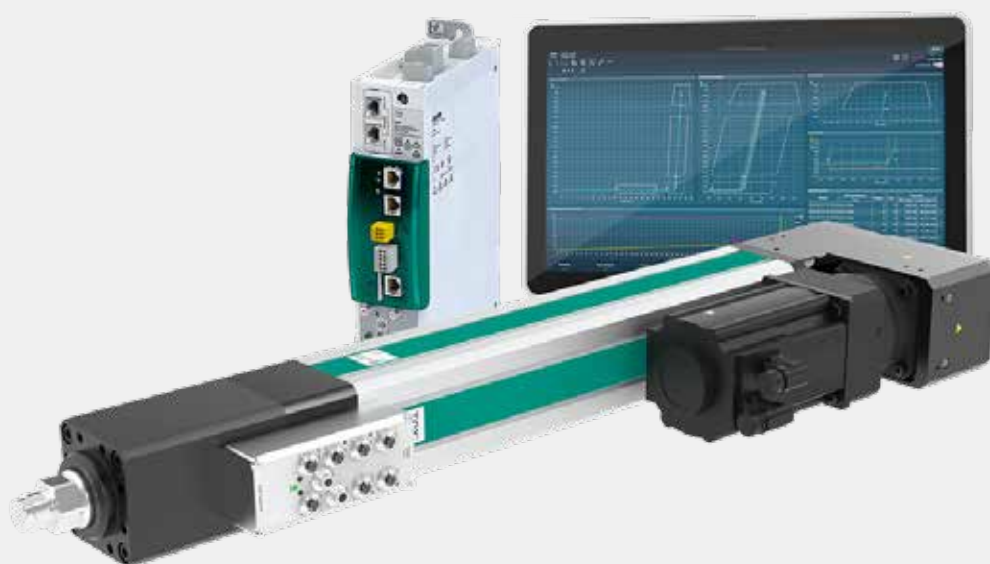


Whitepaper

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

Technisches Whitepaper für Anlagenbauer, Maschinenbauer und
Sicherheitsverantwortliche

Von STO und SS1-t bis zu Sicherheitsbremse, sicherem Drehgeber
und Extended Safety



Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

Inhalt

Executive Summary	3
1. Sicherheit als Systemaufgabe.....	4
2. Aufbau des TOX® ElectricDrive Core	5
3. Der skalierbare Sicherheits-Baukasten	6
4. Zentrale Sicherheitsfunktionen verständlich erklärt.....	7
5. Mechanische Sicherheit: Motorhaltebremse und	
Sicherheitsbremse.....	8
6. Sichere Geschwindigkeitsüberwachung (SLS)	10
7. Dynamik, Stillsetzzeit und Sicherheitsabstand	11
8. Bremsentest, Diagnose und Zustandsüberwachung	13
9. Typische Anwendungen und passende Systemarchitekturen	14
10. Integration, Verantwortung und rechtlicher Rahmen	15
11. Normative Orientierung.....	16
12. Häufige Fragen aus der Praxis.....	17
13. Zusammenfassung	18

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

Executive Summary

Der TOX® ElectricDrive Core ist ein modulares Gesamtsystem für elektromechanische Servopressen, Fügemodule und automatisierte Press- und Fügeanwendungen. Das System verbindet den TOX® ElectricPowerDrive mit integrierter EdgeUnit, das TOX® PowerModule Core, den TOX® WireSet und die TOX® Software. Dadurch lassen sich Antrieb, Prozessregelung, Qualitätsüberwachung und Sicherheitstechnik aufeinander abgestimmt in die Kundenanlage integrieren.

Das Sicherheitskonzept ist als Baukasten aufgebaut. Je nach Anwendung können STO und SS1-t, Motorhaltebremse, Sicherheitsbremse, ein sicherer Drehgeber auf der Spindel­seite des ElectricPowerDrive, SLS sowie die sichere Kommunikation über PROFI-safe oder FSoE kombiniert werden. Damit lassen sich unterschiedliche Sicherheitsanforderungen abbilden – von vollständig eingehausten Automatikzellen ohne regulären Personenzugang bis hin zu Handarbeitsplätzen sowie Einricht- und Wartungsbetrieben mit sicher überwachter Geschwindigkeit.

