FESTO

Leitfaden zur Maschinen- und Anlagensicherheit

Pneumatische und elektrische Lösungen

Seite

Festo – Ihr Partner für Sicherheitstechnik 4

Ihr Weg zur sicheren Maschine in der Fabrikautomation

14 01

Ihr Weg zur sicheren Anlage in der Prozessindustrie

44 02

Von der Anforderung zur Umsetzung

56 03

Ihre Umsetzung mit unserem Produktportfolio

74 04

Ihre Qualifizierung mit unseren Trainings

114 05

Anhang 126

Festo – Ihr Partner für Sicherheitstechnik

Ihr Partner für Sicherheitstechnik

Für Sie ist die Sicherheitstechnik in der Fabrikautomation oder Prozessindustrie eine der zentralen Anforderungen.
Unsere Produkte und Lösungen bieten Ihnen ideale Voraussetzungen, die Sicherheitstechnik möglichst einfach und wirtschaftlich umzusetzen.

Inhalt

Einleitung 6
Zwei Seiten: Security und Safety 8
Unser Mehrwert im Bereich Fabrikautomation 10
Unser Mehrwert im Bereich Prozessindustrie 12

Einleitung

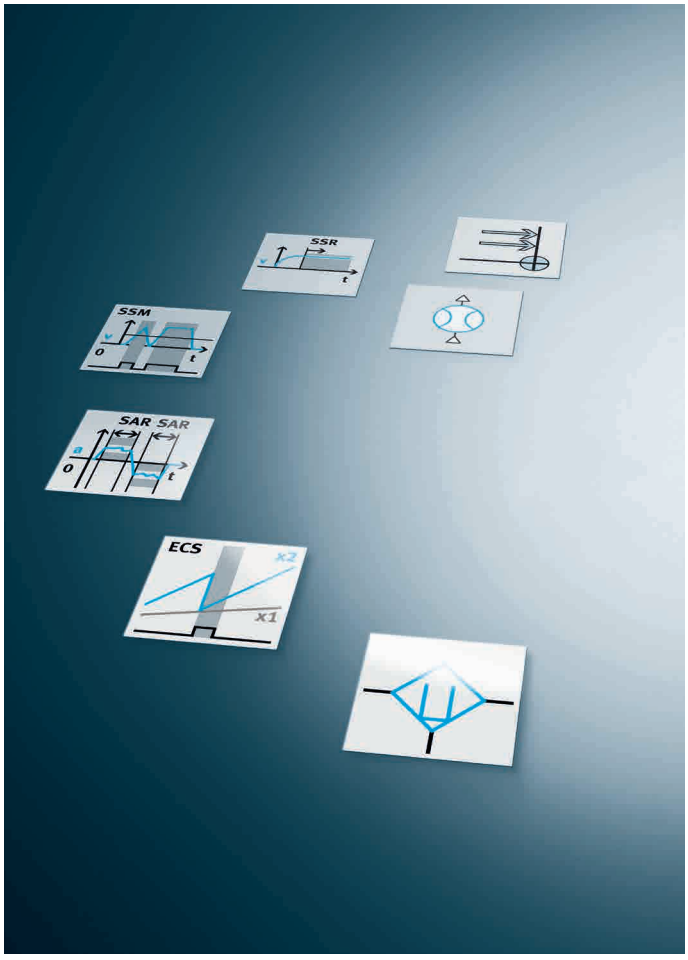
Ihr Partner für Sicherheit

Qualität besteht für Festo aus vielen Facetten – Sicherheit im Umgang mit Maschinen gehört dazu. Die Konsequenz: unsere sicherheitsgerichtete Automatisierungstechnik. Sie gibt die Gewissheit, dass am Arbeitsplatz ein Optimum an Sicherheit erreicht wird.

Diese Broschüre soll Ihnen als Leitfaden und Produktübersicht dienen. In ihr sind die zentralen Fragen zur sicherheitsgerichteten Pneumatik und Elektrik behandelt:

- Warum sicherheitsgerichtete Pneumatik und Elektrik?
- Wie ermittle ich das Risiko einer Maschine oder verketteten Maschine für den Betreiber/Benutzer?
- Welche Richtlinien und Normen sind zu berücksichtigen?
- Welche Schutzmaßnahmen sind daraus abzuleiten?
- Welches sind die häufigsten Schutzmaßnahmen?

Für weitergehende Informationen stehen Ihnen selbstverständlich unsere Spezialisten weltweit zur Verfügung.



Risiko mindern – präventiv denken

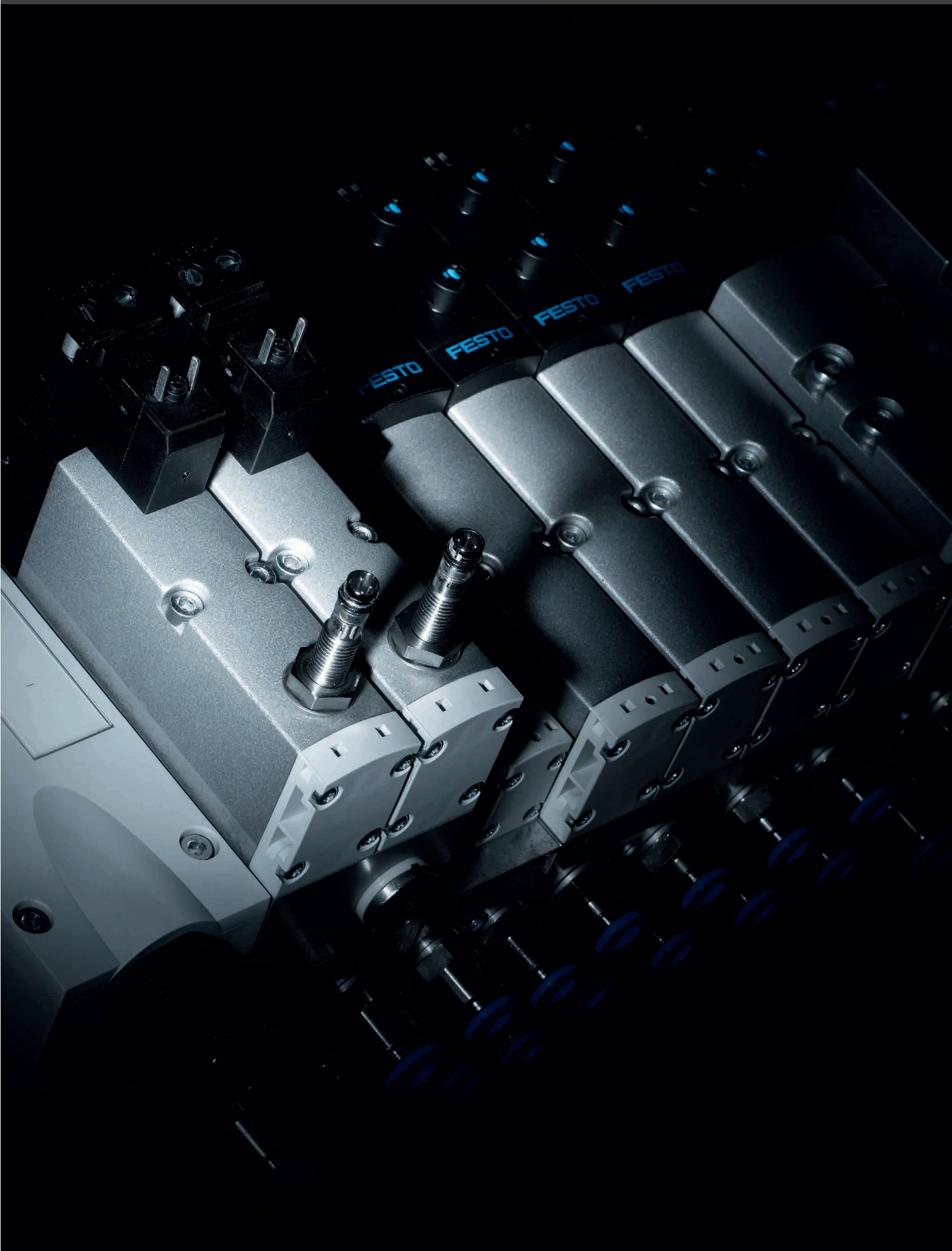
Maschinen müssen so gebaut werden, dass Menschen, Tiere und Sachwerte ebenso wie die Umwelt vor Schäden geschützt sind. Prävention vor Schäden jeder Art ist das Ziel. Der Einsatz sicherheitsgerichteter Pneumatik und Elektrik von Festo gibt Ihnen die Sicherheit, konform zur Maschinenrichtlinie Sicherheitsmaßnahmen umzusetzen.

So können z. B. Kollisionen oder unerwarteter Wiederanlauf nach Not-Halt zuverlässig verhindert werden. Zugleich minimiert die Anwendung sicherheitsgerichteter Produkte das Risiko von Haftungsfolgen. Für Maschinen ist eine Risikobeurteilung in der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vorgeschrieben. Schutzziele werden daraus abgeleitet und definiert. Diese Schutzziele werden mit unterschiedlichen passiven Schutzmaßnahmen und Sicherheitsfunktionen erreicht.

Mit sicherheitsgerichteten Lösungen in Form von
- Bauteilen
- Schaltungen
- Engineering

können Sie Ihre Schutzziele bequem erreichen.
Zu berücksichtigen ist dabei der sichere Betrieb der Maschine in allen Betriebsarten und Lebensphasen.

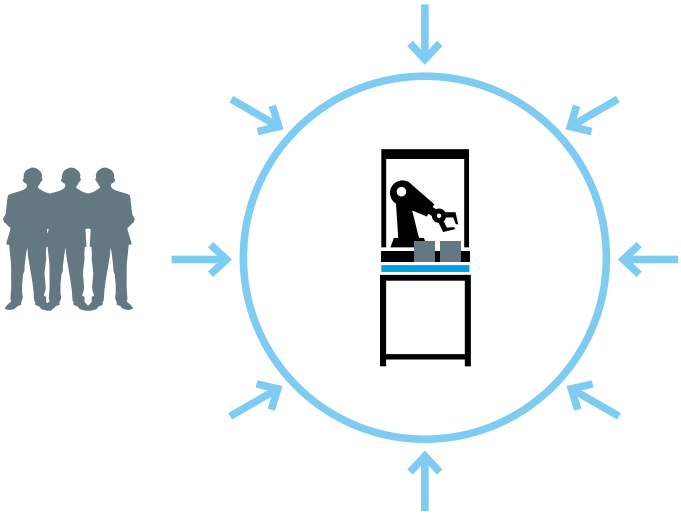
Sicherheitsgerichtete Lösungen von Festo bieten Ihnen Vorschläge für
- Inbetriebnahme
- Automatik-/Manuellbetrieb
- Einrichtbetrieb
- Notfunktionen
- Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf
- Service/Wartung


FESTO
FESTO
FESTO
FESTO

Zwei Seiten: Security und Safety

Sicherheitstechnik hat zwei Seiten. Zum einen soll sie Schutz von Personen und Umwelt vor den Gefährdungen durch Maschinen und Anlagen bieten. Zum anderen soll sie Maschinen und Anlagen vor externen Bedrohungen, z. B. durch Hacker, schützen.

Security

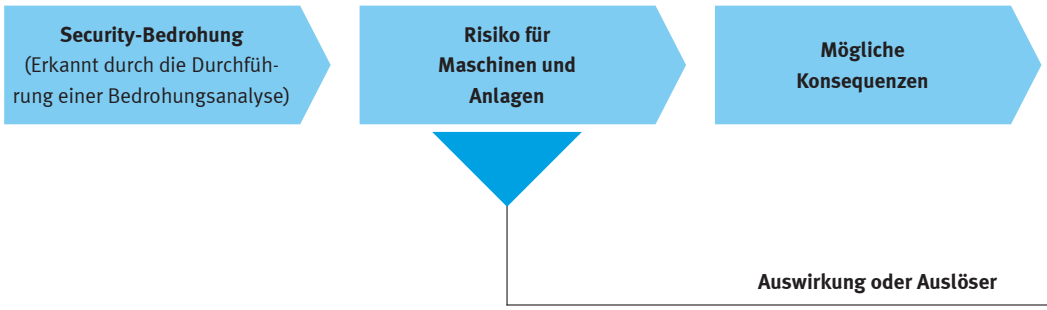


Schutz der Maschinen und Anlagen

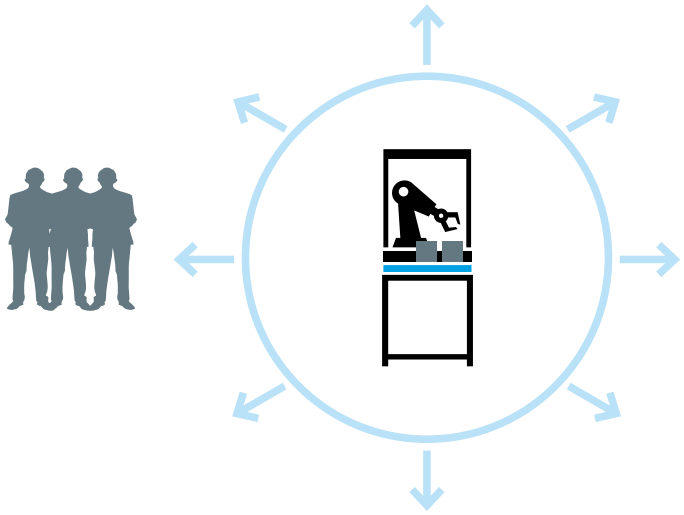
Maschinen und Anlagen sollen vor externen Bedrohungen geschützt werden. Diese Bedrohungen sind beispielsweise unbefugte Zugriffe, Viren, Trojaner, usw.

Ziele:
- **Vertraulichkeit**: Auf Systeme oder Daten kann ohne Genehmigung nicht zugegriffen werden.
- **Integrität:** Systeme oder Daten können nicht ohne Genehmigung geändert werden.
- **Verfügbarkeit:** Der berechtigte Zugriff auf Systeme oder Daten darf nicht behindert werden.

Aus den Zielen werden Maßnahmen abgeleitet, welche die Grundlage für den Schutz von Daten, Schutz der Persönlichkeitsrechte und Know-how-Schutz sind. Ebenso sind sie eine Voraussetzung für Safety.



Safety (Maschinen- und Anlagensicherheit)



Schutz von Personen und Umwelt

Von einer Maschine oder Anlage darf keine Gefährdung für Personen und Umwelt ausgehen.

Ziele:
- **Maschinensicherheit:** Schutz vor Gefährdungen, die von Maschinen und Anlagen ausgehen (Schutzmaßnahmen, funktionale Sicherheit).
- **Arbeitsschutz:** Schutz vor Gefährdungen, die mit dem Einsatz einer Maschine oder Anlage zusammenhängen.

Aus den Zielen werden Maßnahmen abgeleitet, welche die Grundlage für die Vermeidung von Verletzungen und von Gesundheitsgefährdungen sind.

In diesem Leitfaden zeigen wir Produkte und Lösungen zur Maschinensicherheit in der Fabrikautomation und Prozessindustrie.

→ **Ausfall oder Fehlfunktion in sicherheitsbezogener Schaltung** → **Risiko** → **Aufnahme in die Risikobeurteilung**

Unser Mehrwert im Bereich Fabrikautomation

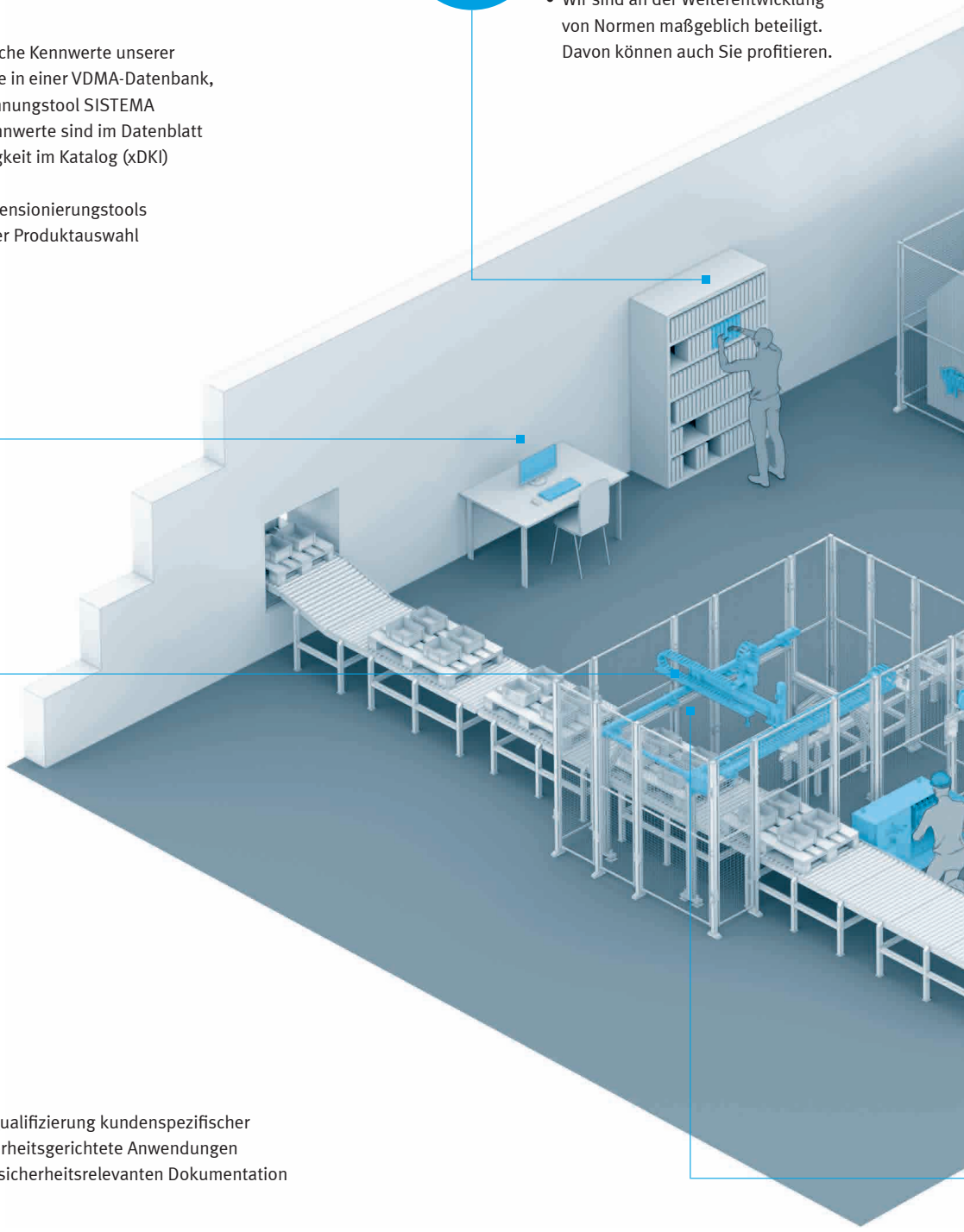
Im Bereich Fabrikautomation unterstützen wir Sie bei der Umsetzung der funktionalen Sicherheit bei pneumatischer und elektrischer Automatisierungstechnik.

Normen und Richtlinien

- Unsere Produkte sind nach den relevanten Normen entwickelt, getestet und qualifiziert
- Technische Reports helfen Ihnen, die Sicherheitsfunktionen normgerecht umzusetzen
- Wir sind an der Weiterentwicklung von Normen maßgeblich beteiligt. Davon können auch Sie profitieren.

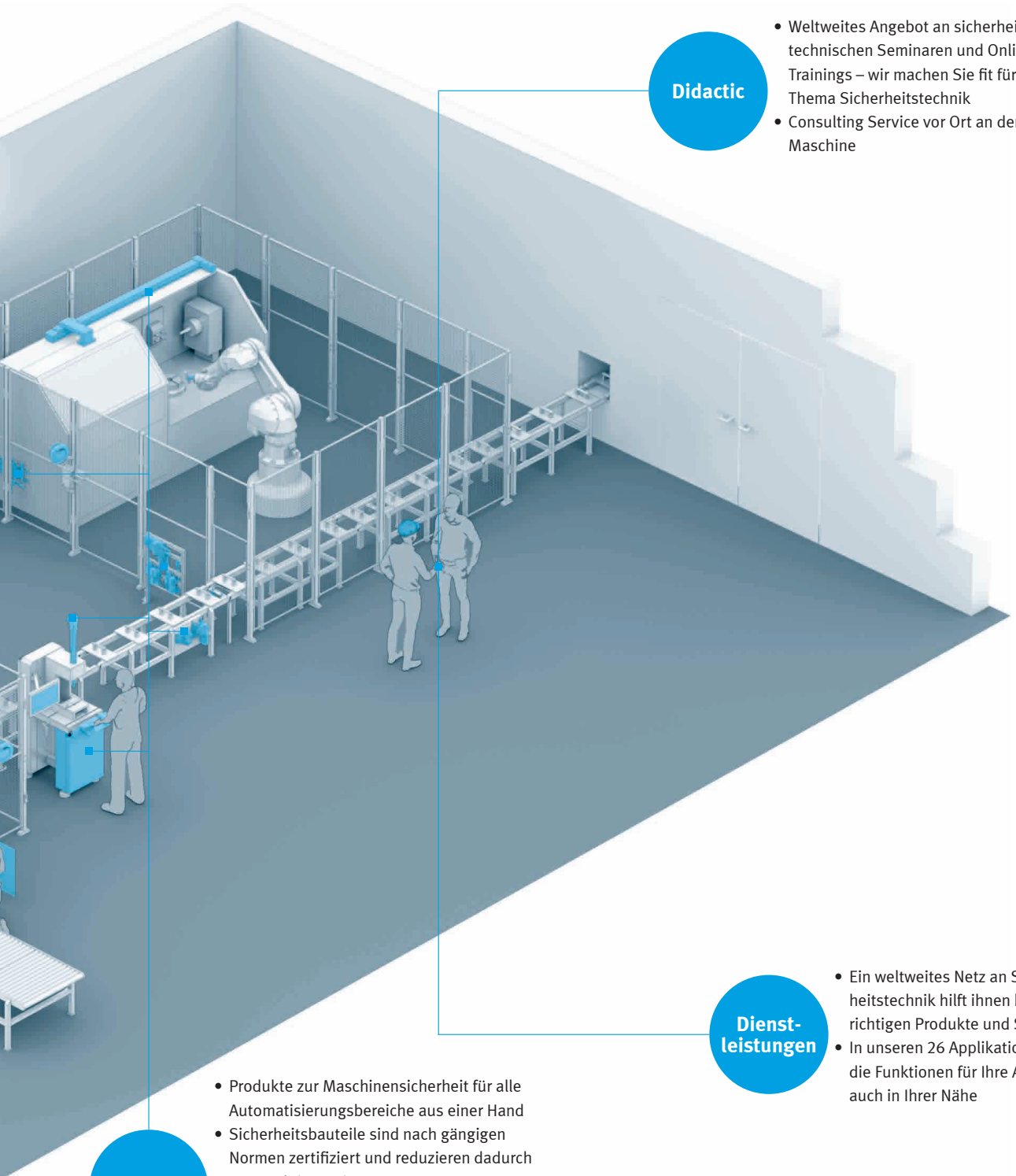
Tools

- Sicherheitstechnische Kennwerte unserer Produkte finden Sie in einer VDMA-Datenbank, z. B. für das Berechnungstool SISTEMA
- Alle relevanten Kennwerte sind im Datenblatt Produktzuverlässigkeit im Katalog (xDKI) zu finden
- Software- und Dimensionierungstools helfen Ihnen bei der Produktauswahl



Kunden-spezifische System-lösungen

- Entwicklung und Qualifizierung kundenspezifischer Lösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen
- Bereitstellung der sicherheitsrelevanten Dokumentation



Didactic

- Weltweites Angebot an sicherheitstechnischen Seminaren und Online Trainings – wir machen Sie fit für das Thema Sicherheitstechnik
- Consulting Service vor Ort an der Maschine

Dienst-leistungen

- Ein weltweites Netz an Spezialisten für Sicherheitstechnik hilft ihnen bei der Auswahl der richtigen Produkte und Sicherheitsfunktionen
- In unseren 26 Applikationscentern können wir die Funktionen für Ihre Anwendung testen – auch in Ihrer Nähe

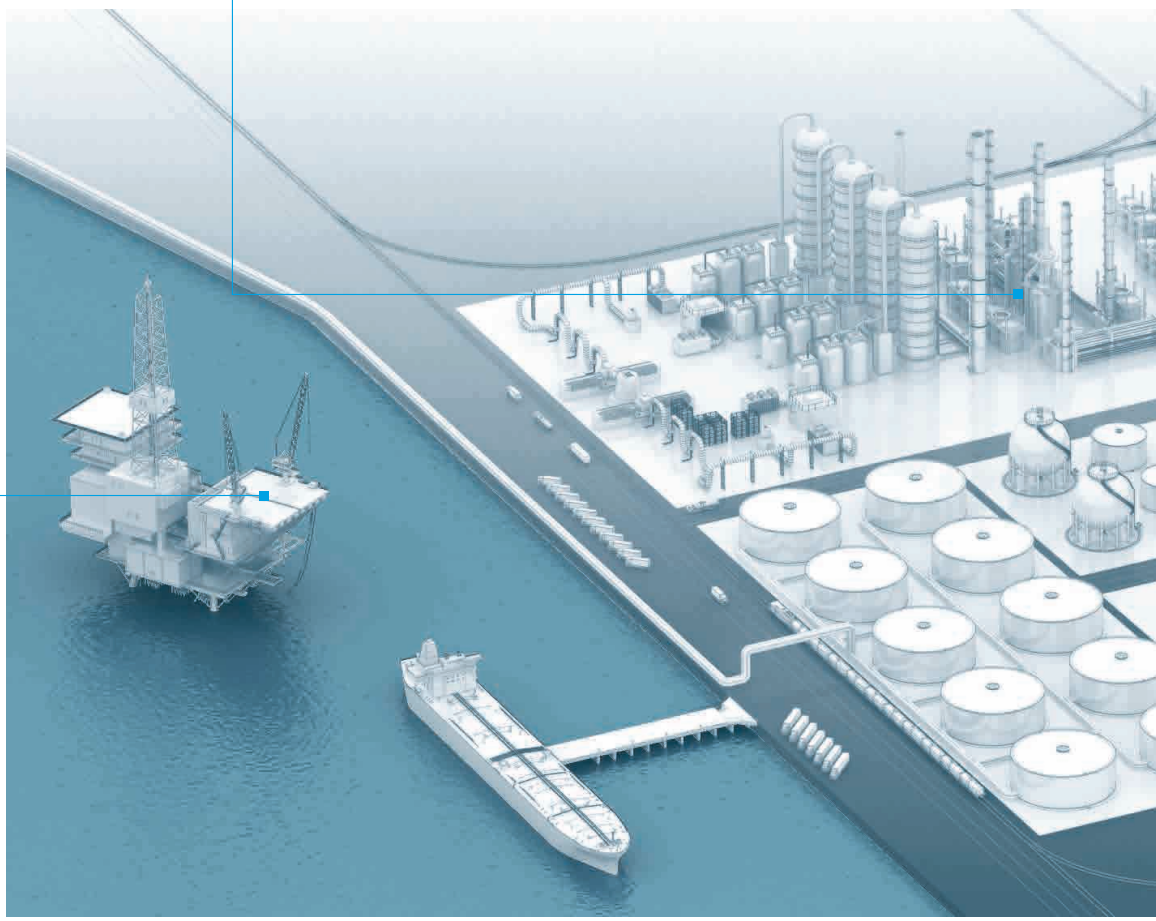
Produkte

- Produkte zur Maschinensicherheit für alle Automatisierungsbereiche aus einer Hand
- Sicherheitsbauteile sind nach gängigen Normen zertifiziert und reduzieren dadurch Konstruktionszeit
- Auch für Standardprodukte sind alle Kennwerte online verfügbar
- Schnelle und einfache Berechnung der Risikominderung

Unser Mehrwert im Bereich Prozessindustrie

Kunden-spezifische System-lösungen

- Entwicklung und Qualifizierung kundenspezifischer Lösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen
- Bereitstellung der sicherheitsrelevanten Dokumentation



Zertifi-zierungen

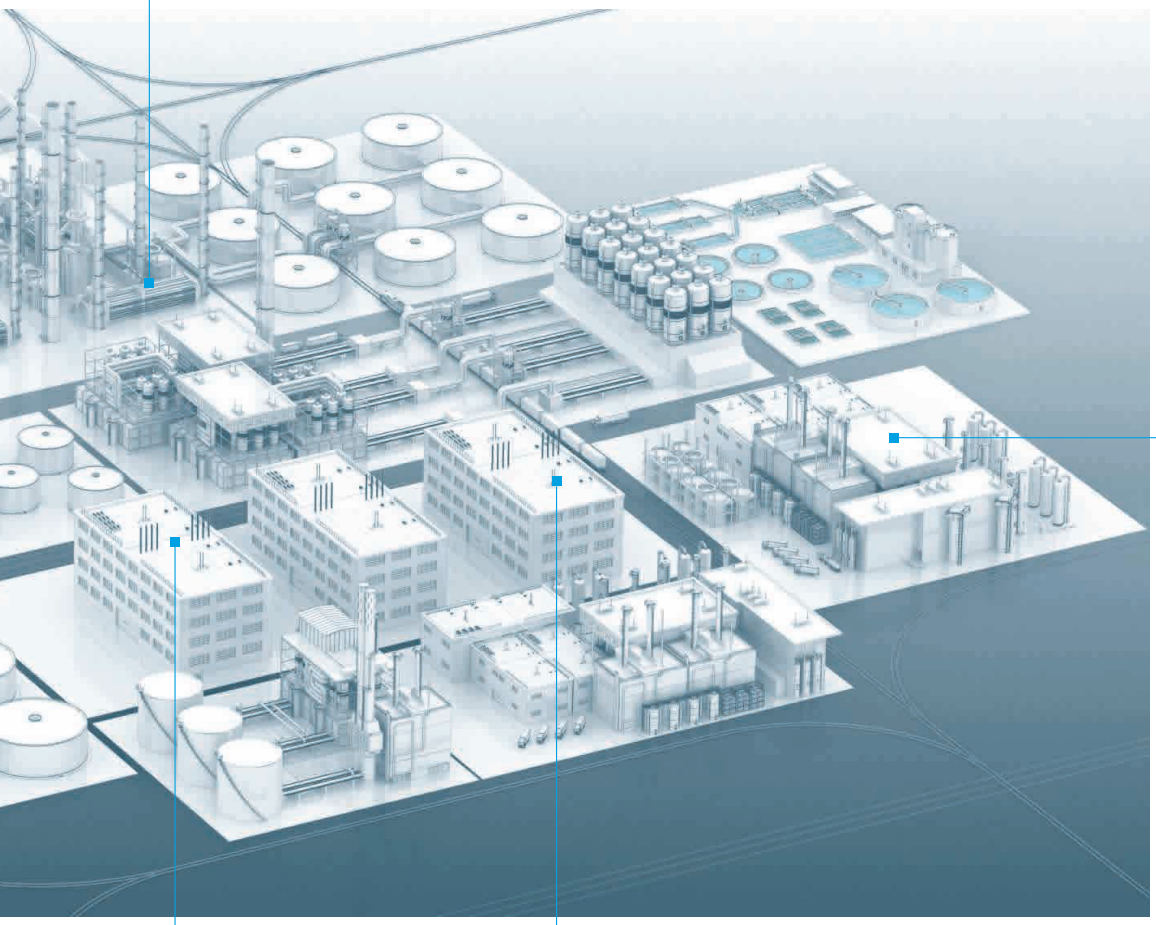
- SIL-Zertifikate von Benannten Stellen
- SIL-Herstellererklärungen für zahlreiche Produkte und Systeme verfügbar

Dienst-leistungen

- Ein weltweites Netz an Spezialisten für Sicherheits-technik hilft Ihnen bei der Auswahl der richtigen Produkte für sicherheitsgerichtete Schaltkreise

Produkte

- Typprüfungen nach NE 95 für SIL-zertifizierte Produkte
- Betriebsbewährte Produkte für sicherheitsgerichtete Anwendungen im Low- und High-Demand-Bereich
- Alle sicherheitstechnischen Produktdaten sind online verfügbar – schnelle und einfache Berechnung der Risikominderung



Didactic

- Weltweites Angebot an sicherheitstechnischen Seminaren und Online Trainings – wir machen Sie fit für das Thema Sicherheitstechnik

Normen und Richtlinien

- Wir sind an der Weiterentwicklung von Normen maßgeblich beteiligt – davon können auch Sie profitieren
- Unsere Produkte sind nach den sicherheitstechnischen Normen und anerkannten Standards (z. B. Namur-empfehlungen) der Prozessindustrie entwickelt, getestet und qualifiziert

01 Ihr Weg zur sicheren Maschine – Fabrikautomation

Ihr Weg zur sicheren Maschine

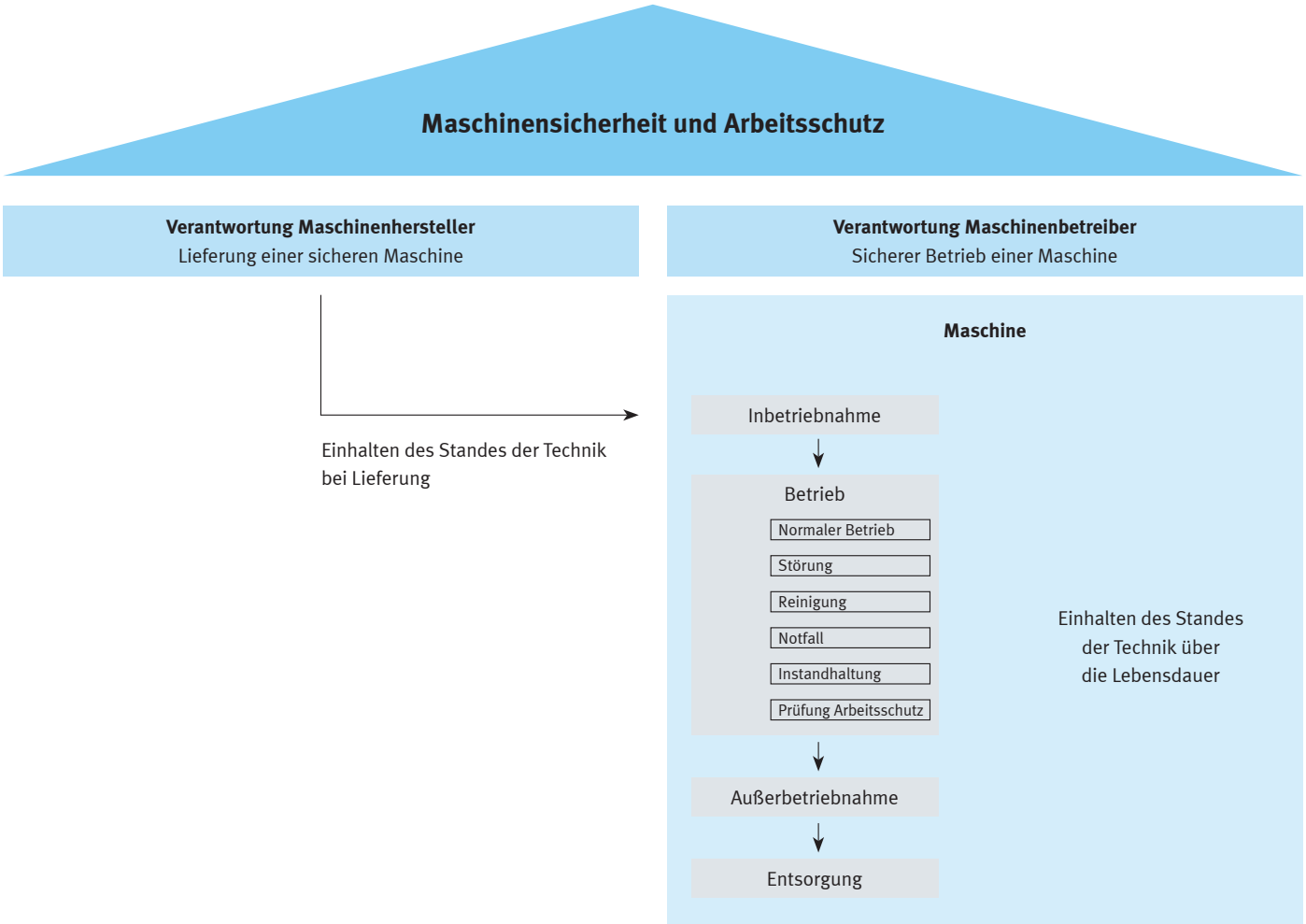
Es gibt viele verschiedene Wege zu einer sicheren Maschine. Wir geben Ihnen hier einige Anregungen.

Inhalt

Verantwortung für Maschinensicherheit und Arbeitsschutz 16
Grundlegende Normen für die Umsetzung der Maschinensicherheit 17
Globale sicherheitstechnische Rahmenbedingungen 18
Sicherheitstechnische Rahmenbedingungen im Maschinenbau für die EU 19
Ihr Weg: V-Modell für die Entwicklung einer sicheren Maschine 20
Risikobeurteilung und Risikominderung 22
Risiko und Risikoeinschätzung – PL r 24
Gesamtsicherheitsfunktion 25
Übersicht Sicherheits-Teilfunktionen 26
Sicherheits-Teilfunktionen in der Antriebstechnik 28
Performance Level – aus welchen Parametern wird dieser bestimmt? 30
Ihr Weg zum Performance Level 31
Steuerungsarchitekturen – Kategorien 32
Bestimmung des $MTTF_D$-Kennwerts für einen Kanal 33
Vom B_{10}- und MTTF-Kennwert zum B_{10D}- und $MTTF_D$-Kennwert 34
Bereitstellung und Berechnung der relevanten Kennwerte 35
Diagnosedeckungsgrad in der Pneumatik – DC 38
Wie Prüfimpulse Magnetventile beeinflussen 39
Ausfall infolge gemeinsamer Ursache – CCF 40
Definition Sicherheitsbauteil 42

Verantwortung für Maschinensicherheit und Arbeitsschutz

In der Europäischen Union ist die Verantwortung für die Maschinensicherheit zwischen dem Maschinenhersteller und Maschinenbetreiber geteilt. Der Maschinenhersteller ist verpflichtet, zum Zeitpunkt der Lieferung der Maschine den Stand der Technik für die erforderlichen Schutzmaßnahmen einzuhalten. Welche rechtlichen Rahmenbedingungen einzuhalten sind, hängt von der Art der Maschine, der Anwendung, den verarbeiteten Produkten, usw. ab. In der Regel muss ein Maschinenhersteller zumindest die nationalen Rechtsvorschriften zur Umsetzung der Maschinenrichtlinie 2006/42/ EG berücksichtigen.
Der Maschinenbetreiber muss dann dafür sorgen, dass die Anforderungen des Arbeitsschutzes eingehalten werden. Er ist verantwortlich dafür, dass für den Rest der Lebensdauer der Maschine mindestens der Stand der Technik für den Betrieb eingehalten wird. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für einen Maschinenbetreiber sind durch die nationale Umsetzung der Arbeitsschutzrahmen-Richtlinie 89/391/EWG vorgegeben. Relevant sind hier auch ergänzende Einzelrichtlinien wie zum Beispiel die Arbeitsmittelrichtlinie 2009/104/EG. Die europäischen Richtlinien geben Minimalanforderungen vor, die durch nationale Vorschriften erhöht werden können.



Außerhalb der Europäischen Union liegt die Verantwortung meistens nur beim Maschinenbetreiber. Dieser kann durch seine Vertragsgestaltung die Maschinenhersteller verpflichten, entsprechende Sicherheitstechnik in der Maschine zu verwenden.

Grundlegende Normen für die Umsetzung der Maschinensicherheit

Die Recherche der anzuwendenden Rechtsvorschriften und Normen ist für die Umsetzung der Maschinensicherheit wesentlich und Bestandteil jeder Risikobeurteilung. Festo Didactic bietet Schulungen zur Durchführung von Risikobeurteilungen an, siehe Seite 120.
Wie die gesetzlichen Anforderungen der Richtlinien umgesetzt werden können, ist in freiwillig anzuwendenden harmonisierten Normen abgelegt.
Die Liste mit den harmonisierten Normen lässt sich über die „Homepage“ der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG aufrufen:
→ Europäische Kommission
Grundsätzlich haben Normen keinen Gesetzescharakter und deren Anwendung ist damit freiwillig. Allerdings definieren diese Normen den Stand der Technik für die Maschinensicherheit, die zumindest eingehalten werden muss.

Eine Auswahl der wichtigen Normen und technischen Spezifikationen finden Sie in der folgenden Tabelle:

Typ-A-Norm	ISO 12100	Risikobeurteilung und Risikominderung
Typ-B-Normen	ISO 13849	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen
	ISO 4414	Regeln und Anforderungen an Pneumatikanlagen
	EN 60204-1	Elektrische Ausrüstung von Maschinen
	ISO 14118	Unerwarteter Anlauf
	ISO 14119	Verriegelungseinrichtungen mit trennenden Schutzeinrichtungen
	EN ISO 14120	Trennende Schutzeinrichtungen
	ISO 13850	Not-Halt-Funktion
	ISO 13855	Anordnung von Schutzeinrichtungen
	ISO 13857	Sicherheitsabstände
	EN 349	Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens
	ISO 10218	Industrieroboter
Typ-C-Normen	ISO 16090-1	Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen
	EN 13736	Pneumatische Pressen
	ISO 23125	Drehmaschinen
	EN 1010	Papierverarbeitungsmaschinen
	EN 422	Blasformmaschinen
	EN 848	Holzbearbeitungsmaschinen
	ISO 11161	Integrierte Fertigungssysteme
Weitere Normen	ISO 5598	Fluidtechnik – Vokabular
	ISO 1219	Fluidtechnik – Graphische Symbole und Schaltpläne
	EN 81346-2	Klassifizierung von Objekten und Kennbuchstaben von Klassen
	EN 82079-1	Erstellung von Gebrauchsanleitungen
	DIN EN 61508	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme
	EN 61511	Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie
	EN 62061	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme
	EN 61800-5-2	Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit – Funktionale Sicherheit
Technische Spezifikationen	ISO/TR 14121-2	Risikobeurteilung – Praktischer Leitfaden und Verfahrensbeispiele
	ISO/TR 23849	Leitfaden zur Anwendung von ISO 13849-1 und IEC 62061 bei der Gestaltung von sicherheitsbezogenen Steuerungen für Maschinen
	ISO/TR 20218-1	Roboter – Endeffektoren
	VDMA 24584	Sicherheitsfunktionen geregelter und nicht geregelter Systeme
	ISO/TS 15066	Kollaborierende Roboter
	ZVEI CB24I	Positionspapier Klassifizierung 24-V-Schnittstellen mit Testung

Globale sicherheitstechnische Rahmenbedingungen

Weltweit gibt es gesetzliche Vorgaben, damit Maschinen sicher gebaut und betrieben werden können. Fast alle Gesetze schreiben eine Risikobeurteilung vor, um Gefährdungen ermitteln zu können. Daraus lassen sich risikomindernde Maßnahmen ableiten und umsetzen.

