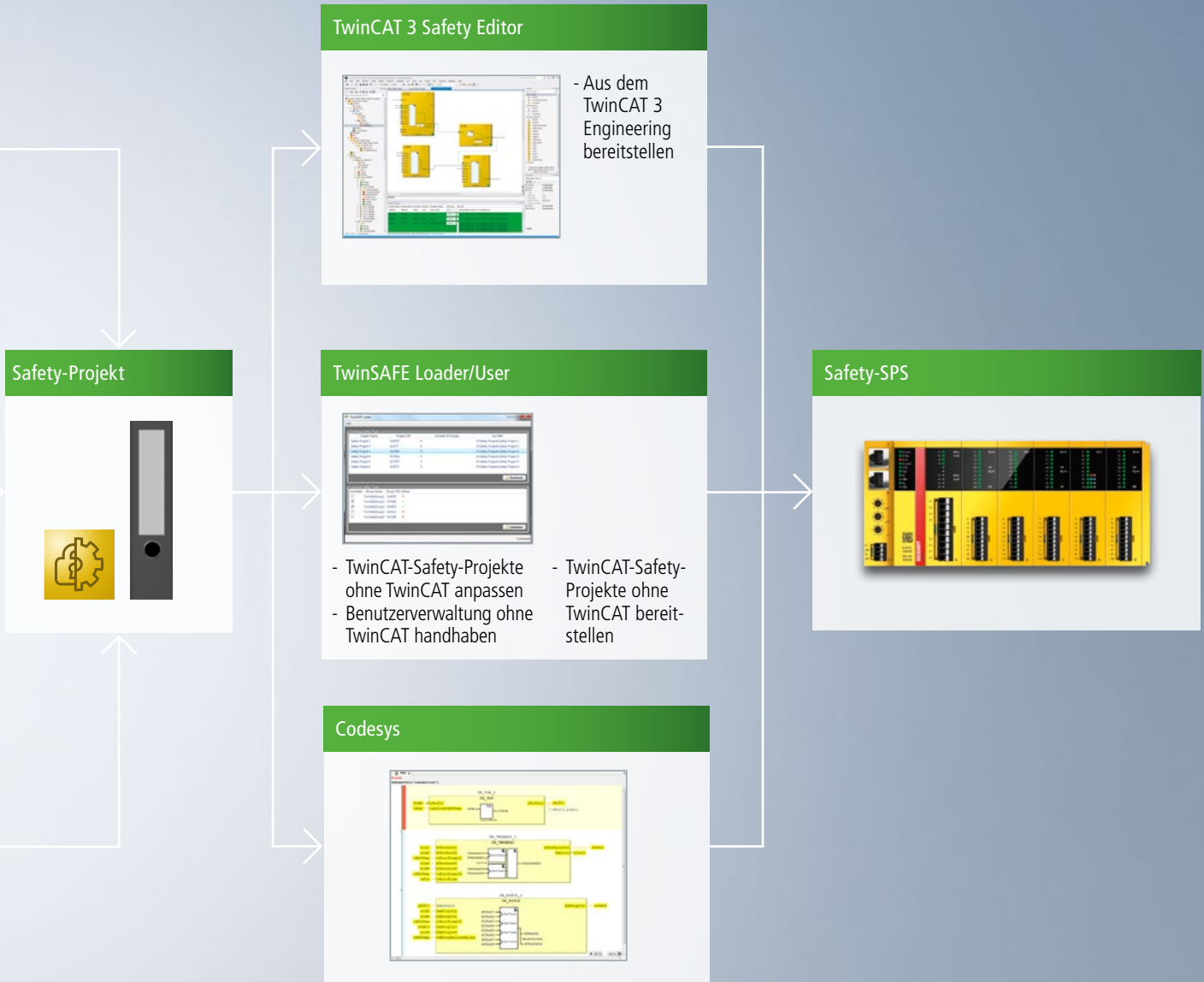
Codesys

Die Beckhoff-TwinSAFE-Logic-Komponenten können auch mit Codesys Safety projektiert werden.