Der TOX® ElectricPowerDrive wird als unvollständige Maschine mit Einbauerklärung geliefert. Der Anlagenbauer integriert ihn in die vollständige Maschine und verantwortet die Risikobeurteilung, die Validierung der Sicherheitsfunktionen, die Nachlaufmessung und die CE-Konformität. TOX® stellt dafür Sicherheitskennwerte, Komponentendokumentation, vorkonfigurierte Systemarchitekturen und technische Unterstützung bereit.

Hinweis zur Anwendung:

Dieses Whitepaper erläutert typische Sicherheitsarchitekturen und unterstützt die Auswahl geeigneter Systembausteine. Es ersetzt weder die Risikobeurteilung der vollständigen Maschine noch die Betriebsanleitungen, Schaltpläne und projektspezifischen Nachweise. Die normative Einordnung richtet sich nach der konkreten Maschinenfunktion und der gewählten Gesamtsicherheitsarchitektur.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

1. Sicherheit als Systemaufgabe

Sicherheit in Servopressen und Fügemodulen entsteht nicht durch eine einzelne Komponente. Sie ergibt sich aus dem abgestimmten Zusammenspiel von mechanischem Aufbau, Antriebsregelung, Sicherheits-SPS, Sensorik, Bremsen, Schutzeinrichtungen und Betriebsarten.

Die Risikobeurteilung der vollständigen Maschine legt fest, welche Sicherheitsfunktionen erforderlich sind und welchen Performance Level oder Safety Integrity Level die zugehörigen Steuerungsfunktionen erreichen müssen.

Der TOX® ElectricDrive Core stellt hierfür einen modularen Baukasten bereit. Geschlossene Automatikzellen ohne regulären Personenzugang benötigen andere Maßnahmen als Handarbeitsplätze mit Lichtvorhang oder Anlagen, in denen Instandhalter bei geöffneter Schutztür eine Achse verfahren müssen.

Die erforderlichen Bausteine werden deshalb nicht pauschal festgelegt, sondern aus Gefährdung, Betriebsart und gewünschtem Schutzziel abgeleitet.

Grundprinzip:

Keine einzelne Bremse, kein Drehgeber und keine einzelne Reglerfunktion ersetzt das Gesamtsicherheitskonzept der Maschine. Der Mehrwert des Systems liegt in der abgestimmten Kombination geeigneter Bausteine und den dazugehörigen technischen Nachweisen.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

2. Aufbau des TOX® ElectricDrive Core

Der TOX® ElectricDrive Core ist das Gesamtsystem aus mechanischem Servoantrieb, Regler, Kabelsatz, integrierter Sensoranbindung und Software. Die Systemintelligenz umfasst die TOX® Applikationslogik, Prozessregelung, Diagnose sowie die Integration der Safety-Funktionen.

Systembaustein	Aufgabe im Gesamtsystem
TOX® ElectricPowerDrive	Mechanische Antriebseinheit für Fügen, Pressen, Halten, Prüfen, Stanzen und geregelte Bewegungsaufgaben; mit integrierter TOX® EdgeUnit.
TOX® EdgeUnit	Direkte Sensoranbindung am Antrieb, unter anderem für Kraft-, Weg- und zusätzliche Messsignale; Übergabe der Daten an das interne Bussystem.
TOX® PowerModule Core	Regelung des Servoantriebs sowie Schnittstelle für STO, SS1-t und – in der Extended-Safety-Ausführung – sichere Kommunikation und weitere sichere Bewegungsfunktionen.
TOX® WireSet	Abgestimmte Motor-, Resolver-, Versorgungs- und Systembusleitungen für die Verbindung der Systemkomponenten.
TOX® Software	Parametrierung, Prozessprogrammierung, Kraft- und Wegregelung, Diagnose, Bremsentest, Prozessüberwachung und Qualitätsdatenbereitstellung.