Training und Consulting von Festo Didactic

Lösungen von Festo

Gesetze

z. B. EU Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Ziele: sichere Maschinen und Schutz der Arbeitnehmer

Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100)

Risikoanalyse ➔ Risikobewertung (PL r, SIL CL) ➔ Risikominderung
- ➔ Konstruktive Maßnahmen (inhärent sichere Konstruktion)
- ➔ Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen
  - ➔ Passive Schutzmaßnahmen, z. B. Schutzzaun, Schutztür
  - ➔ Aktive Schutzmaßnahmen, z. B. sichere Stoppfunktion
- ➔ Schutzmaßnahmen durch Benutzerinformation

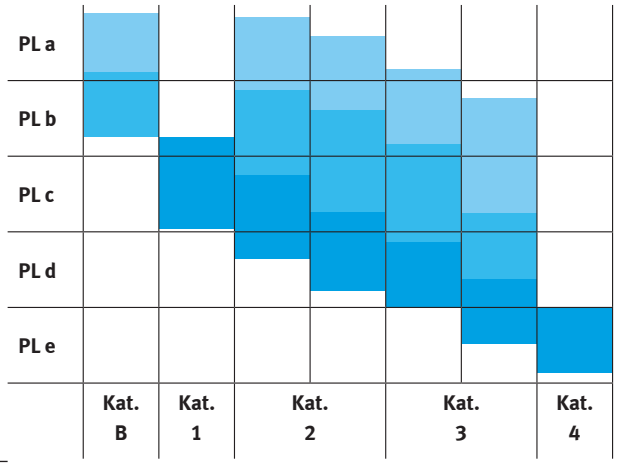
Ziele: standardisierte Prozesse + „Checklisten“ + hinreichende Risikominderung

Sicherheitsfunktion

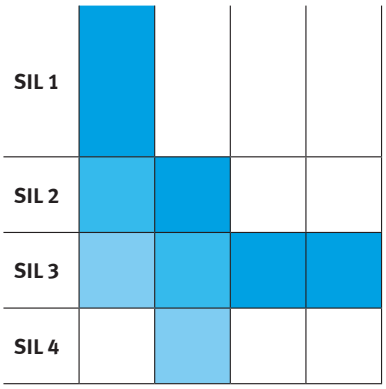
Input — Logic — Output

Ziel: normgerechte Umsetzung von aktiven Schutzmaßnahmen

Normen Maschinensicherheit: ISO 13849-1, IEC 62061



Normen Anlagensicherheit: IEC 61511



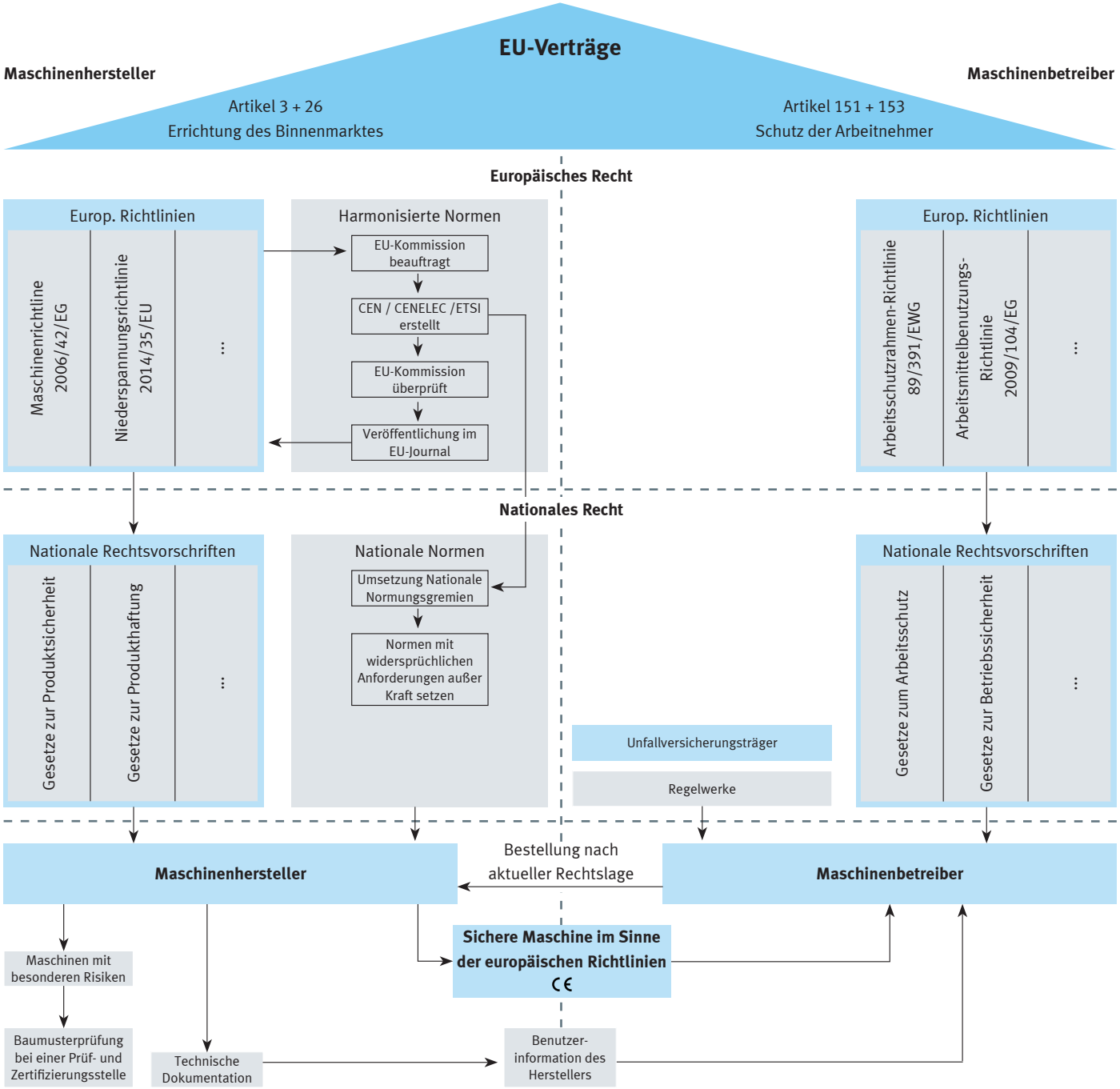
Ziel: Nachweis einer hinreichenden Risikominderung durch aktive Schutzmaßnahmen

Bewertung:

PL ≥ PL r | **SIL ≥ SIL CL**

Sicherheitstechnische Rahmenbedingungen im Maschinenbau für die EU

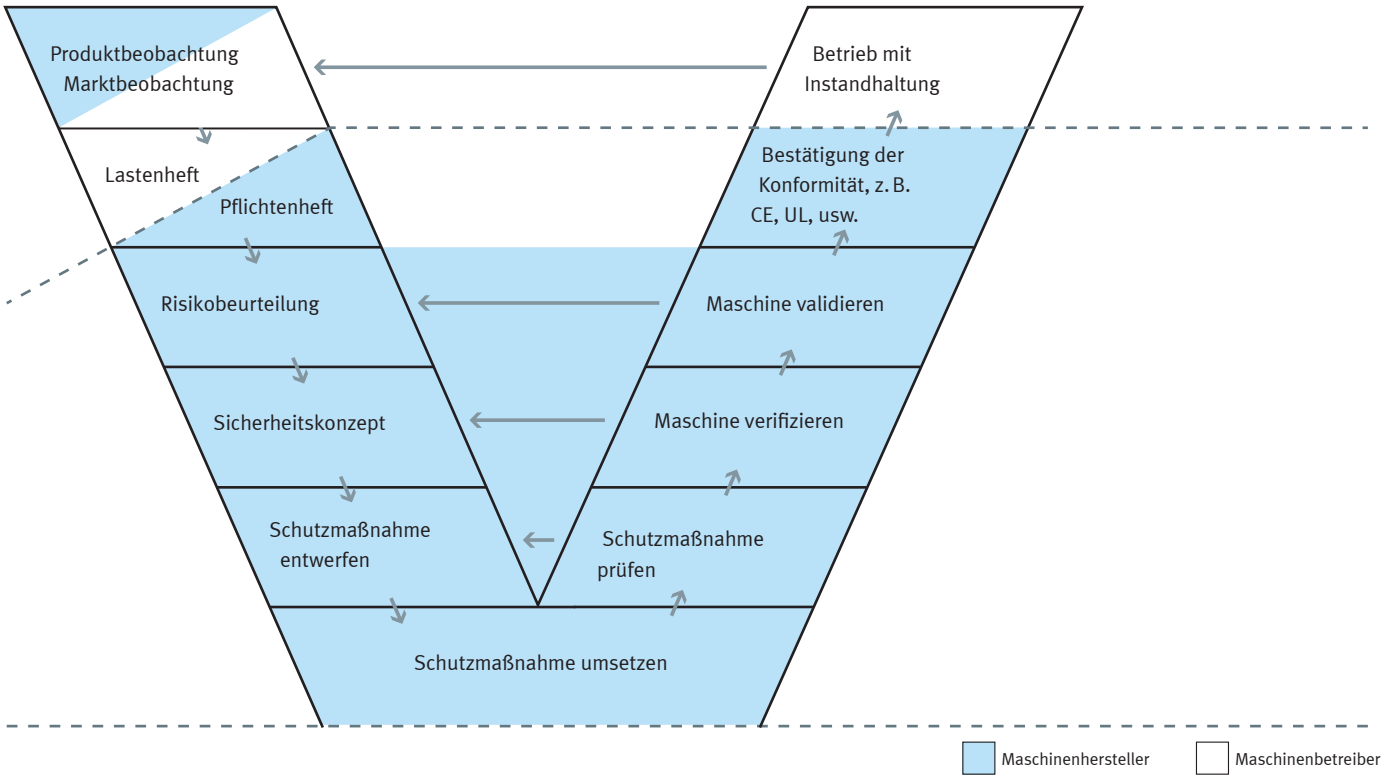
Zeitgleich mit der Entstehung des europäischen Binnenmarktes wurden auch für den Maschinenbau der Fertigungsindustrie die Rechtsvorschriften und Normen vereinheitlicht.



Es ist immer wieder eine Herausforderung, die für eine bestimmte Maschine geltenden Rechtsvorschriften und Normen zu ermitteln. Die Maschinenhersteller und Maschinenbetreiber müssen die gültigen Gesetze, Normen und Vorschriften anwenden. Praktischerweise veröffentlicht die Europäische Union ihre Richtlinien in den meisten Sprachen, die in der europäischen Union gesprochen werden und die den nationalen Gesetzen entsprechen müssen.
Zu vielen europäischen Richtlinien gibt es zusätzlich Normenlisten, die angeben, wie diese Richtlinien umgesetzt werden können. Deswegen sind die Internet-Seiten der Europäischen Union ein guter Startpunkt für Ihre Recherche.

Ihr Weg: V-Modell für die Entwicklung einer sicheren Maschine

Durch zahlreiche Rechtsvorschriften, Normen und technische Spezifikationen ergeben sich unterschiedliche Schritte, die bei einem Konformitätsbewertungsverfahren für eine sichere Maschine berücksichtigt werden müssen. Das V-Modell kann Herstellern von Maschinen dabei helfen, einen qualitätsgesicherten Prozess aufzubauen.

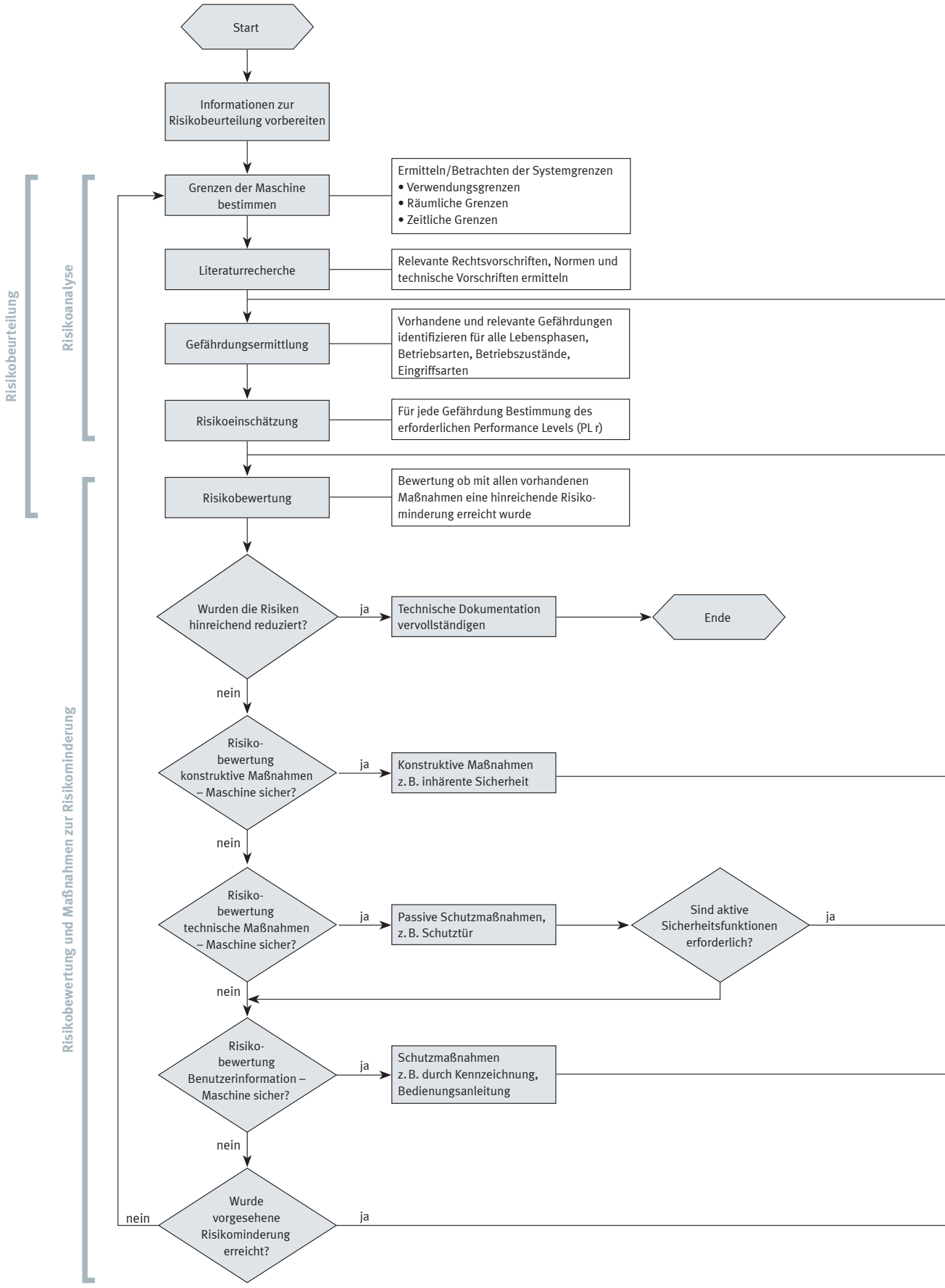


Begonnen wird mit der technischen Spezifikation und den Anforderungen, die immer weiter ausgebaut werden. Am Wendepunkt erfolgt die Umsetzung, die dann im aufsteigenden Ast gegen die Spezifikationen geprüft wird. Damit entsteht das typische V-Modell, in dem die einzelnen Entwicklungsphasen den jeweiligen Testphasen gegenübergestellt sind.

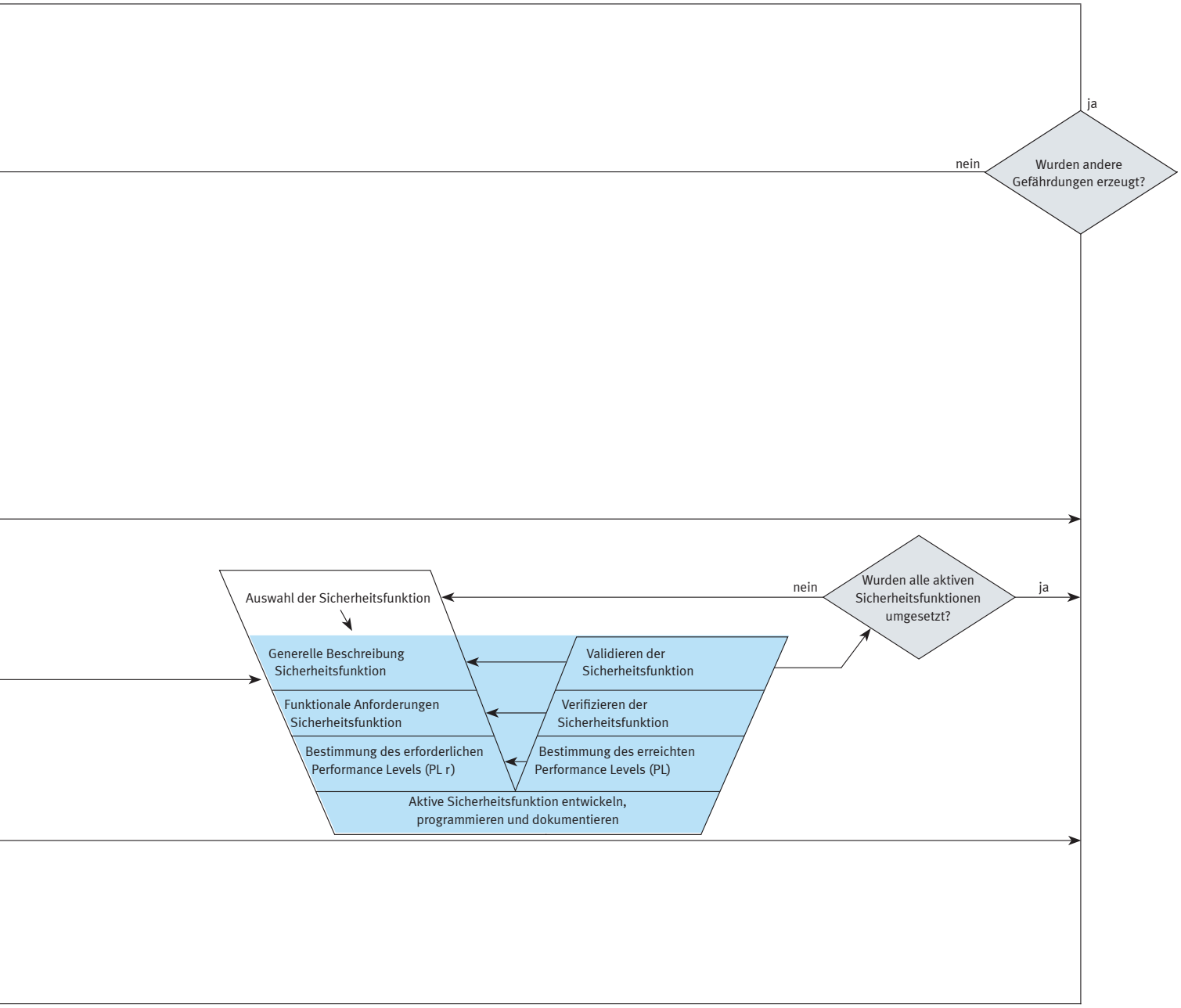
FESTO
Edit

Risikobeurteilung und Risikominderung

Für die Ermittlung der Anforderungen für die Maschinensicherheit hat sich die Durchführung einer Risikobeurteilung, die Festlegung der Schutzmaßnahmen nach ISO 12100 und die Umsetzung der funktionalen Sicherheit nach ISO 13849 bewährt.
In der Risikoanalyse werden zuerst alle erforderlichen Informationen zusammengetragen, die wesentlichen Gefährdungen identifiziert und deren Risikopotential abgeschätzt. Auf Basis dieser Risikoeinschätzung wird für jede Gefährdung entschieden, ob Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

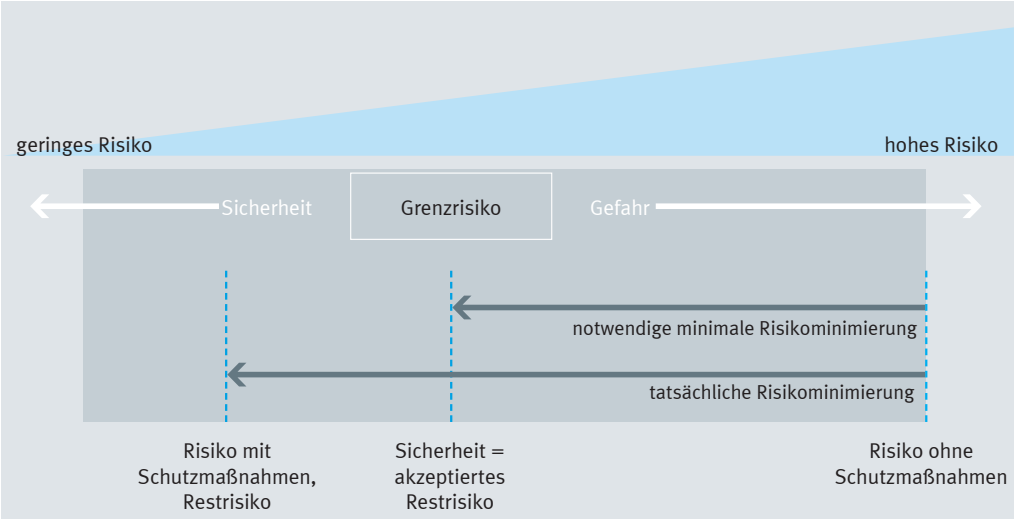


Die Umsetzung der Schutzmaßnahmen erfolgt dabei in einem dreistufigen Verfahren. Zuerst muss ein Risiko durch konstruktive Maßnahmen beseitigt oder reduziert werden. Ist dies nicht möglich, können technische Schutzmaßnahmen getroffen werden. Sind technische Schutzmaßnahmen ebenfalls nicht möglich, kann eine Risikominderung nur noch durch Benutzerinformationen erfolgen. Kommt dann die anschließende Risikobewertung zu dem Ergebnis, dass alle Risiken hinreichend reduziert wurden, kann die Risikobeurteilung abgeschlossen werden.



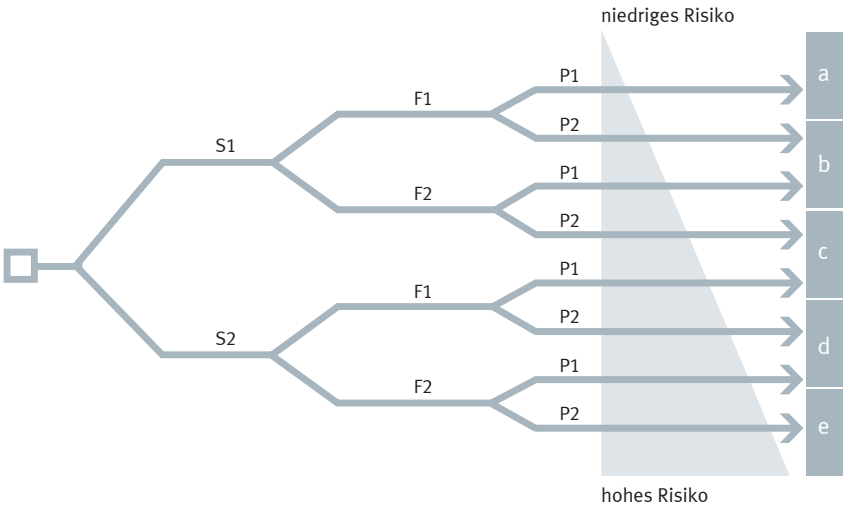
Risiko und Risikoeinschätzung – PL r

Risiken ergeben sich aus Gefährdungen und sind eine Funktion aus der Schwere des möglichen Schadens und der Wahrscheinlichkeit des Entstehens des Schadens.



Risiko bezogen auf die betrachtete Gefährdung = **Schwere** des möglichen Schadens • **Wahrscheinlichkeit** des Eintritts des Schadens

Es gibt zahlreiche Tools für die Einschätzung eines Risikos. Dazu zählen z. B. Risikomatrix, Risikograph, numerische Bewertungen usw.
Die ISO 13849-1 empfiehlt die Verwendung eines Risikographen, der das Risikopotenzial als erforderlichen Performance Level (PL r) angibt.

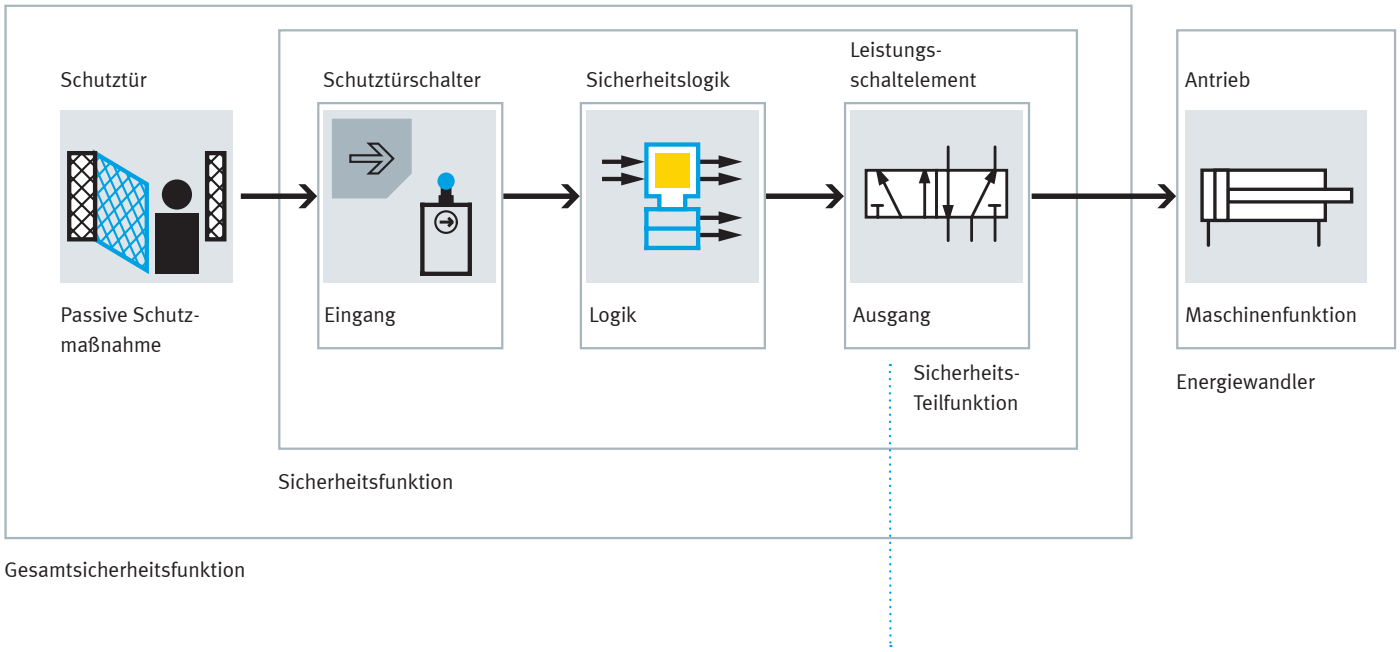


Risikoparameter		Mögliche Bewertungen
S	**Schwere der Verletzung**	
S1	Leichte (üblicherweise reversible Verletzung)	Verletzungen, die nicht mehr als Erste Hilfe erfordern bzw. die nicht mehr als zwei Tage Arbeitsausfall zur Folge haben.
S2	Ernste (üblicherweise irreversible Verletzung oder Tod)	Verletzungen, die eine Behandlung durch einen Arzt erfordern bzw. mehr als zwei Tage Arbeitsausfall zur Folge haben.
F	**Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition**	
F1	Selten bis weniger häufig und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist kurz	Höchstens zweimal je Arbeitsschicht (8 Arbeitsstunden) und kürzer als insgesamt 15 Minuten je Arbeitsschicht
F2	Häufig bis dauernd und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist lang	Mehr als zweimal je Arbeitsschicht (8 Arbeitsstunden) oder länger als insgesamt 15 Minuten je Arbeitsschicht
P	**Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens**	
P1	Möglich unter bestimmten Bedingungen	Unter bestimmten Umständen kann die Gefährdung reduziert werden.
P2	Kaum möglich	Gefährdung kann nicht vermieden werden.

Gesamtsicherheitsfunktion

Unter Gesamtsicherheitsfunktion versteht man eine Schutzmaßnahme zur Risikoreduzierung, mit der sich ein sicherer Maschinenzustand erreichen oder aufrechterhalten lässt. Dazu werden definierte Gefährdungsereignisse oder -situationen berücksichtigt.

Ein Beispiel: Die Trennung des Bedieners vom Gefährdungsbereich. Um dem Bediener Zugriff zu gewähren, wird die gefährliche Antriebsbewegung stillgesetzt. Der Antrieb verbleibt in einer stillgesetzen Position. Die Gesamtsicherheitsfunktion besteht dann aus mindestens einer passiven Schutzmaßnahme, dem Sensor (Eingang), der Logik (Sicherheitsschaltgerät) und der Ventilkombination (Ausgang).



Wichtig: die Sicherheits-Teilfunktion
Sicherheits-Teilfunktionen sind Teil einer Sicherheitsfunktion. Eine Sicherheits-Teilfunktion wird von einer Komponente oder einer Komponentengruppe dieser Sicherheitsfunktion ausgeführt.

Typisches Beispiel:
Die Trennung von der Energieversorgung durch ein Leistungsschaltelement wie Ventil, Motorcontroller oder Schütz (Relais).

Übersicht Sicherheits-Teilfunktionen

Normalbetrieb

Schutztürschalter

Lichtgitter

Zweihandbedienung

Sonderbetrieb, z. B. kollaborierender Betrieb

Laserscanner

Kamerasystem

Einricht -und Servicebetrieb

Betriebsarten-wahlschalter

Zustimmtaster

Trittmatte

Notfallbetrieb

Not-Halt-Gerät

Überwachungsfunktionen

Endschalter

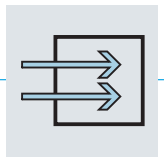
Messsystem

Druckschalter

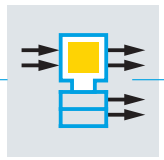
Schaltstellungs-überwachung

Positions-überwachung

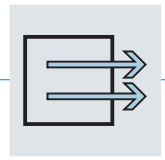
Sichere Eingänge

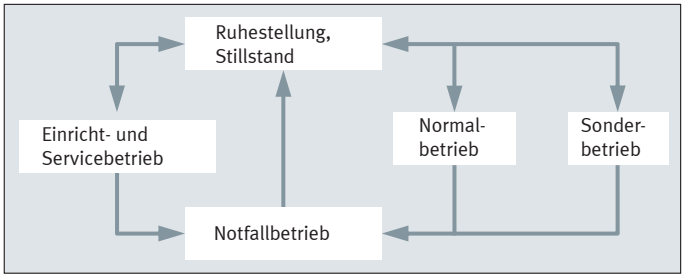


Sicherheitslogik



Sichere Ausgänge





Output

Output

Pneumatische Antriebstechnik
nach VDMA Einheitsblatt 24584

Anlagenbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

SDE – Sicheres Energiefreischalten

SEZ – Sicheres Energiezuschalten

PUS (LOTO) – Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf; Lockout-Tagout

Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

STO – Sicher abgeschaltetes Moment

PUS – Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf

SS1 – Sicherer Stopp 1

SSC – Sicheres Anhalten und Sperren

SOS – Sicherer Betriebshalt

SS2 – Sicherer Stopp 2

SDI – Sichere Bewegungsrichtung

SSB – Sicheres Anhalten und Blockieren (in der Mechanik)

SB – Sicheres Blockieren (nicht Teil des VDMA 24584)

SBC – Sichere Bremsansteuerung

Überwachende Sicherheits-Teilfunktionen

SLS – Sicher begrenzte Geschwindigkeit

SLT – Sicher begrenztes Moment (Kraft)

SET – Sicheres Momentengleichgewicht

Elektrische Antriebstechnik
nach ISO 61800-5-2

Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

STO – Sicher abgeschaltetes Moment

SS1 – Sicherer Stopp 1

SOS – Sicherer Betriebshalt

SS2 – Sicherer Stopp 2

SDI – Sichere Bewegungsrichtung

SSB – Sicheres Anhalten und Blockieren (nicht Teil der ISO 61800-5-2)

SBC – Sichere Bremsansteuerung

Überwachende Sicherheits-Teilfunktionen

SLS – Sicher begrenzte Geschwindigkeit

SLT – Sicher begrenzte Kraft / Moment

Sicherheits-Teilfunktionen in der Antriebstechnik

Pneumatik

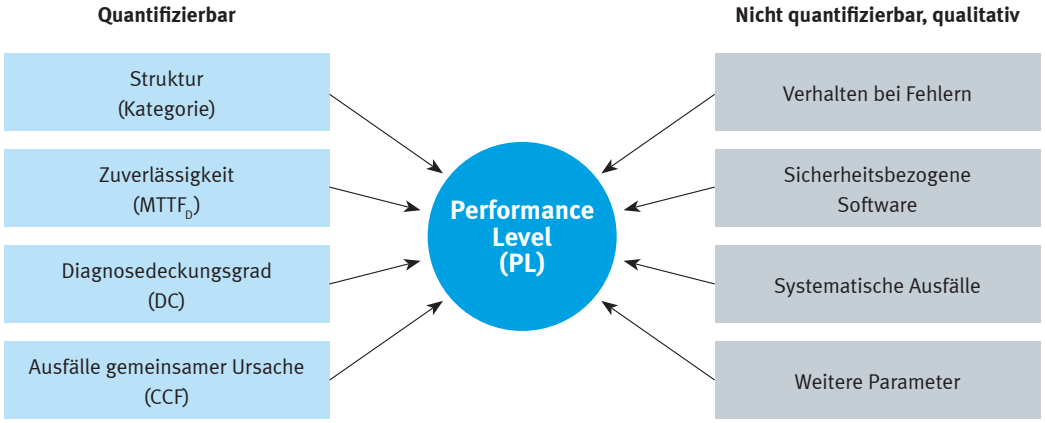
Antriebsbeeinflussende (aktive) Sicherheits-Teilfunktionen	**STO** **Sicher abgeschaltetes Moment (Safe Torque Off)** Die Energiezufuhr zum pneumatischen Antrieb wird getrennt. Die Kammern des pneumatischen Antriebs werden entlüftet, so dass keine Kraft (Moment) erzeugt werden kann, die eine gefährliche Bewegung verursachen kann.	**SS1** **Sicherer Stopp 1 (Safe Stop 1)** Die Volumenströme in und aus den beiden Kammern des pneumatischen Antriebs werden verringert oder gesperrt. Dadurch wird die Bewegung des Antriebs verzögert und zum Stillstand gebracht. Ist der Stillstand entsprechend des definierten Toleranzfensters erreicht, wird der in den Kammern des pneumatischen Antriebs vorhandene Druck abgebaut, so dass keine Kraft (Moment) erzeugt werden kann, die eine gefährliche Bewegung verursachen kann.	**SOS** **Sicherer Betriebshalt (Safe Operating Stop)** Die SOS-Funktion verhindert, dass der Antrieb um mehr als einen festgelegten Betrag von der Halteposition abweicht. Dabei wird die Druckluftzufuhr aufrechterhalten, so dass der Antrieb dem Einwirken äußerer Kräfte (z. B. variable Last) ohne weitere Maßnahmen (z. B. mechanische Haltebremsen) standhält.
	SS2 **Sicherer Stopp 2 (Safe Stop 2)** Die Volumenströme in und aus den beiden Kammern des pneumatischen Antriebs werden verringert oder gesperrt und dadurch die Bewegung des Antriebs verzögert und zum Stillstand gebracht. Ist der Stillstand entsprechend des definierten Toleranzfensters erreicht, wird der in den Kammern des pneumatischen Antriebs vorhandene Druck aufrechterhalten, so dass vorhandener Druck zum Beibehalten des Stillstands verwendet wird.	**SSC** **Sicheres Anhalten und Absperren (Safe Stopping and Closing)** Die Energiezu- oder -abfuhr zu mindestens einer Kammer des pneumatischen Antriebs wird gesperrt und damit gespeicherte Energie verwendet, um das Stillsetzen zu erzielen.	**SLS** **Sicher begrenzte Geschwindigkeit (Safely-limited Speed)** Die SLS-Funktion verhindert, dass der pneumatische Antrieb die zulässige Geschwindigkeit überschreitet.
	SSB **Sicheres Anhalten und Blockieren (Safe Stopping and Blocking)** Der pneumatische Antrieb wird stillgesetzt. Die freie Beweglichkeit des Abtriebselementes wird blockiert. Das Blockieren kann formschlüssig oder reibschlüssig erfolgen.	**SB** **Sichereres Blockieren (nicht Teil des VDMA 24584)** Die freie Beweglichkeit des Abtriebselementes wird blockiert. Das Blockieren kann formschlüssig oder reibschlüssig erfolgen.	**SSx** **Sichereres Anhalten (nicht Teil des VDMA 24584)** Die Bewegung des Antriebs wird zum Stillstand gebracht. Die SSx-Funktion dient als übergeordnete Sicherheits-Teilfunktion und wird in der Regel durch verschiedene Sicherheits-Teilfunktionen mit Stopp-Charakter umgesetzt.
	SLT **Sicher begrenztes Moment (Kraft)** Die SLT-Funktion verhindert, dass der pneumatische Antrieb das zulässige Moment (Kraft) überschreitet.	**SET** **Sicheres Momentengleichgewicht** Die SET-Funktion verhindert, dass der pneumatische Antrieb um mehr als einen festgelegten Wert vom Momenten-(Kraft)gleichgewicht abweicht.	**PUS** **Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf (Prevention of unexpected start-up)** Die PUS-Funktion verhindert, dass sich die Ausgangsstellung des Ventils verändert und zu einem unerwarteten Anlauf einer Maschinenfunktion führen kann.
Anlagenbeeinflussende (aktive) Sicherheits-Teilfunktionen	**SBC** **Sichere Bremsansteuerung (Safe Brake Control)** Die SBC-Funktion stellt ein sicheres Ausgangssignal zur Ansteuerung einer externen Bremse oder Feststelleinheit bereit.	**SDE** **Sicheres Energiefrei-Schalten (Safe Deenergization)** Die SDE-Funktion ermöglicht das sichere Trennen und Energiefreischalten der direkt nachfolgenden pneumatischen Anlage.	**SEZ** **Sicheres Energiezuschalten** Die Funktion SEZ ermöglicht das sichere Energiezuschalten mit festgelegter Druck-Zeit-Funktion (Softstart-Funktion).

Elektrik

Antriebsbe-einflussende Sicherheits-Teilfunktionen	**STO** **Sicher abgeschaltetes Moment (Safe Torque Off)** Eine krafterzeugende Energiezufuhr zum elektrischen Antrieb wird verhindert. Diese Funktion dient bei elektrischen Antrieben auch dazu, den unerwarteten Anlauf zu verhindern.	**SS1** **Sicherer Stopp 1 (Safe Stop 1)** Der elektrische Antrieb wird innerhalb definierter Grenzen (Verzögerung, Zeit, usw.) stillgesetzt und anschließend die Sicherheits-Teilfunktion STO ausgeführt.	**SOS** **Sicherer Betriebshalt (Safe Operating Stop)** Die SOS-Funktion verhindert, dass der Antrieb um mehr als einen festgelegten Betrag von der Halteposition abweicht. Dabei wird dem elektrischen Antrieb Energie zugeführt, die ermöglicht, dass er dem Angreifen äußerer Kräfte standhält.
	SS2 **Sicherer Stopp 2 (Safe Stop 2)** Der elektrische Antrieb wird innerhalb definierter Grenzen (Verzögerung, Zeit, usw.) stillgesetzt und anschließend die Sicherheits-Teilfunktion SOS ausgeführt.	**SDI** **Sichere Bewegungsrichtung (Safe Direction)** Die SDI-Funktion verhindert, dass sich der Antrieb in die unzulässige Richtung bewegt.	**SSB** **Sicheres Anhalten und Blockieren (Safe Stopping and Blocking)** Der elektrische Antrieb wird stillgesetzt. Die freie Beweglichkeit des Abtriebselementes wird blockiert. Das Blockieren kann formschlüssig oder reibschlüssig erfolgen.
Anlagenbe-einflussende Sicherheits-Teilfunktionen	**SBC** **Sichere Bremsansteuerung (Safe Brake Control)** Die SBC-Funktion stellt ein sicheres Ausgangssignal zur Ansteuerung einer externen Bremse oder Feststelleinheit bereit.		
Überwachende Sicherheits-Teilfunktionen	**SLS** **Sicher begrenzte Geschwindigkeit (Safely-limited Speed)** Die SLS-Funktion verhindert, dass der elektrische Antrieb die zulässige Geschwindigkeit überschreitet.	**SLT** **Sicher begrenztes Moment (Safely-limited Torque)** Die SLT-Funktion verhindert, dass der elektrische Antrieb die zulässige Kraft (Moment) überschreitet.	

Performance Level – aus welchen Parametern wird dieser bestimmt?

Der Performance Level (PL) spezifiziert die Fähigkeit einer Sicherheitsschaltung, eine Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen. Er wird als diskreter Level von PL a bis PL e angegeben. Ein Performance Level wird nur für ganze Sicherheitsschaltungen oder für Sicherheitsbauteile bestimmt.



Die **Struktur** einer Sicherheitsschaltung ist bestimmt durch die Anordnung der Komponenten und durch die Diagnose. Diese Strukturen sind in Kategorien B bis 4 eingeteilt, welche die Einstufung der Sicherheitsschaltung bezüglich ihrer Robustheit gegen Fehler und und dem Verhalten beim Auftreten eines Fehlers bestimmt. Siehe Seite 32.

Die **Zuverlässigkeit** der verwendeten Komponenten in der Sicherheitsschaltung wird durch den $MTTF_D$-Kennwert berücksichtigt. Der $MTTF_D$-Wert gibt an, wie groß der mittlere Erwartungswert bis zu einem gefährlichen Ausfall eines Kanals der Sicherheitsschaltung ist.
Für verschleißbehaftete Komponenten wird ein B_{10}-Wert angegeben, welcher für eine konkrete Anwendung mit Hilfe der Betätigungshäufigkeit in einen $MTTF_D$-Wert umgerechnet werden kann. Informationen zur Bestimmung der $MTTF_D$ aus dem B_{10} finden Sie auf Seite 34.

Der **Diagnosedeckungsgrad (DC)** ist ein Maß für die Wirksamkeit der Diagnose. Er gibt an, wie groß der Anteil der erkennbaren und nicht erkennbaren gefährlichen Ausfälle ist. Je höher das Risiko, umso höher muss die Wirksamkeit dieser Diagnose sein. Siehe Seite 38.

Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF) sind Ausfälle verschiedener Komponenten aufgrund eines einzelnen Ereignisses, wobei diese Ausfälle nicht auf gegenseitigen Ursachen beruhen. Dabei beruhen diese Ausfälle nicht auf unterschiedlichen Ursachen. Siehe Seite 40.

Das **Verhalten bei Fehlern** muss bei Sicherheitsschaltungen ab Kategorie 2 mit einer Ausfallarten und Effekt-Analyse (FMEA) oder Fehlerbaumanalyse (FTA) bestimmt werden. In Abhängigkeit von der Anwendung und den gewählten Komponenten können zusätzliche Maßnahmen notwendig sein, um die Anforderungen der ISO 13849 zu erfüllen.

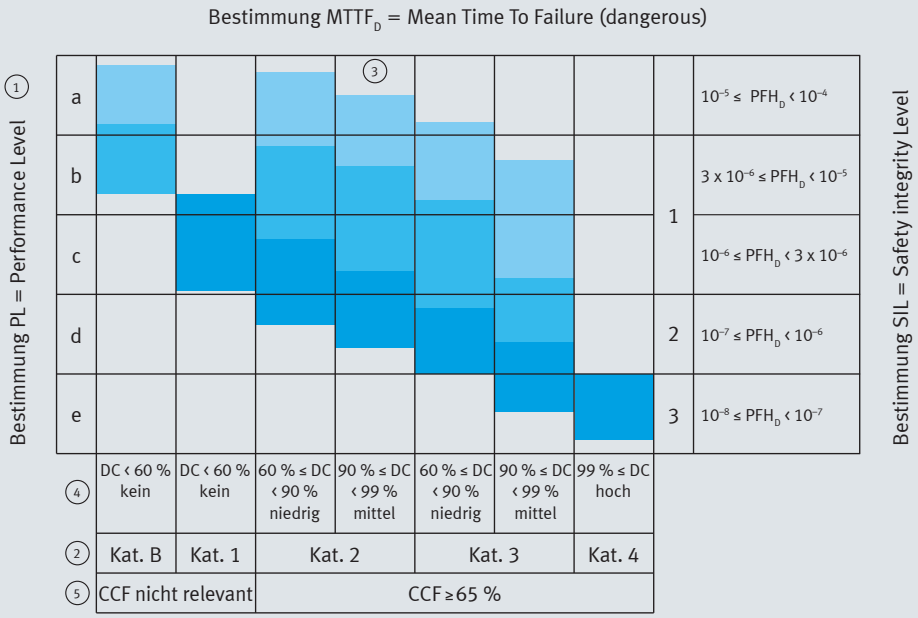
Der Lebenszyklus einer **sicherheitsbezogenen Anwendungssoftware** muss die Vermeidung von Fehlern berücksichtigen. Das Hauptziel ist eine lesbare, verständliche, testbare, wartbare und möglichst fehlerfreie Anwendungssoftware. Dies wird von der Software für programmierbare bzw. konfigurierbare Sicherheitsschaltgeräte entsprechend unterstützt.