TwinSAFE Loader

Das Tool TwinSAFE Loader bietet die Möglichkeit, ein Safety-Projekt ganz unabhängig von der Entwicklungsumgebung TwinCAT auf das Zielsystem zu übertragen. Es handelt sich dabei um ein Kommandozeilentool, welches in kunden-

Bereitstellung



spezifische Prozesse integriert werden kann. So kann zum Beispiel in einer Serienproduktion das Bespielen der TwinSAFE-Logic-Komponenten ohne eine Entwicklungsumgebung erfolgen. Des Weiteren ermöglicht der TwinSAFE Loader das Customizing eines bestehenden Systems zur Laufzeit. Bei der Nutzung des TwinSAFE Loaders im Rahmen eines kundenspezifischen Prozesses ist stets die im Benutzerhandbuch aufgeführte FMEDA-Betrachtung zur Risikobewertung zu beachten.

TwinSAFE User

Das Tool TwinSAFE User dient zur Handhabung der Benutzerverwaltung einer TwinSAFE-Logic-

Komponente. So kann zum Beispiel im Rahmen einer Serienproduktion die Benutzerverwaltung auf der TwinSAFE-Logic-Komponente ohne den Einsatz einer Entwicklungsumgebung konfiguriert werden.

Flexibilität in Workflow-Unterstützung:

- umfassende Unterstützung des Entwicklungsprozesses
- Freiheit in der Wahl des Entwicklungswerkzeuges
- verschiedene Bereitstellungsmöglichkeiten für verschiedene Anforderungen

Vereinfachte Implementierung: das Applikationshandbuch

Sammlung von Sicherheitsfunktionen

BECKHOFF New Automation Technology Schaltungsbeispiele

2.14 Lichtgitter (Kategorie 4, PL e)

Das Lichtgitter hat zwei OSSD-Ausgänge (Output-Signal-Switching-Device) die auf sichere Eingänge einer EL 1904 vorkabelt sind. Die Testung der Eingänge ist nicht aktiv, da die OSSD Ausgänge eine eigene Testung durchzuführen. Weiterhin werden die Signale auf Diskrepanz (200 mA) überprüft. Der Rückflussstrom wird über einen sicheren Eingang einweisen. Für diesen Eingang ist die Testung aktiv. An dem sicheren Ausgang werden die Schütze K1 und K2 parallel angeschlossen. Für diese Beschaltung sind die Strommessung und die Testung des Ausgangs aktiv.

2.14.1 Parameter der sicheren Ein- und Ausgangsklemmen

EL1904	
Parameter	Wert
Sensortest Kanal 1 aktiv	Nein
Sensortest Kanal 2 aktiv	Nein
Sensortest Kanal 3 aktiv	Ja
Sensortest Kanal 4 aktiv	Ja
Logic Kanal 1 und 2	Asynchrone Auswertung OSSD
Logic Kanal 3 und 4	Simple Logic

EL2904	
Parameter	Wert
Strommessung aktiv	Ja
Testbusse des Ausgangs aktiv	Ja

Applikationshandbuch TwinSAFE - Version 1.9.1 89

Jede Sicherheitsfunktion wird inklusive der konkreten Parametrierung der TwinSAFE-Komponenten detailliert beschrieben.

Blockbildung und Ausgangskenngrößen

Schaltungsbeispiele BECKHOFF New Automation Technology

2.14.2 Blockbildung und Safety-Loops

2.14.2.1 Sicherheitsfunktion 1

2.14.3 Berechnung

2.14.3.1 PFH / MTTFa / B10c - Werte

Komponente	Wert
EL1904 - PFH	1,11E-09
EL2904 - PFH	1,25E-09
EL6904 - PFH	1,03E-09
Lichtgitter - PFHc	1,50E-08
K1 - B10c	1,300 000
K2 - B10c	1,300 000
Arbeitszyklus (Z _{act})	230
Arbeitsstunden / Tag (h _{ta})	16
Zykluszeit (Minuten) (T _{cycle})	5 (12x pro Stunde)
Lebenszeit (T ₁)	20 Jahre = 175200 Stunden

Für jede Sicherheitsfunktion wird das Blockschaltbild und die verwendeten Ausgangskenngrößen aufgeführt.