Die Anbindung an die Kundensteuerung erfolgt über EtherCAT, ProfiNet oder EtherNet/IP. In Extended-Safety-Architekturen stehen PROFI-safe oder FSoE für die sichere Kommunikation mit der kundenseitigen Safety-SPS zur Verfügung.

Die TOX® ElectricPowerDrive-Baureihe deckt Presskraftbereiche von 0,02 kN bis 1000 kN ab. Je nach Baureihe und Ausführung sind unterschiedliche Kombinationen aus Sicherheitsbremse, Motorhaltebremse und sicherem Drehgeber verfügbar.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

3. Der skalierbare Sicherheits-Baukasten

„Skalierbare Sicherheit“ bedeutet nicht, dass jede Anwendung dieselben Komponenten benötigt. Reglerausführung, Bremskonzept, Bewegungsüberwachung und sichere Kommunikation werden so kombiniert, dass sie zum Schutzziel der vollständigen Maschine passen. Die folgende Übersicht zeigt typische Ausbaustufen. Sie sind Beispiele und können anwendungsspezifisch kombiniert werden.

Schutzziel	Typische Systembausteine	Geeignete Aufgaben	Wesentliche Bewertung / Validierung
Sichere Abschaltung	PowerModule Core Basic Safety; STO; SS1-t über kundenseitige Safety-SPS	Geschlossene Automatikzelle ohne regulären Personenzugang; kontrolliertes Stillsetzen und Verhindern unerwarteten Anlaufs	Sicherheitskette, Stoppzeit, Wiederanlaufschutz
Mechanisches Halten / Schutz gegen Absinken	Motorhaltebremse zur Haltefunktion; bei sicherheitsgerichtetem Schutzziel Sicherheitsbremse	Vertikaler Einbau, erhöhtes Werkzeuggewicht, Halten im stromlosen Zustand	Werkzeuggewicht, Haltemoment, Einbaulage, mögliche Gefährdung durch Absinken
Personenzugang sicher absichern	PowerModule Core Basic Safety oder Extended Safety, SS1-t, Sicherheitsbremse, Ansteuerung über Sicherheits-SPS bzw. PLe-Kit	Handarbeitsplatz, Lichtvorhang, zugängliche Gefahrenstelle; kurze und reproduzierbare Stillsetzung	Nachlaufmessung, Sicherheitsabstand, Bremsenfunktion
Bewegung bei Personenzugang sicher überwachen	Extended Safety, Sicherheitsbremse, sicherer Drehgeber, SLS, PROFIsafe/FSoE	Wartung, Einrichten, Laborbetrieb oder kontrollierte Bewegung bei zugänglichem Gefahrenbereich	Grenzgeschwindigkeit, Betriebsartenwahl, sichere Kommunikation, Validierung der Gesamtfunktion

Wichtig für die Auswahl:

Auch ein PowerModule Core Basic Safety kann mit einer Sicherheitsbremse kombiniert werden ebenso mit einem sicheren Drehgeber. Die Sicherheitsausstattung ergibt sich daher nicht allein aus der Reglerbezeichnung, sondern aus der vollständigen Architektur der Maschine.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