Systematische Ausfälle sind Ausfälle, die auf eine bestimmte Ursache zurückgeführt werden und nur dadurch beseitigt werden können, dass Gestaltung, Herstellungsprozess, Betriebsverhalten und Dokumentation geändert werden.

Weitere Parameter betreffen die Umgebungsbedingungen, Anforderungsrate, materialbeeinflussende Stoffe in der Umgebung, usw.

Ihr Weg zum Performance Level

Das Bild zeigt das vereinfachte Verfahren, um den Performance Level (PL) für eine Sicherheitsfunktion zu bestimmen.
Der PL ist eine Funktion der Kategorien B bis 4, des Diagnosedeckungsgrad (DC) „kein bis hoch“, unterschiedlicher $MTTF_D$-Bereiche und Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF). Der PL kann einem bestimmten Safety Integrity Level (SIL) zugeordnet werden.
Ein Rückschluss von SIL nach PL ist nicht möglich.



Bewertung	$MTTF_d$
Niedrig	3 Jahre ≤ $MTTF_D$ < 10 Jahre
Mittel	10 Jahre ≤ $MTTF_D$ < 30 Jahre
Hoch	30 Jahre ≤ $MTTF_D$ < 100 Jahre

① Risikograf: Welcher Performance Level wird benötigt? PL r von a bis e.

② Wie sieht die Struktur der Steuerkette bzw. Sicherheitsfunktion aus? Kategorie B bis Kategorie 4.

③ Zuverlässigkeit der Komponenten der Steuerkette: Bestimmung der $MTTF_D$ für die gesamte Sicherheitsschaltung – vom Sensor, Sicherheitsschaltgerät bis zum Leistungsschaltgerät.

④ Diagnosedeckungsgrad: Welche gefährlichen Fehler werden erkannt?

⑤ Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF): Maßnahmen, um CCF zu vermeiden.

Quelle: ISO 13849-1 Kapitel 4.5

Steuerungsarchitekturen – Kategorien

Grundlegende Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein
(ISO 13849-1 Pkt. 6.2.3/ISO 13849-2 Tab. A 1/B.1/ C.1/ D.1)

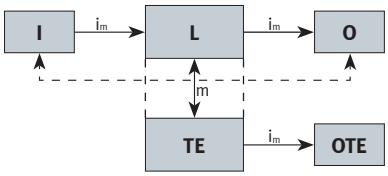
Passende Auslegung für äußere Einflüsse
(ISO 13849-1 Pkt. 6.2.3)

Bewährte Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein
(ISO 13849-2 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.7; ISO 13849-2 Tab. A.2/B.2/ C.2/ D.2)

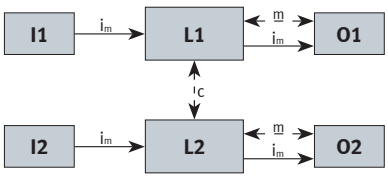
1 Kanal **0 Fehlersicherheit** (ISO 13849-1 Pkt. 6.2.3)	**1 Kanal** **Bewährte Bauteile** (ISO 13849-1 Pkt. 6.2.4; ISO 13849-2 Tab. A.3/D.3) **0 Fehlersicherheit** (ISO 13849-1 Pkt. 6.2.4)	**1 Kanal** Anforderungsrate ≤1/100 der Testrate oder Prüfung unmittelbar bei Anforderung der Sicherheitsfunktion oder Anforderungsrate ≤1/25 der Testrate, wenn PFH_D * 1,1 verwendet wird (ISO 13849-1, 4.5.4, 6.2.5 und Anmerkung Tabelle K.1) **0 Fehlersicherheit zwischen den Testphasen**	**2 Kanäle** (ISO 13849-1 Pkt. 6.2.6) Einige, aber nicht alle Fehler werden vor oder bei der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt **1 Fehlersicherheit** Anhäufung nicht erkannter Fehler kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen	**2 Kanäle** (ISO 13849-1 Pkt. 6.2.7) Jeder Fehler muss vor oder bei der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt werden **≥ 1 Fehlersicherheit**
Kategorie B	Einhaltung grundlegender und bewährter Sicherheitsprinzipien. Einhaltung zutreffender Normen	Betriebsbewährte Bauteile. In ähnlichen Anwendungen bereits eingesetzt (vgl. ISO 13849-2 B.4)		
	Kategorie 1	**Kategorie 2**	**Kategorie 3**	**Kategorie 4**

Kategorie B bzw. 1

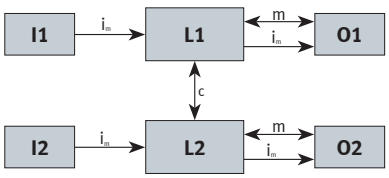
Kategorie 2



Kategorie 3

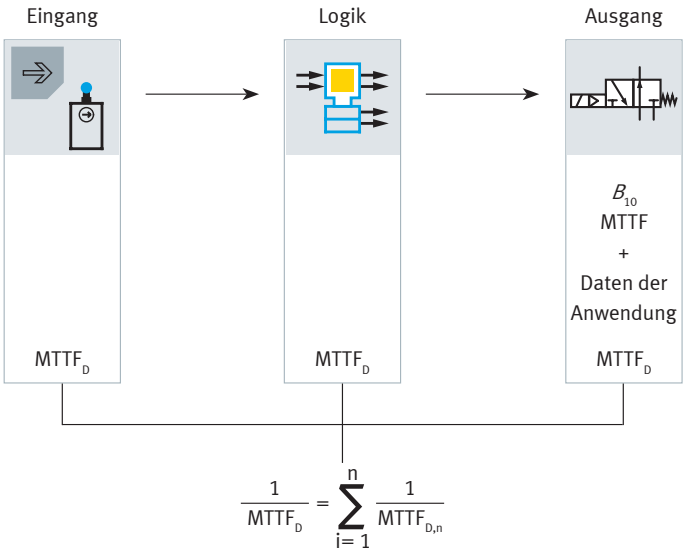


Kategorie 4



Bestimmung des $MTTF_D$-Kennwerts für einen Kanal

Die mittlere Zeit bis zum gefährlichen Ausfall (engl. mean time to failure, dangerous, $MTTF_D$) ist der Zuverlässigkeitskennwert, der für jeden Kanal einer Sicherheitsfunktion bestimmt werden muss. Eine typische Umsetzung einer Sicherheitsfunktion besteht aus einer Kombination von Eingang, Logik, Ausgang und deren Verbindungen. Für jeden dieser Blöcke sollte der Komponentenhersteller zumindest Zuverlässigkeitsangaben (PFH, MTTF oder B_{10}) machen können. Falls diese nicht vorliegen, können die Kennwerte guter ingenieurmäßiger Praxis aus der ISO 13849-1, Tabelle C.1 entnommen werden.



Definitionen für die Kennwerte B_{10} und MTTF:

MTTF ist die Abkürzung für Mean Time To Failure (mittlere Zeit bis zum Ausfall). Der MTTF-Kennwert ist der Erwartungswert der mittleren Zeit bis zu einem Ausfall nach ISO 13849-1, 3.1.25. Bestimmt wird der MTTF-Wert durch Berechnung auf Basis von Tabellen, z. B. nach SN 29000, oder Berechnungen, z. B. aus B_{10}-Werten und den Einsatzparametern.

Der B_{10}-Wert ist der Erwartungswert, bis 10 % der Komponenten ausgefallen sind.
Für pneumatische Komponenten wird der B_{10}-Wert bei Festo grundsätzlich durch Lebensdauerversuche nach der Normenreihe ISO 19973 bestimmt.

Für die Bestimmung dieser beiden Kennwerte werden statistische Verfahren verwendet, um die Zeit bis zum Ausfall einer größeren Menge der bewerteten Produkte abschätzen zu können. In der Praxis kann dieser Kennwert dazu genutzt werden, um die Ausfallwahrscheinlichkeit, die Dauer bis zur ersten Reparatur, Austauschintervalle usw. abzuschätzen.

Für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen, z. B. nach ISO 13849-1 ist es erforderlich, die Zuverlässigkeit bis zum ersten gefährlichen Ausfall abzuschätzen. Diese Abschätzung erfolgt mit den $MTTF_D$ bzw. B_{10D}-Kennwerten. Der Suffix „D“ steht dabei für „dangerous“ (gefährlich). Dies bedeutet, dass diese Kennwerte den mittleren Erwartungswert bis zu einem gefährlichen Ausfall angeben. Sollte der gefährliche Anteil des B_{10}-Wertes nicht explizit angegeben sein, können – nach ISO 13849-1 C.4.2 – 50 % des B_{10}-Wertes als gefährlich angenommen werden. Deshalb gilt $B_{10D} = 2 \times B_{10}$.

Der $MTTF_D$-Kennwert ist der Erwartungswert der mittleren Zeit bis zu einem gefahrbringenden Ausfall mit einer Wahrscheinlichkeit von 63 % [nach ISO 13849-1, 3.1.25]

Der B_{10D}-Kennwert ist die Anzahl der Zyklen, bis 10 % der Komponenten gefährlich ausgefallen sind (für pneumatische und elektromechanische Komponenten) [nach ISO 13849-1, Tabelle 1]

Vom B_{10}- und MTTF-Kennwert zum B_{10D}- und $MTTF_D$-Kennwert

Für die Bestimmung der Kennwerte $MTTF_D$ und B_{10D} kann zum einen eine detaillierte FMEA erforderlich sein und zum anderen die Festlegung, welche Fehler für eine bestimmte Anwendung gefährlich sein können. Vor allem der zweite Punkt kann nur in einer Anwendung mit definierter Sicherheitsfunktion und bekannter Umsetzung dieser Funktion bewertet werden.

Dies ist bei Standardprodukten nicht möglich, da nicht definiert ist, welche Sicherheitsfunktion umgesetzt wird. Aus diesem Grund bietet die ISO 13849-1 eine vereinfachte Möglichkeit zur Abschätzung des $MTTF_D$ bzw. B_{10D}-Kennwerts aus den MTTF- bzw. B_{10}-Kennwerten:

Für pneumatische und elektromechanische Komponenten kann nach ISO 13849-1, Tabelle C.1 Anmerkung 1 und C.4.2 der B_{10D} als zweimal B_{10} angenommen werden, d.h. es wird angenommen, dass 50 % aller Ausfälle gefährlich sein können, sofern keine anderen Angaben vorliegen.

Für elektronische Bauteile kann nach ISO 13849-1, Abschnitt C.5.1, 3. Absatz entsprechendes für den $MTTF_D$ angenommen werden: „... 50 % als gefahrbringende Ausfälle an, was bedeutet, dass die $MTTF_D$ für Bauteile das Doppelte des gegebenen MTTF-Werts ist."

Je nach Anwendung sind in der Praxis auch größere Faktoren denkbar.

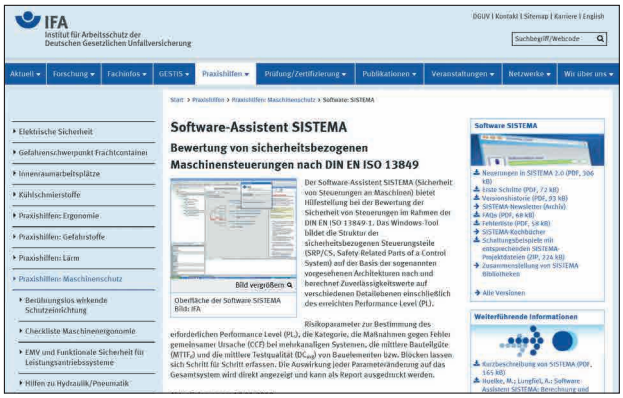
Bestimmung $MTTF_D$ aus B_{10D}
Der $MTTF_D$-Wert ist anwendungsabhängig und beschreibt die mittlere Zeitdauer bis zum gefährlichen Ausfall eines Anlagenteils.

		dabei ist:
Formel zur Ermittlung des $MTTF_D$-Wertes für eine mechanische oder pneumatische Komponente in einem Kanal	$MTTF_D = \frac{B_{10D}}{0{,}1 \bullet n_{op}}$	B_{10D} [Zyklen] = mittlere Anzahl von Zyklen, bis 10 % der Bauteile gefährlich ausfallen $B_{10D} = 2 \times B_{10}$ (ISO 13949-1)
Mittlere Anzahl jährlicher Betätigungen n_{op} für eine mechanische oder pneumatische Komponente	$n_{op} = \frac{d_{op} \bullet h_{op} \bullet 3600s/h}{t_{cycle}}$	h_{op} [h/d]: Betriebsstunden / Tag d_{op} [d/anno]: Betriebsstunden / Jahr t_{cycle} [s]: Zykluszeit

Weiterführende Literatur
- ISO 13849-1 – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- ISO 13849-2 – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
- IEC 60050-191 – Zuverlässigkeit und Dienstgüte
- Wir bestimmen unsere Zuverlässigkeitskennwerte nach internationalen Normen. Weitere Informationen dazu finden Sie in der ➔Broschüre Produktlebensdauer bei Festo

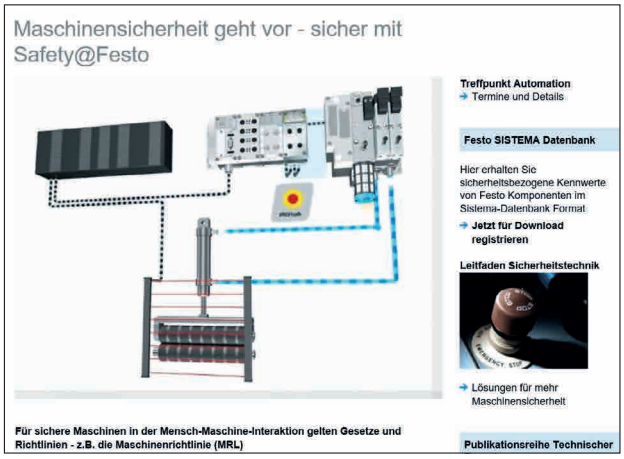
➔Broschüren finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal

Berechnung und Bereitstellung von Bibliotheken



Software SISTEMA vom Institut für Arbeitsschutz (IFA)
Die Software SISTEMA (Sicherheit von Steuerungen in Maschinen) ist ein Tool, das für einen Teil der Validierung von Sicherheitsschaltungen verwendet werden kann. Mit SISTEMA können Sie eine Bewertung durchführen, ob eine bestimmte Sicherheitsschaltung den erforderlichen Performance Level (PL) erreichen kann. Dieses Windows-Tool bildet die Struktur der Sicherheitsschaltung auf Basis der vorgesehenen Architekturen ab und berechnet die Zuverlässigkeitskennwerte auf verschiedenen Detailebenen einschließlich des erreichten PL.

Die Software ist unter folgendem Link kostenlos als Download erhältlich:
→ https://www.dguv.de/webcode.jsp?query=d11223



Bibliotheken mit Kennwerten
Um die Benutzung von SISTEMA zu vereinfachen, können Bibliotheken der Komponentenhersteller verwendet werden. Diese Bibliotheken enthalten die für eine Bewertung erforderlichen Kennwerte, so dass diese nur noch in ein SISTEMA-Projekt eingefügt werden müssen.
Hierzu bieten wir Bibliotheken nach VDMA 66413 im XML-Format an.

Die Bibliotheken finden Sie auf unserer Homepage unter
→ https://www.festo.com/safety

Datenblatt Produktzuverlässigkeit

Als Teil der Validierung muss überprüft werden, ob mit den verwendeten Komponenten der erforderliche Performance Level (PL r) in der umgesetzten Sicherheitsschaltung erreicht werden kann. Dies muss mit aktuellen Daten vom Komponentenhersteller erfolgen. Festo hat dazu das Datenblatt Produktzuverlässigkeit geschaffen, das über den xDKI online bereitgestellt wird.

Der Weg zum Datenblatt Produktzuverlässigkeit ausgehend von der Homepage von Festo:
1. Das gewünschte Produkt im Online-Produktkatalog auswählen
2. Auf der rechten Seite „Datenblatt“ anklicken
3. Im Datenblatt rechts oben „Datenblatt Produktzuverlässigkeit“ anklicken

Die erforderlichen Kennwerte zur Bewertung und Validierung von Sicherheitsschaltungen werden proaktiv und aktuell im kompakten Datenblatt Produktzuverlässigkeit zur Verfügung gestellt. Dazu zählen die Zuverlässigkeitskennwerte wie B_{10} oder MTTF sowie die Bewertung „bewährtes Bauteil“ nach ISO 13849. Zusätzliche Informationen zur Datenbasis und zur Verwendung der Daten sind in Fußnoten dokumentiert und erleichtern dadurch die Interpretation.

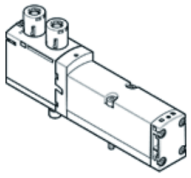
Durch die Möglichkeit der Selbstinformation sind Sie in der Lage, direkt und ohne Umwege an die zentralen Daten zu Ihrem Produkt zu gelangen.

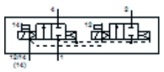
Hinweis: Das Datenblatt Produktzuverlässigkeit wird ausschließlich online im xDKI bereitgestellt.

Beispiel für ein Datenblatt Produktzuverlässigkeit: → VSVA-B-T22C-AZTR-A1-1T1L

FESTO

Magnetventil
VSVA-B-T22C-AZTR-A1-1T1L
Teilenummer: 8033032





Allgemeine Einsatzbedingungen
Datenblatt Produktzuverlässigkeit
→ Support Portal

Datenblatt Produktzuverlässigkeit

Die Daten im vorliegenden "Datenblatt Produktzuverlässigkeit" setzen die bestimmungsgemäße Verwendung des Produktes voraus. Dies umfasst die Einhaltung aller Vorgaben aus z.B. Datenblatt, Katalog, Anwenderdokumentation und den allgemeinen Einsatzbedingungen. Die Feststellung der Eignung des Produktes für den jeweiligen Anwendungsfall erfolgt ausschließlich durch den Anwender.

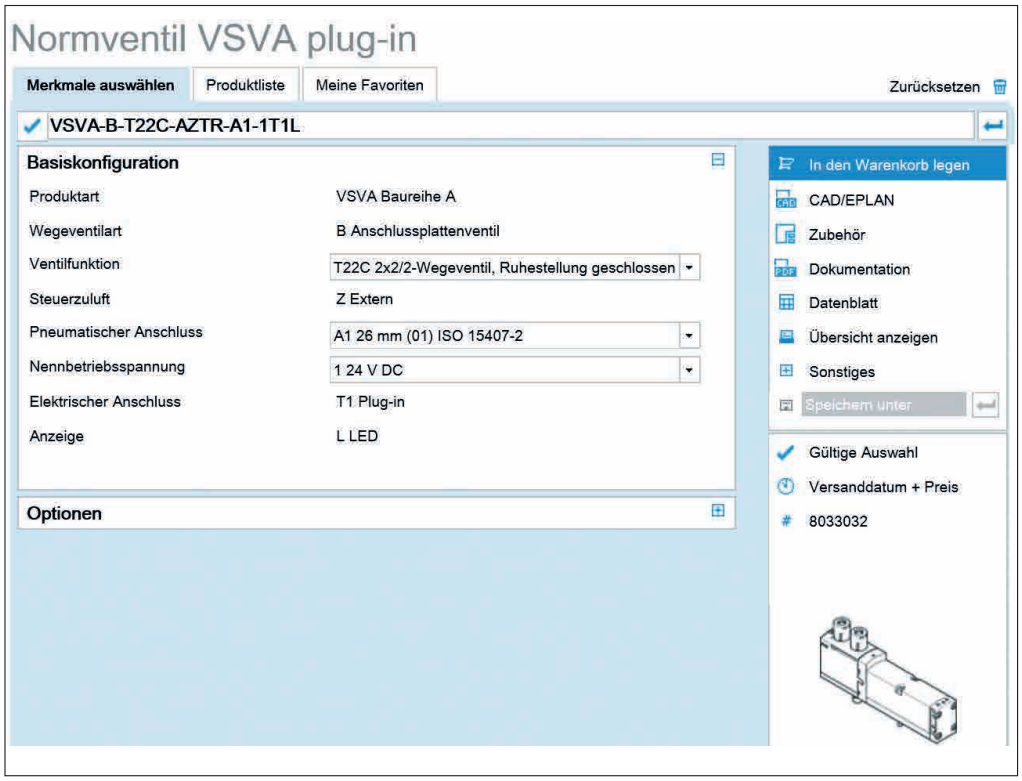
Merkmal	Wert
Bewährtes Bauteil[1)]	ja
Lebensdauerkennwert B_{10}[2)]	110 Mio SP
Schwingfestigkeit	Transporteinsatzprüfung mit Schärfegrad 2 nach FN 942017-4 und EN 60068-2-6
Schockfestigkeit	Schockprüfung mit Schärfegrad 2 nach FN 942017-5 und EN 60068-2-27
Max. positiver Prüfimpuls bei 0 Signal	1.500 µs
Max. negativer Prüfimpuls bei 1 Signal	1.200 µs

[1)] Das Produkt ist ein bewährtes Bauteil für eine sicherheitsbezogene Anwendung nach ISO 13849-1. Die für das Produkt relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien nach ISO 13849-2 sind erfüllt. Ob das Produkt für eine konkrete Anwendung geeignet ist, muss durch den Anwender überprüft und bestätigt werden.

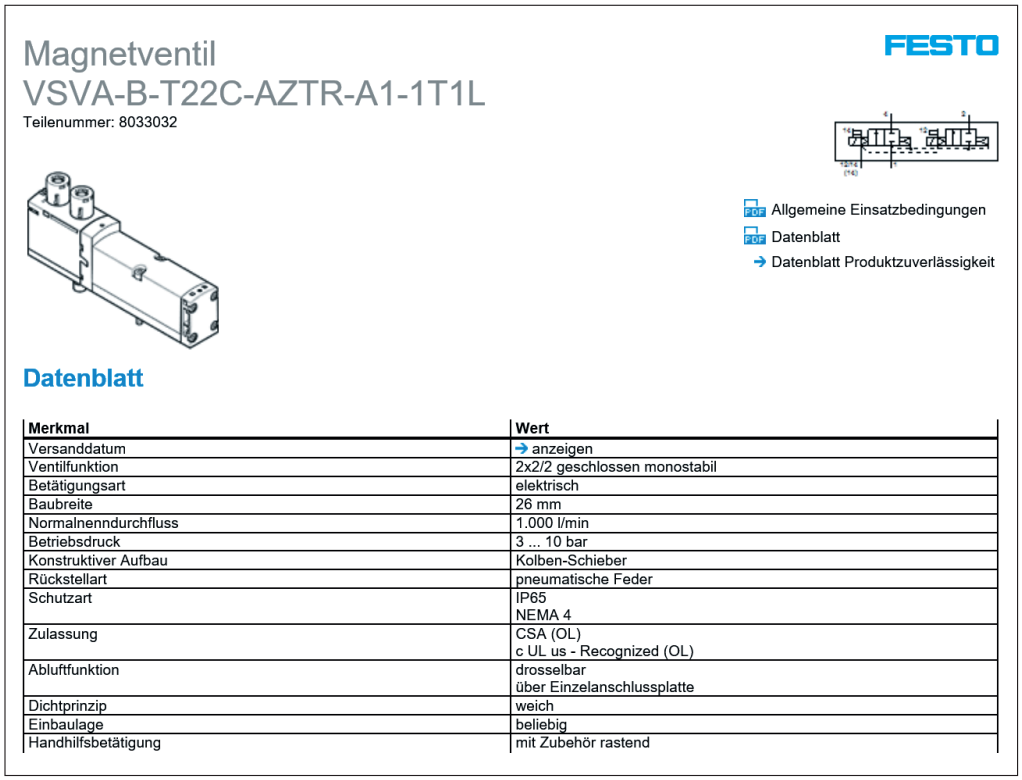
[2)] Die Ermittlung der Lebensdauerkennwerte erfolgt grundsätzlich auf Basis der ISO 19973: „Pneumatik - Bewertung der Zuverlässigkeit von Bauteilen durch Prüfung“. Die Angabe eines B_{10}-Wertes von 10 Mio Schaltspielen kann ergänzend dazu auf Basis von ISO 13849 erfolgt sein.

→ Datenblatt Produktzuverlässigkeit

So finden Sie das Datenblatt Produktzuverlässigkeit



→ Elektronischer Katalog



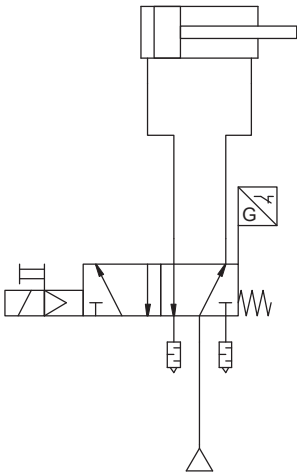
Merkmal	Wert
Versanddatum	→ anzeigen
Ventilfunktion	2x2/2 geschlossen monostabil
Betätigungsart	elektrisch
Baubreite	26 mm
Normalnenndurchfluss	1.000 l/min
Betriebsdruck	3 ... 10 bar
Konstruktiver Aufbau	Kolben-Schieber
Rückstellart	pneumatische Feder
Schutzart	IP65 NEMA 4
Zulassung	CSA (OL) c UL us - Recognized (OL)
Abluftfunktion	drosselbar über Einzelanschlussplatte
Dichtprinzip	weich
Einbaulage	beliebig
Handhilfsbetätigung	mit Zubehör rastend

→ Datenblatt

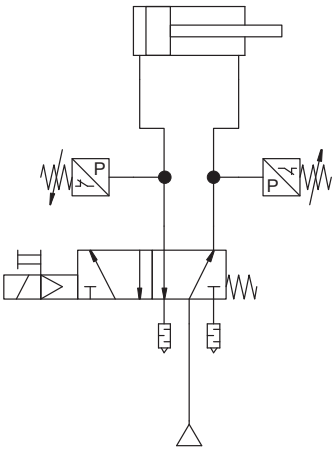
Diagnosedeckungsgrad in der Pneumatik – DC

Die Diagnose einer Sicherheits-Teilfunktion muss den sicheren Zustand des Leistungsschaltelements überwachen können. Wenn der sichere Zustand des Leistungsschaltelements verlassen wird, ergibt sich ein Signalwechsel von logisch 1 nach logisch 0. Wird der sichere Zustand wieder eingenommen, erfolgt der Signalwechsel von logisch 0 nach logisch 1.

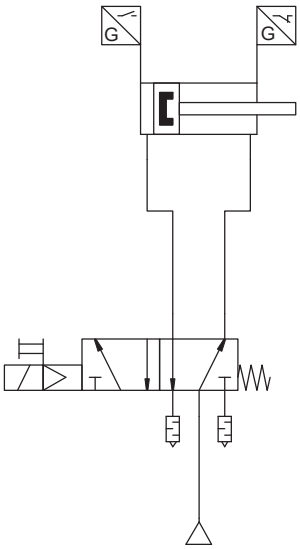
Bei Leistungsschaltelementen mit einer definierten Ruhestellung, z. B. durch eine Feder, ist der sichere Zustand immer die Ruhestellung. In dieser Ruhestellung wird dann die Sicherheits-Teilfunktion ausgeführt. Bei Komponenten mit keiner definierten Ruhestellung, z. B. bei bistabilen Ventilen, ist der mögliche sichere Zustand die Beibehaltung der aktuellen Schaltstellung.



Direkte Überwachung des Wegeventils



Indirekte Überwachung des Wegeventils



Indirekte Überwachung des Wegeventils (wenn Endschalter direkt vom Sicherheitsschaltgerät ausgewertet werden)
Fehlererkennung durch den Prozess (wenn Endschalter über Steuerung ausgewertet werden)

Hinweis: Hier sind nur die wichtigsten Möglichkeiten zur Diagnose dargestellt. Es können auch andere Sensoren geeignet sein, z. B. Durchflusssensor, Wegaufnehmer, Füllstandssensoren, usw.

Wie Prüfimpulse Magnetventile beeinflussen

Die elektronischen Ausgänge von Sicherheitssteuerung und Sicherheitsschaltgeräten verwenden zu Diagnosezwecken Prüfimpulse. Prüfimpulse dienen der Erkennung von Querschlüssen bzw. dienen zur Funktionsprüfung der Ausgänge bezogen auf ihre Abschalttauglichkeit. Diese Prüfimpulse haben – je nach Hersteller – eine variierende Impulsbreite von bis zu mehreren Millisekunden. So schaltet z. B. ein Steuerungs-Hersteller seine Ausgänge bei EIN-Signal für eine Zeitdauer von mehreren Millisekunden ab. Bei AUS-Signal werden die Ausgänge bis zu 4 ms eingeschaltet, um zu überprüfen, ob diese bei Anforderung einer Sicherheitsfunktion sicher ausgeschaltet werden können.

Wie reagiert ein Magnetventil auf diese Prüfimpulse?
Wird ein Magnetventil an einen fehlersicheren Ausgang angeschlossen, können Prüfimpulse ein Flackern der LED am Magnetventil im Rhythmus der Impulse und ein Klicken im Magnetventil verursachen. Dies zeigt eindeutig, dass diese Prüfimpulse eine Auswirkung auf das Magnetventil haben. Viele moderne Magnetventile bestehen aus einem Magnetsystem, welches über einen Anker ein Vorsteuerventil ansteuert. Dieses Vorsteuerventil steuert die Hauptstufe an, welche wiederum den Antrieb ansteuert. Selbst wenn die Schaltzeiten für Ein- bzw. Ausschalten – die aus den Technischen Daten zu entnehmen sind – wesentlich höher als die Dauer der Prüfimpulse sind, reagiert der Anker schon viel früher. Bei manchen Magnetventilen bereits ab negativen Prüfimpulsen (Dunkelzeiten) von 0,1 ms.

Kommt es zu ungewolltem Abschalten eines Magnetventils bei einem EIN-Signal und negativem Prüfimpuls?
Die Reaktion im Magnetsystem bedeutet generell eine Reduzierung der Haltekraft für den Anker. Dies bedeutet wiederum, dass ungünstige Schwing-Schock-Verhältnisse an der Maschine zu einem ungewollten Schalten des Vorsteuerventils und folglich des Arbeitsventils führen können.

Kommt es zu ungewolltem Einschalten des Magnetventils bei einem AUS-Signal und positiven Prüfimpuls?
Das Beschalten mit positiven Prüfimpulsen von mehreren Millisekunden führt am Magnetsystem zum Flackern der LED im Rhythmus der Prüfimpulse, und in seltenen Fällen zum Schalten des Magnetventils. Bei manchen Magnetventilen beginnt der Anker sich bereits nach 0,4 ms zu bewegen. Diese Reaktion kann unter ungünstigen Schwing-Schock-Bedingungen an der Maschine zu einem unerwarteten Schalten des Vorsteuerventils und folglich der Hauptstufe führen. Dies bedeutet wiederum, dass ungünstige Schwing-Schock-Verhältnisse an der Maschine zu einem ungeplanten Schalten des Vorsteuerventils und folglich des Arbeitsventils führen können.

Zusammenfassung:
Das Ermitteln der Grenzwerte erfolgt bei Festo unter „worst case“-Bedingungen. Im Falle des Ausschaltens bei minimalem Druck und minimaler Ausgangsspannung. Mit Annäherung der Druck- und Ausgangsspannungswerte an die oberen Grenzen vermindert sich die Empfindlichkeit der Magnetventile.
Im Falle des Einschaltens verhält es sich umgekehrt. In der Praxis müssen die maximal positiven und maximal negativen Prüfimpulse ermittelt werden. Diese Angaben sind im Datenblatt Produktzuverlässigkeit zu finden. Diese Grenzwerte sind mit den jeweiligen Prüfimpulslängen der zur Ansteuerung verwendeten sicheren Ausgänge abzugleichen. Die minimalen Bewegungen, verursacht durch die Prüfimpulse, können eine Alterung für das Magnetsystem bedeuten. Dies kann sich wiederum negativ auf die Lebensdauer des Magnetventils auswirken.

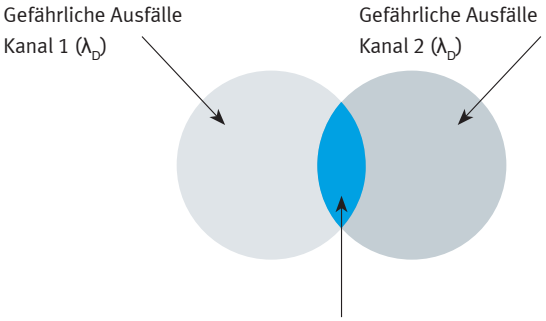
Welche Alternativen gibt es für den sicheren Betrieb von Magnetventilen?
Stellen Sie in jedem Falle sicher, dass die Anforderungen an den zu erreichenden Performance Level (mit DC, $MTTF_D$, ...) erreicht werden.
Ebenso müssen die im Datenblatt bzw. der Bedienungsanleitung vorgegebenen Daten eingehalten werden.

- Verwenden Sie das sichere Augangsmodul CPX-FVDA-P2 von Festo oder die sicheren Anschaltungen VABA-S6-1-X2-Fx-CB auf der VTSA-F-CB. So können Sie sicher sein, dass Ventile von Festo nicht negativ beeinflusst werden
- Schalten Sie die Prüfimpulse, wenn möglich, aus
- Steuern Sie das Magnetventil über einen nicht gepulsten Ausgang einer Standard-SPS an. Zwischen Magnetventil und Ausgang schalten Sie z. B. einen Arbeitskontakt eines Sicherheitsabschaltrelais, welches bei Anforderung die Sicherheitsfunktion sicherstellt

Wie erhalte ich Angaben zur maximal zulässigen Impulsdauer eines Magnetventils?
Setzen Sie sich schon bei der Auslegung eines Sicherheitsbezogenen Teils einer Steuerung in jedem Falle mit dem Hersteller des Magnetventils in Verbindung, und erfragen Sie die maximal zulässigen Impulsbreiten für Prüfimpulse. Bei Festo finden Sie die Angaben zu den maximal positiven und negativen Prüfimpulsen im Datenblatt Produktzuverlässigkeit.

Ausfall infolge gemeinsamer Ursache – CCF

Bei Sicherheitsschaltungen ab Kategorie 2 sind immer Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache zu bewerten. Dies ist notwendig, da bestimmte Fehlerursachen zum Ausfall beider Kanäle führen können und somit eine Sicherheitsfunktion außer Kraft setzen. Damit ist die erforderliche Einfehlersicherheit nicht mehr gegeben.
Der von der ISO 13849-1 gewählte Ansatz verwendet das Beta-Faktor-Modell der IEC 61508-6 und hat es für die Anwendung im Maschinen- und Anlagenbau praxisorientiert vereinfacht. Dieses Beta-Faktor-Modell erlaubt eine Abschätzung des Anteils gefährlicher Ausfälle in einem Kanal in Folge der jeweiligen Fehlerursache, die auch im zweiten Kanal auftreten können.



β-Faktor:
Anteil der gefährlichen Ausfälle
gemeinsamer Ursache eines Kanals

Der von der ISO 13849-1 gewählte Ansatz verwendet ein Punktesystem mit einer nach verschiedenen Ursachen sortierten Maßnahmenliste. Diese ist eine auf Erfahrung von Fachleuten beruhende Liste und umfasst nur die wichtigsten Punkte. Bei der Anwendung ist zu berücksichtigen, dass bei besonderen Einsatzbedingungen bei bestimmten Maschinen erforderliche Maßnahmen fehlen können.
Wie werden Sie von Festo unterstützt, damit Sie die Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache einfach umsetzen können?

Nr.	Maßnahme gegen CCF	Lösungen und Hinweise von Festo
1	**Trennung/Abtrennung** Physikalische Trennung der Signalpfade	
	• Trennung der Verdrahtung	Ventilleitungen mit M8-Steckern sind Mantelleitungen. Das heißt, es wird eine doppelte Isolierung verwendet, die eine hinreichende Trennung der Verdrahtung ergeben kann.
	• Erkennen von Kurzschlüssen und Unterbrechungen in Kabeln durch dynamische Prüfung	In der Pneumatik sind bei nicht zusammengebundenen pneumatischen Leitungen Kurzschlüsse nicht möglich und können ausgeschlossen werden.
		Die sicheren Ausgangsmodule CPX-FVDA-P2 verwenden eine innovative Lösung zur Kurz- und Querschlusserkennung, die ohne Prüfimpulse auskommt. → Seite 92
2	**Diversität**	
	• Unterschiedliche Technologien	Bei einer sicheren Haltefunktion ist ein Kanal mit einer Haltebremse oder Feststelleinheit und der andere Kanal mit entsperrbaren Rückschlagventilen realisiert.
		Bei Vakuumsaugdüsen an Saugerspinnen kann mit dem Vakuumsaugventil ISV-... beim Ausfall eines Saugnapfs das Versagen der anderen Saugnäpfe verhindert werden.
	• Unterschiedliche Konstruktionen von Ventilen	In Abhängigkeit von der gewählten Sicherheits-Teilfunktion kann ein Kanal mit einem Ventil auf einer Ventilinsel umgesetzt werden. Der Zweite Kanal wird durch das elektrische Einschaltventil der Wartungseinheit realisiert.
		Es werden unterschiedliche Ventiltechnologien verwendet. Kolbenschieber und Sitzventil, weichdichtendes- und hartdichtendes Ventil
	• Unterschiedliche Belastung der Komponenten	Ein Ventil wird ohne Betriebsdruck bzw. ohne Durchfluss geschaltet und ein zweites Ventil schaltet den Betriebsdruck bzw. den Durchfluss.
		Ein Ventil wird bei jedem Maschinenzyklus geschaltet, das andere Ventil lediglich bei Anforderung der Sicherheitsfunktion.
	• Unterschiedliche Schaltfrequenzen	Ein (Arbeits-) Ventil wird bei jedem Maschinenzyklus geschaltet, das andere Ventil lediglich bei Anforderung der Sicherheitsfunktion.

3	**Gestaltung/Anwendung/Erfahrung**	
3.1	Schutz gegen Überspannung, Überdruck, Überstrom, Übertemperatur, usw.	Überdruck lässt sich einfach mit einem Druckregler beherrschen, der auf einen Wert unter dem maximal zulässigen Betriebsdruck der pneumatischen Komponenten in einer Maschine eingestellt wird. ➔ Seite 68 Überstrom bei den Servomotoren wird durch eine I^2t-Begrenzung in den Motorcontrollern wirksam begrenzt. ➔ Seite 100
3.2	Verwendung bewährter Bauteile	Nahezu alle Ventile von Festo sind als bewährt nach ISO 13849-1 klassifiziert. Diese und weitere Angaben sind im Datenblatt Produktzuverlässigkeit zu finden. ➔ Seite 36
4	**Beurteilung/Analyse**	
	Für jedes Teil von sicherheitsbezogenen Teilen eines Steuerungssystems wurde eine Ausfallarten- und Effekt-Analyse durchgeführt und deren Ergebnisse berücksichtigt, um Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache bei der Gestaltung zu vermeiden.	Zur Bewertung der Ausfallarten kann die Liste der Fehler und Fehlerausschlüsse aus ISO 13849-2 Anhang A bis D herangezogen werden.
5	**Kompetenz/Ausbildung**	
	Ausbildung der Konstrukteure, um die Gründe und Auswirkungen von Ausfällen infolge gemeinsamer Ursache zu verstehen.	Festo Didactic bietet Schulungen für die Umsetzung der ISO 13849 in Ihren Maschinen an. ➔ Seite 115
6	**Umgebung**	
6.1	Elektrische/elektronische Systeme, Verhindern von Verunreinigungen und elektromagnetischen Störungen (EMV) zum Schutz vor Ausfällen infolge gemeinsamer Ursache entsprechend den einschlägigen Normen (z. B. IEC 61326-3-1).	Produkte mit elektronischen Baugruppen entsprechen der EMV-Richtlinie und enthalten in den Benutzerinformationen alle erforderlichen Maßnahmen, um einen Schutz gegen EMV-Störungen umsetzen zu können.
	Pneumatische Systeme: Filterung des Druckmediums, Verhinderung von Schmutzeintrag, Entwässerung von Druckluft.	In Wartungseinheiten sind Filter einfach zu integrieren. Wichtig für Sie: Für die meisten pneumatischen Produkte von Festo ist eine Druckluftqualität von [7:4:4] ausreichend. ➔ Seite 90
6.2	Andere Einflüsse: Berücksichtigung der Anforderungen hinsichtlich Unempfindlichkeit gegenüber allen relevanten Umgebungsbedingungen wie z. B. Temperatur, Schock, Vibration, Feuchte wie in den zutreffenden Normen festgelegt.	Die mögliche Anwendung zu unseren Produkten für sicherheitsbezogene Anwendungen ist durch das jeweilige Produktdatenblatt beschrieben. Hier sind die zulässigen Einsatzbedingungen u. a. für Temperatur, Schock, Vibrationen, usw. angegeben, so dass Sie diese Einflüsse einfach bewerten können. Eine Verletzung der hier beschriebenen Grenzen, sind in der Anwendung auszuschließen. Wichtig für Sie: Wir prüfen nach internationalen Normen, so dass unsere Werte vergleichbar sind. Weitere mögliche Einflüsse können sein: • Wasser und Bakterien in der Umgebung von Schläuchen aus PU • Lösungsmittel in Druckfarben • Abbrand bei Kennzeichnung mit Lasern • Druckeinbrüche bei Ventilen bzw. Spannungseinbrüche bei elektronischen Baugruppen • Beanspruchung von Zylindern auf Biegung

Definition Sicherheitsbauteil

Was ist ein Sicherheitsbauteil gemäß Artikel 2 c) 2006/42/EG ?