Berechnung der Sicherheitskenngrößen

$$MTTF_{el}(EL1904) = \frac{(1 - DC(EL1904))}{PFH(EL1904)} = \frac{(1 - 0,99)}{1,11E - 09 \frac{1}{h} \cdot 8760 \frac{h}{y}} = \frac{0,01}{9,72E - 06 \frac{1}{y}} = 1028,8y$$

$$MTTF_{el}(EL6900) = \frac{(1 - DC(EL6900))}{PFH(EL6900)} = \frac{(1 - 0,99)}{1,03E - 09 \frac{1}{h} \cdot 8760 \frac{h}{y}} = \frac{0,01}{9,02E - 06 \frac{1}{y}} = 1108,6y$$

$$MTTF_{el}(EL2904) = \frac{(1 - DC(EL2904))}{PFH(EL2904)} = \frac{(1 - 0,99)}{1,25E - 09 \frac{1}{h} \cdot 8760 \frac{h}{y}} = \frac{0,01}{1,1E - 05 \frac{1}{y}} = 913,2y$$

$$MTTF_{el}(\text{Light grid}) = \frac{(1 - DC(\text{Light grid}))}{PFH(\text{Light grid})} = \frac{(1 - 0,99)}{1,50E - 08 \frac{1}{h} \cdot 8760 \frac{h}{y}} = \frac{0,01}{1,31E - 04 \frac{1}{y}} = 76,1y$$

$$MTTF_{Dges} = \frac{1}{\frac{1}{76,1y} + \frac{1}{1028,8y} + \frac{1}{1108,6y} + \frac{1}{913,2y} + \frac{1}{294,4y}} = 51,3y$$

$$DC_{avg} = \frac{\frac{99\%}{76,1} + \frac{99\%}{1028,8} + \frac{99\%}{1108,6} + \frac{99\%}{913,2} + \frac{99\%}{588,7} + \frac{99\%}{294,4}}{\frac{1}{76,1} + \frac{1}{1028,8} + \frac{1}{1108,6} + \frac{1}{913,2} + \frac{1}{588,7} + \frac{1}{294,4}} = 99,0\%$$

Zur einfachen Nachvollziehbarkeit und einfachen Adaptierung an gegebenenfalls angepasste Nutzung der Sicherheitsfunktion wird die ausführliche Berechnung der Sicherheitskenngrößen für jede Funktion durchgeführt.

Bestimmung der Sicherheitskategorie

BECKHOFF New Automation Technology Schaltungsbeispiele

Kategorie
Hinweis: Diese Struktur ist durch den Einsatz des Typ4 (Kategorie 4) Lichtvorhangs maximal bis Kategorie 4 möglich.

Bezeichnung für jeden Kanal		MTTF _{el}	Bereich für jeden Kanal	
niedrig			3 Jahre ≤ MTTF _{el} < 10 Jahre	
mittel			10 Jahre ≤ MTTF _{el} < 20 Jahre	
hoch			20 Jahre ≤ MTTF _{el} ≤ 100 Jahre	

Bezeichnung		DC _{avg}	Bereich	
kein			DC < 60 %	
niedrig			60 % ≤ DC < 90 %	
mittel			90 % ≤ DC < 99 %	
hoch			99 % ≤ DC	

Kategorie	B	1	2	2	3	3	4
DC	kein	kein	niedrig	mittel	niedrig	mittel	hoch
MTTF _{el}							
niedrig	a	-	a	b	b	c	-
mittel	b	-	b	c	c	d	-
hoch	-	c	c	d	d	d	e

Eine detaillierte Beschreibung erleichtert die korrekte Bestimmung der Sicherheitskategorie.