4. Zentrale Sicherheitsfunktionen verständlich erklärt

Funktion	Wirkprinzip	Was der Anlagenbauer beachten muss
STO – Safe Torque Off	Die drehmomentbildende Energie zum Motor wird sicher abgeschaltet. STO erzeugt selbst keine aktive Bremsrampe	Restbewegung, Schwerkraft und gespeicherte Energie müssen durch weitere Maßnahmen beherrscht werden
SS1-t – Safe Stop 1, zeitgesteuert	Der Regler bremst kontrolliert ab. Nach einer sicher überwachten Zeit wird STO aktiviert	Die Verzögerungszeit muss aus der realen Stoppzeit abgeleitet und validiert werden. Eine Sicherheitsbremse kann ergänzend eingebunden werden
SBC – Safe Brake Control	Die Sicherheitsbremse wird über eine sicherheitsgerichtete Ansteuerung geschaltet	Die vollständige Sicherheitsfunktion umfasst Bremse, Ansteuerung, Rückmeldung, Testlogik und kundenseitige Safety-Architektur
SLS – Safe Limited Speed	Eine definierte Grenzgeschwindigkeit wird sicher überwacht	Messort, Geberarchitektur, Reaktionsfunktion und Betriebsartenumschaltung müssen gemeinsam bewertet werden
SOS – Safe Operating Stop	Der Stillstand wird sicher überwacht, während der Antrieb ein Haltemoment erzeugen kann	Für Anwendungen mit aktiver Kraftregelung und Personenzugang sind die projektspezifische Verfügbarkeit und Auslegung zu prüfen. Zusätzlich sind Fehlerreaktion sowie Reaktions- und Stillsetzzeit festzulegen und zu validieren. Die daraus mögliche Restbewegung ist bei der Auslegung des Schutzkonzepts und – sofern relevant – des Sicherheitsabstands zu berücksichtigen

Schutzstopp, Not-Halt und Reaktionskette:

Die Unterbrechung eines Lichtvorhangs oder das Öffnen einer Schutztür löst entsprechend dem Sicherheitskonzept eine definierte Schutzreaktion aus. Der Not-Halt ist eine ergänzende Schutzmaßnahme und ersetzt keine trennenden oder berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen.

Bei der Auslegung ist die gesamte Reaktionskette zu berücksichtigen: Erkennen einer Fehler- oder Grenzwertverletzung → sichere Reaktion → Reaktions- und Stillsetzzeit → mögliche Restbewegung → erforderliches Schutzkonzept bzw. Sicherheitsabstand.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

5. Mechanische Sicherheit: Motorhaltebremse und Sicherheitsbremse

Elektromechanische Servoantriebe besitzen nur eine begrenzte Selbsthemmung. Bei vertikalem Einbau kann ein gewichtsbelasteter Arbeitskolben im stromlosen Zustand absinken. Das zulässige Werkzeuggewicht ist deshalb für den jeweiligen ElectricPowerDrive zu berücksichtigen. Je nach Schutzziel kommen Motorhaltebremse, Sicherheitsbremse oder eine Kombination beider Bremsen zum Einsatz.

Merkmal	Motorhaltebremse	Sicherheitsbremse
Position	Im Servomotor integriert	Auf dem TOX® ElectricPowerDrive, auf der Spindelseite
Primäre Aufgabe	Halten des Arbeitskolbens im Stillstand und bei Spannungsausfall	Aktives Bremsen und Halten als Teil einer sicherheitsgerichteten Architektur
Geeignet für aktives Bremsen	Nein	Ja
Sicherheitsbauteil	Nein	Ja, bei geeigneter Einbindung und Validierung
Schutz bei Getriebe-/Riemenfehler	Nein	Spindelseitige Anordnung reduziert Abhängigkeiten von vorgelagerten Übertragungselementen
Funktionsprüfung	Kann vor dem Start geprüft werden	Bremsenstatus und Bremskraft können automatisiert überwacht und geprüft werden

Die Sicherheitsbremse ist für die Baureihen EQe-K, EXe-K und EXe-L verfügbar. Für die sichere Geschwindigkeitsüberwachung können diese Baureihen mit Sicherheitsbremse und zusätzlichem Sicherheitsdrehgeber ausgestattet werden. Die konkrete Verfügbarkeit richtet sich nach Typ und Ausführung.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

Performance-Level-Kit

Für den TOX® ElectricPowerDrive mit Sicherheitsbremse steht ein vorkonfektioniertes Performance-Level-Kit zur Verfügung. Die vormontierte und verdrahtete Baugruppe enthält Safety-SPS, Bremsschaltmodul, PowerModule Core und die erforderlichen Anschlusskomponenten.