- Dient zur Gewährleistung einer Sicherheitsfunktion
- Wird gesondert in Verkehr gebracht
- Sein Ausfall und/oder seine Fehlfunktion gefährdet die Sicherheit von Personen
- Ist für das Funktionieren der Maschinen oder Anlage nicht erforderlich oder kann für das Funktionieren der Maschine durch übliche Bauteile ersetzt werden

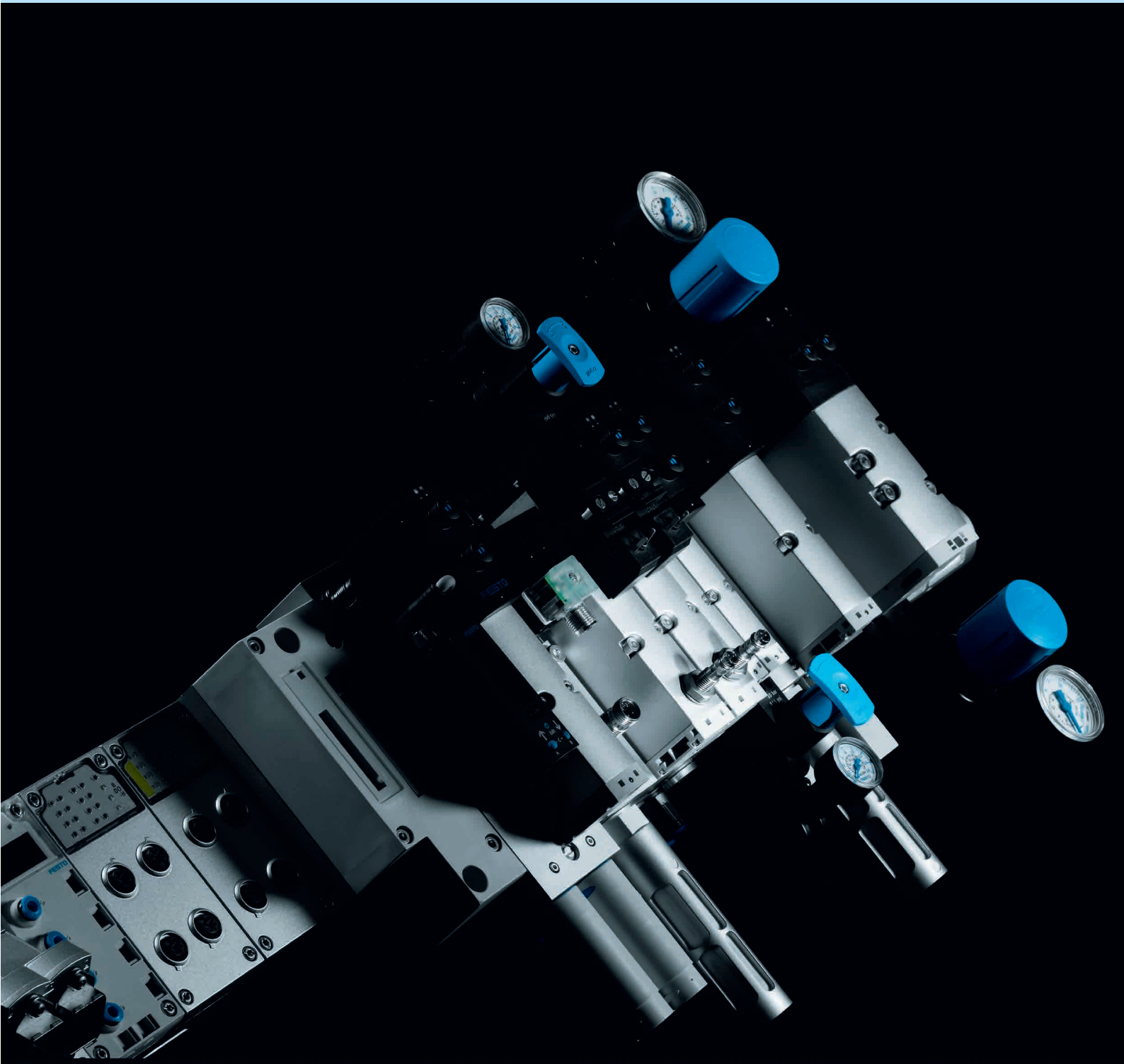
Ob ein Bauteil Sicherheitsbauteil ist oder nicht, definiert die Maschinenrichtlinie 2006 / 42 / EG. Es hängt davon ab, wie es in Verkehr gebracht wird. Der Begriff Sicherheitsbauteil sagt generell nichts über das Sicherheitsniveau oder die Zuverlässigkeit eines Bauteils aus. Die EG-Maschinenrichtlinie schreibt auch nicht den Einsatz von Sicherheitsbauteilen vor. Die Maschinenrichtlinie beschreibt lediglich das Konformitätsbewertungsverfahren für Bauteile, welche der Definition für Sicherheitsbauteile entsprechen. Hersteller von Sicherheitsbauteilen müssen das Konformitätsbewertungsverfahren einhalten, um Sicherheitsbauteile im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr bringen zu dürfen. Der Anwender kann für Sicherheitsfunktionen entweder Sicherheitsbauteile oder Standardbauteile, die eine Eignung für den Einsatz in sicherheitsbezogenen Anwendungen haben, verwenden.

Worin liegt der Unterschied zwischen einem Sicherheitsbauteil und einem Sicherheitsbezogenen Teil einer Steuerung (SRP/CS)?

- Ein Sicherheitsbauteil wird durch seinen Hersteller bezüglich seiner Sicherheitsfunktion bewertet. Außerdem stellt der Hersteller für ein Sicherheitsbauteil Kennwerte zur Verfügung: Performance Level (PL), Sicherheits-Integritätslevel (SIL), durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde (PFH_D), Kategorie (Kat.), Diagnose Deckungsgrad (DC), Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF), ...
- Für ein Standardbauteil, welches für sicherheitsbezogene Anwendungen geeignet ist, stellt der Hersteller Kennwerte zur Verfügung: B_{10}-Werte, bewährtes Bauteil, Einhaltung grundlegender und bewährter Sicherheitsprinzipien, gegebenenfalls Fehlerausschlüsse.

Beispiele von Sicherheitsbauteilen

- Lichtvorhang
- Sicherheitstürschalter
- Not-Halt-Befehlsgerät
- Sicherheitsrelais
- Druckaufbau- und Entlüftungsventil MSx-SV-...
- Steuerblock VOFA-...
- Zweihand-Steuerblock ZSB-...
- Eingangsmodul CPX-F8DE-P
- Ausgangsmodul CPX-FVDA-P2
- Sicherheitsmodul CAMC-G-...
- ...



02 Ihr Weg zur sicheren Anlage – Prozessindustrie

Ihr Weg zur sicheren Anlage

Ihr Ziel ist es, die Gefahren, die von Ihrer Anlage für Menschen, Umwelt und Sachwerte ausgehen, auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Unsere Lösungen für die Prozessindustrie können dazu einen entscheidenden Beitrag leisten.

Inhalt

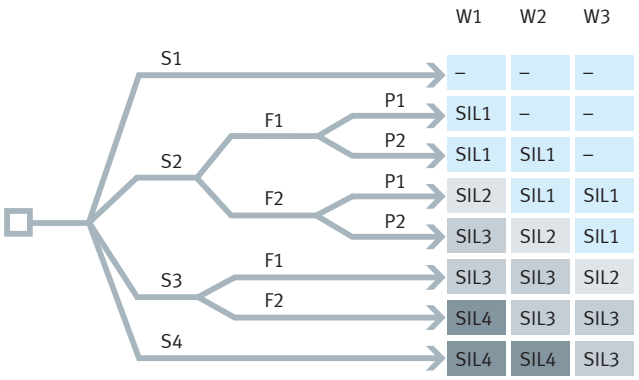
SIL – Safety Integrity Level 46
SIL konkret 47
Redundante Ansteuerungen
für sicherheitsgerichtete Anwendungen 49
Lösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen 52

SIL – Safety Integrity Level

Sicherheitseinrichtungen in prozesstechnischen Anlagen sollen die Gefahren, die von der Anlage für Menschen, Umwelt und Sachwerte ausgehen, auf ein möglichst geringes, akzeptables Maß reduzieren.
Je nach Gefahrenpotential wird die Anlage in ein Safety-Integrity-Level (von SIL1 bis SIL4) eingestuft.
SIL1 bedeutet hierbei das geringste Risiko und SIL4 das höchste anzunehmende Risiko mit katastrophalen Auswirkungen.

Grundsätzlich gilt: Je gefährlicher die Anlage, desto zuverlässiger müssen die Sicherheitseinrichtungen im Bedarfsfall funktionieren. Ist eine Anlage in ein SIL-Level eingestuft, müssen bestimmte Installationsprinzipien wie z. B. redundante Auslegung eingehalten werden. Damit lässt sich das Risiko bei einer Fehlfunktion der Sicherheitseinrichtung weitestgehend reduzieren.

SIL (Safety Integrity Level)



Vier diskrete Stufen (SIL1 bis SIL4). Je höher der SIL eines sicherheitsbezogenen Systems, desto geringer die Wahrscheinlichkeit, dass das System die geforderten Sicherheitsfunktionen nicht ausführen kann.

S	Schadensausmaß	
	S1	leichte Verletzung einer Person
	S2	schwere Verletzung mehrerer Personen bis hin zum Tod einer Person
	S3	Tod mehrerer Personen
	S4	katastrophale Auswirkungen mit vielen Toten
F	Aufenthaltswahrscheinlichkeit	
	F1	selten bis etwas öfter
	F2	häufig bis andauernd
P	Gefahrenabwehr/Vermeidung	
	P1	möglich unter bestimmten Bedingungen
	P2	kaum möglich
W	Eintrittswahrscheinlichkeit	
	W1	relativ hoch
	W2	gering
	W3	sehr gering

SIL konkret

Die Normen:
Für die funktionale Sicherheit ist die IEC 61508 „Funktionale Sicherheit elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme“ die Basisnorm. IEC 61511 mit dem Titel: „Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie“ gilt für die Prozessautomation.

SIL certified according IEC 61508

Die IEC 61508 beschreibt die Art der Risikobewertung mit Hilfe des Risikographs und die Maßnahmen zur Auslegung entsprechender Sicherheitsfunktionen von Sensoren und Logikverarbeitung bis hin zum Aktor.
Üblicherweise besteht ein Sicherheitskreis, genannt SIS – Safety Instrumented System aus folgenden Komponenten:

- Sensorik, z. B. Druck-, Temperatur-, Füllstandmesser
- Auswerte- und Ausgabeeinheit, z. B. Sicherheits-SPS
- Automatisierte Armatur bestehend aus Magnetventil, Antrieb und Armatur

Die IEC 61511 beschreibt die spezifische Umsetzung der IEC 61508 für die Prozessindustrie. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf Anwendungen mit niedriger Anforderungsrate, dem sogenannten Low Demand Mode. Dieser stellt in Verfahrenstechnischen Anlagen den überwiegenden Teil der Sicherheitsfunktionen dar.

Wichtig zu wissen
Die Anforderung an die Ausfallwahrscheinlichkeit nach IEC 61508 bezieht sich immer auf eine komplette Schutzeinrichtung und nicht auf einzelne Komponenten. Eine Komponente kann deshalb für sich genommen kein SIL-Level haben, sondern nur das gesamte sicherheitsgerichtete System (SIS – Safety Instrumented System).

Relevante Kennwerte für die SIL-Kalkulation

- **PFD (Probability of Failure on Demand)**
  Versagenswahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion bei niedriger Anforderungsrate (≤ 1 Anforderungen / Jahr) Low Demand

- **PFH (Probability of Failure per Hour)**
  Versagenswahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion bei kontinuierlicher Nutzung (› 1 Anforderungen/Jahr) High Demand

- **SFF (Safe Failure Fraction)**
  Anteil sicherer Fehler an der Gesamtfehleranzahl

- **HFT (Hardware Failure Tolerance)**
  Fähigkeit, eine geforderte Funktion bei Fehlern und Abweichungen weiter auszuführen
  HFT0: Ein einzelner Fehler kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen, z. B. 1oo1 Verschaltungen
  HFT1: Mindestens zwei Fehler müssen gleichzeitig auftreten, um einen Sicherheitsverlust zu verursachen, z. B. 1oo2 Verschaltungen
  HFT2: Mindestens drei Fehler müssen gleichzeitig auftreten, um einen Sicherheitsverlust zu verursachen, z. B. 1oo3 Verschaltungen

- **λ (Ausfallraten)**
  λ_S : Gesamtausfallrate für sichere Ausfälle
  λ_{SD}: Ausfallrate für sichere, erkennbare Ausfälle
  λ_{SU}: Ausfallrate für sichere, unerkennbare Ausfälle
  λ_D: Gesamtausfallrate für gefährliche Ausfälle
  λ_{DD}: Ausfallrate für gefährliche, erkennbare Ausfälle
  λ_{DU}: Ausfallrate für gefährliche, unerkennbare Ausfälle

- **MTBF (Mean time between failure)**
  Mittlere Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fehlern

- **Gerätetyp A**
  Gerät, bei dem das Ausfallverhalten aller eingesetzten Bauteile und das Fehlerverhalten ausreichend bestimmt ist, z. B. durch Betriebsbewährung.

- **Gerätetyp B**
  Gerät, bei dem das Ausfallverhalten mindestens eines eingesetzten Bauteils und das Verhalten im Fehlerfall nicht ausreichend genug bestimmt ist.

SIL konkret

Übliche Verteilung des PFD/PFH auf die Teilsysteme einer Sicherheitsfunktion bei einkanaligen Systemen

Sensor ≥ 35 %		Logik ≥ 15 %		Aktor ≥ 50 %	
PFD/PFH	λ_{SD}	PFD/PFH	λ_{SD}	PFD/PFH	λ_{SD}
SFF	λ_{SU}	SFF	λ_{SU}	SFF	λ_{SU}
HFT	λ_{DD}	HFT	λ_{DD}	HFT	λ_{DD}
MTBF	λ_{DU}	MTBF	λ_{DU}	MTBF	λ_{DU}
$SIL_{erforderlich}$ (SIL_r)					
$PFD_{gesamt}/PFH_{gesamt}$					

vom Hersteller angegeben
vom Anlagenbetreiber zu ermitteln

Was bedeutet SIL für den Betreiber?
Errichter und Betreiber einer Anlage, von der ein Gefährdungspotential für Mitarbeiter, Anwohner oder die Umwelt ausgeht, müssen das Risiko, das im Fehlerfall vom Prozess ausgeht, minimieren.

Dafür schreiben sowohl IEC 61508 als auch IEC 61511 im Wesentlichen folgende Schritte vor:

1. Risikodefinition und -bewertung
nach detaillierten Versagenswahrscheinlichkeiten vom Sensor über die Steuerung bis zum Aktor über die gesamte Lebensdauer der Komponenten.

2. Festlegung und Umsetzung der Maßnahmen
zur Restrisikominimierung.

3. Einsatz geeigneter Geräte
(bewertet oder zertifiziert)

4. Wiederkehrende Prüfung
der korrekten Einhaltung der Sicherheitsfunktionen.

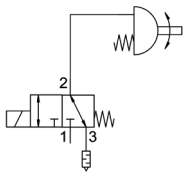
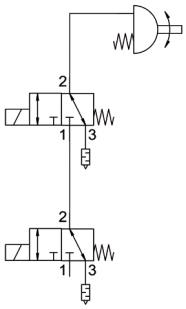
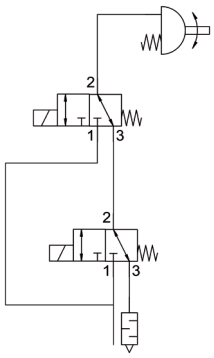
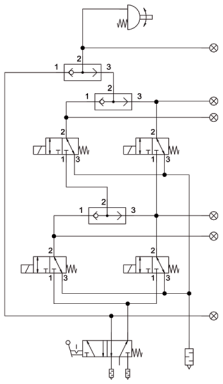
Ziel: SIL ≥ SIL_r

SIL-Level	High Demand Mode [1/h]	Max. akzeptabler Ausfall des Sicherheitssystems	Gerätetyp A, Safe Failure Fraction (SFF) ‹ 60 %	60…90 %	90…99 %	› 99 %	Gerätetyp B, Safe Failure Fraction (SFF) ‹ 60 %	60…90 %	90…99 %	› 99 %	Low Demand Mode	Max. akzeptabler Ausfall des Sicherheitssystems
	$10^{-5} \le PFH < 10^{-4}$	ein Risikoausfall alle 10.000 Stunden										
1	$3x10^{-6} \le PFH < 10^{-5}$	ein Risikoausfall alle 1.250 Tage	HFT 0				HFT 1	HFT 0			$10^{-2} \le PFD < 10^{-1}$	einmal in 10 Jahren
	$10^{-6} \le PFH < 3x10^{-6}$	ein Risikoausfall alle 115,74 Jahre										
2	$10^{-7} \le PFH < 10^{-6}$	ein Risikoausfall alle 115,74 Jahre	HFT 1	HFT 0			HFT 2	HFT 1	HFT 0		$10^{-3} \le PFD < 10^{-2}$	einmal in 100 Jahren
3	$10^{-8} \le PFH < 10^{-7}$	ein Risikoausfall alle 1.157,41 Jahre	HFT 2	HFT 1	HFT 0	HFT 0		HFT 2	HFT 1	HFT 0	$10^{-4} \le PFD < 10^{-3}$	einmal in 1.000 Jahren
4	$10^{-9} \le PFH < 10^{-8}$	ein Risikoausfall alle 11.574,1 Jahre		HFT 2	HFT 1	HFT 1			HFT 2	HFT 1	$10^{-5} \le PFD < 10^{-4}$	einmal in 10.000 Jahren
					HFT 2	HFT 2				HFT 2		

Redundante Ansteuerungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

Prozesssicherheit und Verfügbarkeit stehen bei der Verwendung von Redundanzen immer im Vordergrund. Gängige Sicherheitsschaltungen in der Verfahrenstechnik sind 1oo2 (One out of Two), 2oo2 (Two out of Two) und 2oo3 (Two out of Three). Diese finden Anwendung in der Förderung und Verarbeitung von hochwertigen und gefährlichen Stoffen wie Erdöl, Erdgas, Chemikalien ...

Die Funktionen im Schaltbild

1oo1 (One out of One)	1oo2 (One out of Two)	2oo2 (Two out of Two)	2oo3 (Two out of Three)
			
Ein einzelner Fehler kann zum Sicherheitsverlust führen.	**Sicherheit** Wird ein Fehler eines Ventils erkannt, entlüftet das Gesamtsystem. Dies führt zu einem Sicherheitsverlust, die Anlage fährt in Sicherheitsstellung.	**Verfügbarkeit** Erst bei Ausfall beider Ventile ist die Funktion nicht mehr gewährleistet und führt zu einem Sicherheits-verlust.	**Sicherheit und Verfügbarkeit** Mindestens drei Fehler müssen gleichzeitig auftreten, um einen Sicherheitsverlust zu verursachen.

Um bei Ausfall eines Ventils die Redundanz zur Verfügung zu stellen, sind die oben genannten Systeme in sicherheits- oder prozesskritischen Anlagen installiert. Durch die kompakte Bauweise reduzieren sie den Aufwand für die Verrohrung und verringern zugleich mögliche Leckagen in Ihrem System. Dies spart Kosten bei Montage und Betrieb der Anlage.

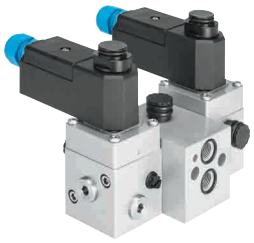
Redundante Ansteuerungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

In der Feldebene meist verbreitete redundante Systeme

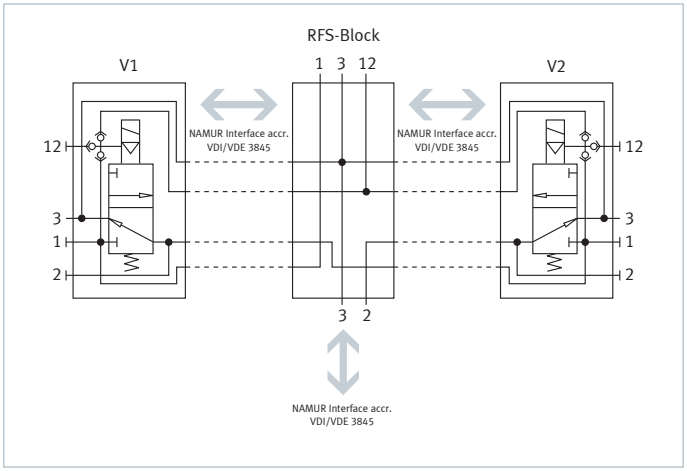
Sicherheit (1oo2)
Bei der erhöhten Sicherheit (1oo2) werden zwei Ventile in Reihe geschaltet. Diese befinden sich während des Betriebs im bestromten Zustand. Sollte ein Ventil oder Magnet im Betrieb ausfallen, wird das Gesamtsystem entlüftet, um die Anlage vor Folgeschäden zu schützen. Förderleitungen von Medien erfordern häufig diese erhöhte Sicherheit.

Verfügbarkeit (2oo2)
Bei der erhöhten Verfügbarkeit (2oo2) werden zwei Ventile parallel geschaltet. Diese befinden sich während des Betriebs im bestromten Zustand. Sollte ein Ventil oder Magnet im Betrieb ausfallen, bleibt die Anlage weiterhin aktiv und das Gesamtsystem arbeitet weiter. Kühlkreisläufe z. B. benötigen diese erhöhte Verfügbarkeit.

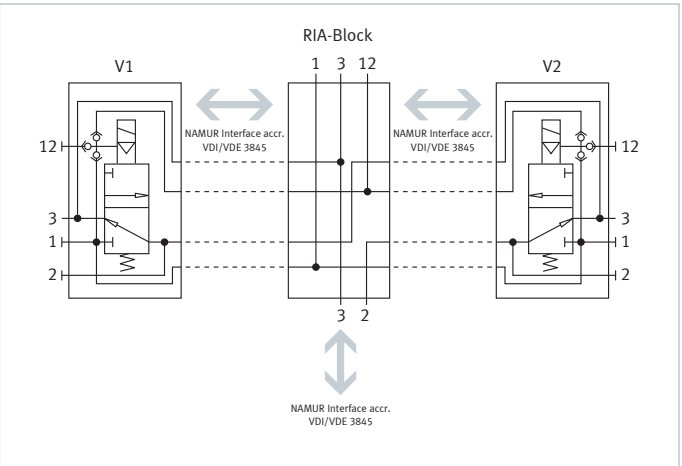
Redundanter NAMUR-Block (1oo2 und 2oo2)



- Der NAMUR-Block ermöglicht die Installation von zwei Magnetventilen VOFC oder VOFD. Durch die NAMUR-Schnittstellen wird eine einfach zu realisierende Redundanz möglich. Die Vorteile: geringe Lagerhaltungskosten und einfacher Austausch der Magnetventile.
- Beide Magnetventile sind redundant verschaltet und stellen bei automatisierten Armaturen eine redundante Funktion sicher. Die Blöcke sind in Fail-Safe-Funktion (1oo2) oder mit erhöhter Verfügbarkeit (2oo2) erhältlich
- Der NAMUR-Block kann über die standardisierte Schnittstelle direkt auf Schwenkantriebe montiert werden. Auch eine separate Installation mit zugehöriger Verrohrung ist möglich.
- Mit dem zusätzlichen Hilfsenergieanschluss kann der NAMUR-Block auch mit vorgesteuerten Magnetventilen an Antrieben mit Stellungsreglern bei 1oo2 zusätzlich für Fail-Safe-Funktionen eingesetzt werden.
- Hohe Flexibilität durch die verfügbaren Zündschutzarten und globalen Zulassungen der Magnetspulen.
- Verfügbar mit Anschlüssen G- und NPT.



Redundant Fail Safe – 1oo2



Redundant Increased Availability – 2oo2

	Redundanzblock			Passendes Grundventil		
Lösung	**Typ**	**Pneumatischer Anschluss**	**Teile-Nr.**	**Typ**	**Pneumatischer Anschluss**	**Teile-Nr.**
1oo2*	VABS-S7-RB-B-G14-V14-A	G1/4, NAMUR	3580505	VOFC-LT-M32C-M-FG14-F19	G1/4, NAMUR	4514738
				VOFC-LT-M32C-M-FG14-F19A (eigensicher)	G1/4, NAMUR	4514739
	VABS-S7-RB-B-N14-V14-A	1/4NPT, NAMUR	4727331	VOFC-L-M32C-M-FN14-F19	1/4NPT, NAMUR	3344863
				VOFC-L-M32C-M-FN14-F19A (eigensicher)	1/4NPT, NAMUR	3344863
2oo2*	VABS-S7-RB-B-G14-V14-A-2oo2-CS	G1/4, NAMUR erweitert	–	VOFC-LT-M32C-M-FG14-F19	G1/4, NAMUR	4514738
				VOFC-LT-M32C-M-FG14-F19A (eigensicher)	G1/4, NAMUR	4514739

* Weitere (Anschluss)-Varianten / -Kombinationen auf Anfrage.

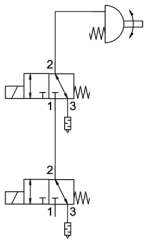
Passende Magnete VACC-...
→ Siehe Katalog (VOFC)

Redundante INLINE-Ventile (1oo2 und 2oo2)

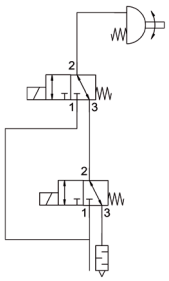
Bei diesen kompakten Systemen greift Festo auf die betriebsbewährte Technik (proof-in-use) der Ventile VOFD zurück und vereint diese in einem Gehäuse. Durch die Ematal-Beschichtung erhalten Sie ein Ventil, das den höchsten Sicherheitsstandards in der Verfahrenstechnik gerecht wird und den härtesten Umgebungsbedingungen standhält.
Verfügbare Zündschutzarten:
Ex me, Ex d.

- Einfaches Ersetzen von Einzelventilinstallationen.
- Das Ventil ist redundant verschaltet und stellt bei automatisierten Armaturen eine redundante Fail-Safe-Funktion (1oo2) oder eine erhöhte Verfügbarkeit (2oo2) sicher.
- Hohe Flexibilität durch die verfügbaren Zündschutzarten und globalen Zulassungen der Magnetspulen.
- Kompaktes und robustes Gehäuse für Installationen in rauen Umgebungsbedingungen.
- Verfügbar mit Anschlüssen G- und NPT.

1oo2 (One out of Two)



2oo2 (Two out of Two)

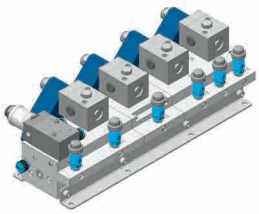


Redundante Inline-Ventile			
Lösung	**Typ**	**Pneumatischer Anschluss**	**Teile-Nr.**
1oo2*	VOFD-L50T-M32-MN-N14N12-F10-RC-A1oo2-CS	1/4NPT	11917129
2oo2*	VOFD-L50T-M32-MN-N14N12-F10-RC-A2oo2-CS	1/4NPT	11917129

* Weitere (Anschluss)-Varianten / -Kombinationen auf Anfrage.

Passende Magnete VACC-...
→ Siehe Katalog (VOFD)

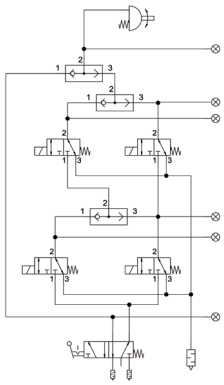
Sicherheit und Verfügbarkeit Inline/Namur (2oo3)



Für maximale Sicherheit und Verfügbarkeit zugleich gibt es eine Kombination. Dieses sogenannte 2oo3-System vereint beide Technologien und wird höchsten Ansprüchen an eine Anlage gerecht. Der Block ist eine Inline-Variante und wird in Ihrer Anlage verrohrt. Die verbauten Standardventile sind über die NAMUR-Schnittstelle auf dem Block montiert. Dies bietet die Möglichkeit einer diversitären Auslegung. Des Weiteren wird ein einfacher Austausch einzelner Ventile ermöglicht. Zusätzlich kann man beim 2oo3-System die Funktionen der vier Ventile durch einen Bypass umgehen. Dieser ist mit einem Schlüssel entriegelbar, so dass die Wartung im laufenden Betrieb erledigt werden kann.

Die direkt am Ventilblock montierten mechanischen Druckanzeigen oder Manometer signalisieren immer zuverlässig auf einen Blick, ob an einem Ventil Druck ansteht. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die mechanischen Anzeigen durch elektronische Drucksensoren zu ersetzen, um den Zustand im Leitsystem wieder zu geben.

2oo3 (Two out of Three)



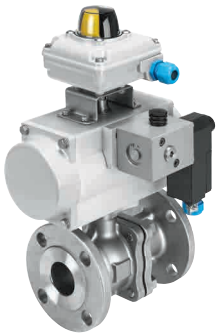
Inline-Redundanzblock mit NAMUR Ventilen			
Lösung	**Typ**	**Pneumatischer Anschluss**	**Teile-Nr.**
2oo3*	VOFC-L-M32/52-CS	G1/4	11917129

* Weitere (Anschluss)-Varianten / -Kombinationen auf Anfrage.

Passende Magnete VACC-...
→ Siehe Katalog (VOFC)

Lösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

1. Antriebseinheiten von Festo – ready-to-install



Ob einfach- oder doppeltwirkend: Komplette Antriebseinheiten sparen Zeit und Kosten für Sie. Ihre einbaufertige und geprüfte Antriebseinheit erstellen wir Ihnen ganz nach Ihren Wünschen – auch für sicherheitsgerichtete Systeme. Hier setzen wir automatisierte Prozessventile auf Basis zertifizierter Komponenten mit entsprechender SIL-Herstellererklärung ein.

- Fertig montiert nach Ihren Vorgaben
- Kosten- und Zeitersparnis
- Ready-to-install
- SIL- oder ATEX-Bewertung der Antriebseinheiten mit entsprechender Herstellerklärung möglich
- Ausführungen für Tieftemperaturen

2. Panel- und Schaltschrank-lösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

Verrohrte pneumatische Steuerungen

Festo bietet Ihnen ein breites Spektrum an pneumatischen Steuerungen. Unser Angebot mfasst sämtliche Wertschöpfungsstufen, von der ersten Planung über das Engineering bis hin zur Montage, Prüfung und Auslieferung des einbaufertigen Panels.

Schaltschränke für die Prozessindustrie

Schaltschranklösungen nach Ihren Spezifikationen und Anforderungen schützen die eingesetzten Komponenten gegen äußere Einflüsse, Flüssigkeiten und Fremdkörper. Wählen Sie, ob Schläuche oder verrohrte Verbindungen für Ihre Zwecke besser sind.

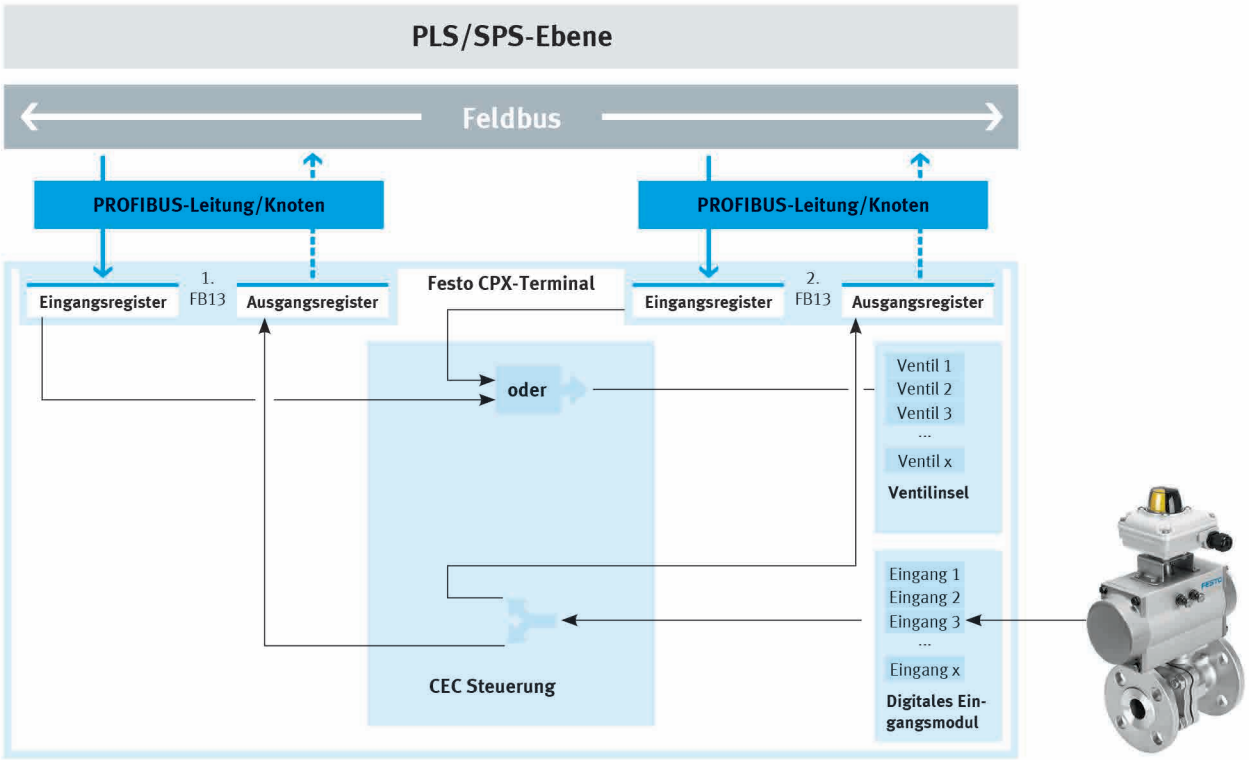
Gleich, ob mit pneumatischen, elektrischen oder elektropneumatischen Komponenten: Sie erhalten den Schaltschrank ganz nach Ihren Wünschen. Auf Wunsch unterziehen wir den kompletten Schrank einer SIL-Betrachtung. Für den Ex-Schutz fertigen wir auch Schaltschränke in Ausführung 2GD oder 3GD mit internationalen Zulassungen und nach nordamerikanischem NEC Standard.

3. Gängige Lösungen für Batch-Prozesse

3.1 PROFIBUS-Redundanz

Um die Sicherheit zwischen Leitsystem (DCS) und Remote I/O zu erhöhen, verfügt Festo über eine redundante PROFIBUS-Lösung. Sollte eine PROFIBUS-Leitung entfernt werden oder der Profibus Knoten defekt sein, übernimmt hier die zweite PROFIBUS-Leitung/Knoten die Aufgaben. Diese sendet und empfängt zuverlässig die Protokolle aus dem Leitsystem.

Zusätzlicher Vorteil:
Sie können sich vor Ort direkt über einen Controller mit Ethernet-Schnittstelle auf die Remote I/O aufschalten und die Parametrierung vornehmen oder zusätzliche Abläufe implementieren. Die bewährte Technologie der CPX-P übernimmt mit ihren Eingangsmodulen zum Anschließen von NAMUR-Sensoren die Aufgaben der Steuerungsebene zuverlässig. Das modular aufgebaute Terminal CPX ist zusammen mit der nach SIL2 bewerteten Ventilinsel MPA eine kompakte Alternative.

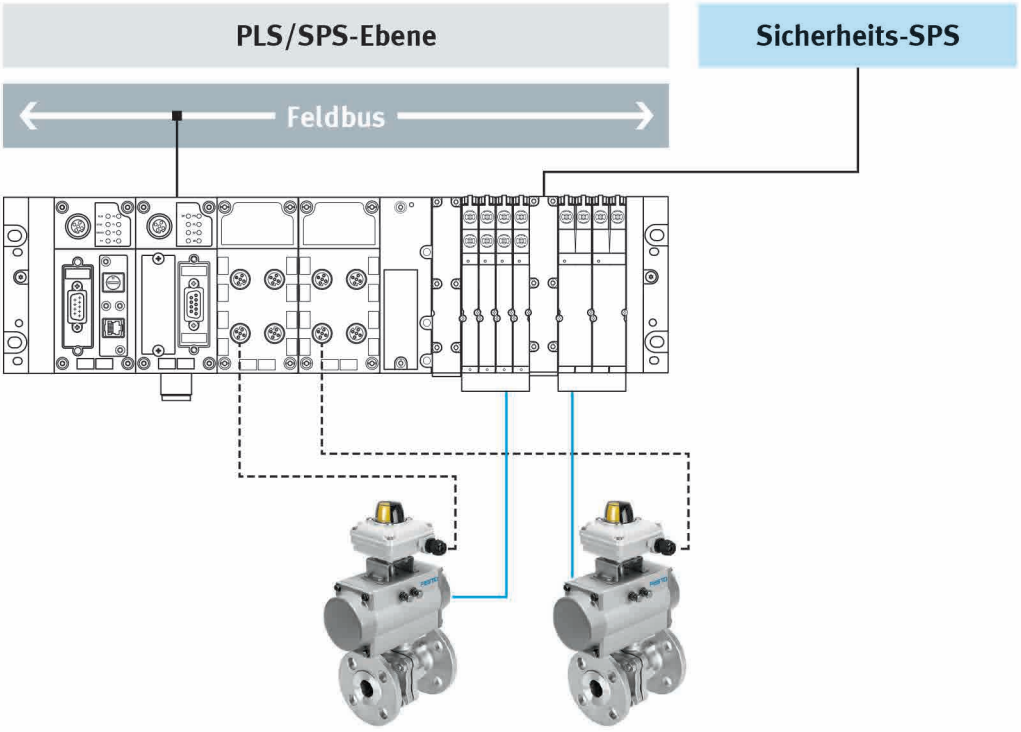


Lösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

3.2.1 CPX / MPA mit Sicherheits-SPS

Ventilinsel mit integrierter Sicherheitsabschaltung zur Ansteuerung separater Aktoren.

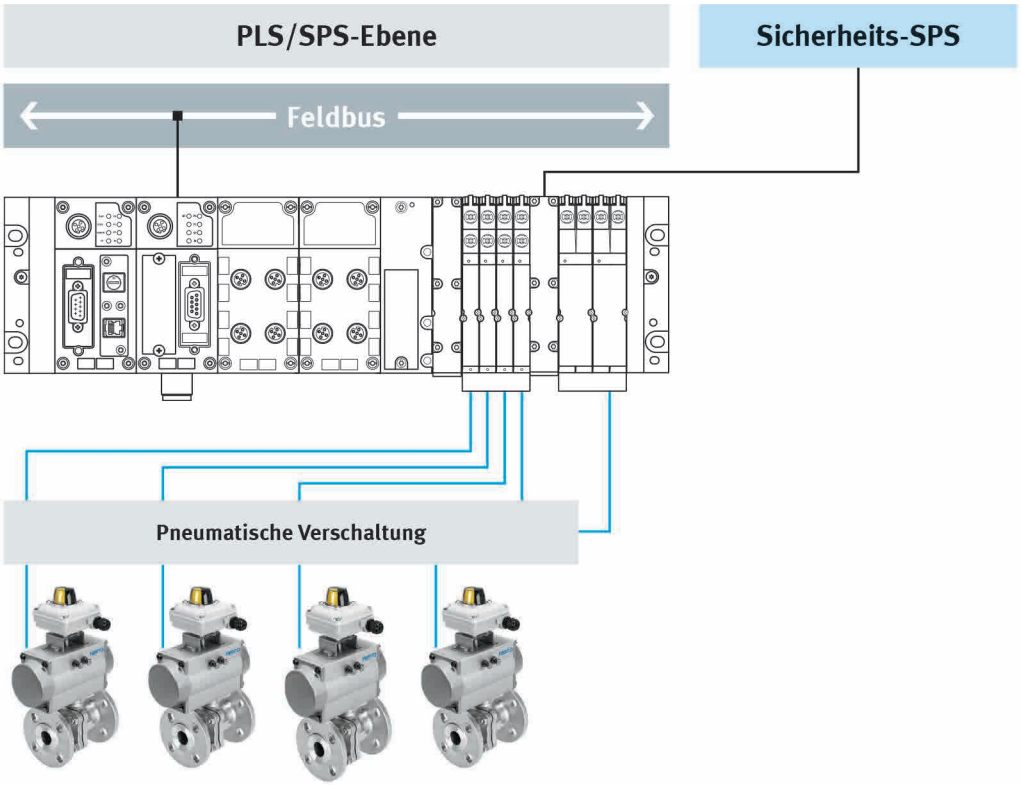
Im Betriebsmodus wird die Ventilinsel über einen Feldbus angesteuert und schaltet Aktoren im Prozess. Zusätzlich verfügt die Ventilinsel über eine separate Einspeisung der Sicherheits-SPS, die die Ventile auf der Ventilinsel für die Sicherheitsabschaltung ansteuert. Die Aktoren für den Betriebsmodus und die Aktoren für die Sicherheitsabschaltung sind in Reihe angeordnet. Diese Lösung ist für SIL 2-Kreise geeignet. Um das Sicherheitslevel zu erhöhen gibt es zudem die Möglichkeit die Ventile redundant zu verschalten.



3.2.2 CPX / MPA mit Sicherheits-SPS

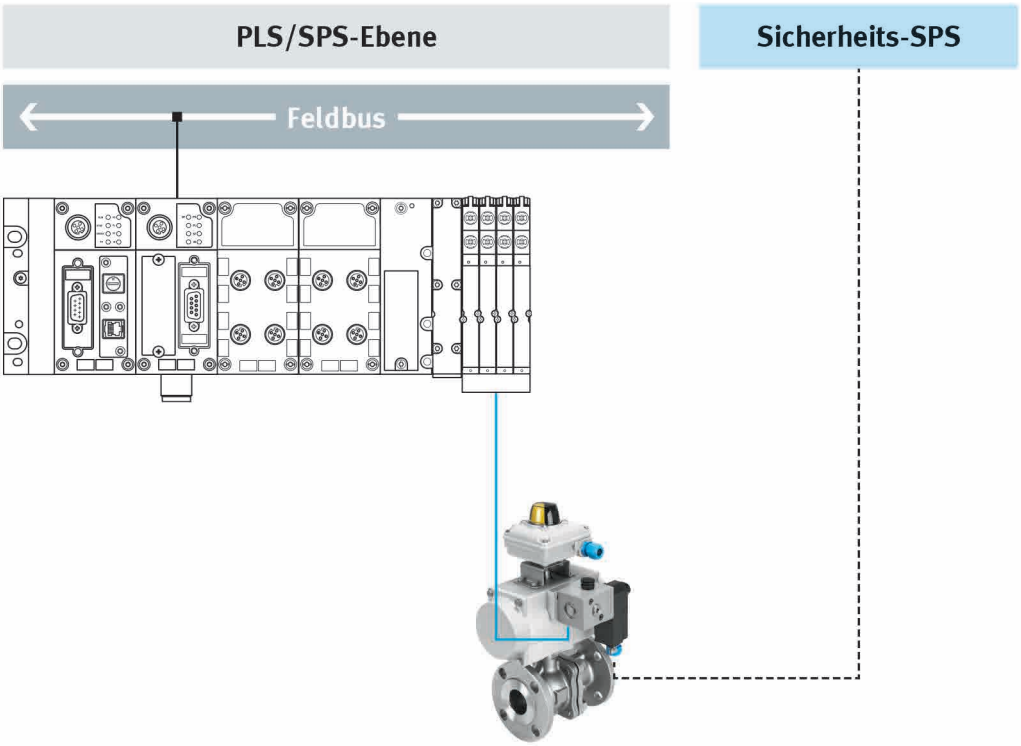
Ventilinsel mit integrierter Sicherheitsabschaltung zur Ansteuerung von Aktoren für Betriebs- und Sicherheitsmodus.

Im Betriebsmodus wird die Ventilinsel über einen Feldbus angesteuert und schaltet Aktoren im Prozess. Zusätzlich verfügt die Ventilinsel über eine separate Einspeisung der Sicherheits-SPS, die die Ventile auf der Ventilinsel für die Sicherheitsabschaltung ansteuert. Hierüber werden dieselben Aktoren angesteuert, um den Prozess sicher abzuschalten. Diese Lösung ist für SIL 2-Kreise geeignet. Um das Sicherheitslevel zu erhöhen, gibt es die Möglichkeit, die Ventile redundant zu verschalten.