Applikationshandbuch

Zur Vereinfachung der Auslegung von Sicherheitsfunktionen stellt Beckhoff das TwinSAFE-Applikationshandbuch über die Webseite zum Download zur Verfügung. Es beinhaltet die Zusammenstellung von Applikationsbeispielen für den Bereich TwinSAFE. Dabei handelt es sich um eine Sammlung von weit verbreiteten Sicherheitsfunktionen. Für jedes Beispiel findet sich hier die Verschaltung der Hardwarekomponenten und die entsprechende Abbildung innerhalb der Sicherheitsapplikation selbst, also die Implementierung mithilfe vorzertifizierter Funktionsbausteine und die Parametrierung der Eingangs-

und Ausgangskomponenten. Zur weiteren Unterstützung wird für jedes Beispiel auch der vom TÜV SÜD bestätigte Nachweis des entsprechenden Sicherheitslevels durchgeführt, sodass die Beispiele entweder 1:1 übernommen oder jeweils sehr einfach an eine spezifische Applikation angepasst werden können.

Umfassende Hilfe bei Konzeption und Realisierung:

- stetig wachsende Sammlung relevanter Applikationsbeispiele
- optimale Unterstützung zur korrekten Umsetzung von Sicherheitsapplikationen
- einfache Adaptierbarkeit an angepasste Anwendung durch umfassende Dokumentation des Sicherheitsnachweises

Hochmodular: das TwinSAFE-Produktportfolio

Input, Logic und Output

EL2911 EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Digital-Eingang, 1-Kanal-Digital-Ausgang, 24 V DC, $I_{max} = 10\text{ A}$

EL1957 EtherCAT-Klemme, 8-Kanal-Digitaleingang, 4-Kanal-Digitalausgang, 24 V DC, $I_{max} = 0,5\text{ A}$

EP1957 EtherCAT-Klemme, 8-Kanal-Digitaleingang, 4-Kanal-Digitalausgang, 24 V DC, $I_{max} = 0,5\text{ A}$

EJ1957 EtherCAT-Klemme, 8-Kanal-Digitaleingang, 4-Kanal-Digitalausgang, 24 V DC, $I_{max} = 0,5\text{ A}$

EK1960 TwinSAFE Compact Controller
20 sichere Eingänge, 24 sichere Ausgänge,
optional 4 Relais-Ausgänge

AX81xx-0100 Drive mit TwinSAFE-Option, 1 Achse

AX82xx-0100 Drive mit TwinSAFE-Option, 2 Achsen

Input und Logic



EL1918 EtherCAT-Steckmodul, 8-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

EP1918 EtherCAT Box, 8-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

EJ1914 EtherCAT-Steckmodul, 4-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

EJ1918 EtherCAT-Steckmodul, 4-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

Input

TwinSAFE

EL1904 EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

EK1914 EtherCAT-Koppler mit integrierten digitalen Standard- und Safety-I/Os:
2 sichere Eingänge, 2 sichere Ausgänge, 4 Standard-Eingänge, 4 Standard-Ausgänge, $I_{max} = 0,5\text{ A}$

EP1908-0002 EtherCAT Box, 8-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

KL1904 Busklemme, 4-Kanal-Digital-Eingang, 24 V DC

TwinSAFE SC (Auswahl)

EL3124-0090 EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Analog-Eingang, 4...20 mA, Differenzeingang, 16 Bit

EL3314-0090 EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Eingang, Thermoelement mit Drahtbruchererkennung

EL5021-0090 EtherCAT-Klemme, 1-Kanal-SinCos-Encoder-Interface, 1 V_{SS}

EP3174-0092 EtherCAT Box, 4-Kanal-Analog-Eingang, ±10 V oder 0/4...20 mA,
Differenzeingang, 16 Bit