Sie dient der sicheren Ansteuerung der Sicherheitsbremse gemäß Performance Level e und reduziert den kundenseitigen Integrationsaufwand. Das Performance-Level-Kit ist zertifiziert nach Anhang IX Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (Baumusterprüfung).

Performance Level e:

- Sichere Bremsenansteuerung
- Vormontierte Safety-Komponenten
- Weniger Integrationsaufwand
- Baumustergeprüfte Lösung



**SICHERE
ANSTEUERUNG**
gemäß Performance
Level e



**VORMONTIERTE UND
VERDRAHTETE**
Komponenten



**WENIGER
INTEGRATIONS-
AUFWAND**
auf Kundenseite



ZERTIFIZIERT
nach Anhang IX
Maschinenrichtlinie
2006/42/EG
(Baumusterprüfung)

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

6. Sichere Geschwindigkeitsüberwachung (SLS)

Für sichere Geschwindigkeitsfunktionen ist entscheidend, welche Bewegung tatsächlich erfasst wird. Beim TOX® ElectricPowerDrive wird der Sicherheitsdrehgeber direkt auf der Spindel­seite des ElectricPowerDrive beziehungsweise an der spindel­seitigen Sicherheitsbremse angeordnet. Dadurch wird die Bewegung des Arbeitskolbens hinter Getriebe und Riementrieb erfasst. Fehler oder Schlupf in vorgelagerten Übertragungselementen bleiben damit nicht ausschließlich aus der Motordrehzahl abgeleitet.

Der Sicherheitsdrehgeber und der Resolver des Servomotors können als Zwei-Geber-System gegenseitig plausibilisiert werden. Die konkrete sicherheitstechnische Bewertung erfolgt über die gewählte Auswerteeinheit und die Gesamtarchitektur.

Drei mögliche Auswertearchitekturen:

Architektur	Signalverarbeitung	Reaktion	Einordnung
Kundenseitige Safety-SPS	Der sichere Drehgeber wird direkt durch die Safety-SPS ausgewertet	Die Safety-SPS löst z. B. STO, SS1-t oder eine weitere sichere Reaktion aus	Logik und Parametrierung liegen vollständig beim Anlagenbauer
PowerModule Core Extended Safety	Der Drehgeber ist in den Extended-Safety-Regler eingebunden; Aktivierung über PROFIsafe oder FSoE	Der Regler überwacht Grenzwerte und reagiert intern, z. B. mit SS1-t oder STO	Kompakte Architektur mit sicherer Kommunikation und vorkonfigurierbaren Safety-Funktionen
Sensorlose Drehzahlüberwachung als Retrofit	Das Modul überwacht die Motorfrequenz; Auswertung und Logik erfolgen kundenseitig	Die Safety-SPS schaltet bei Grenzwertverletzung eine sichere Reaktion	Einfach nachrüstbar, aber ohne direkte Messung der Bewegung auf der Spindel­seite. Die mechanische Übertragung ist in der Risikobeurteilung zu berücksichtigen

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

7. Dynamik, Stillsetzzeit und Sicherheitsabstand

Die TOX® ElectricPowerDrive-Baureihe erreicht je nach Typ Beschleunigungs- und Verzögerungswerte bis 8000 mm/s². Hohe Verzögerungswerte können die Bremszeit und den Nachlaufweg deutlich reduzieren.

Damit beeinflussen sie unmittelbar die Positionierung von Lichtvorhängen, Schutztüren und weiteren Schutzeinrichtungen.

Ein Vergleich zwischen 3000 mm/s² und 2000 mm/s² zeigt bei gleicher Ausgangsgeschwindigkeit eine deutlich kürzere reine Bremszeit und einen deutlich kürzeren Bremsweg.

Für die sicherheitstechnische Auslegung ist jedoch die gesamte Reaktionskette maßgeblich: Erkennung der Gefährdung, Signalverarbeitung, Kommunikation, Reglerreaktion, Bremsenaufbau und mechanisches Stillsetzen.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

Einfluss der SPS-Reaktionszeit und Bremsrampe auf die Nachlaufzeit?