3.3 VOFC/D als Sicherheitsventil
Ventilinsel plus Einzelventil zur Sicherheitsabschaltung.

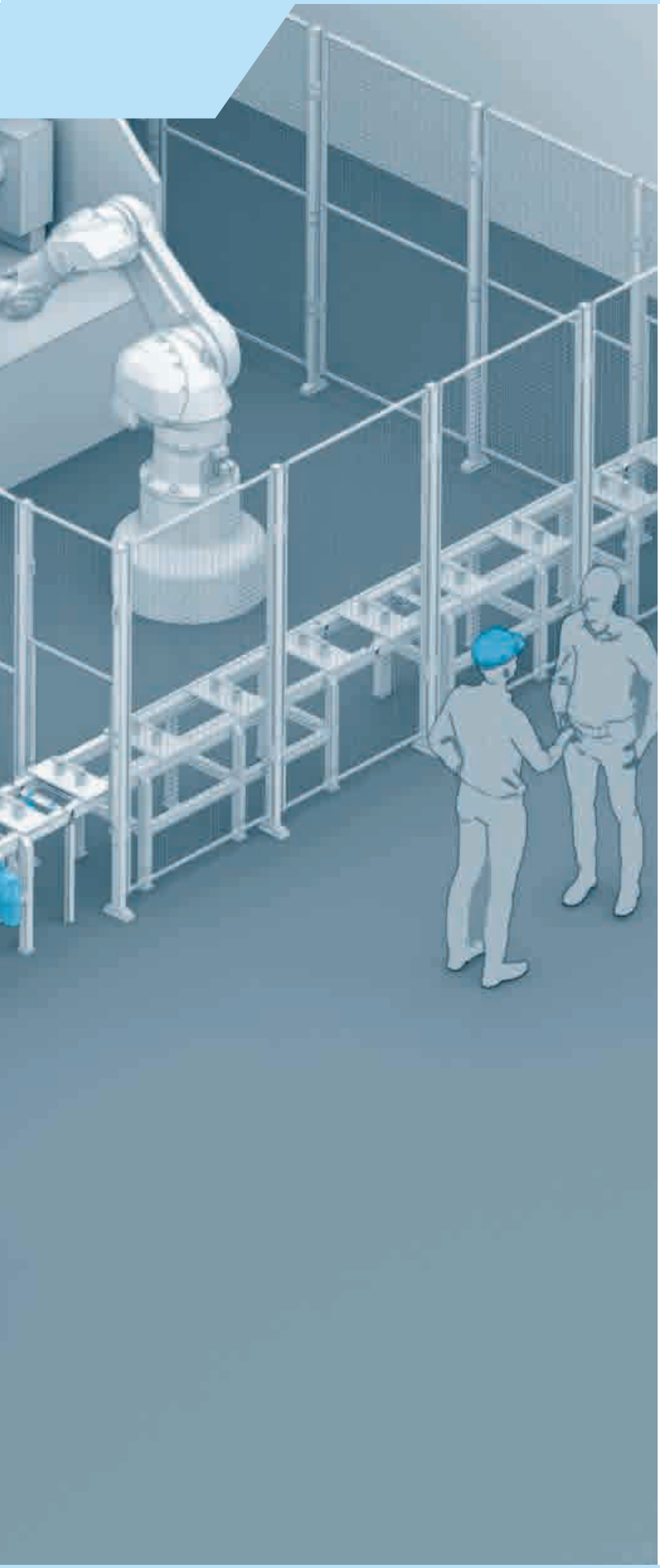
Der Betriebsmodus wird über den Feldbus und die Ventilinsel gesteuert und hierüber Aktoren im Feld geschaltet. Das auf demselben Aktor montierte, zertifizierte Einzelventil wird direkt über die Sicherheits-SPS angesteuert und schaltet im Bedarfsfall sicher ab. Diese Ventile sind in Sicherheitsgerichteten Kreisen bis zu einem SIL3-Level einsetzbar.



03 Von der Anforderung zur Umsetzung

Ihr Weg zur sicheren Maschine

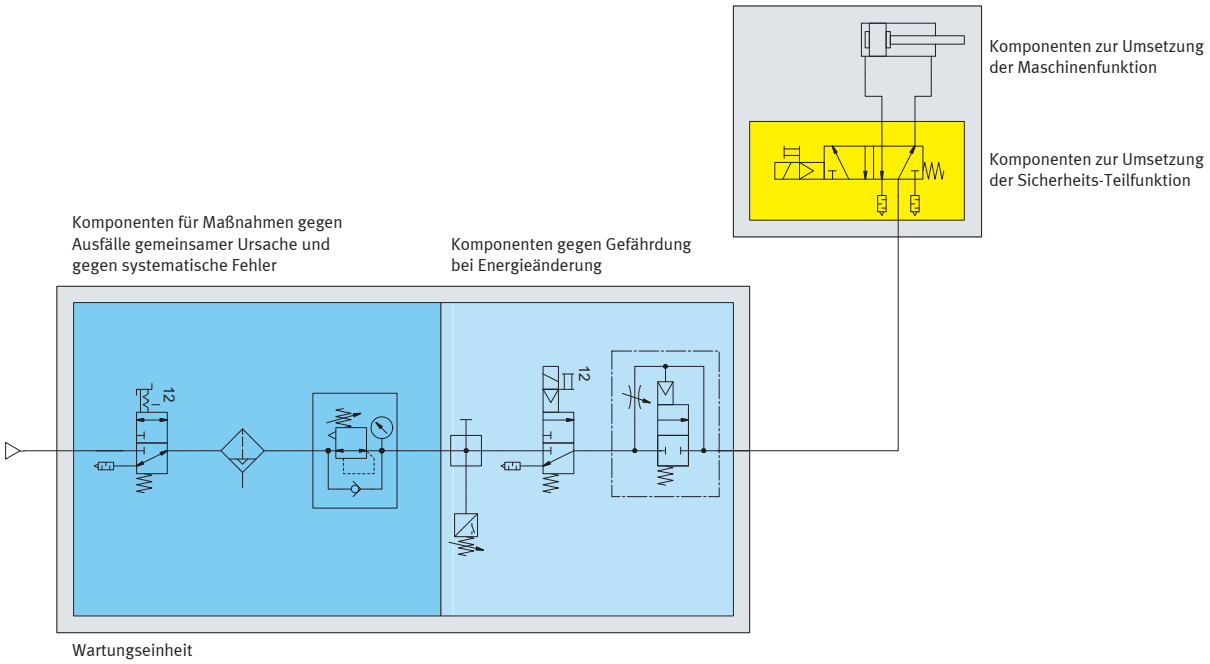
Mit pneumatischen und elektrischen Grundschaltungen für Sicherheits-Teilfunktionen sowie Anwendungsbeispielen helfen wir Ihnen bei Ihrer Lösungsfindung.



Inhalt

Systematische Schaltungsentwicklung für Sicherheits-Teilfunktionen ... 58
Grundschaltungen für Sicherheits-Teilfunktionen ... 59
Beispielschaltung Spannvorrichtung für Werkstücke ... 63
Beispielschaltung mit begrenzter Geschwindigkeit und Stillsetzen der Bewegung ... 64
Beispielschaltung Vertikalachse mit begrenzter Kraft und Stillsetzen der Bewegung ... 65
Beispielschaltung für Stillsetzen der Bewegung mit SSC ... 66
Beispielschaltung für Stillsetzen der Bewegung mit SSC und SSB ... 67
Wartungseinheit für Sicherheitsschaltungen ... 68
Wartungseinheit für pneumatische und funktionale Sicherheit ... 70
Anwendungsbeispiele ... 72
Nicht mehr programmieren – nur noch parametrieren ... 73

Systematische Schaltungsentwicklung für Sicherheits-Teilfunktionen



Folgende Punkte zeigen ein bewährtes Vorgehen beim Entwurf von pneumatischen Schaltungen mit integrierten Sicherheits-Teilfunktionen und deren zielgerichteten Auswahl und Dimensionierung_

1. **Komponenten für die eigentliche Maschinenfunktion auswählen**
   Geeignete Komponenten zur Ausführung der erforderlichen Maschinenfunktion ermitteln, z. B. um ein Werkstück zu bewegen oder zu spannen.
2. **Komponenten für die Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktion auswählen**
   Bei der Entwicklung des Sicherheitskonzepts wird festgelegt, welche Sicherheits-Teilfunktion für die Maschine erforderlich ist und welche Sicherheitsanforderungen damit erfüllt werden müssen. Für die Umsetzung sind die dafür notwendigen Komponenten so auszuwählen und zu dimensionieren, dass die bestehenden Anforderungen erfüllt werden können.
3. **Komponenten gegen Gefährdungen durch Energieänderung auswählen**
   Wird die Druckluftversorgung einer Anlage eingeschaltet, kann schlagartiges Belüften zu Gefährdungen führen.
   Diese Gefährdung kann durch ein Druckaufbauventil reduziert werden.
   Fällt hingegen der Betriebsdruck unter den minimalen Betriebsdruck der verwendeten Komponenten, kann dies zu undefiniertem Verhalten führen.
   Verhindert wird dies durch eine Drucküberwachungsfunktion, die bei Verlassen der zulässigen Grenzwerte einen sicheren Zustand (energiefreier Zustand) herbeiführt.
4. **Komponenten für Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache und gegen systematische Fehler auswählen**
   Die ISO 4414 für pneumatische Sicherheit schreibt neben der ISO 13849 bestimmte Maßnahmen vor. Zu diesen Maßnahmen zählen beispielsweise die Verwendung eines Filters für die Einhaltung der Druckluftqualität, eines Überdruckventils oder Druckreglers für die Einhaltung des zulässigen Druckbereichs und ein manuelles Einschaltventil, um die Druckluftversorgung manuell trennen und die Maschine entlüften zu können.
   Die Anforderungen aus ISO 4414 an eine Wartungseinheit sind auf Seite 72 beschrieben, die Anforderungen wegen Ausfällen gemeinsamer Ursache auf Seite 40.

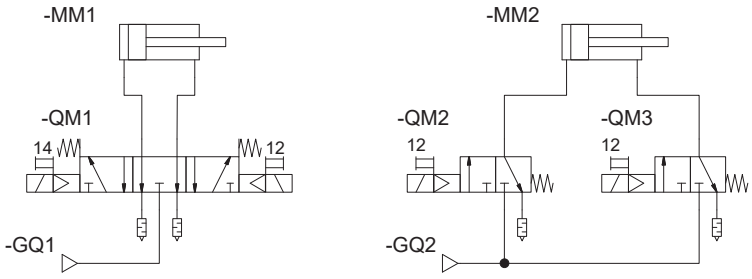
Weiterführende Literatur
- ISO 13849-1 – Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- ISO 13849-2 – Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
- ISO 4414 – Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile
- ISO 14118 – Sicherheit von Maschinen – Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf

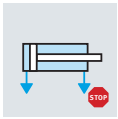
→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

Grundschaltungen für Sicherheits-Teilfunktionen

Die hier gezeigten Schaltungen stellen Grundschaltungen nach VDMA 24584 dar, die eine geeignete Struktur für Kategorie 1 aufweisen. Damit diese Struktur erreicht werden kann, sind die Anforderungen der Kategorie einzuhalten.

STO – Sicher abgeschaltetes Moment (Safe Torque Off)





STO

Komponente	Bezeichnung
QM1	5/3-Wegeventil (Mittelstellung entlüftet)
QM2, QM3	3/2-Wegeventil (NC)

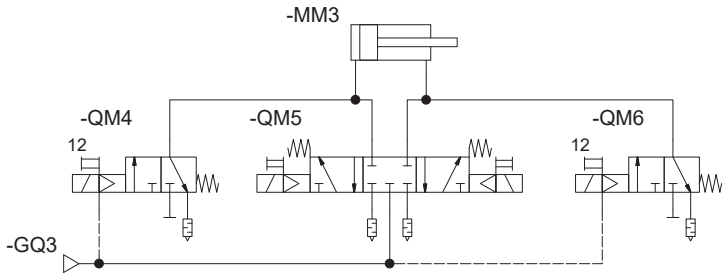
Sicherer Zustand

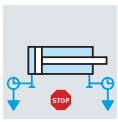
- Der pneumatische Antrieb ist entlüftet und energiefrei.

Application Note

→ 100225

SS1 – Sicherer Stopp 1 (Safe Stop 1)





SS1

Komponente	Bezeichnung
QM5	5/3-Wegeventil (Mittelstellung geschlossen)
QM4, QM6	3/2-Wegeventil (NC)

Sicherer Zustand

- Der pneumatische Antrieb ist entlüftet und energiefrei.

Anmerkungen

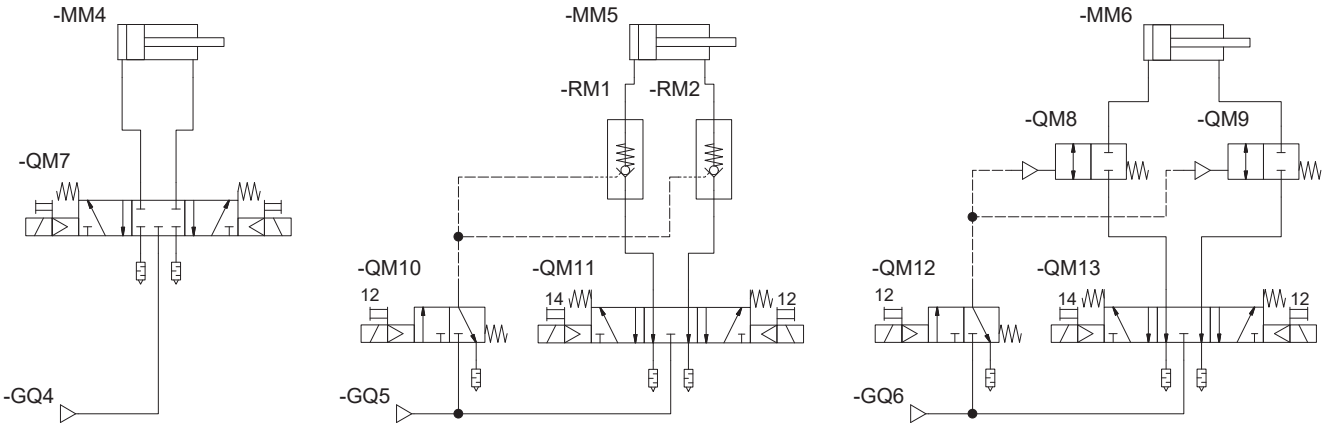
- Mit dieser Schaltung kann die Sicherheits-Teilfunktion SS1-t (Safe Stop 1 mit Zeitsteuerung) nach VDMA 24584 realisiert werden. Das bedeutet, dass die STO-Funktion nach Ablauf einer bestimmten Zeit der Antriebsverzögerung folgt. Dazu muss nach umschalten von QM5 eine definierte Zeit abgewartet werden, bevor QM4 und QM6 in Ruhestellung geschaltet werden.

Application Note

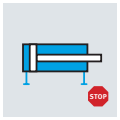
→ 100226

Grundschaltungen für Sicherheits-Teilfunktionen

SSC – Sicheres Anhalten und Absperren (Safe Stopping and Closing)



Komponente	Bezeichnung
QM7	5/3-Wegeventil (Mittelstellung geschlossen)
RM1, RM2	Entsperrbares Rückschlagventil
QM8, QM9	2/2-Wegeventil (NC)
QM10, QM12	3/2-Wegeventil (NC)



SSC

Sicherer Zustand

- Im pneumatischen Antrieb ist Druckluft eingeschlossen, um die zuletzt eingenommene Position zu halten.

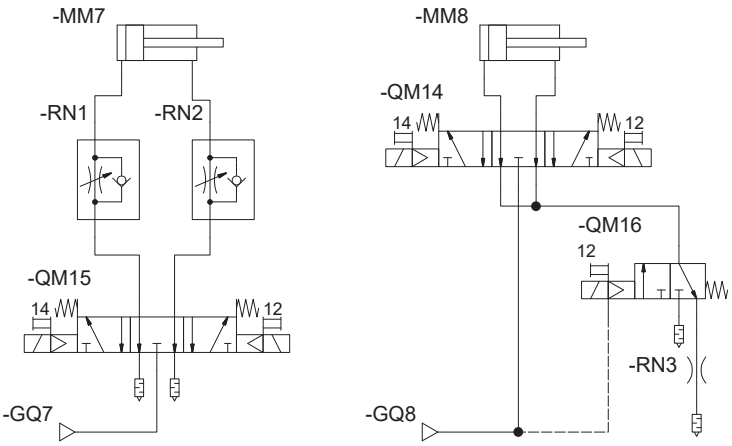
Anmerkungen

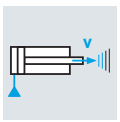
- Leckage kann bei längeren Stillstandzeiten zu einer langsamen Bewegung des Antriebs führen.

Application Note

→ 100231

SLS – Sicher begrenzte Geschwindigkeit (Safely-limited Speed)





SLS

Komponente	Bezeichnung
RN1, RN2	Drosselrückschlagventil am pneumatischen Antrieb
QM16	3/2-Wegeventil (NC)
RN3	Drosselventil

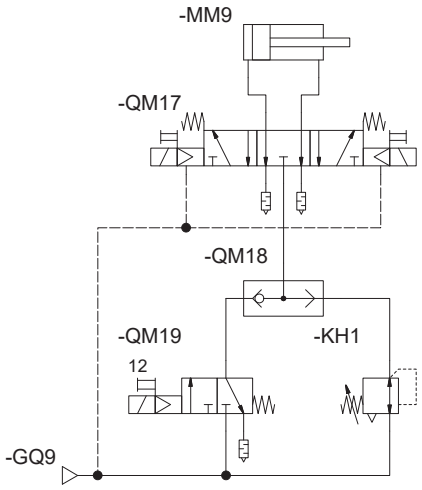
Sicherer Zustand

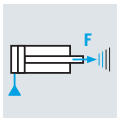
- Der pneumatische Antrieb kann eine bestimmte Geschwindigkeit nicht überschreiten.

Application Note

→ 100232

SLT – Sicher begrenztes Moment (Safely-limited Torque)





SLT

Komponente	Bezeichnung
KH1	Druckregler

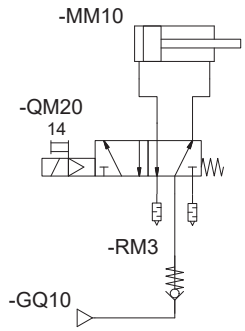
Sicherer Zustand

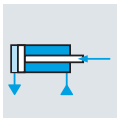
- Der pneumatische Antrieb kann eine eingestellte Kraft durch die Begrenzung des Drucks nicht überschreiten.

Application Note

→ 100233

SDI – Sichere Bewegungsrichtung (Safe Direction)





SDI

Komponente	Bezeichnung
QM20	5/2-Wegeventil

Sicherer Zustand

- Es wird verhindert, dass sich der Antrieb in die unzulässige Richtung bewegt.

Anmerkungen

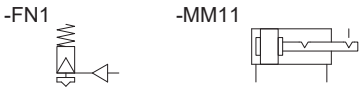
- Das Rückschlagventil RM 3 kann bei Druckausfall eine Bewegung durch externe Kräfte in die unzulässige Richtung verhindern.

Application Note

→ 100235

Grundschaltungen für Sicherheits-Teilfunktionen

SB – Sicheres Blockieren (Safe Blocking); nicht nach VDMA 24584



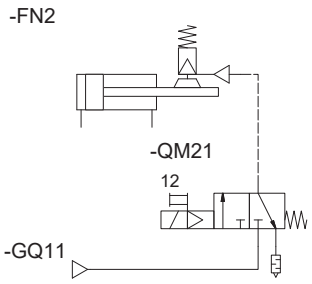
SB

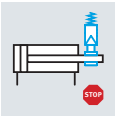
Komponente	Bezeichnung
FN1	Feststelleinheit
MM11	Antrieb mit Endlagenverriegelung

Sicherer Zustand

- Die freie Beweglichkeit des pneumatischen Antriebs wird blockiert.

SSB – Sicheres Anhalten und Blockieren (Safe Stopping and Blocking)





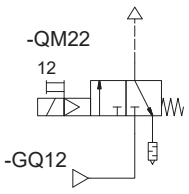
SSB

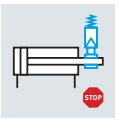
Komponente	Bezeichnung
FN2	Feststelleinheit mit SSB-Eigenschaft

Sicherer Zustand

- Der pneumatische Antrieb wird stillgesetzt und die freie Beweglichkeit des pneumatischen Antriebs wird blockiert.

SBC – Sichere Bremsansteuerung (Safe Brake Control)





SBC

Komponente	Bezeichnung
QM22	3/2-Wegeventil (NC)

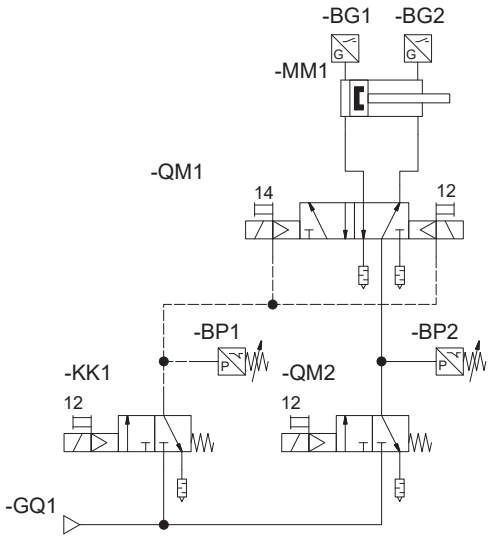
Sicherer Zustand

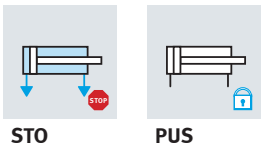
- Der Steuereingang der Bremse ist druckfrei.

Anmerkungen

- Bei den Sicherheits-Teilfunktionen SB und SSB handelt es sich um Sicherheits-Teilfunktionen der Mechanik, die in der Regel mit einer Sicherheits-Teilfunktion SBC kombiniert werden.

Beispielschaltung Spannvorrichtung für Werkstücke





Komponente	Bezeichnung
BG1, BG2	Endschalter Zylinder
BP1, BP2	Druckschalter
MM1	Pneumatischer Antrieb
QM1	5/2-Wegeventil, bistabil
QM2	3/2-Wegeventil, monostabil
KK1	3/2-Wegeventil, monostabil

Sicherer Zustand, z.B. für Sicherheitsanforderung mit Lichtvorhang, für die Sicherheits-Teilfunktion PUS (Arbeitsluft anstehend), Kategorie 3, bis zu PL e
Die Ventile QM1 und KK1 sind elektrisch sicherheitsgerichtet abgeschaltet.
Der pneumatische Antrieb MM1 befindet sich in einer überwachten Endlage. Eine Kammer des pneumatischen Antriebs ist mit Druck beaufschlagt.
QM1 kann nicht schalten und eine Bewegung von MM1 veranlassen.
Sicherer Zustand, z. B. für Sicherheitsanforderung mit Not-Halt- oder Schutztürschalter, für die Sicherheits-Teilfunktion PUS (Arbeitsluft entlüftet), Kategorie 3, bis zu PL e
Die Ventile QM1 und QM2 sind elektrisch sicherheitsgerichtet abgeschaltet.
Der pneumatische Antrieb befindet sich in einer überwachten Endlage. Der pneumatische Antrieb ist entlüftet und energiefrei. Die Ventile können nicht schalten und eine Bewegung veranlassen.

Sicherer Zustand, z. B. für Sicherheitsanforderung über Not-Halt-Funktion, für die Sicherheits-Teilfunktion STO, Kategorie 1, bis zu PL c
Das Ventil QM2 ist elektrisch sicherheitsgerichtet abgeschaltet.
Der pneumatische Antrieb ist entlüftet und energiefrei.

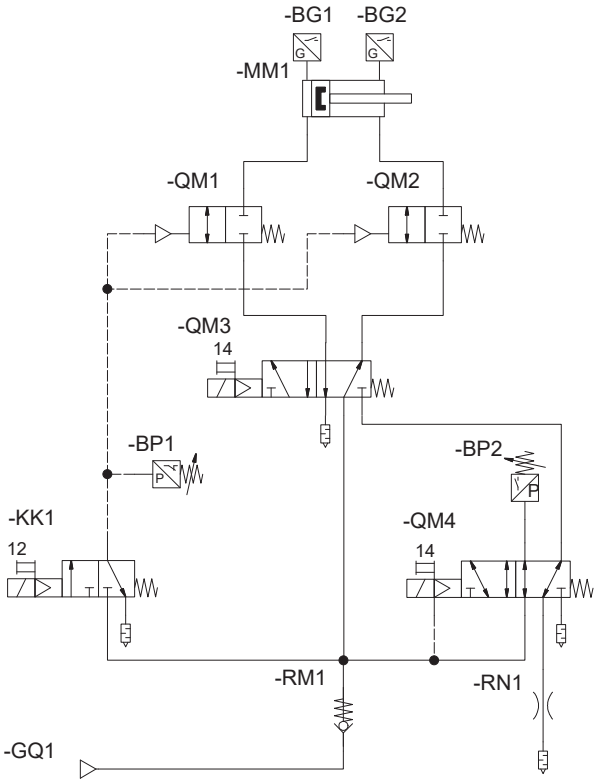
Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktionen
- Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, bis zu PL c
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS) mit anstehender Arbeitsluft, Kategorie 3, bis zu PL e
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS) mit entlüfteter Arbeitsluft, Kategorie 3, bis zu PL e

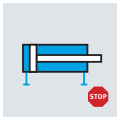
Anmerkungen
- Durch das Entlüften der Arbeitsluft von QM2 wird die Spannkraft von MM1 abgebaut.
- Es wird vorausgesetzt, dass für das Ventil QM1 folgender Fehlerausschluss vorliegt: „selbsttätige Veränderung der Ausgangsschaltstellung der Hauptstufe ohne Eingangssignal“.

Informationen zum Fehlerausschluss „selbsttätige Veränderung der Ausgangsschaltstellung der Hauptstufe ohne Eingangssignal“ finden Sie im Support-Portal auf der Homepage von Festo unter Technischer Report
→ TR-300003 und
→ TR-300004

→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

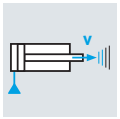
Beispielschaltung mit begrenzter Geschwindigkeit und Stillsetzen der Bewegung





SSC

PUS



SLS

Komponente	Bezeichnung
BG1, BG2	Endschalter Zylinder
BP1, BP2	Druckschalter
MM1	Pneumatischer Antrieb
QM3, QM4	5/2-Wegeventil, monostabil
QM1, QM2	2/2-Wegeventil, monostabil
KK1	3/2-Wegeventil, monostabil
RM1	Rückschlagventil
RN1	Drossel

Sicherer Zustand

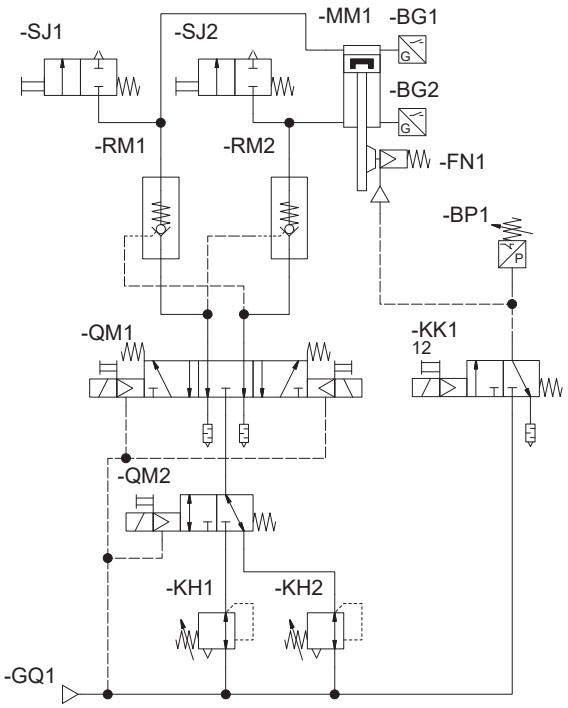
- Im pneumatischen Antrieb ist Druckluft eingeschlossen, um die zuletzt eingenommene Position zu halten (SSC).
- Eine gefahrbringende Bewegung kann vermieden werden.
- Der pneumatische Antrieb kann eine bestimmte Geschwindigkeit nicht überschreiten (SLS).

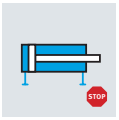
Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktionen

- Sicheres Anhalten und Absperren (SSC), bis zu Kategorie 1, PL c
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), bis zu Kategorie 3, PL e
- Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS), bis zu Kategorie 2, PL d

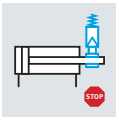
→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

Beispielschaltung Vertikalachse mit begrenzter Kraft und Stillsetzen der Bewegung



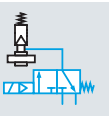


SSC



SSB

PUS



SBC

Komponente	Bezeichnung
BG1, BG2	Endschalter Zylinder
BP1	Druckschalter
MM1	Pneumatischer Antrieb
QM1	5/3-Wegeventil, Mittelstellung entlüftet, monostabil
RM1, RM2	Rückschlagventil, entsperrbar
QM2	3/2-Wegeventil, monostabil
KK1	3/2-Wegeventil, monostabil
KH1, KH2	Druckregler mit ausreichender Sekundärentlüftung
SJ1, SJ2	2/2-Wegeventil, monostabil
FN1	Feststelleinheit mit Nothalt-Eigenschaften

Sicherer Zustand

- Der pneumatische Antrieb kann eine eingestellte Kraft durch die Begrenzung des Drucks nicht überschreiten (SLT).
- Im pneumatischen Antrieb ist Druckluft eingeschlossen, um die zu letzt eingenommene Position zu halten (SSC).

Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktionen

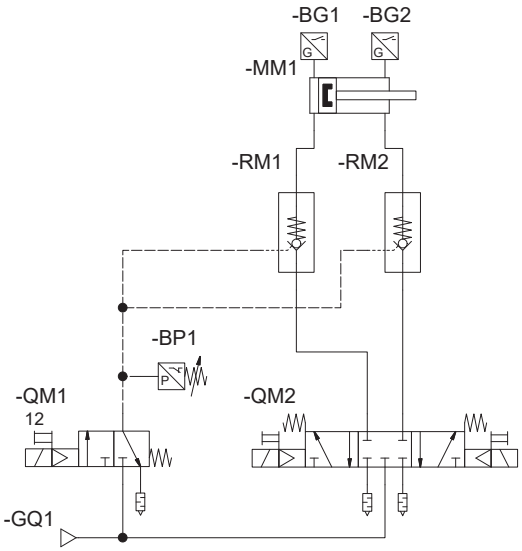
- Sicher begrenztes Moment (Kraft) (SLT), bis zu Kategorie 1, PL c
- Sicheres Stillsetzen (SSx), bis zu Kategorie 3, PL d
  - Sicheres Anhalten und Absperren (SSC), bis zu Kategorie 1, PL c
  - Sicheres Anhalten und Blockieren (SSB), bis zu Kategorie 1, PL c
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), bis zu Kategorie 3, PL e
- Sichere Bremsansteuerung (SBC), bis zu Kategorie 1, PL c

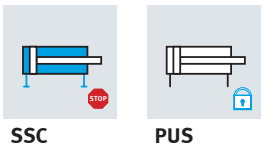
Anmerkungen

Durch lange Stillstandszeiten oder auftretende Leckage kann es zur Entlüftung der Kolbenräume kommen. Bitte beachten Sie dies bei der Betrachtung der Sicherheits-Teilfunktion PUS, sowie beim Öffnen der Bremse.

→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

Beispielschaltung für Stillsetzen der Bewegung mit SSC





Komponente	Bezeichnung
BG1, BG2	Endschalter Zylinder
BP1	Druckschalter
MM1	Pneumatischer Antrieb
QM2	5/3-Wegeventil, Mittelstellung geschlossen, monostabil
RM1, RM2	Rückschlagventil, entsperrbar
QM1	3/2-Wegeventil, monostabil

Sicherer Zustand

- Im pneumatischen Antrieb ist Druckluft eingeschlossen, um die zuletzt eingenommene Position zu halten (SSC).
- Eine gefahrbringende Bewegung wird vermieden.

Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktionen:

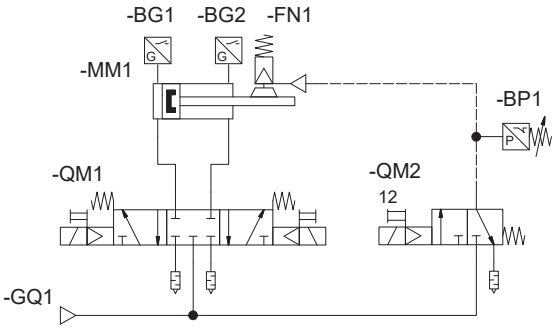
- Sicheres Anhalten und Absperren (SSC), bis zu Kategorie 3, PL d
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), bis zu Kategorie 3, PL e

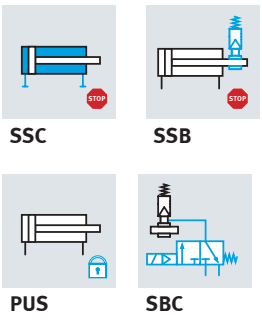
Anmerkungen

- Überprüfen Sie immer, ob bei mehrkanaligen Lösungen jeder einzelne Kanal für sich die Sicherheits-Teilfunktion erfüllt.
- Die Diagnose muss über eine Testroutine erfolgen.
- Der Antrieb wird über Druckluft angehalten. Im System befindet sich noch gespeicherte Energie in Form von Druckluft. Es müssen zusätzlich Maßnahmen ergriffen werden, um die Antriebskammern entlüften zu können.
- Kann durch eingesperrte Druckluft eine Gefährdung auftreten, sind weitere Maßnahmen erforderlich.
- Beachten Sie, dass durch dynamische Energie (z. B. durch entstehende Druckspitzen) die technischen Werte der Bauteile beim Bremsen eingehalten werden.
- Im Fehlerfall des 5/3-Wegeventils (QM2) kann durch die Rückschlagventile (RM1, RM2) bis zum Kraftausgleich Druckluft strömen. Dies kann zu einer erhöhten Nachlaufzeit des Antriebs führen.
- Nach Stoppen des Antriebs kann sich der Antrieb bei auftretender Leckage einzelner Bauteile bewegen. Dies kann zur Entlüftung der Antriebskammern führen. Bitte beachten Sie dies auch für den unerwarteten Wiederanlauf und bei Öffnen der Bremse.

→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

Beispielschaltung für Stillsetzen der Bewegung mit SSC und SSB





Komponente	Bezeichnung
BG1, BG2	Endschalter Zylinder
BP1	Druckschalter
MM1	Pneumatischer Antrieb
QM1	5/3-Wegeventil, Mittelstellung geschlossen, monostabil
QM2	3/2-Wegeventil, monostabil
FN1	Feststelleinheit mit SSB-Eigenschaft

Sicherer Zustand

- Im pneumatischen Antrieb ist Druckluft eingeschlossen, um die zuletzt eingenommene Position zu halten (SSC).
- Der pneumatische Antrieb wird stillgesetzt und die freie Beweglichkeit des pneumatischen Antriebs blockiert (SSB).
- Eine gefahrbringende Bewegung wird vermieden.
- Der Steuereingang der Bremse ist druckfrei (SBC).

Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktionen:

- Sicheres Stillsetzen (SSx), bis zu Kategorie 3, PL d
  - Sicheres Anhalten und Absperren (SSC), bis zu Kategorie 1, PL c
  - Sicheres Anhalten und Blockieren (SSB), bis zu Kategorie 1, PL c
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), bis zu Kategorie 3, PL e
- Sichere Bremsansteuerung (SBC), bis zu Kategorie 1, PL c

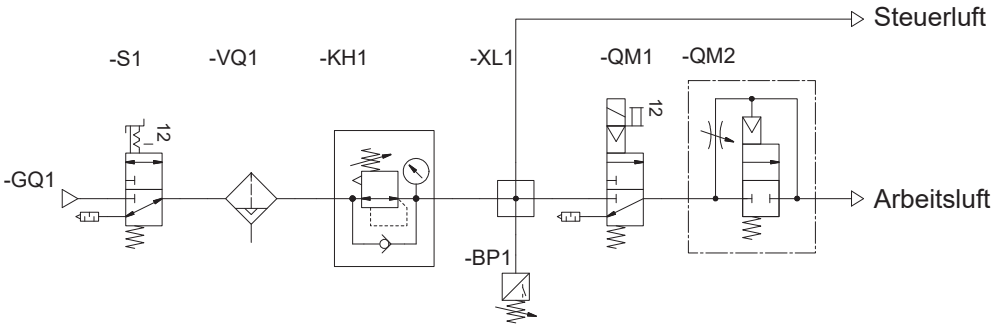
Anmerkungen

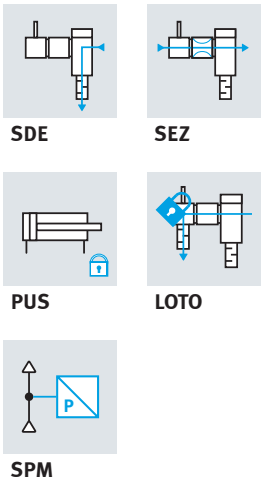
- Überprüfen Sie immer, ob bei mehrkanaligen Lösungen jeder einzelne Kanal für sich die Sicherheitsfunktion erfüllt.
- Die Diagnose muss über eine Testroutine erfolgen.
- Nach Stoppen des Antriebs können sich die Antriebskammern bei vorhandener Leckage einzelner Bauteile entlüften. Bitte beachten Sie dies auch für den unerwarteten Wiederanlauf.

→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

Wartungseinheit für Sicherheitsschaltungen

Jede Maschine oder Anlage mit pneumatischer Antriebstechnik benötigt eine Wartungseinheit.
Mit der folgenden Wartungseinheit können Anforderungen sowohl aus Sicht der Maschinensicherheit wie auch der funktionalen Sicherheit umgesetzt werden.





Komponente	Bezeichnung
S1	Einschaltventil, manuell
VQ1	Filter mit Wasserabscheider, automatisch
KH1	Druckregler mit Manometer
XL1	Abzweigmodul
BP1	Druckschalter
QM1	Einschaltventil
QM2	Druckaufbauventil
	Schalldämpfer

Sicherer Zustand
- Der dem Einschaltventil (QM1) direkt nachfolgende Teil der pneumatischen Anlage ist von der Druckluftversorgung getrennt und entlüftet.
- Bei geplanter Anlagenbelüftung erfolgt ein gesteuerter Druckanstieg der Arbeitsluft.

Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktionen nach VDMA 24584
- Sicheres Energiefreischalten (SDE), Kategorie 1, bis zu PL c
- Sicheres Energiezuschalten (SEZ), Kategorie 1, bis zu PL c
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, bis zu PL c
- Sichere Drucküberwachung (SPM), Kategorie 1, bis zu PL c

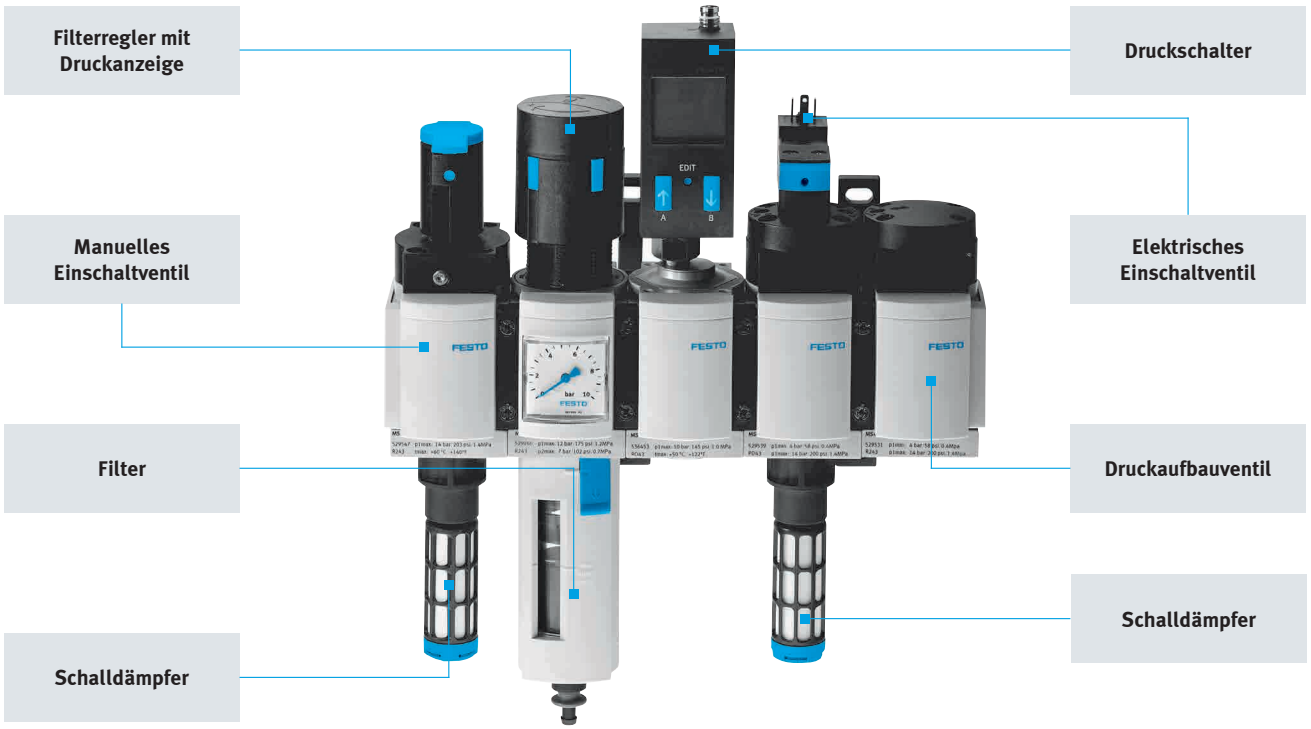
Umsetzung von Maßnahmen der pneumatischen Sicherheit nach ISO 4414
- Sichere Trennung und Entlüftung der Druckluftversorgung
- Schutz bei Ausschalten bzw. Ausfall und Wiederkehr der Druckluftversorgung
- Überprüfung der Trennung und Entlüftung
- Filterung schädlicher Stoffe
- Schutz vor zu hohem und zu niedrigem Druck
- Schutz vor unkontrollierten Bewegungen von Antrieben
- Schutz vor zu hoher Schallemission

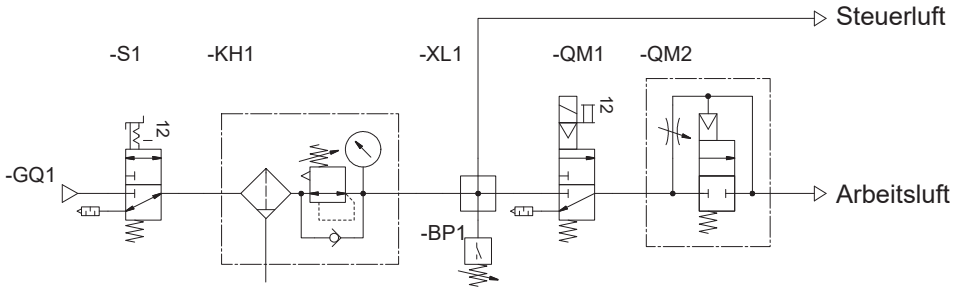
Umsetzung von Maßnahmen der funktionalen Sicherheit in einer Maschine nach ISO 13849
- Maßnahmen zur Beherrschung und Vermeidung systematischer Ausfälle
- Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF)
- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien

→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

FESTO
Caution!

Wartungseinheit für pneumatische und funktionale Sicherheit





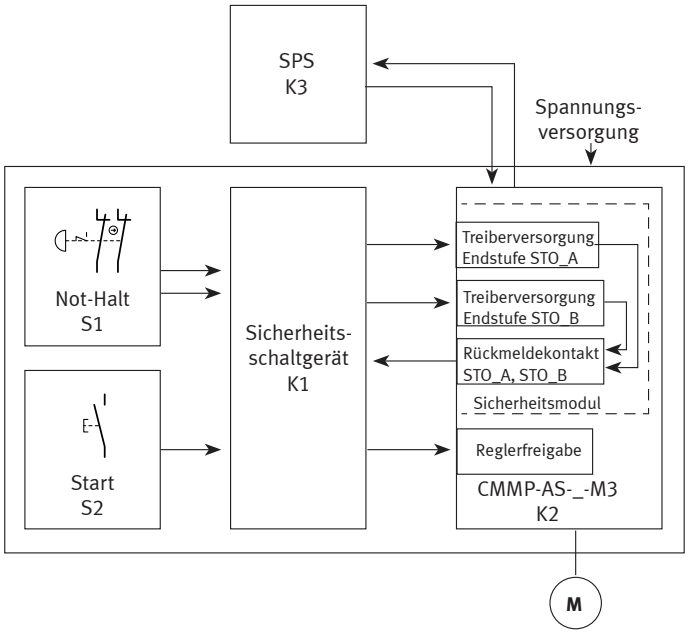
Eine Wartungseinheit erfüllt verschiedenste sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen wie auch der funktionalen Sicherheit. Dies sind zum Beispiel Maßnahmen gegen systematische Fehler, Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache, grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien und Maßnahmen gegen unerwarteten Anlauf. Die angegebenen Komponenten können zur Umsetzung der Anforderungen geeignet sein.