Dedicated Logic

Engineering mit FBD

EL6910 EtherCAT-Klemme, TwinSAFE Logic

EL6900 EtherCAT-Klemme, TwinSAFE Logic

EL6930 EtherCAT-Klemme, TwinSAFE Logic, mit PROF

EJ6910 EtherCAT-Steckmodul, TwinSAFE Logic

Engineering mit Safety C

TwinCAT Safety PLC Softwarebasierte Sicherheitsste

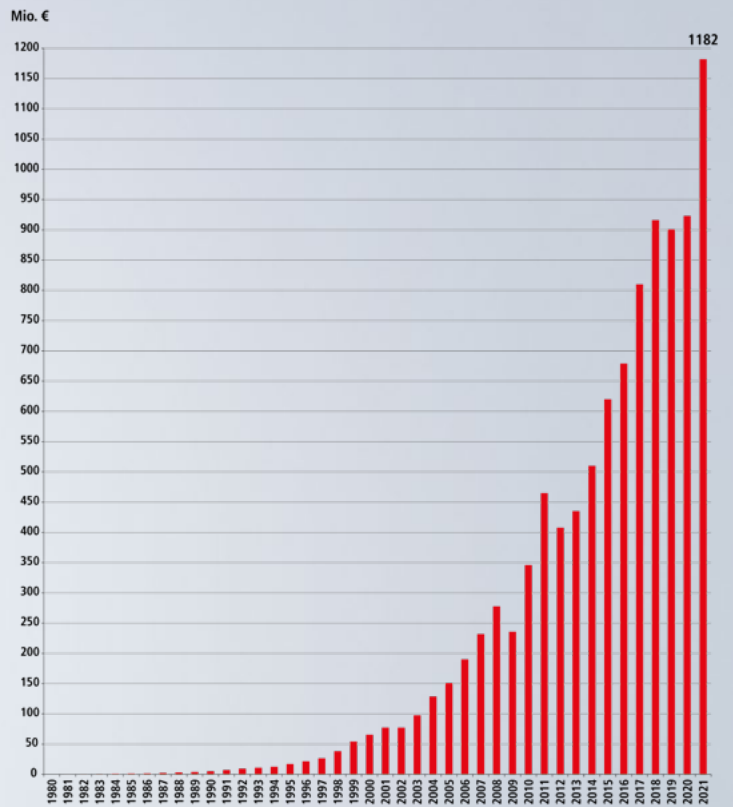
Detailinformationen zu unseren Produkten finden Sie unter ► www.beckhoff.de/TwinSAFE

Global abrufbar: die Beckhoff Safety-Kompetenz



- Headquarter
- Distributor
- Niederlassung

Beckhoff – New Automation Technology
 Beckhoff realisiert seit über 30 Jahren offene Automatisierungssysteme auf der Grundlage PC-basierter Steuerungstechnik. Das Produktspektrum umfasst die Hauptbereiche Industrie-PCs, I/O- und Feldbuskomponenten, Antriebstechnik und Automatisierungssoftware. Für alle Bereiche sind Produktlinien verfügbar, die als Einzelkomponenten oder als vollständige Systemlösung zum Einsatz kommen. Die „New Automation Technology“ von Beckhoff steht für innovative, branchenunabhängige Steuerungs- und Auto-



Umsatzentwicklung

matisierungslösungen, die weltweit in den verschiedensten Anwendungen, von der CNC-gesteuerten Werkzeugmaschine über die Windkraftanlage bis zur intelligenten Gebäudesteuerung, zum Einsatz kommen.

Weltweite Präsenz auf allen Kontinenten

Durch die Präsenz von Beckhoff in 75 Ländern erhalten global aktive Beckhoff-Kunden weltweit schnellen Service und technischen Support in der jeweiligen Landessprache. Darüber hinaus ist die geographische Nähe zum Kunden für Beckhoff die Grundvoraussetzung für das tiefe Verständnis der technischen Herausforderungen, vor denen die Kunden stehen.

Beckhoff im Überblick

- Headquarter: Verl, Deutschland
- 1182 Mrd. Euro Umsatz weltweit 2021
- 5000 Mitarbeiter weltweit
- 1900 Ingenieure
- 40 Tochterunternehmen/ Repräsentanzen weltweit
- 24 Niederlassungen in Deutschland
- mehr als 75 Vertretungen weltweit (Stand: März 2022)

▶ www.beckhoff.com

Integrieren Sie Ihren Safety-Vorsprung
mit PC-based Control:

► www.beckhoff.com/twinsafe

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20

33415 Verl

Germany

Telefon: + 49 5246 963-0

info@beckhoff.com

www.beckhoff.com

Beckhoff®, TwinCAT®, 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.