Die Nachlaufzeit wird nicht allein durch die Mechanik des Antriebs bestimmt. Auch die Reaktionszeit der übergeordneten Steuerung und die eingestellte Bremsrampe beeinflussen, wie schnell eine Servopresse oder ein Fügemodul zum Stillstand kommt.

Beispiel aus der Praxis:

Konfiguration	Relative Nachlaufzeit	Grafischer Vergleich
Referenz: SPS-Task 10 ms, Bremsrampe 2.000 mm/s ²	100 %	
Höhere Bremsrampe: 3.000 mm/s ²	ca. -10%	
Schnellere SPS-Verarbeitung: Taskzeit von 10 ms auf 1 ms reduziert	ca. -40%	
SPS-Verarbeitung und Bremsrampe optimiert	ca. -55%	

Sicherheitsabstand:

Der erforderliche Sicherheitsabstand muss auf Basis der an der vollständigen Maschine gemessenen Gesamtstopzeit ermittelt werden. Dabei sind alle relevanten Steuerungs-, Kommunikations-, Antriebs- und Bremsanteile zu berücksichtigen.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

8. Bremsentest, Diagnose und Zustandsüberwachung

Die Funktionsfähigkeit einer Bremse muss über den gesamten Lebenszyklus der Maschine nachvollziehbar bleiben. Im ElectricDrive Core kann der Bremsentest in der TOX® Software parametrierbar werden.

Der Antrieb baut bei geschlossener Bremse ein definiertes Prüfmoment auf; die resultierende Bewegung wird bewertet. Bei Überschreitung des zulässigen Grenzwertes wird der Prozess gesperrt und eine Fehlermeldung ausgegeben.

Der vollständige Bremskrafttest kann anwendungsabhängig vor jedem Start sowie zeit- oder ereignisgesteuert ausgeführt werden, beispielsweise nach dem Schließen eines Schutzbereichs, nach Not-Halt oder in definierten Intervallen. So lässt sich die Prüfhäufigkeit an Betriebsart, Zugriffsrisiko und Taktzeitanforderung anpassen.

Die regelmäßige Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Schutz- und Sicherheitseinrichtungen ist für Betreiber in Deutschland gesetzlich gefordert. Art, Umfang und Prüffristen sind auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Der automatisierte Bremsentest des ElectricDrive Core kann die Umsetzung dieser Anforderungen unterstützen.

Auch die Motorhaltebremse kann auf Funktion geprüft werden. Der Test erhöht die Transparenz über ihren Zustand, verändert jedoch nicht ihre Einordnung als nicht sicherheitsgerichtete Haltebremse.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

9. Typische Anwendungen und passende Systemarchitekturen

Anwendung	Typische Gefährdung / Betriebsart	Mögliche TOX® Bausteine	Wesentliche Nachweise
Hochautomatisierte Anlage mit Schutzzaun	Im Automatikbetrieb kein Zugang; bei Wartung oder Störung muss die Achse bei geöffnetem Zugang verfahren werden	Extended Safety, SLS, Sicherheitsbremse, sicherer Drehgeber; je nach Konzept Zustimmungstaster oder Tippbetrieb	Betriebsartenwahl, Grenzggeschwindigkeit, Zugangskontrolle, sichere Stoppreaktion
Handarbeitsplatz mit Lichtvorhang	Zyklischer Handzugriff zum Be- und Entladen; Quetschgefahr durch nachlaufenden Arbeitskolben	SS1-t, Sicherheitsbremse, PLe-Kit oder kundenseitige Safety-SPS	Nachlaufmessung, Sicherheitsabstand, Bremsenprüfung, Wiederanlaufschutz
Handarbeitsplatz mit verriegelter Schutztür	Zugang erst nach sicherem Stillstand; Last kann im stromlosen Zustand absinken	STO/SS1-t; je nach Werkzeuggewicht Motorhaltebremse oder Sicherheitsbremse	Zuhalungslogik, Stillstandszeit, Werkzeuggewicht, Restenergie
Montieren oder Verschrauben unter Last	Person arbeitet in der Nähe einer gehaltenen oder kraftbeaufschlagten Achse	Sicherheitsbremse; ggf. Motorhaltebremse; sicherer Drehgeber; projektspezifisch SOS/SLS	Haltefunktion, Bewegungsüberwachung, sichere Betriebsart, Ausfallreaktion, Rückhubsicherheit
Kraftgeregelter Prozess mit Personenzugang	Motor muss die Kraft aktiv regeln; mechanisches Einfallen einer Bremse kann die Prozesskraft verändern	Aktive Kraftregelung, sichere Stillstands- oder Geschwindigkeitsüberwachung, Sicherheitsbremse als definierte Ausfallreaktion	Sicherheitsfunktion bei aktiver Regelung, Grenzwerte, Störfallverhalten, Prozessvalidierung