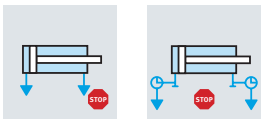
Komponente der Wartungseinheit	Allgemeine Anforderungen [1, 4]	Maßnahmen zur Beherrschung und Vermeidung systematischer Ausfälle [1]	Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF) [2]	Grundlegende Sicherheitsprinzipien [3]	Bewährte Sicherheitsprinzipien [3]
Manuelles Einschaltventil [4,5]	Trennung und Entlüftung der Druckluftversorgung, Lockout und Tagout	Anwendung der Energieabschaltung	Verwendung bewährter Bauteile	Anwendung des Prinzips der Energietrennung, Schutz gegen unerwarteten Anlauf	
Filter	Schädliche feste, flüssige und gasförmige Stoffe werden aus der Luft gefiltert.	Einhaltung der Notwendigen Betriebsbedingungen	Filterung, Verhinderung von Schmutzeintrag, Entwässerung von Druckluft	Ausreichende Maßnahmen zur Vermeidung von Verunreinigung des Fluids	Geeignetes Vermeiden einer Verunreinigung des Fluids
Druckregler	Schutz gegen überhöhten Druck	Maßnahmen, um die Auswirkungen von zu hohem Druck zu beherrschen	Verwendung bewährter Bauteile, Schutz gegen Überdruck	Druckbegrenzung	Geeigneter Bereich für die Betriebsbedingungen
Druckanzeige	Druckmessung, Überprüfen der Energietrennung und -ableitung				
Druckschalter	Schutz gegen Gefährdungen durch Ausschalten, Abtrennen bzw. Ausfall und Wiederkehr der Druckluftversorgung (zusammen mit elektrischem Einschaltventil)	Ausfallerkennung durch automatische Tests, Maßnahmen, um die Auswirkungen von zu hohem und zu niedrigem Druck zu beherrschen	Verwendung bewährter Bauteile	Schutz gegen unerwarteten Anlauf (zusammen mit elektrischem Einschaltventil)	Geeigneter Bereich für die Betriebsbedingungen (zusammen mit elektrischem Einschaltventil)
Elektrisches Einschaltventil	Schutz gegen Gefährdungen durch Ausschalten, Abtrennen bzw. Ausfall und Wiederkehr der Druckluftversorgung (zusammen mit elektrischem Druckschalter), Schutz vor unerwartetem Anlauf		Verwendung bewährter Bauteile, Diversität bei Verwendung zur Umsetzung 2-kanaliger Sicherheits-Teilfunktionen Verwendung bewährter Bauteile	Anwendung des Prinzips der Energietrennung, Schutz gegen unerwarteten Anlauf	
Druckaufbauventil	Reduzierung der Gefährdung durch unkontrollierte Bewegungen von Antrieben		Verwendung bewährter Bauteile		
Schalldämpfer [6]	Maßnahme gegen zu hohe Schallemission				

Weiterführende Literatur

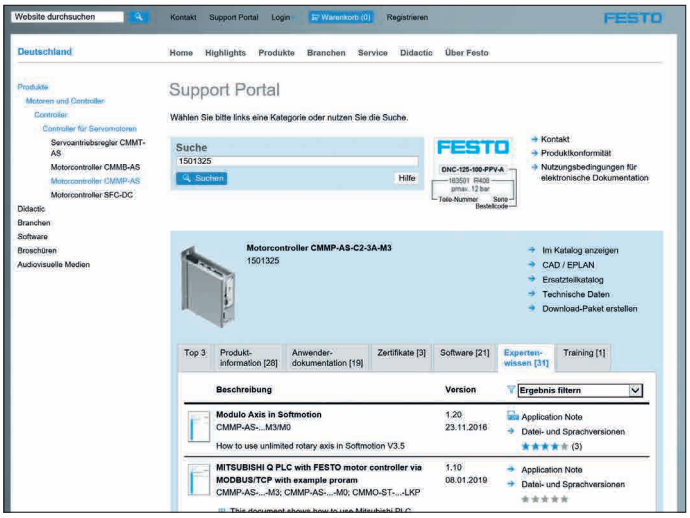
- [1] ISO 4414 – Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile
- [2] ISO 13849-1 – Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- [3] ISO 13849-2 – Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
- [4] ISO 14118 – Sicherheit von Maschinen – Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf
- [5] OSHA 1910.147 The control of hazardous energy (lockout/tagout)
- [6] ISO 11688-2 – Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer Maschinen und Geräte – Teil 2: Einführung in die Physik der Lärmminderung durch konstruktive Maßnahmen

Anwendungsbeispiele





Teile-Nr.	Typ
1501325	CMMP-AS-C2-3A-M3
1501326	CMMP-AS-C5-3A-M3
1501327	CMMP-AS-C5-11A-P3-M3
1501328	CMMP-AS-C10-11A-P3-M3
561406	CMMD-AS-C8-3A
550041	CMMP-AS-C2-3A
550042	CMMP-AS-C5-3A
551023	CMMP-AS-C5-11A-P3
551024	CMMP-AS-C10-11A-P3
1366842	CMMP-AS-C20-11A-P3
572986	CMMS-AS-C4-3A-G2
572211	CMMS-ST-C8-7-G2
1512316	CMMO-ST-C5-1-DIOP
1512317	CMMO-ST-C5-1-DION
5111189	CMMT-AS-...-11A-P3-...
5111184	CMMT-AS-...-3A-...
5340819	CMMT-AS-C2-3A-EC-S1
5340814	CMMT-AS-C2-3A-PN-S1
5340820	CMMT-AS-C4-3A-EC-S1
5340815	CMMT-AS-C4-3A-PN-S1



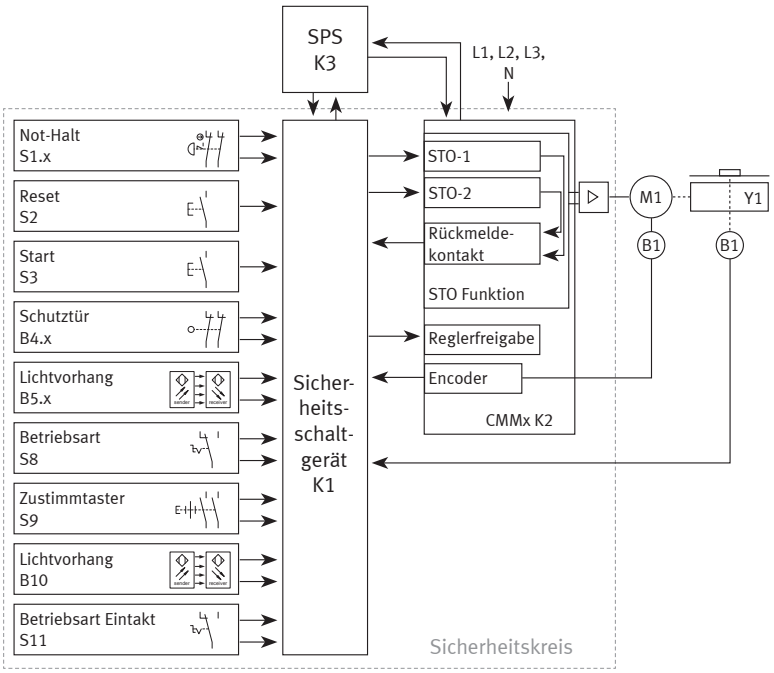
Detailliertere Informationen können Sie den Datenblättern der einzelnen Produkte entnehmen.

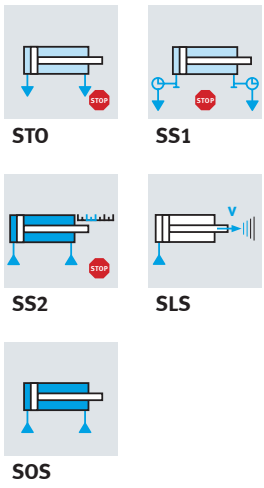
CMMx Motorcontroller / Servoantriebsregler

- Die Anwendungsbeispiele zeigen die Beschaltung der CMMx- Motorcontroller für Sicherheitsschaltgeräte.
- Die Anwendungsbeispiele zeigen, wie die Sicherheits-Teilfunktionen sicher abgeschaltetes Moment (STO) oder sicherer Stopp 1 (SS1) umgesetzt werden können.
- Neben Beschreibung, Schaltplan, Stückliste ist auch eine Bewertung der beschriebenen Sicherheits-Teilfunktionen mit SISTEMA enthalten.

→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

Nicht mehr programmieren – nur noch parametrieren



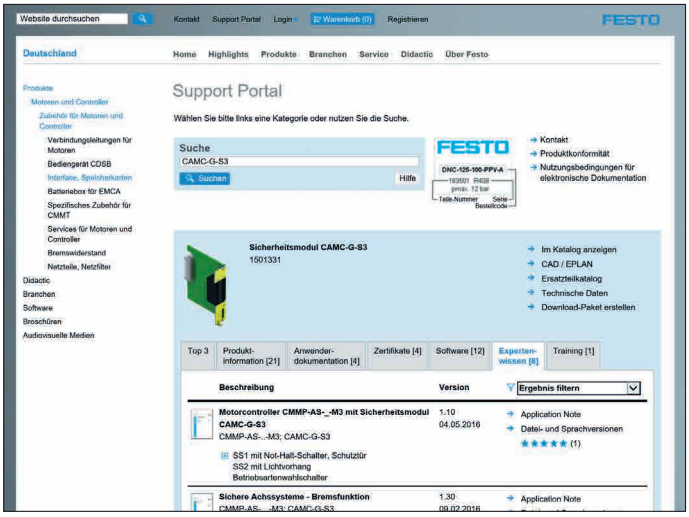


Anmerkungen

Die Programmierbeispiele umfassen übliche Konfigurationen des Sicherheitsmoduls CAMC-G-S3.

- Not-Halt-Schalter löst bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion STO aus
- Not-Halt-Schalter löst bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus
- Not-Halt-Schalter und Schutztüren lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus, Betriebsart Automatik und Manuell
- Not-Halt-Schalter und Schutztüren lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus, Betriebsart Automatik und Manuell (mit Zustimmtaster und sicher reduzierter Geschwindigkeit (SLS))
- Not-Halt-Schalter, Schutztüren und Lichtvorhänge lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus, Betriebsart Automatik und Manuell (mit Zustimmtaster und sicher reduzierter Geschwindigkeit (SLS))
- Zweihandbedienung löst bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus
- Not-Halt-Schalter und Zweihandbedienung lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus
- Not-Halt-Schalter, Schutztüren und Zweihandbedienung lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus
- Not-Halt-Schalter, Schutztüren und Zweihandbedienung lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus, Betriebsart Automatik und Manuell (mit Zustimmtaster und sicher reduzierter Geschwindigkeit (SLS))
- Not-Halt-Schalter, Schutztüren und Lichtvorhänge lösen bei Antrieben Sicherheits-Teilfunktion SS1 aus, Betriebsart Automatik und Manuell (mit Zustimmtaster und sicher reduzierter Geschwindigkeit (SLS), ein Lichtvorhang im Eintaktbetrieb (Eingriff führt zu SS2, mit automatischen Start)

Mit den in diesen Programmierbeispielen enthaltenen Anwendungsprogrammen reduziert sich die Komplexität eines programmierbaren Sicherheitssystems auf eine einfache Konfiguration und Verdrahtung, die mit einem einfachen Sicherheitsrelais vergleichbar ist.



→ Application Notes finden Sie auf der Homepage von Festo im Support Portal.

04 Ihre Umsetzung mit unserem Produktportfolio

Ihr Weg zur sicheren Maschine und Anlage

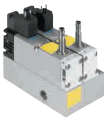
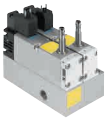
Es gibt unterschiedliche Sicherheitsfunktionen, die Sie für eine sichere Maschine in Ihrer Anwendung benötigen.
Wir zeigen Ihnen, wie Sie diese mit unseren Produkten realisieren können.

Inhalt

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik 76
Sicherheits-Teilfunktionen in der elektrischen Antriebstechnik 84
Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Prozessindustrie 88
Safety@Festo mit MS 90
Safety@Festo mit der Ventilinsel CPX/VTSA-F 92
Safety@Festo mit der Ventilinsel CPX/VTSA-F-CB 94
Safety@Festo mit der Ventilinsel MPA-S 96
Safety@Festo mit CMMT 98
Safety@Festo mit CMMP 100
Einbaufertige Lösungen für Ihre sicherheitsgerichteten Systeme 102
Ergänzung des Produktkatalogs um Sonderlösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen 104
Was ist beim Einsatz von Festo Produkten zu beachten? 112

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

Anlagenbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

Einsatz	bis zu PL e			bis zu PL d
SDE Sicheres Energiefreischalten	→ MS6-SV-1/2-E-...	 → VOFA-L26-T32C-...	→ MS6-SV-1/2-D-...	
SEZ Sicheres Energiezuschalten				
PUS Vermeidung unerwarteter Anlauf	→ MS6-SV-1/2-E-...	 → VOFA-L26-T32C-...	Spannvorrichtungen für Werkstücke	→ MS6-SV-1/2-D-...
SBC Sichere Bremsansteuerung				

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

bis zu PL c

→ MSx-SV-...-C	→ VABF-S6-1-P5A4-...-G12-1T5-PA	→ VABF-S6-1-P5A4-G12-4-1-P	→ MSx-EE-..., MSx-EE-...-S-CS	→ HEE-D-..., HEE-D-...-SA	→ VABP-...	Wartungseinheit für Sicherheitsschaltungen
→ MS6-SV-1/2-E-...	→ MS6-SV-1/2-D-...	→ MSx-DL-...	→ HEL-D-...	→ VABF-S6-1-P5A4-...-G12-1T5-PA	→ VABF-S6-1-P5A4-G12-4-1-P	Wartungseinheit für Sicherheitsschaltungen
→ MS6-SV-1/2-C-...	Wartungseinheit für Sicherheitsschaltungen					
Bewährte Standardventile (z. B. monostabiles 3/2 NC mit Entlüftung von 2 nach 3)	Vertikalachse mit begrenzter Kraft und Stillsetzen der Bewegung	Stillsetzen der Bewegung mit SSC und SSB				

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

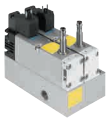
Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

Einsatz	bis zu PL e			bis zu PL d
STO Sicher abgeschaltetes Moment	 → VOFA-L26-T32C-...			
SSB Sicheres Anhalten und Blockieren				
SB Sicheres Blockieren (nicht nach VDMA)				
SSC Sicheres Anhalten und Absperren		Stillsetzen der Bewegung mit SSC	Begrenzte Geschwindigkeit und Stillsetzen der Bewegung	
SET Sicheres Momentengleichgewicht				
PUS Vermeidung unerwarteter Anlauf	→ VABA-S6-1-X2-Fx + → VSVA-BTM32CS-...-A2-... + → VABV-S4-...-CB-2T3	→ CPX-FVDA-P2 + → VSVA-B-M52-MZD-xx-1T1L-APP + → VABF-S4-1-S	• Spannvorrichtung für Werkstücke • Vertikalachse • Stillsetzen der Bewegung mit SSC • Stillsetzen der Bewegung mit SSC und SSB • Begrenzte Geschwindigkeit und Stillsetzen der Bewegung	

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

bis zu PL c

Bewährte Standard-ventile (z. B. mono-stabiles 3/2 NC mit Entlüftung von 2 nach 3	→ VABP-...	Spannvorrichtung für Werkstücke				
→ DACS / → DFLx	Vertikalachse mit begrenzter Kraft und Stillsetzen der Bewegung	Stillsetzen der Bewegung mit SSC und SSB				
→ KP-... / → KPE-...	→ DSBC-...-C-...	→ DDPC-...-CT	→ ADN-...-KP-...	→ DSNU-...-KP	→ DGC-...-1H...-PN	→ DGSL-...-C-...
→ VFOF-LE-BAH-... → VBNF-LBA-...	→ HGL-... HGL-...-CS	VL-2-1/4-SA	→ VABP-...	Begrenzte Geschwindigkeit und Stillsetzen der Bewegung	Vertikalachse mit begrenzter Kraft und Stillsetzen der Bewegung	Stillsetzen der Bewegung mit SSC und SSB
→ MSx-LR-...	→ VABP-...					
Standard Impuls-ventile (Technischer Report → TR-300004)						

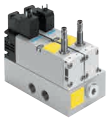
Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

Einsatz		bis zu PL e			bis zu PL d
Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen	**SLS** Sicher begrenzte Geschwindigkeit				Begrenzte Geschwindigkeit und Stillsetzen der Bewegung
	SLT Sicher begrenztes Moment (Kraft)				
	SDI Sichere Bewegungsrichtung	 → VOFA-L26-T52-...			
	THC Zweihandbedienung				
Überwachende Sicherheits-Teilfunktionen	**SCA** Sichere Positionsüberwachung	2 Stück: → SME/→ SMT			
	SVP Sichere Schaltstellungs-überwachung				
	SPM Sichere Drucküberwachung				

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

bis zu PL c						
→ GRLA-..., → GRLO-..., → GRLZ-..., → GRO-...	GRLA-xxx-B-SA (mit Manipulations-schutz)	→ VFOF-LE-...	→ VFOF-LE-BAH-...			
→ MSx-LR-...	LR-D-MINI-ZD-V24-SA	Vertikalachse mit begrenzter Kraft und Stillsetzen der Bewegung				
Standardventile (z. B. monostabiles 5/2 Ventil)	→ VABP-...	→ VBNF-LBA-...	→ H-...			
→ZSB-1/8-B						

→ SME/→ SMT + → SAMH-S-N8	Wartungseinheit für Sicherheits-schaltungen					
MDH-5/2-...-SA						
→ SPBA-P2R-G18-...						

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

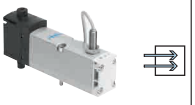
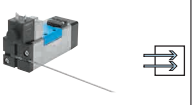
Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Antriebstechnik

Weitere Funktionen

Einsatz	möglich			
Schutz vor Manipulation	GRLA-...-B-SA	→ LRPS-... → LRS-...	→ HE-...-LO	→ MSx-LR-...-AS
	MSx-EMx-...-SA	→ SAMH-S-N8-...	Abdeckkappen z. B. VAMC-S6-CS	→ MSx-SV-C-MK
Lockout-Tagout (LOTO) Sichere Trennung von der Energiequelle	→HE-...-LO	→MSx-EM-...	MSx-EMx-...-SA	Wartungseinheit für Sicherheits-schaltungen
Schutz vor unbeabsichtigten Drücken	→ MSx-LR-...	→ LRPS-..., → LRS-...		
Zonenbildung	→ VTSA	→ MPA		
Ventile mit negativer Überdeckung (Auswahl aus der jeweiligen Produktfamilie)	→ VMPA1-..., → VSVA-..., ...	→ VUVS-LTxx-..., → VUWS-LTxx-..., ...	→ MHAx-..., → MHEx-..., → MHPx-..., ...	→ VSNC-FTx-...
Ventile mit Schaltstellungsabfrage	 → VSVA-B-M52-...-APx → VSVA-B-M52-...-ANx	 MDH-5/2-...-SA		

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Einsatz		möglich			
Weitere Funktionen	**Befreiung eingeschlossener Personen**				
		→ HAB-...	→ VFOF-LE-BAH-... → VBNF-LBA-...		
	Endlagenverriegelung				
		→ DSBC-...-E1-...	→ ADN-...-ELx-...	→ DGSL-...-E3-...	
	Sicherheitskupplung				
		→ NPHS-D6-P-...	→ NPHS-D6-M-...		
	Sichere Eingänge				
		→ CPX-F8DE-P			
	Sichere Ausgänge				
		→ CPX-FVDA-P2			

Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert

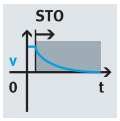
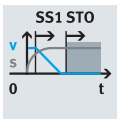
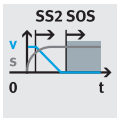
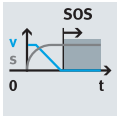
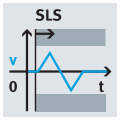
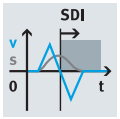
Application Note

Zur Ansteuerung der angezeigten Komponenten mit einem sicheren Ausgang mit PL e kann z. B. das CPX-FVDA-P2 verwendet werden

Zur Aufnahme der Signale von den angezeigten Komponenten mit einem sicheren Eingang bis PL e kann z. B. das CPX-F8DE-P verwendet werden

Sicherheits-Teilfunktionen in der elektrischen Antriebstechnik

Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

Einsatz	bis zu PL e			
 **STO** Sicher abgeschaltetes Moment				
		→ CMMT-AS	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S1
 **SS1** Sicherer Stopp 1				
→ CMCA	→ CMMT-AS[1]	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S1[1]	
 **SS2** Sicherer Stopp 2				
	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 → EMME-AS-... → EGC-...-M...			
 **SOS** Sicherer Betriebshalt				
	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 → EMME-AS-... → EGC-...-M...			
 **SLS** Sicher begrenzte Geschwindigkeit				
	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 → EMME-AS-... → EGC-...-M...			
 **SDI** Sichere Bewegungsrichtung				
	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 → EMME-AS-... → EGC-...-M...			

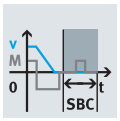
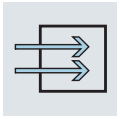
[1] Mit externem Sicherheitsschaltgerät

Sicherheits-Teilfunktionen in der elektrischen Antriebstechnik

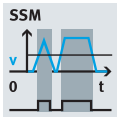
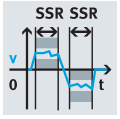
bis zu PL e		bis zu PL d			bis zu PL c	
→ CMMO-ST	→ CMXH	→ CMMS-ST	→ EMCA-EC			
→ CMMO-ST[1]	→ CMXH[1]	→ CMMS-ST[1]	→ EMCA-EC[1]			
			→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 mit → EMME-AS...-..X			
			→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 mit → EMME-AS...-..X			
			→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 mit → EMME-AS...-..X			
			→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 mit → EMME-AS...-..X			

Sicherheits-Teilfunktionen in der elektrischen Antriebstechnik

Anlagenbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

Einsatz	bis zu PL e			
 **SBC** Sichere Bremsansteuerung				
	→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3	→ CMMT-AS		
 Sichere Eingänge				
	→ CPX-F8DE-P			
Sichere Ausgänge				
	→ CPX-FVDA-P2			
Feststelleinheit				

Überwachende Sicherheits- Teilfunktionen

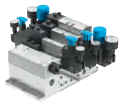
Einsatz	bis zu PL e			
 **SSM** Sichere Geschwindigkeitsüberwachung				
		→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 → EMME-AS-... → EGC-...-M...		
 **SSR** Sicherer Geschwindigkeitsbereich				
		→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 → EMME-AS-... → EGC-...-M...		

[2] Nur mit zusätzlichen Maßnahmen

bis zu PL e		bis zu PL d			bis zu PL c	
		→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S1				
		→ EGC mit 2-kanaliger Klemmeinheit[2]				→ EGC mit 1-kanaliger Klemmeinheit

bis zu PL e		bis zu PL d			bis zu PL c	
			→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 mit → EMME-AS...-..X			
			→ CMMP-AS mit → CAMC-G-S3 mit → EMME-AS...-..X			

Sicherheits-Teilfunktionen in der pneumatischen Prozessindustrie

		Redundante Verschaltung[1]					
		Low Demand			High Demand		
	Zertifikat ausstellende Stelle	bis SIL 1	bis SIL 2	bis SIL 3	bis SIL 1	bis SIL 2	bis SIL 3
Vorsteuerventil VOFC	TÜV			•			•
Vorsteuerventil VOFD	TÜV			•			•
Schwenkantrieb DFPD	TÜV			•			•
Vorsteuerventil VSNC	Festo			•			•
Linearantrieb DLP	Festo			•			•
Ventilinsel MPA	Festo						•
Ventilinsel VTSA 	Festo						•
Ventilinsel CPV	Festo						•
Sensorbox SRBC	Festo			•			•
Sensorbox SRBE	Festo			•			•
Sensorbox SRBG	Festo			•			•

[1] Redundante Anordnung von zwei oder mehreren einfachen Geräten (gemäß IEC 61508) um eine Hardware-Fehlertoleranz >0 eines sicherheitsbezogenen Systems zu realisieren.

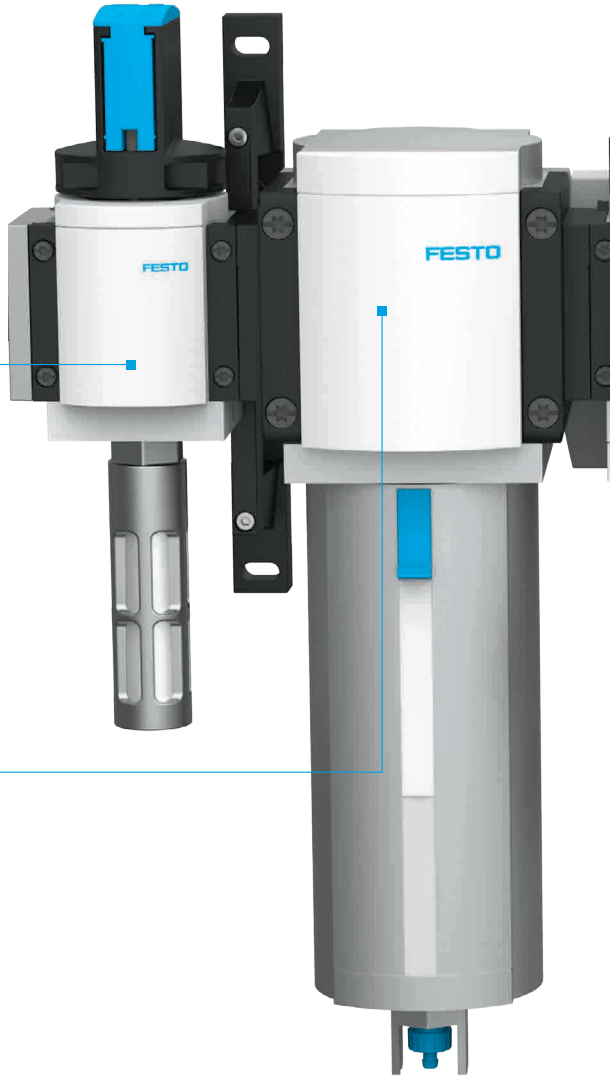
Einkanalige Verschaltung					
Low Demand			High Demand		
bis SIL 1	bis SIL 2	bis SIL 3	bis SIL 1	bis SIL 2	bis SIL 3
	•			•	
	•			•	
	•			•	
	•			•	
	•			•	
				•	
				•	
				•	
	•			•	
	•			•	
	•			•	

Safety@Festo mit MS

Die Baureihe MS bietet Ihnen ein breites Programm hoch funktionaler Komponenten und vielfältiger Services rund um die Druckluftaufbereitung. Diese Komponenten und Services helfen Ihnen auf dem Weg zur sicheren Maschine. Dabei können Sie je nach Einsatzfall Ihre Lösung auswählen. Von der Einzelkomponente über die einbaufertigen Kombinationen bis zur integrierten Sicherheitstechnik mit zertifizierten Sicherheitsbauteilen. Dabei sind alle relevanten Funktionen innerhalb der Druckluftaufbereitung abgebildet.

Ihre Vorteile in Ihrer sicherheitsrelevanten Anwendung:
- Alle relevanten Funktionen in unterschiedlichen Baugrößen für Ihre Anwendung
- Integrierte Sensorik und Sicherheitsfunktionen – unter anderem durch das MS-SV: Zuverlässiges und schnelles Entlüften von Anlagen bis zu PL e (nach ISO 13849-1 zertifiziert) mit integrierter Druckaufbaufunktion

Der Darstellung können Sie die wichtigsten Funktionen im Umfeld der funktionalen Sicherheit und ihren Einfluss auf Sicherheitsfunktionen entnehmen:



Manuelles Einschaltventil (MS-EM1)

Anwendung:
Manuelle Trennung und Entlüftung der Druckluftversorgung

Hinweis:
LOTO- Anwendungen (Lockout Tagout), Schutz gegen unerwarteten Anlauf (PUS)

Druckluftfilter mit Wasser/Öl- Abscheidefunktion (MS-LF)

Anwendung:
Entfernung von Partikeln, Öl und Wasser aus der Druckluft

Hinweis:
Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF) durch Filterung des Druckmediums, Verhinderung von Schmutzeintrag und Entwässerung von Druckluft

Druckregelung (MSE6-C2M / MS-LR)

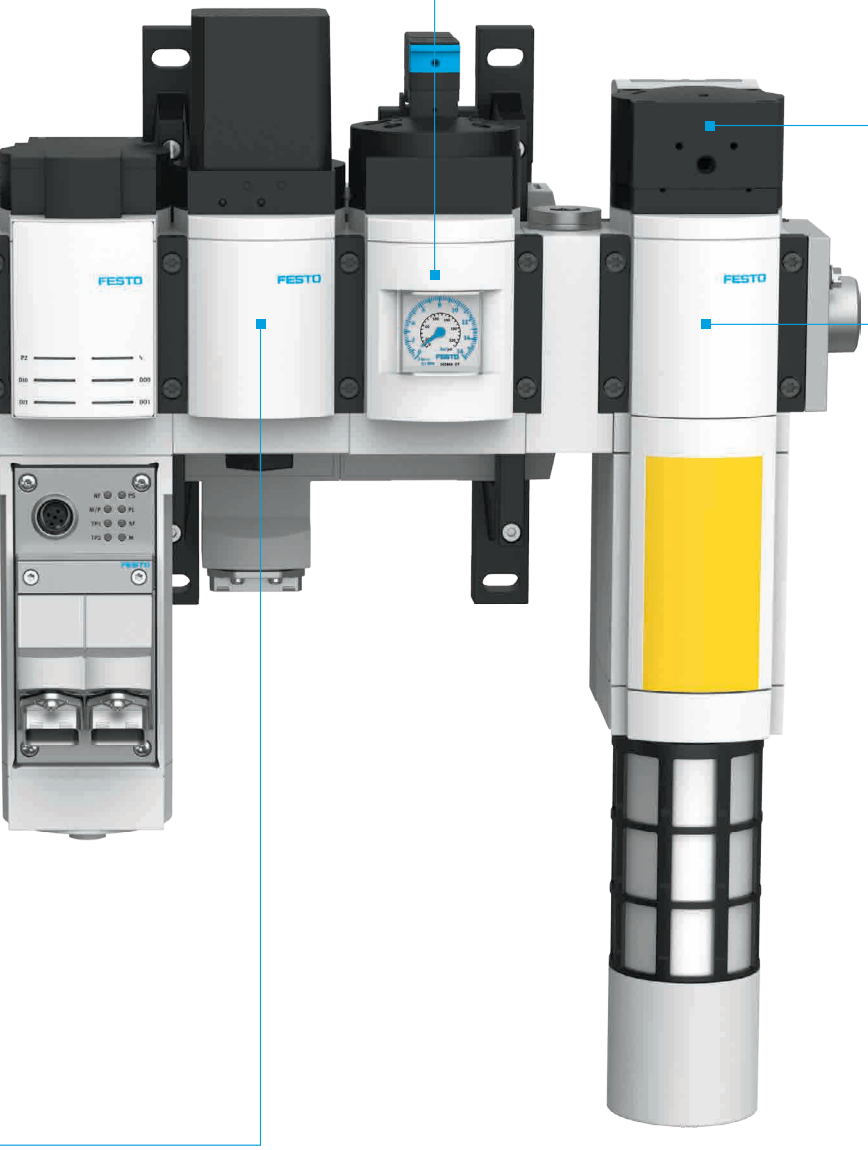
Anwendung:
Regelung spezifizierter Betriebsdruck

Hinweis:
Maßnahmen gegen Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF), Schutz gegen Überdruck sowie Schutz vor Manipulation durch abschließbaren Drehknopf oder elektronische Einstellung

Druck-/ Durchflussmessung / Druckanzeige (MSE6-C2M / SPAU / SFAM)

Anwendung:
Überwachen und Erkennen von Grenzwertverletzungen

Hinweis:
Vermeidung systematischer Fehler durch Erkennung von Fehlerzuständen, Überprüfen der Drucktrennung



Sicheres Entlüften der Anlage (MS6-SV-E)

Anwendung:
Schnellstmögliches Entlüften und energielos Schalten der Anlage in den sicheren Zustand

Hinweis:
Zertifiziertes Sicherheitsbauteil für sicheres Energiefreischalten (SDE) und Schutz vor unerwartetem Anlauf (PUS) Kategorie 4, PL e

MS6-SV-D

Wie MS6-SV-E jedoch in Kategorie 3, PL d. Ideal für Hersteller von Serienmaschinen mit hoher Sicherheitsanforderung bis PL e geeignet.
Im Gegensatz zum MS6-SV-E muss hier eine entsprechende Programmierung in der Sicherheits-SPS vorgenommen werden.

MS6-SV-C

Wie MS6-SV-E jedoch in Kategorie 1, PL c. Ideal für Applikationen mit mittleren Sicherheitsanforderungen bis PL c.
Die einkanalige Konstruktion sorgt für ein sicheres und schnelles Entlüften – und ist zugleich sehr kostengünstig.

Druckaufbau (Soft Start) (MS6-SV)

Anwendung:
Gesteuerter sanfter Druckaufbau

Hinweis:
Der sanfte Druckaufbau verhindert unerwartete schlagartige Bewegungen in der Anlaufphase und schont die mechanischen Komponenten.

Safety@Festo mit der Ventilinsel CPX/VTSA-F

Die Ventilinsel CPX/VTSA-F bietet folgende Funktionen, die Ihnen im Umfeld der Maschinensicherheit helfen können:

- Steuerluft-Schaltventil zur Entlüftung von Kanal 14, mit integriertem Näherungsschalter oder externem Druckschalter
- Druckaufbauventil zur Entlüftung von Kanal 1, mit integriertem Näherungsschalter oder externem Druckschalter
- Ventile mit Schaltstellungsabfrage der Ruhestellung
- Integration des VOFA-Steuerblocks zur Realisierung der sicheren Bewegungsrichtung (SDI)
- Kombination mit sicheren Ein- und Ausgangsmodulen auf der CPX
- Interne Abschaltung der Spannungsversorgung der Ventile mit CPX-PROFIsafe-Modul
- Beliebige Druckzonen (inklusive Trennung von Kanal 14) und Druckeinspeisung möglich

Druckaufbau- und Entlüftungsventil (VABF-S6-1-P5A4-G12-4-1-P)

Anwendung:
Für die installierte Druckzone wird der Druck langsam aufgebaut, um die Ventile und Antriebe in einen definierten Zustand zu bringen.
Bei der Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion SDE, wird die Druckzone entlüftet und somit je nach Ventiltyp die Antriebe kraftfrei geschaltet. Dadurch kann zusätzlich eine Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf realisiert werden.

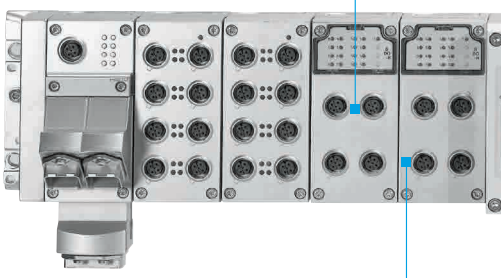
Hinweis:
Geeignet für
- sicheres Energiezuschalten (SEZ)
- sicheres Energiefreischalten (SDE)
- Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf (PUS)

in einkanaligen Architekturen bis PL c.

Sichere Eingänge (CPX-F8DE-P)

Anwendung:
4 sichere Eingänge zur Einbindung von Sensoren mit OSSD-Signal oder potentialfreiem Kontakt. Einfache Konfiguration der Betriebsarten.

Hinweis:
Sicheres Erfassen und Auswerten von Eingangszuständen bis Kategorie 4, PL e / SIL 3



Sichere Ausgänge (CPX-FVDA-P2)

Anwendung:
Sichere Abschaltung der Versorgungsspannung der Ventile. Zusätzlich gibt es 2 sichere externe Ausgänge, welche ideal für den sicheren Anschluss von externen Geräten wie z. B. Ventilen oder weiterer Ventilinseln sind.
Mit diesem Modul werden die auf der Ventilinsel befindlichen und die angeschlossenen Ventile durch die Testimpulse nicht negativ beeinflusst. Dadurch lassen sich die Lebensdauer verlängern und das durch Testimpulse verursachte Schalten der Ventile vermeiden.

Hinweis:
Sicheres Abschalten Kategorie 3, PL e / SIL 3

Steuerluft-Schaltventil (VSVA-B-M52-MZD-xx-1T1L-APP)

Anwendung:
Wird das Steuerluft-Schaltventil in Ruhestellung gebracht (ausgeschaltet) – hier mit Hilfe der sicheren elektrischen Zone – bleiben die vorgesteuerten bistabilen Ventile in der eingenommenen Schaltstellung bzw. werden die vorgesteuerten monostabilen Ventile in die Ruhestellung geschaltet und verharren dort.

Hinweis:
In der Kombination mit der sicheren elektrischen Zone (CPX-FVDA-P2) ist die Anwendung geeignet für Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS) bis PL e. Bei der Verwendung in einer nicht sicheren elektrischen Zone ist die Anwendung geeignet für Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS) bis PL c.

5/2-Wegeventile bistabil (VSVA-B-B52-...)

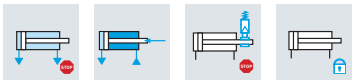
Anwendung:
Die bistabilen Ventile bleiben bei Abschaltung in der zuletzt eingenommenen Schaltstellung. Trotzdem kann bei der Versorgung mit Arbeitsluft weiterhin ein angeschlossener Antrieb mit Druck beaufschlagt werden und so z. B. mit Energie ein Werkstück gespannt oder die Position gehalten werden.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS)

Ist die letzte eingenommene Schaltstellung die sichere Stellung, sind weitere Sicherheits-Teilfunktionen realisierbar.

[1]Abhängig von Ventiltyp und pneumatischem Antrieb können eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen in einkanaligen Architekturen bis PL c und zweikanalige Architekturen mit zusätzlichen Komponenten bis PL e erreicht werden. Die Anforderungen zur Erreichung des Performance Levels nach ISO 13849 sind zu erfüllen.

5/2- und 3/2-Wegeventile monostabil
(VSVA-B-M52-..., VSVA-B-T32x-...)

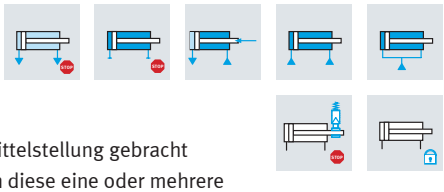


Anwendung:
Werden die Ventile in Ruhestellung gebracht (ausgeschaltet), können diese eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen realisieren.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bewegungsrichtung (SDI)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)
- Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf (PUS)

Ohne anstehende Arbeitsluft für Ventile mit Ruhestellung offen geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)

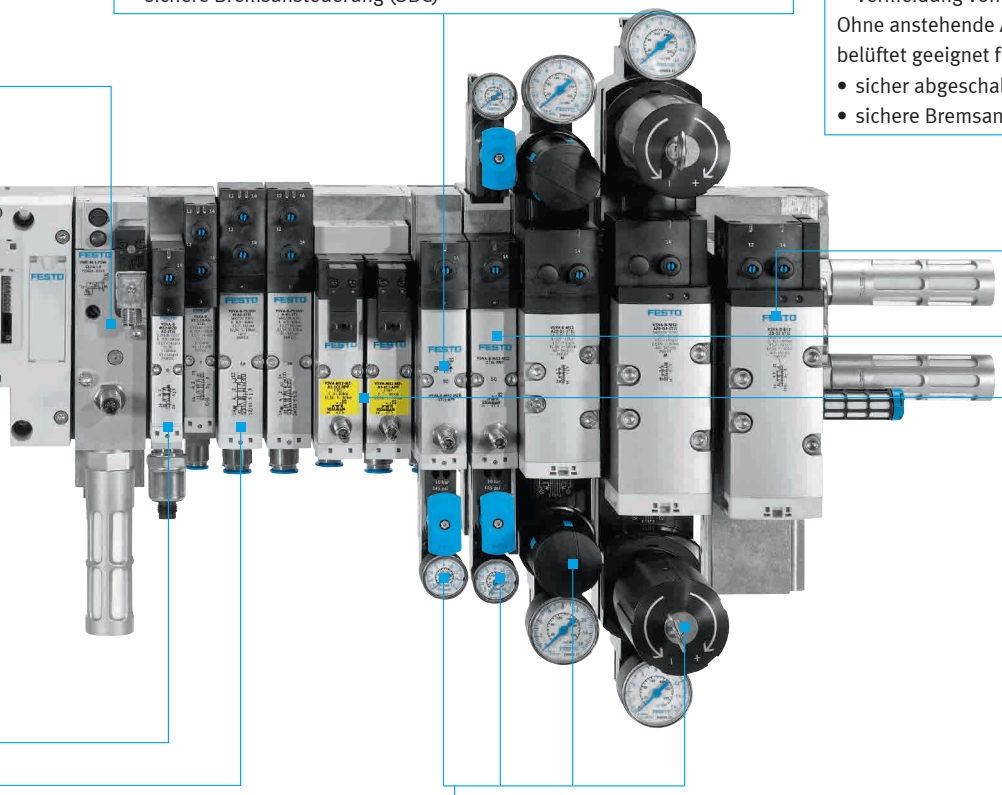
5/3-Wegeventile monostabil
(VSVA-B-P53C/E/U-...)



Anwendung:
Werden die Ventile in Mittelstellung gebracht (ausgeschaltet), können diese eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen realisieren.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sicheres Anhalten und Absperren (SSC)
- sichere Bewegungsrichtung (SDI)
- sicherer Betriebshalt (SOS)
- sicheres Momentengleichgewicht (SET)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)
- Vermeidung von unerwartetem Anlauf (PUS)

Ohne anstehende Arbeitsluft für Ventile mit Mittelstellung entlüftet/belüftet geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)



Ventile mit Schaltstellungsabfrage
(VSVA-B-M52-...-APx/ANx)

Anwendung:
Die Schaltstellungsabfrage bietet sich zur Überwachung der Ruhestellung und dadurch zur Erreichung eines hohen Diagnosedeckungsgrades an.

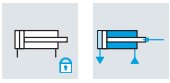
Hinweis:
Diagnosedeckungsgrad von 99 % nach ISO 13849-1 erreichbar.

Höhenverkettungen
(VABF-Sx-...)

Anwendung:
Weitere Funktionseinheiten können dem verwendeten Ventil durch Höhenverkettungsplatten hinzugefügt werden. Dadurch lassen sich u. a. Druckregelungen, Drucksperrungen und Volumenstromdrosselungen mit der Ventilfunktion kombinieren.

Vorteil für Sicherheitsanwendung[1]:
- sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS)
- sicher begrenztes Moment (Kraft) (SLT)
- sicherer Betriebshalt (SOS)
- sicheres Momentengleichgewicht (SET)
- Lockout-Tagout (LOTO), nur mit Vertikal-Drucksperrventil VABF-S4-..-L1D2-C

Steuerblock mit Sicherheitsfunktion (VOFA-LS-T52-...)



Anwendung:
Zur Realisierung einer sicheren Reversierbewegung eines Antriebs bzw. Anlagenteils mit einer hohen Zuverlässigkeit. Dies ist insbesondere bei Pressenanwendungen interessant.

Hinweis:
- Reversieren der Bewegung Kategorie 4, bis zu PL e
- Manipulationssicherheit, Schutz gegen unerwarteten Anlauf Kategorie 4, bis zu PL e

Safety@Festo mit der Ventilinsel CPX/VTSA-F-CB

Die Ventilinsel CPX/VTSA-F-CB ergänzt die VTSA-Reihe u. a. um folgende zusätzliche Funktionalitäten hinsichtlich Maschinensicherheit:

- Flexible Abschaltung von bis zu 3 Spannungszonen in den CPX-Interfaces, wahlweise intern mit PROFIsafe oder extern mittels 3x M12 (über sichere Ausgänge)
- Steuerluft-Schaltventil zur Entlüftung von Kanal 14, mit integriertem Drucksensor und integrierter Ansteuerung und Rückmeldung
- Druckaufbauventil zur Entlüftung von Kanals, mit integriertem Drucksensor und integrierter Ansteuerung und Rückmeldung
- Kombination mit sicheren Ein- und Ausgangsmodulen auf der CPX (konfigurationsabhängig)
- Serielle Kommunikation im Pneumatik-Teil (ähnlich wie MPA-S)
- Mit maximal 4 Spannungszonen für die Lastspannung der Ventile im Pneumatik-Teil
- Beliebige Druckzonen (inklusive Trennung von Kanal 14) und Druckeinspeisung möglich

Sichere Eingänge (CPX-F8DE-P)

Anwendung:
4 sichere Eingänge zur Einbindung von Sensoren mit OSSD-Signal oder potentialfreiem Kontakt. Einfache Konfiguration der Betriebsarten.

Hinweis:
Sicheres Erfassen und Auswerten von Eingangszuständen bis Kategorie 4, PL e / SIL 3

Anschaltung mit 3 sicheren elektrischen Zonen
(VABA-S6-1-X2-F1-CB)

Anwendung:
Realisierung eines individuellen Sicherheitskonzeptes durch die Bildung von sicheren elektrischen Zonen auf der Ventilinsel zur partiellen Abschaltung von Ventilen oder Ansteuerung eines Druckaufbau- und Entlüftungsventils. Sichere Abschaltung von bis zu drei Ventilinselzonen.

Hinweis:
Sicheres Abschalten Kategorie 3, PL e / SIL 3

VABA-S6-1-X2-F2-CB
Anschaltung mit 2 sicheren internen elektrischen Zonen und einem sicheren externen Ausgang
Ideal für den sicheren Anschluss eines externen Gerätes wie z. B. eines Ventils oder einer weiteren Ventilinsel. Zusätzlich können 2 sichere interne elektrische Zonen realisiert werden.

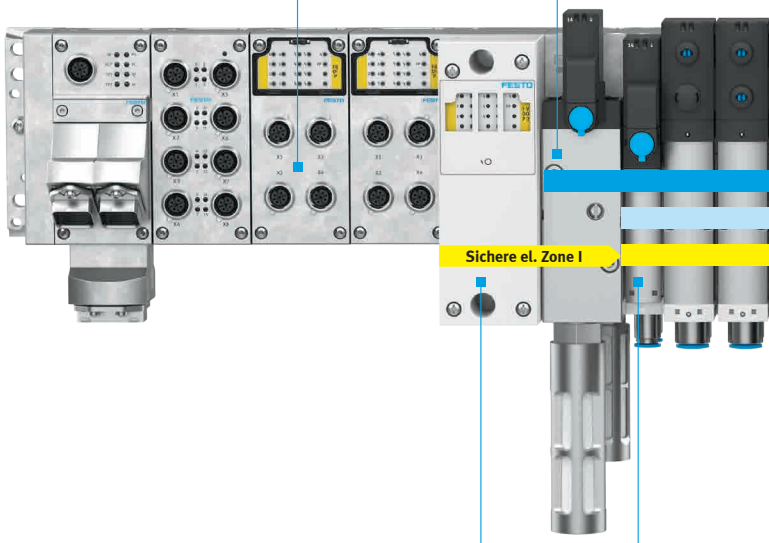
VABA-S6-1-X2-3V-CB
Anschaltung über externe Sicherheitssteuerung zur Realisierung von 3 sicheren elektrischen Zonen
Marktübliche Sicherheitssteuerungen können zur Realisierung von 3 internen Zonen verwendet werden. Hiermit können Sie mit Ihren bestehenden Steuerungsarchitekturen Zonen auf der Ventilinsel sicher ansteuern.

Druckaufbau- und Entlüftungsventil
(VABF-S6-1-P5A4-...-1T5-PA)

Anwendung:
Für die installierte Druckzone wird der Druck langsam aufgebaut, um die Ventile und Antriebe in einen definierten Zustand zu bringen. Bei der Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion SDE wird die Druckzone entlüftet und somit je nach Ventiltyp die Antriebe kraftfrei geschaltet. Dadurch kann zusätzlich ein Schutz vor unerwartetem Anlauf realisiert werden.

Hinweis:
Geeignet für
- sicheres Energiezuschalten (SEZ)
- sicheres Energiefreischalten (SDE)
- Schutz vor unerwartetem Anlauf (PUS)

in einkanaligen Architekturen bis PL c.



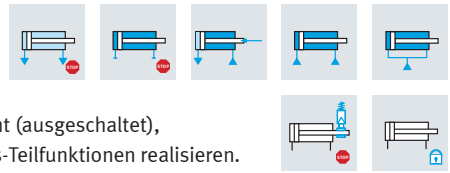
Steuerluft-Schaltventil (VSVA-BT-M32CS-...-A2-...)

Anwendung:
Wird das Steuerluft-Schaltventil in Ruhestellung gebracht (ausgeschaltet), bleiben die vorgesteuerten bistabilen Ventile in der eingenommenen Schaltstellung bzw. werden die vorgesteuerten monostabile Ventile in die Ruhestellung geschaltet und verharren dort.

Hinweis:
In der Kombination mit der sicheren elektrischen Zone ist die Anwendung geeignet für den Schutz vor unerwartetem Anlauf (PUS) bis PL e. Bei der Verwendung in einer nicht sicheren elektrischen Zone ist die Anwendung geeignet für die Vermeidung von unerwartetem Anlauf (PUS) bis PL c.

[1]Abhängig von Ventiltyp und pneumatischem Antrieb können eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen in einkanaligen Architekturen bis PL c und zweikanalige Architekturen mit zusätzlichen Komponenten bis PL e erreicht werden. Die Anforderungen zur Erreichung des Performance Levels nach ISO 13849 sind zu erfüllen.

5/3-Wegeventile monostabil
(VSVA-B-P53C/E/U-...)

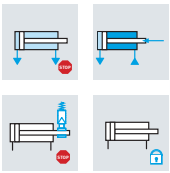


Anwendung:
Werden die Ventile in Mittelstellung gebracht (ausgeschaltet), können diese eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen realisieren.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sicheres Anhalten und Absperren (SSC)
- sichere Bewegungsrichtung (SDI)
- sicherer Betriebshalt (SOS)
- sicheres Momentengleichgewicht (SET)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS)

Ohne anstehende Arbeitsluft für Ventile mit Mittelstellung entlüftet/belüftet geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)

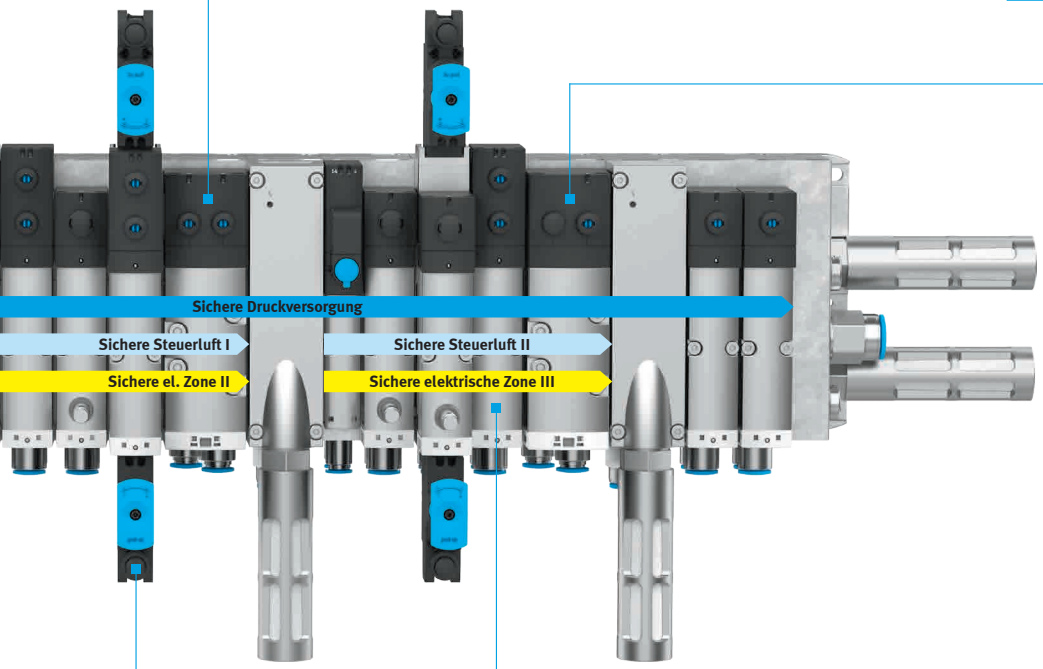
5/2- und 3/2-Wegeventile monostabil
(VSVA-B-M52-..., VSVA-B-T32x-...)



Anwendung:
Werden die Ventile in Ruhestellung gebracht (ausgeschaltet), können diese eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen realisieren.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bewegungsrichtung (SDI)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS)

Ohne anstehende Arbeitsluft für Ventile mit Ruhestellung offen geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)



Höhenverkettungen
(VABF-Sx-...)

Anwendung:
Weitere Funktionseinheiten können dem verwendeten Ventil durch Höhenverkettungsplatten hinzugefügt werden. Dadurch lassen sich u. a. Druckregelungen, Drucksperrungen und Volumenstromdrosselungen mit der Ventilfunktion kombinieren.

Vorteil für Sicherheitsanwendung[1]:
- sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS)
- sicher begrenztes Moment (Kraft) (SLT)
- sicherer Betriebshalt (SOS)
- sicheres Momentengleichgewicht (SET)
- Lockout-Tagout (LOTO), nur mit Vertikal-Drucksperrventil VABF-S4-...-L1D2-C

5/2-Wegeventile bistabil (VSVA-B-B52-...)

Anwendung:
Die bistabilen Ventile bleiben bei Abschaltung in der zuletzt eingenommenen Schaltstellung. Trotzdem kann bei der Versorgung mit Arbeitsluft weiterhin ein angeschlossener Aktor mit Druck beaufschlagt werden und so z. B. mit Energie ein Werkstück gespannt oder die Position gehalten werden.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- Schutz vor unerwartetem Anlauf (PUS)

Ist immer die letzte eingenommene Schaltstellung die sichere Stellung, sind weitere Sicherheits-Teilfunktionen realisierbar.

Safety@Festo mit der Ventilinsel MPA-S

MPA-S ist eine modular aufgebautes Ventilsystem mit Anschlussplatten-ventilen und weist hinsichtlich der Maschinensicherheit folgende Besonderheiten auf:

- Beliebige Druckzonen und Druckeinspeisung möglich
- Flexible Abschaltung der Spannungsversorgung der Ventile intern mit CPX-PROFIsafe-Modul
- Begrenzung der Antriebsgeschwindigkeit durch Festdrosseln

5/2-Wegeventile bistabil
(VMPAx-M1H-J-..., VMPAx-M1H-F-...)

Anwendung:
Die bistabilen Ventile bleiben bei Abschaltung in der zuletzt eingenommenen Schaltstellung. Trotzdem kann bei weiterer / bestehender Versorgung mit Arbeitsluft weiterhin ein angeschlossener Antrieb mit Druck beaufschlagt werden und so z. B. mit Energie ein Werkstück gespannt oder die Position gehalten werden.

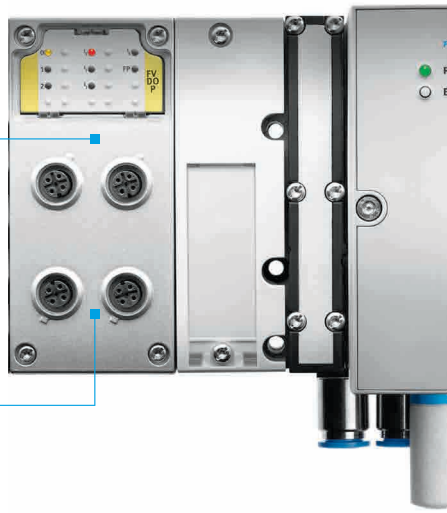
Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- Schutz vor unerwartetem Anlauf (PUS)

Ist die letzte eingenommene Schaltstellung die sichere Stellung, sind weitere Sicherheits-Teilfunktionen realisierbar.

Sichere Eingänge (CPX-F8DE-P)

Anwendung:
4 sichere Eingänge zur Einbindung von Sensoren mit OSSD-Signal oder potentialfreiem Kontakt. Einfache Konfiguration der Betriebsarten.

Hinweis:
Sicheres Erfassen und Auswerten von Eingangszuständen bis Kategorie 4, PL e / SIL 3



Sichere Ausgänge (CPX-FVDA-P2)

Anwendung:
Sichere Abschaltung der Versorgungsspannung der Ventile. Zusätzlich gibt es 2 sichere externe Ausgänge, welche ideal für den sicheren Anschluss von externen Geräten wie z. B. Ventilen oder weiterer Ventilinseln sind.
Mit diesem Modul werden die auf der Ventilinsel befindlichen und die angeschlossenen Ventile durch die Testimpulse nicht negativ beeinflusst. Dadurch lassen sich die Lebensdauer verlängern und das durch Testimpulse verursachte Schalten der Ventile vermeiden.

Hinweis:
Sicheres Abschalten Kategorie 3, PL e / SIL 3

5/2- und 3/2-Wegeventile monostabil
(VMPAx-M1H-M/MS /K/KS/N/NS/H/HS/X/W...)

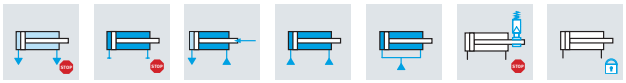
Anwendung:
Werden die Ventile in Ruhestellung gebracht (ausgeschaltet), können diese eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen realisieren.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS)

Ohne anstehende Arbeitsluft für Ventile mit Ruhestellung offen geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)

[1]Abhängig von Ventiltyp und pneumatischem Antrieb können eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen in einkanaligen Architekturen bis PL c und zweikanalige Architekturen mit zusätzlichen Komponenten bis PL e erreicht werden. Die Anforderungen zur Erreichung des Performance Levels nach ISO 13849 sind zu erfüllen.

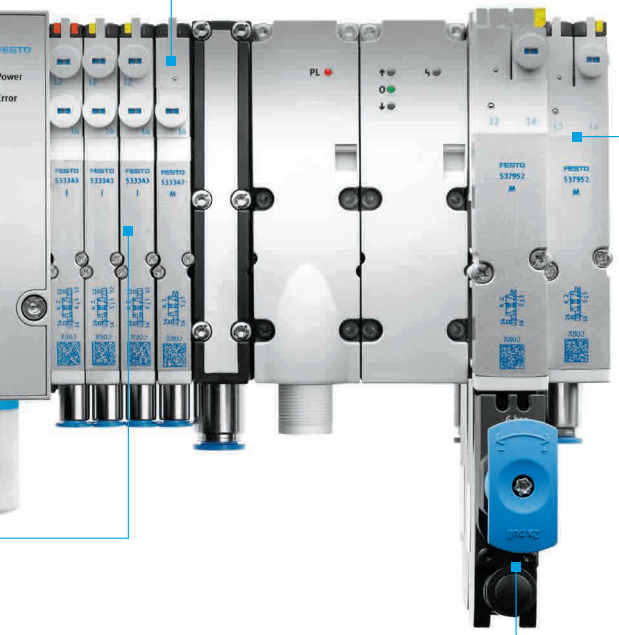
5/3-Wegeventile monostabil
(VMPAx-M1H-G/B/E...)



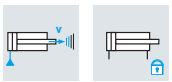
Anwendung:
Werden die Ventile in Mittelstellung gebracht (ausgeschaltet), können diese eine oder mehrere Sicherheits-Teilfunktionen realisieren.

Hinweis:
Ohne elektrische Ansteuerung geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sicheres Anhalten und Absperren (SSC)
- sichere Bewegungsrichtung (SDI)
- sicherer Betriebshalt (SOS)
- sicheres Momentengleichgewicht (SET)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)
- Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS)

Ohne anstehende Arbeitsluft für Ventile mit Mittelstellung entlüftet/belüftet geeignet für[1]:
- sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- sichere Bremsansteuerung (SBC)



Festdrossel
(VMPAx-B8/HS)



Anwendung:
Der Abluft-Volumenstrom lässt sich mit einer Festdrossel definieren, um die Antriebsgeschwindigkeit zu begrenzen.

Hinweis:
Abhängig der Bewertung kann eine sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) erreicht werden.

Höhenverkettungen
(VMPAx-B8/HS)

Anwendung:
Weitere Funktionseinheiten können dem verwendeten Ventil durch Höhenverkettungsplatten hinzugefügt werden. Dadurch lassen sich u. a. Druckregelungen und Drucksperrungen mit der Ventilfunktion kombinieren.

Vorteil für Sicherheitsanwendung[1]:
- sicher begrenztes Moment (Kraft) (SLT)
- sicherer Betriebshalt (SOS)
- sicheres Momentengleichgewicht (SET)
- Lockout-Tagout (LOTO), nur mit Vertikal-Drucksperrplatte VMPA..-HS

Safety@Festo mit CMMT

Sichere Bremsansteuerung (SBC)

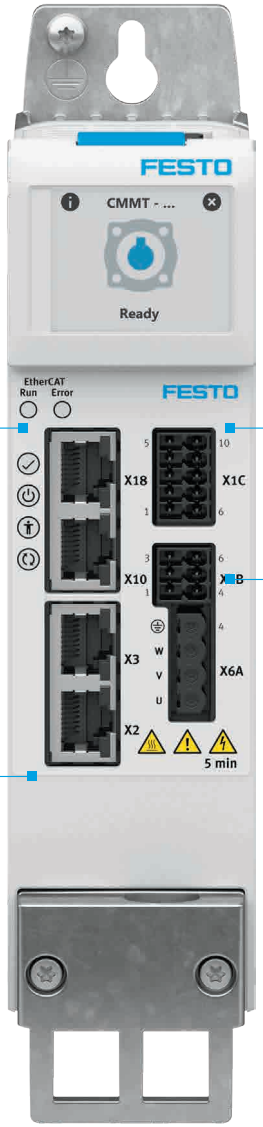
Anwendung:
Sichere Ansteuerung der Motorbremse und/oder Klemmeinheit der Achse

Hinweis:
Sichere Bremsansteuerung (SBC) bis zu Kategorie 3, PL e / SIL 3 / SILCL 3

Sicherer Stopp 1 (SS1)

Anwendung:
Einleiten der Schnellhaltrampe mittels externer Steuerung mit anschließender Momentenfreischaltung nach extern definierbarer Zeit

Hinweis:
Ansteuerung des CMMP nach definierter Zeit mit sicher abgeschaltetem Moment (STO) Kategorie 4, PL e / SIL 3 / SILCL 3



Sicherer Bremsentest (SBT)

Anwendung:
Mit externer Programmierung ist ein Test der Bremsen möglich. Dieser sollte in regelmäßigen Zyklen erfolgen.

Hinweis:
Diagnose der Bremsfunktion mittels einer externen Steuerung

Sicher abgeschaltetes Moment (STO)

Anwendung:
Momentenfreischaltung eines Antriebs und Schalten der Anlage in den sicheren Zustand

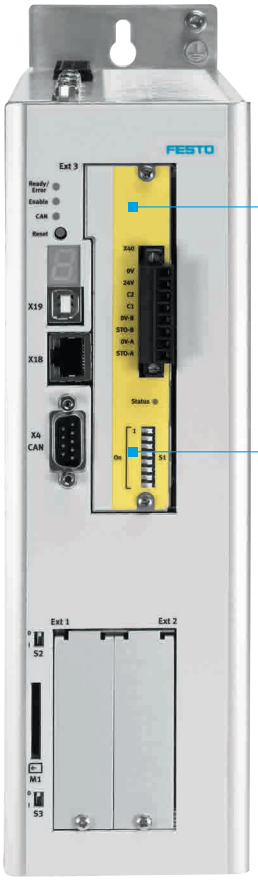
Hinweis:
Sicher abgeschaltetes Moment (STO) Kategorie 4, PL e / SIL 3 / SILCL 3

Standard Safety

Sicher abgeschaltetes Moment (STO)

Anwendung:
Momentfreischalten eines Antriebs und Schalten der Anlage in den sicheren Zustand

Hinweis:
Sicher abgeschaltetes Moment (STO) Kategorie 4, PL e / SIL 3



Sicherer Stopp 1 (SS1)

Anwendung:
Einleiten der Bremsrampe mit anschließender Momentenfreiheit nach extern definierbarer Zeit

Hinweis:
Sicher abgeschaltetes Moment (STO) Kategorie 4, PL e / SIL 3

Advanced Safety

Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR)

Anwendung:
Lässt eine Geschwindigkeit nur innerhalb eines definierten Bereichs zu.

Hinweis:
Sicherer Geschwindigkeitsbereich (SSR) bis zu Kategorie 4, PL e / SIL 3

Sicherer Bremsentest (SBT)

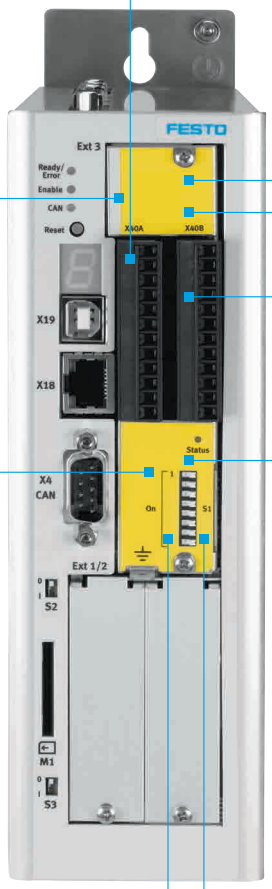
Anwendung:
Mit externer Programmierung ist ein Test der Bremsen möglich. Dieser sollte in regelmäßigen Zyklen erfolgen.

Hinweis:
Validierung der sicheren Bremsansteuerung mit einer externen Sicherheitssteuerung

Sicherer Stopp 2 (SS2)

Anwendung:
Einleiten der Bremsrampe mit anschließenden sicherer Beibehaltung der Endposition unter Energie

Hinweis:
Sicherer Stopp 2 (SS2) bis zu Kategorie 4, PL e / SIL 3



Sicherer Betriebshalt (SOS)

Anwendung:
Sichere Beibehaltung einer Position

Hinweis:
Sicherer Betriebshalt (SOS) / bis zu Kategorie 4, PL e/ SIL 3

Sichere Bremsansteuerung (SBC)

Anwendung:
Sichere Ansteuerung der Motorbremse und/oder Klemmeinheit der Achse.

Hinweis:
Sichere Bremsansteuerung (SBC) bis zu Kategorie 4, PL e / SIL 3

Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS)

Anwendung:
Hält die Geschwindigkeit unterhalb einer definierten Grenze.

Hinweis:
Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) bis zu Kategorie 4, PL e / SIL 3

Sichere Geschwindigkeitsüberwachung (SSM)

Anwendung:
Gibt bei Verlassen des definierten Geschwindigkeitsbereichs ein sicheres Signal aus.

Hinweis:
Sichere Geschwindigkeitsüberwachung (SSM) bis zu Kategorie 4, PL e / SIL 3

Einbaufertige Lösungen für Ihre sicherheitsgerichteten Systeme

Auf Basis Ihrer Anforderungen stellen wir komplette, einbaufertige Lösungen für die Verwendung in sicherheitsgerichteten Schaltungen zusammen.
Sie erhalten von uns Beschreibung und Dokumentation der Lösung, z. B. einer Prozessventileinheit, gemäß IEC 61508 und IEC 61511-1.
So sparen Sie sich aufwendige Montage- und Kalkulationsarbeiten und erhalten bewertete Komplettlösungen aus einer Hand.

Sensorbox SRBC

Zur elektronischen und optischen Stellungsanzeige von automatisierten Prozessventilen in sicherheitsgerichteten Systemen bis SIL2 für Low-Demand- und High-Demand-Anwendungen.

- Gehäuseschutz IP67 / NEMA 4/4X
- Zündschutzart: Ex ia
- Ex-Schutz nach ATEX: II 2G c X / II 2D c X
- cCSAus: ordinary location
- Einsatzbedingungen: Outdoor/indoor

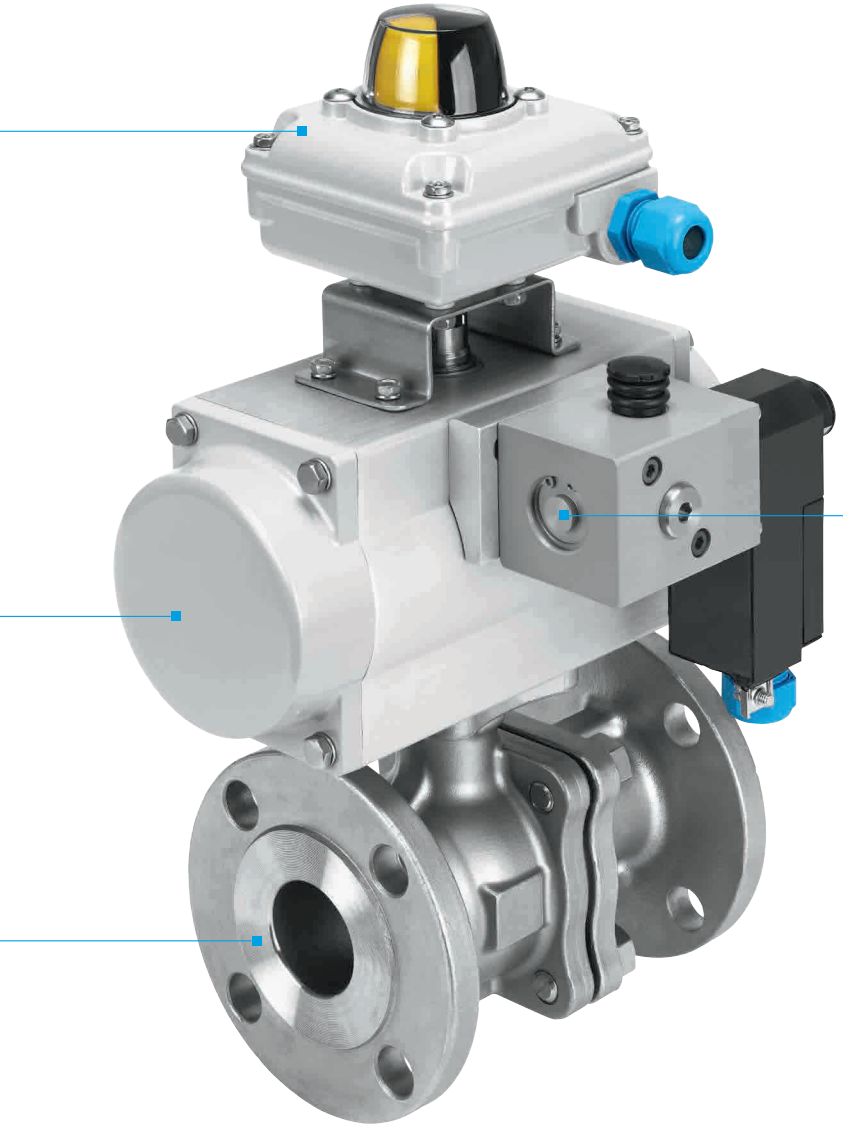
Schwenkantrieb DFPD

Doppelt- und einfachwirkend zur Ansteuerung von Prozessarmaturen in sicherheitsgerichteten Systemen bis SIL3 in redundanter Ausführung oder bis SIL2 in einkanaliger Ausführung in Low-Demand- und High-Demand-Anwendungen.

- Temperaturbereich: –50 ... +150 °C
- Ex-Schutz nach ATEX:
  II 2G c T4 X / II 2 D c 125 °C X
- Schwenkwinkel bis 180°
- Oberflächenbeschaffenheit: Welle Edelstahl, Gehäuse Epoxidbeschichtung

Prozessventil auf Basis Ihrer Anforderungen

Je nach Einsatzfall kann die Wahl des geeigneten Prozessventils variieren.
Sie erhalten zahlreiche Prozessventile von uns oder wir binden Prozessventile laut Ihren Vorgaben in das System ein. Voraussetzung ist, dass das Ventil SIL-zertifiziert ist und die zur SIL-Kalkulation notwenigen Werte vorliegen.



Vorsteuerventile VOFC

Für sicherheitsgerichtete Systeme bis SIL3 in redundanter Verschaltung oder bis SIL2 in einkanaliger Verschaltung für Low Demand, High Demand und ESD (Emergency Shut Down) Anwendungen.

- Konstruktionsprinzip: indirekt gesteuert
- Ex Schutz nach IEC Ex: EPL Gb/ EPL Db
- Ex Schutz nach ATEX: II 2 G / II 2 D
- Zündschutzarten Magnetspulen: Ex ia, Ex me, AEx-m
- Gehäuseschutz IP65
- Oberflächenbeschaffenheit: Alu emataliert – Stainless Steel
- Einsatzbedingungen: Outdoor/ Indoor

Sie erhalten von uns die einbaufertige Einheit, angepasst an Ihre Anforderungen inkl. der Erklärung, die den Einsatz in sicherheitsgerichteten Systemen gemäß IEC 61508 bestätigt.

FESTO

Declaration

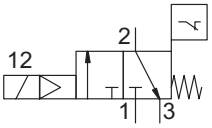
Ergänzung des Produktkatalogs um Sonderlösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

Im Folgenden finden Sie Produkterweiterungen zu unserem Standardkatalog für sicherheitsgerichtete Anwendungen.
Bei Fragen zum Thema Produkterweiterung oder -modifizierungen kontaktieren Sie uns – wir helfen Ihnen gerne.

Einschaltventil MS-Reihe mit Kolbenstellungsabfrage

Funktion
Elektrisch betätigtes Einschaltventil zum Be- und Entlüften von pneumatischen Anlagen
Berührungslose Schaltstellungsabfrage für SMT-8M-A

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	Schaltstellungsabfrage
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Teile-Nr.	Typ
8028347	MS4-EE-1/4-10V24-S-CS
8028348	MS4-EE-1/4-V24-S-CS
1627966	MS6-EE-1/2-10V24-S-SA
2649234	MS6-EE-1/2-V24-S-SA

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Einschaltventil HEE mit Schaltstellungsabfrage

Technische Daten

Spannung
24 V DC

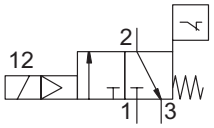
Betriebsdruck
2,5 ... 16 bar

Temperaturbereich
-10 ... +60 °C

Funktion

Zur Kolbenstellungsabfrage des Einschaltventils sind gängige Sensoren mit Reedkontakt für die T-Nut verwendbar: Typ SME-8M, SMT-8M, SME-8, SMT-8

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	Schaltstellungsabfrage
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Teile-Nr.	Typ
533537	HEE-D-MIDI-...-SA207225
548535	HEE-D-MAXI-...-SA217173

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Manuelles Einschaltventil MS mit rotem Drehknopf

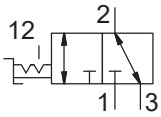
Technische Daten

Temperaturbereich
-10 ... +60 °C

Funktion

Das manuelle Einschaltventil dient zum Be- und Entlüften von pneumatischen Anlagen. Im geschlossenen Zustand kann der Drehknopf mit einem Vorhängeschloss gesichert werden. Diese Funktion kann zur Umsetzung des Lockout-Tagout (LOTO) Prinzips genutzt werden.

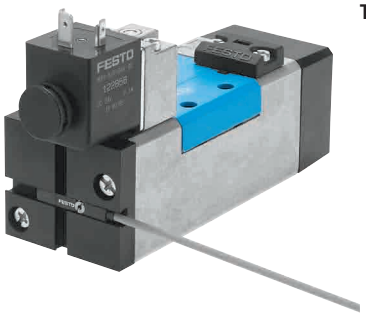
Schaltsymbol



Teile-Nr.	Typ
571429	MS6-EM1-1/2-R-SA-241043C
1542176	MS9-EM-G-VS-R-SA-244130A
571521	MS12-EM-G-GR-SA-242625A

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Ventil MDH mit Schaltstellungsabfrage



Technische Daten

Spannung
24 V DC

Druck
3 ... 10 bar

Temperaturbereich
-10 ... +50 °C

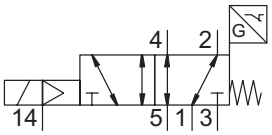
Durchfluss
1200 ... 4500 l/min

Funktion

- Die Stellung des Kolbenschiebers wird direkt abgefragt
- Keine Druck- sondern Positionsabfrage
- Geeignet für Schaltungen mit höherem Diagnosedeckungsgrad
- Geeignet für Schaltungen höherer Kategorie nach ISO 13849-1
- Verwendbar sind gängige Sensoren mit Reedkontakt für T-Nut: Typ SME-8M, SME-8
- Schaltausgang kontaktlos oder mit Reedkontakt

Bitte beachten Sie: Sensoren sind getrennt zu bestellen

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	Schaltstellungsabfrage
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Bestellbezeichnung

Teile-Nr.	Typ
185994	MDH-5/2-D1-FR-S-C-A-SA27102
188005	MDH-5/2-D2-FR-S-C-A-SA23711
188006	MDH-5/2-D3-FR-S-C-A-SA23712

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Ergänzung des Produktkatalogs um Sonderlösungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen

Zweidruckregler

Technische Daten

Ausgangsdruck P2
0,5 ... 7 bar

Eingangsdruck P1
1,5 ... 10 bar

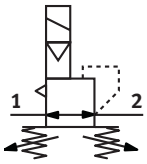
Durchfluss
bis 1300 l/min

Temperaturbereich
-10 ... +60 °C

Funktion

Membran-Druckregelventil mit zwei Sekundärentlüftungen zur Einstellung von 2 verschiedenen Ausgangsdrücken in einem Gerät. Die Umschaltung zwischen den beiden Werten erfolgt elektrisch.

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	
CCF	
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Teile-Nr.	Typ
550588	LR-D-MINI-ZD-V24-SA
567841	LR-D-MINI-ZD-V24-UK-SA

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

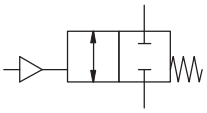
Stoppventil

Technische Daten

Betriebsdruck
0 ... 10 bar

Temperaturbereich
-20 ... +80 °C

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	
CCF	
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Teile-Nr.	Typ
25025	VL-2-1/4-SA

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Entsperrbares Rückschlagventil HGL, rot eloxiert

Darstellung in Graustufen

Technische Daten

Betriebsdruck
0,5 ... 10 bar

Steuerdruck
2 ... 10 bar

Temperaturbereich
-10 ... +60 °C

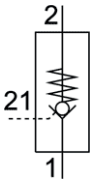
Beschreibung

Dieses speziell gekennzeichnete Ventil kommt der folgenden Forderung aus der DIN EN 12100 nach:
6.2.10 pneumatische und hydraulische Gefährdungen
... sämtliche Bauteile, die nach der Trennung der Maschine von der Energieversorgung unter Druck bleiben, mit deutlich erkennbaren Ablasseinrichtungen und einem Warnschild versehen sind, das auf die Notwendigkeit einer Druckentlastung dieser Teile hinweist, bevor Einricht- oder Instandhaltungsarbeiten an der Maschine vorgenommen werden. ....
Es handelt sich hierbei um kein Sicherheitsbauteil.

Funktion

Das entsperrbare Rückschlagventil ist für kurzzeitige Positionier- und Bremsfunktionen bei pneumatischen Antrieben geeignet.

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	
CCF	
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Teile-Nr.	Typ
4516340	HGL-1/2-B-CS
4516338	HGL-3/8-B-CS
4516324	HGL-1/4-B-CS
4512517	HGL-1/8-1/8-B-CS

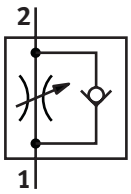
Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Manipulationsgesichertes Drossel-Rückschlagventil GRLA

Funktion

- Einstellen eines definierten Durchflusses
- Sicherung mittels Spannstift gegen unbefugtes Verstellen des Volumenstroms

Schaltsymbol



Kat	Kann mit zusätzlichen Maßnahmen in Systemen höherer Kategorie eingesetzt werden
PL	
DC	
CCF	
Kanäle	1
Sicherheitsbauteil nach MRL 2006/42/EG	nein

Teile-Nr.	Typ
539717	GRLA-M5-B-SA
539661	GRLA-1/8-B-SA
539662	GRLA-1/4-B-SA
539715	GRLA-3/8-B-SA
539716	GRLA-1/2-B-SA
539714	GRLA-3/4-B-SA

Alle angegebenen Werte sind Maximalwerte, die durch richtigen Betrieb des Bauteils erreicht werden können.

Was ist beim Einsatz von Festo Produkten zu beachten?

Die Einhaltung der jeweils angegebenen Grenzwerte der technischen Daten und die Beachtung von Sicherheitshinweisen ist die Voraussetzung für den bestimmungsgemäßen Gebrauch und daher vom Anwender unbedingt zu gewährleisten.

Es ist beim Einsatz von Pneumatikelementen auf den Betrieb mit ordnungsgemäß aufbereiteter Druckluft ohne aggressive Medien sowie die Einhaltung der Vorgaben an die Umgebung (z. B. Klima) zu achten. Diese finden Sie im Katalog-Datenblatt sowie in den allgemeinen Einsatzbedingungen.

Beim Einsatz der Produkte von Festo in sicherheitsgerichteten Anwendungen sind stets die nationalen Gesetze, Vorschriften und geltenden Normen sowie Arbeitsschutzgesetze zu berücksichtigen.

Eigenmächtige Umbauten und Veränderungen an Produkten und Systemen von Festo bedeuten ein Sicherheitsrisiko und sind aus diesem Grund nicht gestattet. Für daraus resultierende Schäden kann Festo keine Haftung übernehmen.

Nehmen Sie die Beratung von Festo in Anspruch, sobald für den geplanten Einsatz des Produkts einer der folgenden Punkte zutrifft:
- Die Umwelt- und Einsatzbedingungen oder das Betriebsmedium weichen von den angegebenen technischen Daten ab.
- Das Produkt soll eine Sicherheitsfunktion übernehmen.
- Eine Gefahren- oder Sicherheitsanalyse ist erforderlich.

Alle technischen Angaben entsprechen dem Stand der Drucklegung.

Alle in dieser Schrift enthaltenen Texte, Darstellungen, Abbildungen und Zeichnungen sind Eigentum der Festo AG & Co. KG und damit urheberrechtlich geschützt. Jede wie auch immer geartete Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen ist ohne Zustimmung der Festo AG & Co. KG unzulässig.
Durch den ständigen technischen Fortschritt sind Änderungen vorbehalten.

05 Ihre Qualifizierung mit unseren Trainings

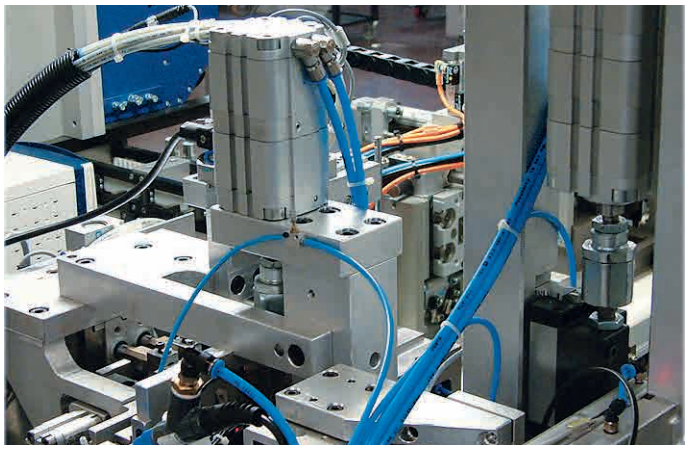
Qualifizierung Sicherheitstechnik

Qualifizierungen rund um das Thema Sicherheitstechnik von Festo Training and Consulting erweitern Ihr Wissen, ermöglichen Innovation und sorgen für Sicherheit bei der Planung und Umsetzung Ihrer Lösungen. Darüber hinaus profitieren Sie im Austausch mit den Trainern und anderen Seminarteilnehmern von deren Erfahrungen und erhalten Denkanstöße.
Das Seminarangebot resultiert aus unserem Anspruch, stets aktuelle Themen aufzugreifen und den Vorgaben des Gesetzgebers gerecht zu werden – bei gleichzeitiger Orientierung an der Entwicklung der Märkte. Unter diesem Aspekt haben wir für die Aus- und Weiterbildung auch unsere Trainingspakete zur Sicherheitstechnik entwickelt.

Inhalt

Sicherheitsgerichtete Pneumatik – Praxisseminar 116
Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG – Bauen, Abnehmen und Betreiben von Maschinen 117
Sicherheit in der Pneumatik und Elektropneumatik für Konstrukteure 118
Sicherheitsschaltungen berechnen nach ISO 13849-1 – Arbeiten mit der Software SISTEMA 119
Risikobeurteilung und sichere mechanische Konstruktion 120
Gerätesatz TP 1110 – Elektrische Schutzmaßnahmen (für Metallberufe) 121
Gerätesatz TP 1111 – Netzsysteme und Schutzmaßnahmen 122
Gerätesatz TP 250 – Aufbaustufe: Sicherheit in pneumatischen Systemen 123
Gerätesatz Maschinensicherheit – Grundlagen der Sicherheitselemente in der Elektrotechnik 124

Sicherheitsgerichtete Pneumatik – Praxisseminar



Sicherheit im Maschinenbau ist technologieübergreifend.
Die Funktion sicherer Elektrik kennt jeder, doch wie funktioniert sichere Pneumatik in Verbindung mit Elektrik?
Dieses Praxisseminar mit vielen zweikanaligen Schaltungen bietet die Chance, das Zusammenspiel zu erleben und zu begreifen.
Es werden programmierbare und nichtprogrammierbare Sicherheitsschaltgeräte eingesetzt.

Inhalte
- Steuerungskategorien nach ISO 13849-1
- Stopp-Kategorien nach EN 60204-1
- Diagnosemöglichkeiten in der Pneumatik und Elektropneumatik
- Fehlerverhalten sicherheitsgerichteter Schaltungen
- Elektronische und kontaktbehaftete Sicherheitsschaltgeräte
- Zusammenspiel in der Sicherheitskette
- Sicherheitsschaltungen
  - Energiefreischalten, Abbremsen, Stoppen, Reversieren
  - Unerwarteter Anlauf
  - Belüften und Anfahren einer Maschine
  - Funktion und Test von Halte- und Betriebsbremsen
- Zweihandschaltungen
- Externe Steuerluft und Impulsventile
- Nachlaufweg bei Lichtschranken
- Fehler finden und beheben

Voraussetzungen
Grundkenntnisse entsprechend unserem Seminar „Grundlagen der Pneumatik und Elektropneumatik“.

Kompetenzziele
Die Teilnehmer können nach diesem Seminar verschiedene zweikanalige elektropneumatische Schaltungen aufbauen, in Betrieb nehmen und Fehler beheben. Sie verstehen technologieübergreifend das Zusammenspiel von Pneumatik und Elektrik sowie die Bedeutung und Funktion der Diagnose in pneumatischen Schaltungen.

Hinweis
Dieses Training ist auch firmenspezifisch und direkt in Unternehmen durchführbar.