Die genannten Architekturen sind Beispiele. Die endgültige Auswahl ergibt sich aus der Risikobeurteilung, der konkreten Maschinenfunktion und den für die Anwendung geltenden Typ-C-Normen.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

10. Integration, Verantwortung und rechtlicher Rahmen

Der TOX® ElectricPowerDrive wird als unvollständige Maschine mit Einbauerklärung geliefert. Die Inbetriebnahme ist erst zulässig, wenn die vollständige Maschine den jeweils geltenden europäischen Maschinenrechtsvorschriften entspricht.

Bis zum 19. Januar 2027 gilt die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG; ab dem 20. Januar 2027 gilt die Maschinenverordnung (EU) 2023/1230.

Der Anlagenbauer ist für die sicherheitstechnische Integration und die Konformitätsbewertung der vollständigen Maschine verantwortlich.

Dazu gehören insbesondere:

- Risikobeurteilung und Risikominderung für alle Betriebsarten und Lebensphasen der Maschine.
- Festlegung der erforderlichen Sicherheitsfunktionen und Sicherheitskennwerte.
- Berechnung und Validierung der sicherheitsbezogenen Steuerungsteile.
- Stoppzeitmessung und Verwendung geeigneter Schutzeinrichtungen.
- Integration von Schutztüren, Lichtvorhängen, Not-Halt, Betriebsartenwahl und Wiederanlaufschutz.
- Validierung der vollständigen Sicherheitsfunktion einschließlich Sensor, Logik, Aktor und Mechanik.
- Erstellung der technischen Dokumentation und CE-Konformitätserklärung der vollständigen Maschine.

TOX® stellt dazu Einbauerklärung, Betriebsanleitungen, Komponentendokumentation, Sicherheitskennwerte und technische Unterstützung für die Auswahl und Integration der Systembausteine bereit.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

11. Normative Orientierung

Welche Normen im konkreten Projekt anzuwenden sind, ergibt sich aus der Maschinenfunktion, dem Zielmarkt und der Risikobeurteilung. Für typische Servopressen- und Fügemodulanwendungen sind insbesondere folgende Regelwerke relevant:

Regelwerk	Typischer Bezug
DIN EN ISO 12100	Risikobeurteilung und Risikominderung
EN IEC 61800-5-2	Funktionale Sicherheit von elektrischen Antriebssystemen, u. a. STO, SS1, SLS, SOS und SBC
DIN EN ISO 13849-1/-2	Auslegung und Validierung sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen nach Performance Level
EN IEC 62061	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme nach SIL
EN ISO 16092-1/-2	Sicherheitsanforderungen an Pressen; Teil 2 umfasst mechanische Servopressen
DIN EN ISO 13855	Positionierung von Schutzeinrichtungen auf Basis von Annäherung und Gesamtstopzeit
EN IEC 61496-1/-2	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, z. B. Lichtvorhänge
DIN EN ISO 14119	Verriegelungs- und Zuhaltungseinrichtungen an Schutzeinrichtungen
DIN EN ISO 14118	Vermeidung unerwarteten Anlaufs
DIN EN ISO 13850 / EN 60204-1	Not-Halt-Funktion und elektrische Ausrüstung von Maschinen

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

12. Häufige Fragen aus der Praxis

Kann eine Sicherheitsbremse ohne Drehgeber eingesetzt werden?

Ja. Dies ist beispielsweise bei Lichtvorhang-Anwendungen möglich. Die Eignung ergibt sich aus der validierten Stoppfunktion, der Nachlaufmessung und der Risikobeurteilung der vollständigen Maschine.

Benötigt SS1-t grundsätzlich eine Sicherheitsbremse?

Nein. SS1-t beschreibt das geregelte Abbremsen mit anschließendem STO nach einer sicher überwachten Zeit. Eine Sicherheitsbremse kann ergänzend als mechanischer Brems- und Haltepfad eingesetzt werden.

Fällt die motorische Bremsrampe im Fehlerfall aus, kann die sicher angesteuerte und für dynamisches Bremsen ausgelegte Sicherheitsbremse den Arbeitskolben mechanisch zum Stillstand bringen. Auslegung und Wirksamkeit müssen an der vollständigen Maschine validiert werden.

Was unterscheidet Motorhaltebremse und Sicherheitsbremse?

Die Motorhaltebremse dient dem Halten im Stillstand und ist nicht für aktive Not- oder Betriebsbremsungen ausgelegt. Die Sicherheitsbremse ist für aktives Bremsen und die Einbindung in eine sicherheitsgerichtete Architektur vorgesehen.

Warum wird der Sicherheitsdrehgeber auf der Spindelseite montiert?

So wird die tatsächliche Bewegung des Arbeitskolbens hinter Getriebe und Riementrieb erfasst. Die sichere Bewertung ist dadurch weniger von vorgelagerten Übertragungselementen abhängig.

Kann SLS nachgerüstet werden?

Ja. Neben gebergestützten Lösungen kann eine externe sichere Drehzahlüberwachung eingesetzt werden. Da hierbei die Motorfrequenz und nicht die Spindelbewegung direkt erfasst wird, muss die mechanische Übertragung in der Risikobeurteilung berücksichtigt werden.

Wer verantwortet die CE-Konformität?

Der Anlagenbauer beziehungsweise Hersteller der vollständigen Maschine. TOX® liefert die unvollständige Maschine, Sicherheitskennwerte und technische Dokumentation als Grundlage für die Integration und Bewertung.

Skalierbare Sicherheit für Servopressen und Fügemodule

13. Zusammenfassung

Der TOX® ElectricDrive Core bietet einen modularen Safety-Baukasten für Servopressen, Fügemodule und automatisierte Press- und Fügeanlagen.

Die Sicherheitstechnik kann an die jeweilige Schutzaufgabe angepasst werden: von STO und SS1-t über Lastsicherung und Sicherheitsbremse bis zur spindelseitigen Geschwindigkeitsüberwachung mit Extended Safety und sicherer Kommunikation.

Der Anlagenbauer erhält damit nicht nur einzelne Komponenten, sondern definierte Integrationspfade, dokumentierte Sicherheitskennwerte und technische Unterstützung für die Auswahl, Auslegung und Validierung seiner Gesamtlösung.

Die Verantwortung für Risikobeurteilung und CE-Konformität der vollständigen Maschine bleibt eindeutig beim Anlagenbauer.

Auswahlprinzip:

So viel Sicherheit wie erforderlich – mit den Bausteinen, die zur konkreten Gefährdung, Betriebsart und Maschinenfunktion passen.

Quellen und weiterführende Dokumente

- TOX® ElectricDrive Core – Typenblatt 40.15: System und Komponenten
- TOX® ElectricDrive Core – Characteristic Safety Values
- Betriebsanleitungen TOX® ElectricPowerDrive EQe-K, EXe-K, EXe-F und EXe-L
- TOX® Produktseite: Sicherheitstechnik der Servopressen
- Die in Kapitel 11 aufgeführten Normen und europäischen Maschinenrechtsvorschriften