Dauer
4 Tage

Termine und weitere Informationen
www.festo-didactic.com

Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG – Bauen, Abnehmen und Betreiben von Maschinen

Der Gesetzgeber nimmt in Bezug auf die Sicherheit von Maschinen / Anlagen sowohl Maschinenbauer als auch -betreiber in die Verantwortung. Die rechtlichen Forderungen aus europäischen Richtlinien sind im Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und der neuen Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vom 1. Juni 2015 beschrieben und in nationales Recht umgesetzt.
Was fordern die Gesetze und welche Freiheiten bieten sie?
Wenn allen Beteiligten die Begriffe, Zuständigkeiten und Abläufe klar sind, sind gute Voraussetzungen für Kosteneinsparungen geschaffen.

Inhalte
- Europäische Richtlinien
- Maschinenrichtlinie – Betriebssicherheitsverordnung
- Verantwortlichkeiten der Maschinenzulieferer, -hersteller und -betreiber
- Lastenheft und Pflichtenheft
- Beteiligte Personen
- Prüfkriterien bei der Abnahme
- Grenzen der Maschine
- Wesentliche Veränderungen

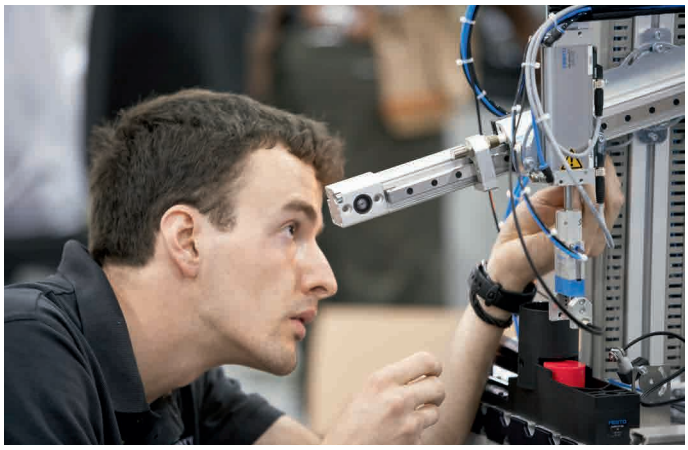
Kompetenzziele
Nach diesem Seminar verstehen die Teilnehmer, welche Bedeutung die Maschinenrichtlinie hat und welche Folgen die Nichteinhaltung nach sich ziehen kann. Sie wissen um die Hersteller- und Betreiberverantwortung und die notwendigen Schutzmaßnahmen.

Hinweis
Dieses Training ist auch firmenspezifisch und direkt in Unternehmen durchführbar.

Dauer
1 Tag

Termine und weitere Informationen
www.festo-didactic.com

Sicherheit in der Pneumatik und Elektropneumatik für Konstrukteure



Sichere pneumatische und elektropneumatische Schaltungen sind häufig einfach, wenn man weiß, wie es geht. Energiefreischalten ist nicht immer das Allheilmittel – andere Funktionen bieten viele Möglichkeiten, eine Maschine sicher zu machen und dabei noch an Taktzeit zu gewinnen. Diagnose pneumatischer Komponenten ermöglicht Schaltungen bis zur Steuerungskategorie 4. Validierung und Fehlerbetrachtung gehören bei sicherheitsgerichteten Schaltungen einfach dazu.

Inhalte
- Aufbau und Funktion sicherheitsgerichteter Schaltungen nach ISO 13849-1
- Erkennen der Sicherheitskategorien von Schaltungen
- Auswahl von Ersatzteilen
- Energieausfall und -wiederkehr
- Sicheres Be- und Entlüften
- Gefahrloses Öffnen von Bremsen und Klemmen
- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien der Pneumatik nach ISO 13849-2
- Ausgewählte Schutzmaßnahmen sicherheitsgerichteter Pneumatik: Anhalten/Blockieren, Reversieren, pneumatisch Stoppen und Zweihandschaltungen
- Fehlerbetrachtung und -ausschluss nach ISO 13849-2
- Einfluss von Schlauchlänge, -durchmesser und Verschraubungen auf die Geschwindigkeit von Zylindern
- Hinweise zu Bedienungsanleitungen und Wartung

Kompetenzziele
Nach diesem Seminar verstehen die Teilnehmer das Zusammenspiel von pneumatischen und elektrischen Komponenten, können das Verhalten pneumatischer Antriebe einschätzen und sind in der Lage, sicherheitsgerichtete Schaltungen bis zur Steuerungskategorie 4 zu entwerfen.

Hinweis
Dieses Training ist auch firmenspezifisch und direkt in Unternehmen durchführbar.

Dauer
2 Tage

Termine und weitere Informationen
www.festo-didactic.com

Sicherheitsschaltungen berechnen nach ISO 13849-1 – Arbeiten mit der Software SISTEMA

Das Performance Level entsprechend der ISO 13849-1 zu bestimmen, ist eine Sache. Dieses jedoch mit der Software SISTEMA zu berechnen, eine andere. Welche in der Maschine verbauten Komponenten sind Teil meiner Sicherheitskette?
Wie bekomme ich eine komplexe Maschine überhaupt in die Software?
Wie sieht eine technologieübergreifende Sicherheitskette aus?
Gibt es Möglichkeiten, mir die Arbeit zu erleichtern?
Diese Fragen werden im Seminar beantwortet.

Inhalte
- Risikobeurteilung nach ISO 13849-1
- Änderungen der alten Norm und das vereinfachte Verfahren
- Begriffe der Norm
  - Performance Level (PL)
  - Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde (PFH)
  - Fehlerausfallwahrscheinlichkeit (MTTF)
  - Lebensdauerkennwerte von Bauteilen (B_{10})
  - Diagnosedeckungsgrad (DC)
  - Ausfälle gemeinsamer Ursache (CCF)
- Sicherheitsfunktionen und Steuerungskategorien
- Bestimmen der Komponenten der Sicherheitskette
- Rechnen mit komplexen Strukturen
- Berechnungen mit Sicherheitskomponenten und Fehlerausschluss
- Erstellen eigener Bibliotheken
- Praktische Übungen mit der Software SISTEMA Version 2

Kompetenzziele
Nach diesem Seminar können die Teilnehmer die Komponenten einer Sicherheitsschaltung bestimmen und mit der Software SISTEMA den Performance Level dieser Schaltung errechnen. Sie verstehen den qualitativen Aspekt der ISO 13849-1.

Hinweis
Dieses Training ist auch firmenspezifisch und direkt in Unternehmen durchführbar.

Dauer
2 Tage

Termine und weitere Informationen
www.festo-didactic.com

Risikobeurteilung und sichere mechanische Konstruktion

Die sichere mechanische Konstruktion bildet die Basis der Maschinensicherheit. Hier liegt das größte Potenzial zum sicheren und gleichzeitig wirtschaftlich Bau von Maschinen.
Was gibt der Gesetzgeber vor und welche Lösungsmöglichkeiten bieten dazu die Normen?
Zentraler Punkt ist die ISO 12100, in der das Vorgehen zur Risikominderung beschrieben ist und in der Anforderungen an technische Systeme formuliert sind.

Inhalte

- Risikobeurteilung und Risikominderung nach ISO 12100
  - Risikobeurteilung
  - Identifizierung von Gefährdungen
  - Risikoeinschätzung
  - Risikobewertung
  - Risikominderung
  - Dokumentation zur Risikobeurteilung und Risikominderung
- Aufbau des Normenwerks
- Normen zur sicheren mechanischen Konstruktion
- Grundlegende und bewährte Prinzipien der Mechanik
- Vermeiden von Scher-, Klemm-, Quetschstellen und anderen mechanischen Gefährdungen
- Betriebsarten und Gestaltung von Arbeitsabläufen
- Auswahl von Schutzeinrichtungen
- Verhindern von Manipulation

Kompetenzziele

Die Teilnehmer können nach diesem Seminar eine Risikobeurteilung und Risikominderung entsprechend ISO 12100 durchführen. Sie kennen relevante Normen und verfügen über weiteres Wissen, das zu einer sicheren mechanischen Konstruktion von Maschinen nötig ist, und setzen dieses erfolgreich ein.

Hinweis

Dieses Training ist auch firmenspezifisch und direkt in Unternehmen durchführbar.

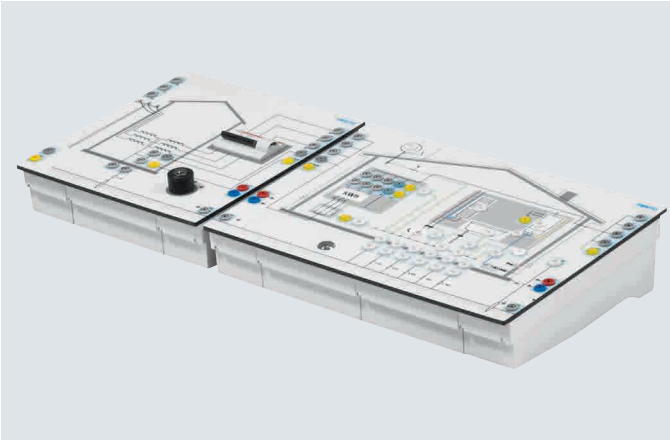
Dauer

2 Tage

Termine und weitere Informationen

www.festo-didactic.com

Gerätesatz TP 1110 – Elektrische Schutzmaßnahmen (für Metallberufe)



Für Gefahren sensibilisieren!

Die Aufgabe von Schutzmaßnahmen ist es, Mensch und Maschine vor Schäden zu bewahren.
Im Umgang mit elektrischer Energie sind besondere Regeln zu beachten, da elektrische Energie nur an ihren Wirkungen zu erkennen ist.
Dieses Trainingspaket führt in die Thematik der elektrischen Schutzmaßnahmen ein. Es erklärt, wo und warum auch in den Tätigkeitsbereichen eines Mechanikers Gefahren entstehen und wie sie zu vermeiden sind.
Es verdeutlicht in vielen Beispielen die besondere Problematik der Gefahren durch elektrische Energie und erklärt die notwendigen Schutzmaßnahmen.

Die Aufgaben fordern dazu auf, die vorliegenden Bedingungen zu untersuchen und die aus der jeweiligen Situation resultierenden Gefahren anhand von konkreten Messungen aufzuzeigen.
Die anschließende Analyse und Interpretation der Messergebnisse verdeutlicht die Zusammenhänge und begründet die getroffenen Schutzmaßnahmen.

Inhalte

- Netzeinspeisung
  - Netzsysteme (TN-, TT-, IT-Systeme)
  - Schutzmaßnahmen in den unterschiedlichen Netzen
- Hausanschluss
  - Komponenten einer Hausanschlussanlage
  - Zusatzbezeichnungen im TN-System (TN-C, TN-S, TN-C-S)
  - Auswahl der Schutzmaßnahme und der Schutzorgane
  - Schutzmaßnahmen-Messgeräte
  - Erstprüfungen nach DIN VDE 0100-610 und Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0105 und „DGUV Vorschrift 3“

Vorteile

- In das Gehäuse integrierte und abschließbare Fehlerschalter ermöglichen eine realitätsnahe Fehlersuche
- Keine zusätzliche Spannungsversorgung notwendig
- Für eine praxisnahe Vermittlung der Schutzmaßnahmen werden Messungen und Prüfungen mit handelsüblichen Test- und Prüfgeräten durchgeführt.
- Die optional erhältliche Systainer-Lösung verbindet Arbeiten, Transport und Lagerung optimal

Arbeitsbuch
Im Arbeitsbuch sind aufeinander aufbauende Projektaufgaben inkl. Lösungen, didaktischen Hinweisen, Poster zur Sicherheit und Arbeitsblättern für den Lernenden zu finden.

Verfügbar in den Sprachen DE, GB, FR, ES, CN

Für Informationen kontaktieren Sie bitte:
www.festo-didactic.com

Gerätesatz TP 1111 – Netzsysteme und Schutzmaßnahmen

Die Grundlagen der elektrischen Schutzmaßnahmen

Der Schutz des Menschen spielt beim Umgang mit elektrischer Energie eine besondere Rolle, da diese nicht sichtbar, sondern nur an ihren Wirkungen zu erkennen ist. Mögliche Gefahren müssen daher durch geeignete Schutzmaßnahmen minimiert werden.
An Beispielen wird in die Problematik der elektrischen Schutzmaßnahmen eingeführt. Vorliegende Bedingungen werden untersucht und die aus der jeweiligen Situation resultierenden Gefahren anhand von Messungen aufgezeigt. Die anschließende Analyse und Interpretation der Mess-ergebnisse verdeutlicht die Zusammenhänge und zeigt Maßnahmen auf.

Inhalte

- Netzeinspeisung
  - Netzsysteme (TN-, TT-, IT-Systeme)
  - Schutzmaßnahmen in den unterschiedlichen Netzen
- Hausanschluss
  - Komponenten einer Hausanschlussanlage
  - Zusatzbezeichnungen im TN-System (TN-C, TN-S, TN-C-S)
  - Auswahl der Schutzmaßnahme und der Schutzorgane
  - Schutzmaßnahmen-Messgeräte
  - Erstprüfungen nach DIN VDE 0100-610 und Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0105 und „DGUV Vorschrift 3“
- Unterverteilung
  - Umgang mit Schutzmaßnahmen und Messgeräten
  - Planung und Durchführung von Erst- und Wiederholungsprüfungen
  - Bewertungen der Messergebnisse
  - Erstellen von Prüfprotokollen
  - Gefahren durch Fehler erkennen, beschreiben und messtechnisch erfassen
  - Systematische Fehlersuche
- Kundengespräche führen
  - bei Anlagenübergabe
  - bei Wiederholungsprüfung
  - bei Fehler / Störung in der elektrischen Anlage
  - nach erfolgter Instandsetzung

Vorteile

- In das Gehäuse integrierte und abschließbare Fehlerschalter ermöglichen eine realitätsnahe Fehlersuche
- Keine zusätzliche Spannungsversorgung notwendig
- Für eine praxisnahe Vermittlung der Schutzmaßnahmen werden Messungen und Prüfungen mit handelsüblichen Test- und Prüfgeräten durchgeführt.
- Die optional erhältliche Systainer-Lösung verbindet Arbeiten, Transport und Lagerung optimal

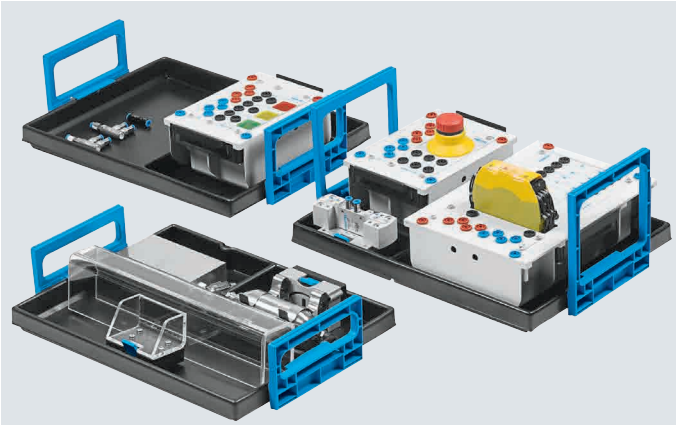
Arbeitsbuch

Im Arbeitsbuch sind aufeinander aufbauende Projektaufgaben inkl. Lösungen, didaktischen Hinweisen, Poster zur Sicherheit und Arbeitsblättern für den Lernenden zu finden.

Verfügbar in den Sprachen DE, GB, FR, ES, CN

Für Informationen kontaktieren Sie bitte:
www.festo-didactic.com

Gerätesatz TP 250 – Aufbaustufe: Sicherheit in pneumatischen Systemen



Risikominderung!

Die Sicherheit gehört neben der Funktion und der Wirtschaftlichkeit zu den wesentlichen Erfolgsfaktoren eines jeden Produkts. Darüber hinaus erfordern neue Richtlinien und Gesetze intelligente Lösungen und erhöhen den Qualifizierungsbedarf. In Folge dessen ist das Produkt-, Informations- und Qualifikationsangebot für Sicherheitstechnik vielfältig, bezieht sich aber meist nur auf die Steuerungsebene. Da die Gefährdung aber vom Leistungsteil ausgeht, sollten auch hierzu Kompetenzen zur Risikominderung aufgebaut werden.

Inhalte

- Reduktion von Druck bzw. Kraft gemäß der zu verrichtenden Arbeit
- Reduktion der Geschwindigkeit und Beschleunigung unter Berücksichtigung von Zykluszeit und Lastfall abhängiger Drosselung
- Not-Halt und Freigabe: Geeignete Maßnahmen, um einen pneumatischen Antrieb anzuhalten und fachgerecht wieder in Betrieb zu nehmen
- Geeignete Maßnahmen bei Stromausfall und Wiederkehr, sowie Speicherung und Einsatz von Hilfsenergie
- Kennenlernen von Betriebsarten und Signalisieren von Betriebszuständen
- Detektieren von Störungen durch Sensorik
- Erhöhung des „Performance Level“ durch einen zweikanaligen Not-Halt
- Geeignete Schutzmaßnahmen auswählen und einsetzen

Was aber sollte ein „Pneumatiker“, der mit Inbetriebnahme, Fehlersuche, Rüsten, Instandhalten und einfachen Optimierungsaufgaben betraut ist, tatsächlich wissen? Und wie kann dieses Wissen anschaulich und in nachvollziehbaren Schritten vermittelt werden?

TP 250!

Das TP 250 erweitert die Lerninhalte und Komponenten von TP 101-Grundlagen in der Pneumatik und TP 201-Grundlagen in der Elektropneumatik um die systematische Optimierung der Sicherheit in pneumatischen Systemen. Ziel des Trainingspaketes ist es dabei, Gefahren in pneumatischen Prozessen zu erkennen, die Risiken einer einfachen „Maschine“ zu beurteilen und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung kennenzulernen und diese fachgerecht umzusetzen.

Arbeitsbuch

Im Arbeitsbuch sind aufeinander aufbauende Projektaufgaben inkl. Lösungen, didaktischen Hinweisen, Poster zur Sicherheit und Arbeitsblättern für den Lernenden zu finden.

Ergänzende Medien

- Konstruieren und Simulieren mit FluidSIM
- Messen und Regeln mit FluidLab
- Lehrbuch Pneumatik / Elektropneumatik

Verfügbar in den Sprachen DE, GB, FR, ES, CN

Für Informationen kontaktieren Sie bitte:

www.festo-didactic.com

Gerätesatz Maschinensicherheit – Grundlagen der Sicherheitselemente in der Elektrotechnik

Sicherheitserhöhung durch moderne elektrische Komponenten!

Moderne Maschinen setzen erhöhte Sicherheitsrahmenbedingungen voraus. Neben dem klassischen Zweihand-Betrieb und Not-Halt-Schaltkreisen halten immer mehr Lichtvorhänge und berührungslose Systeme Einzug in den Maschinenbau. Um den Anforderungen an Installation und Wartung solcher Systeme gerecht zu werden, muss ein Verständnis für die einzelnen Komponenten und deren Funktion aufgebaut werden.

Inhalte

- Zweihand-Schaltung
- Elektromechanische Positionsschalter
- Berührungslose Positionsschalter
- Lichtvorhang
- Zustimmschalter
- Geeignete Maßnahmen bei Stromausfall und Wiederkehr
- Kennenlernen von Betriebsarten und Signalisieren von Betriebszuständen
- Detektieren von Störungen durch Sensorik
- Erhöhung des „Performance Levels“ durch einen zweikanaligen Not-Halt
- Geeignete Schutzmaßnahmen auswählen und einsetzen

Um den Anforderungen an Installation und Wartung solcher Systeme gerecht zu werden, muss ein Verständnis für die einzelnen Komponenten und deren Funktion aufgebaut werden.

Für Informationen kontaktieren Sie bitte:
www.festo-didactic.com

Anhang

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis 128
Glossar 132
Vertriebs- und Servicenetz – International 136

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Deutsche Benennung	Englische Benennung	Quelle
a, b, c, d, e (PL)	Bezeichnung für die Performance Level	Denotation of performance levels	ISO 13849-1
a	annum (Jahr)	annum (year)	
AOPD	Aktive optoelektronische Schutzeineinrichtung	Active optoelectronic protection device	ISO 12100, IEC 61496-1, IEC 62046
AOPDDR	Aktive optoelektronische, diffuse Reflexion nutzende Schutzeinrichtung	Active optoelectronic protective devices responsive to diffuse reflection	IEC 61496-1, IEC 61496-3, IEC 62046
B, 1, 2, 3, 4	Bezeichnung für die Kategorien	Denotation of categories	ISO 13849-1
B_{10}	Anzahl von Zyklen, bis 10 % der Komponenten ausgefallen sind (u. a. für pneumatische und elektromechanische Komponenten)	Number of cycles until 10% of the components fail (for pneumatic and electromechanical compnents)	ISO 13849-1
B_{10D}	Anzahl von Zyklen, bis 10 % der Komponenten gefährlich ausgefallen sind (u. a. für pneumatische und elektromechanische Komponenten)	Number of cycles until 10% of the components fail dangerously (for pneumatic and electomechanical components)	ISO 13849-1
BPCS	System aus Betriebs- und Überwachungseinrichtungen	Basic process control system	IEC 61511
CCF	Ausfall in Folge gemeinsamer Ursache	Common cause failure	IEC 61508, IEC 62061, IEC 61511-1, ISO 13849-1
CE	EU Konformitätszeichen	EU Conformity Mark	Verordnung (EG) Nr. 765/2008
CEN	Europäisches Komitee für Normung	European Committee for Standardization	https://www.cen.eu/
CENELEC	Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung	European Committee for Electrotechnical Standardization	https://www.cenelec.eu/
DC	Diagnosedeckungsgrad	Diagnostic Coverage	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 61508-2
DC_{avg}	Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad	Average Diagnostic Coverage	ISO 13849-1
E	Externe Einrichtung zur Risikominderung	External risk reduction facilities	EN 61511-1
E/A	Eingabe/Ausgabe	Input/Output	
E/E/PE	Elektrisch/elektronisch/programmierbar elektronisch	Electrical/Electronic/Programmable Electronic	IEC 61511, IEC 61508
E/E/PES	Elektrisches/elektronisches/programmierbares elektronisches System	Electrical/Electronic/Programmable electronic system	IEC 61511, IEC 61508
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit	Electromagnetic Compatibility	EN 61000-6-.., EN 61000-6-7, EN 61326-3-1
F, F1, F2	Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition	Frequency and/or time of exposure to the hazard	ISO 13849-1
FB	Funktionsblock	Function block	ISO 13849-1
FMEA	Ausfallarten und Effekt-Analyse	Failure modes and effects analysis	ISO 13849-1, ISO 12100, EN 60812
FTA	Fehlerbaumanalyse/ Fehlerzustandsbaumanalyse	Fault Tree Analysis	ISO 12100, EN 61025
Gefährdung	Potenzielle Quelle von Verletzungen oder Gesundheitsschäden	Potential source of injury or damage to health	Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
Gefährdungsbereich	Jeder Bereich in einer Maschine und/oder um eine Maschine herum, in dem eine Person einer Gefährdung ausgesetzt sein kann	Any zone within and/or around machinery in which a person is subject to a risk to his health or safety	ISO 12100
Inhärente Sicherheit	Schutzmaßnahme, die entweder Gefährdungen beseitigt oder die mit den Gefährdungen verbundenen Risiken vermindert, indem ohne Anwendung von trennenden oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen die Konstruktions-Betriebseigenschaften der Maschine verändert werden	Protective measure which either eliminates hazards or reduces the risks associated with hazards by changing the design or operating characteristics of the machine without the use of guards or protective devices.	ISO 12100

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Deutsche Benennung	Englische Benennung	Quelle
Konformitätserklärung	Verfahren, bei dem der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft niedergelassener Bevollmächtigter erklärt, dass die in den Verkehr gebrachten Maschine allen einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entspricht	Procedure whereby the manufacturer or his authorised representative established within the Community declares that the machinery placed on the market satisfies all the relevant essential health and safety requirements.	Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
L, L1, L2	Logik	Logic	ISO 13849-1
Lambda (λ)	Ausfallrate	Failure Rate	IEC 62061, IEC 61508, IEC 61511
MTBF	Mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen	Mean time between failures	IEC 61508-4
MTTF/$MTTF_D$	Mittlere Zeit bis zum Ausfall / Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall	Mean time to failure/ Mean time to dangeous failure	ISO 13849-1
MTTR	Mittlere Reparaturzeit eines Gerätes	Mean time to repair	IEC 61508-4
NOT-AUS	Ausschalten im Notfall	Emergency switching off	EN 60204-1 Anhang E
NOT-HALT	Stillsetzen im Notfall	Emergency stop	ISO 13850, EN 60204-1 Anhang E
NP	Nicht programmierbares System	Non-programmable system	IEC 61511-1
O, O1, O2, OTE	Ausgabegerät, z. B. Ventile, Motorcontroller, Schütze	Output device, e.g. valves, motor controllers, conductors	ISO 13849-1
OSSD	Ausgangsschaltelement, elektronischer Sicherheits-Schaltausgang	Output Signal Switching Device, electronic safety switching output	EN 61496-1
P, P1, P2	Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung	Possibility of avoiding the hazard	EN ISO 13849-1
PFD	Ausfallwahrscheinlichkeit bei Auslösen/ Anfrage der Sicherheitsfunktion	Probability of failure on demand	IEC 61508, IEC 61511
PFH	Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde	Probability of failure per hour	IEC 61508, IEC 62061, ISO 13849
PFH_D	Wahrscheinlichkeit gefahrbringender Ausfälle pro Stunde	Probability of dangerous failure per hour	IEC 62061, ISO 13849
PL (Performance Level)	Diskreter Level, der die Fähigkeit von sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung spezifiert, eine Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen	Discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform a safety function under foreseeable conditions	ISO 13849-1
PL r (erforderlicher Performance Level)	Erforderlicher Performance Level (PL)	Required Performance Level (PL)	ISO 13849-1
PLC	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	Programmable logic controller	IEC 61511, EN ISO 13849-1
Restrisiko	Risiko, das nach Ausführung der Schutzmaßnahme verbleibt	Risk remaining after safety measures have been taken	ISO 12100
Risiko	Kombination aus Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens	Combination of severity of harm and probability of occurrence	ISO 12100
Risikoanalyse	Kombination aus Festlegung der Grenzen einer Maschine, Identifizierung einer Gefährdung und Risikoeinschätzung	Combination of the specification of the limits of the machine, hazard identification and risk estimation	ISO 12100
Risikobeurteilung	Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst	Overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation	ISO 12100
Risikobewertung	Auf der Risikoanalyse beruhende Beurteilung, ob die Ziele zur Risikominderung erreicht wurden	Judgement, on the basis of risk analysis, of whether the risk reduction objectives have been achieved	ISO 12100
Risikoeinschätzung	Bestimmung des wahrscheinlichen Ausmaßes eines Schadens und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts	Defining likely severity of harm and probability of its occurrence	ISO 12100
S, S1, S2	Schwere der Verletzung	Severity of injury	ISO 13849-1
Safety Loop	Ein kompletter geregelter Sicherheitskreis (Safety Loop) mit Sensoren, Logik und Stellgliedern lässt sich mit einem sicherheitstechnischen System (engl. Safety Instrumented System, SIS) umsetzen. Das SIS-System schaltet eine Prozessanlage oder einen Teil einer Anlage aus Sicherheitsgründen ab, hält die Anlage aber bei Geräteausfall sicher in Betrieb.	A complete controlled safety loop with sensors, logic and final element can be implemented with a Safety Instrumented System (SIS). The SIS system switches off a process system or part of a system for safety reasons, but keeps the system running safely in the event of a device failure.	
Schaden	Physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit von Menschen oder Schädigung von Gütern oder der Umwelt	Physical injury or damage to the health of people or damage to property or the environment	EN 61508-4, IEC 61511-1, ISO 13849-1

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Deutsche Benennung	Englische Benennung	Quelle
Schutzmaßnahme	Maßnahme zur Beseitigung einer Gefährdung oder zur Minderung eines Risikos	Means that eliminates a hazard or reduces a risk	ISO 12100, EN 61511-1
SIF	Sicherheitstechnische Funktion	Safety instrumented function	EN 61511-1
SIL	Sicherheits-Integritätslevel	Safety Integrity Level	IEC 61508, IEC 61511, ISO 13849-1
SIS	Sicherheitstechnisches System	Safety Instrumented System	EN 61511-1
SRP/CS	Sicherheitsbezogener Teil von Steuerungen	Safety-related Part of Control Systems	ISO 13849-1
SRS	Spezifikation der Sicherheitsanforderungen	Safety Requirements Specification	IEC 61511
TE	Testeinrichtung	Test equipment	ISO 13849-1
Technische Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen, bei denen Schutzeinrichtungen zur Anwendung kommen, um Personen vor Gefährdungen zu schützen, die durch inhärent sichere Konstruktion nicht in angemessener Weise beseitigt werden können, oder vor Risiken zu schützen, die dadurch nicht ausreichend vermindert werden können	Protective measure using safeguards to protect persons from the hazard which cannot reasonably be eliminated or from the risks which cannot be sufficiently reduced by inherently safe design measures	ISO 12100
T_M	Gebrauchsdauer	Mission time	ISO 13849-1
TÜV	Technischer Überwachungsverein	Association for Technical Inspection	
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e. V.	German Engineering Federation (VDMA)	https://www.vdma.org/

Glossar

Mensch-Maschine-Schnittstelle

Betriebsartenwahlschalter 2-stufig

Lichtgitter

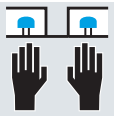
Stopp-Taster

Zustimmtaster

Betriebsartenwahlschalter 3-stufig

Not-Halt

Tippen


Zweihandbedienung

Beweglich trennende Schutzeinrichtung: Schutztür

Not-Halt

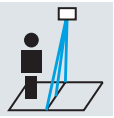
Trittmatte

Zweihandbedienung

Kamerasystem

Quittierung

Wiederanlauf

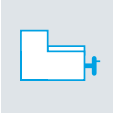

Laserscanner

Start-Taster

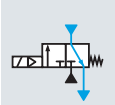
Glossar

Pneumatik

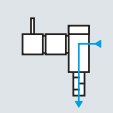
Anlagenbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen



E-SF
Anlagenbeeinflussende Sicherheits-teilfunktionen

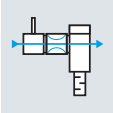


SDE
Sicheres Energie-freischalten

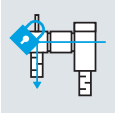


SDE
Sicheres Energie-freischalten

SEZ
Sicheres Energie-zuschalten



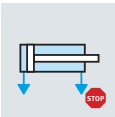
SEZ
Sicheres Energie-zuschalten



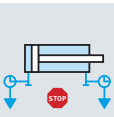
LOTO
(nicht nach VDMA 24584)

Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktionen

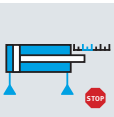
E-SF
Antriebsbeeinflussende Sicherheits-Teilfunktion



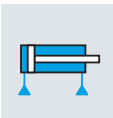
STO
Sicher abgeschaltetes Moment



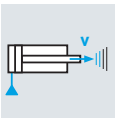
SS1
Sicherer Stopp 1



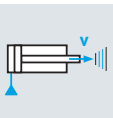
SS2
Sicherer Stopp 2



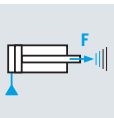
SOS
Sicherer Betriebshalt



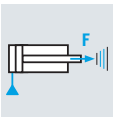
SLS
Sicher begrenzte Geschwindigkeit



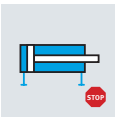
SSR
Sicher begrenzter Geschwindigkeits-bereich



SLT
Sicher begrenztes Moment (Kraft)

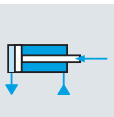


STR
Sicherer Drehmomentbereich

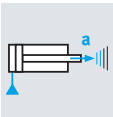


SSC
Sicheres Anhalten und Absperren

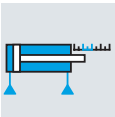
SSB
Sicheres Anhalten und Blockieren



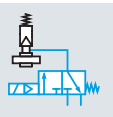
SDI
Sichere Bewegungsrichtung



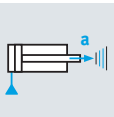
SLA
Sicher begrenzte Beschleunigung



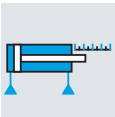
SLP
Sicher begrenzte Position



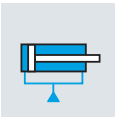
SBC
Sichere Bremsansteuerung



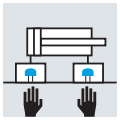
SAR
Sicher begrenzter Beschleunigungs-bereich



SLI
Sicher begrenztes Inkrement



SET
Sicheres Momenten-gleichgewicht

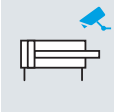


THC
Zweihand-bedienung

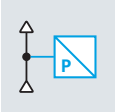
PUS
Vermeidung von unerwartetem Wiederanlauf

SB
Sicheres Blockieren
(nicht nach VDMA)

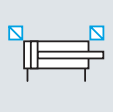
Überwachende Sicherheits-Teilfunktion



E-SF (1)
Überwachende Sicherheits-Teilfunktion

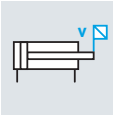


SPM
Sichere Drucküberwachung

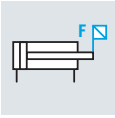


SCA
Sichere Positionsüberwachung

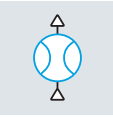
SBM
Sichere Bremsenüberwachung



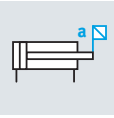
SSM
Sichere Geschwindigkeits-überwachung



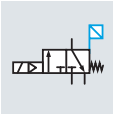
STM
Sichere Momentenüberwachung



SVM
Sichere Volumenstromüberwachung



SAM
Sichere Beschleunigungs-überwachung

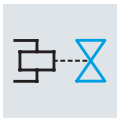


SVP
Sichere Schaltstellungs-überwachung

Glossar

Pneumatik

Komponenten

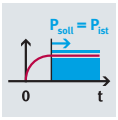


Ventil

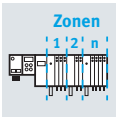
Wartungseinheit

Weitere Funktionen

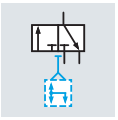
Schutz vor Manipulation



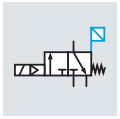
Schutz vor unbeabsichtigten Drücken



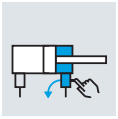
Zonenbildung



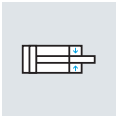
Ventile mit negativer Überdeckung



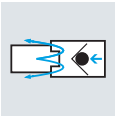
Ventile mit Schaltstellungs-abfrage



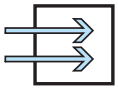
Befreiung eingeschlossener Personen



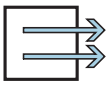
Endlagen-verriegelung



Sicherheits-kupplung



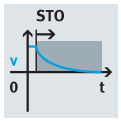
Sichere Eingänge



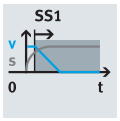
Sichere Ausgänge

Elektrik

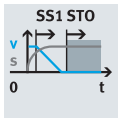
Sicherheits-Teilfunktionen



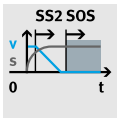
STO
Sicher abgeschaltetes Moment



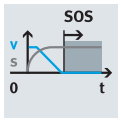
SS1
Sicherer Stopp 1



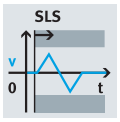
SS1-t
Sicherer Stopp 1 mit Zeitsteuerung



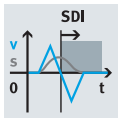
SS2
Sicherer Stopp 2



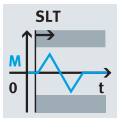
SOS
Sicherer Betriebshalt



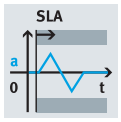
SLS
Sicher reduzierte Geschwindigkeit



SDI
Sichere Bewegungsrichtung

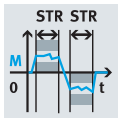


SLT
Sicher begrenztes Moment



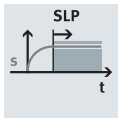
SLA
Sicher begrenzte Beschleunigung

SAR
Sicher begrenzter Beschleunigungsbereich

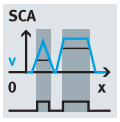


STR
Sicherer Drehmomentbereich

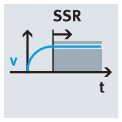
SLI
Sicher begrenztes Inkrement



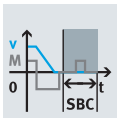
SLP
Sicher begrenzte Position



SCA
Sichere Nocke

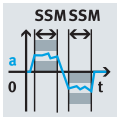


SSR
Sicher begrenzter Geschwindigkeitsbereich

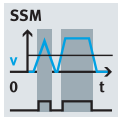


SBC
Sichere Bremsansteuerung

SMT
Sichere Motortemperatur

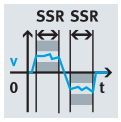


SSM
Sichere Geschwindigkeitsüberwachung



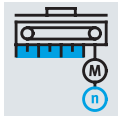
SSM
Sichere Geschwindigkeitsüberwachung

SBT
Sicherer Bremsentest

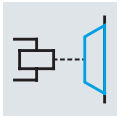


SSR
Sicherer Geschwindigkeitsbereich

Komponenten

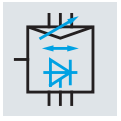


Messsystem

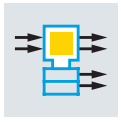


Bremse

Schütz

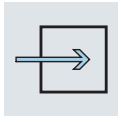


Motorcontroller

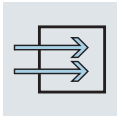


Sicherheitslogik

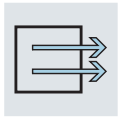
Logik, Ein- und Ausgänge



Eingang



Eingang redundant



Ausgang redundant

Vertriebs- und Servicenetz – International

Argentinien
Festo S.A.
Edison 2392 1640 Buenos Aires
T +54 810 555 33786
F +54 810 444 3127
ventas.ar@festo.com

Australien
Festo Pty. Ltd. Head Office
Browns Road 179-187
Noble Park
3174 Melbourne
T +61 397 9595-55
F +61 397 9597-87
info_au@festo.com

Belarus
IUP Festo
Masherov avenue 78
Office 201
220035 Minsk
T +375 17 204 85 58
F +375 17 204 85 59
info_by@festo.com

Belgien
Festo Belgium nv
Rue Colonel Bourg 101
1030 Bruxelles
T +32 2 702 32 11
F +32 2 702 32 09
info_be@festo.com

Brasilien
Festo Brasil Ltda
Rua Guiseppe Crespi 76
Jd. Santa Emília
04183-080 São Paulo
T +55 11 5013 1600
F +55 11 5013 1801
linhadireta.br@festo.com

Bulgarien
Festo EOOD
Bul. Christopher Kolumb 9
1592 Sofia
T +359 2 960 07 12
F +359 2 960 07 13
festo_bg@festo.com

Chile
Festo S.A.
Av. Américo Vespucio 760
9020000 Santiago de Chile
T +56 2 2690 2801
F +56 2 2690 2860
info.cl@festo.com

China
Festo (China) Ltd.
Yunqiao Road, 1156
Jinqiao Export Processing Zone
201206 Shanghai
T +86 21 60 81 51 00
F +86 21 58 54 03 00
info.cn@festo.com

Dänemark
Festo A/S
Islevdalvej 180
2610 Rødovre
T +45 70 21 10 90
F +45 70 21 10 99
sales_dk@festo.com

Deutschland
Festo Vertrieb GmbH & Co. KG
Festo Campus 1
73734 Esslingen
T +49 711 347-1111
F +49 711 347-2244

Estland
Festo OY AB Eesti Filiaal
Karjavälja 10
12918 Tallinn
T +372 666 1560
F +372 666 15 6
info.ee@festo.com

Finnland
Festo Oy
Mäkituvantie 9
01511 Vantaa
T +358 9 87 06 51
F +358 9 87 06 52 00
info.fi@festo.com

Frankreich
Festo E.U.R.L.
Rue du Clos Sainte-Catherine 8
ZA des Maisons Rouges
94360 Bry-sur-Marne
T +33 1 48 82 64 00
F +33 1 48 82 64 01
info_fr@festo.com

Griechenland
FESTO E.Π.E.
Tatoiou Ave. 92
14452 Athen
T +30 210 341 29 00
F +30 210 341 29 05
info_gr@festo.com

Großbritannien
Festo Limited
Caswell Road 55
Applied Automation Centre
NN4 7PY Northampton
T +44 800 626 422
info.gb@festo.com

Hongkong
Festo Ltd
Castle Peak Road 497
6/F New Timely Factory Building
Kowloon
T +852 3904 20 91
F +852 2745 91 43
sales_hk@festo.com

Indien
Festo India Private Limited
Bommasandra Indl. Area 237B
Bengaluru - Hosur Highway
560 099 Bengaluru
T +91 1800 425 0036
F +91 1800 121 0036
sales.in@festo.com

Indonesien
PT. Festo
Jl. Tekno V Blok A/1 Sektor 11
Kawasan Industri BSD
15314 Tangerang
T +62 21 27507900
F +62 21 27507998
info_id@festo.com

Iran
Festo Pneumatic S.K.
Special Karaj Road
6th street, 16th avenue, # 2
1389793761 Teheran
T +98 21 44 52 24 09
F +98 21 44 52 24 08
info@festo.ir

Irland
Festo Limited
Sandyford Park Unit 5
D18VH99 Dublin
T +353 (0)1 295 49 55
info_ie@festo.com

Israel
Festo Pneumatic Israel Ltd.
Ha'atzma'ut Road 48
P.O. Box 1076
5630421 Yehud
T +972 3 632-2266
F +972 3 632- 2277
info_il@festo.com

Italien
Festo SpA
Via Enrico Fermi 36/38
20090 Assago
T +39 02 45 78 81
F +39 02 488 06 20
info_it@festo.com

Japan
Festo K.K.
Hayabuchi 1-26-10
Tsuzuki-ku
224-0025 Yokohama
T +81 45 593 56 10
F +81 45 593 56 78
info.jp@festo.com

Jordanien
Festo DMCC
Zahar St. 13
11953 Amman
T +962-6-5563646
F +962-6-5563736
info_mena@festo.com

Kanada
Festo Inc.
Explorer Drive 5300
L4W 5G4 Mississauga
T +1 905 614 4600
F +1 877 393 3786
info_ca@festo.com

Kolumbien
Festo S.A.S.
Autopista Medellín Km 6.3
Costado Sur
Tenjo, Cundinamarca
T +57 1 865 7788
F +57 1 865 7729
info_co@festo.com

Kroatien
Festo d.o.o.
Nova Cesta 181 A
10000 Zagreb
T +385 1 619 1969
F +385 1 619 1818
info_hr@festo.com

Lettland
Festo SIA
Gunāra Astras 8b
1082 Riga
T +371 67 57 78 64
F +371 67 57 79 46
info_lv@festo.com

Litauen
Festo, UAB
V. Krevės pr. 129
50312 Kaunas
T +370 37 3213 14
F +370 37 32 13 15
info_lt@festo.com

Malaysia
Festo Sdn. Berhad
Jalan Teknologi 14A
Taman Sains Selangor 1
47810 Petaling Jaya
T +60 3 6144 1122
F +60 3 6141 6122
info.my@festo.com

Mexiko
Festo Pneumatic, S.A.
Av. Ceylán 3
Col. Tequesquináhuac
54020 Tlalnepantla
T +52 01 800 337 8669
F +52 01 800 337 8639
contacto@festo.com

Neuseeland
Festo Ltd.
Fisher Crescent 20
Mt. Wellington
1062 Auckland
T +64 9 574 10 94
F +64 9 574 10 99
info_nz@festo.com

Niederlande
Festo B.V.
Schieweg 62
2627 AN Delft
T +31 15 251 88 90
F +31 15 251 88 67
sales.nl@festo.com

Nigeria
Festo Automation Ltd.
Badejo Kalesanwo Street 6
C. Woermann Building,
Matori Industrial Estate
Lagos
T +234 2930812
F +234 2930813
enquiry.ng@festo.com

Norwegen
Festo AS
Ole Deviks vei 2
0666 Oslo
T +47 22 72 89 50
F +47 22 72 89 51
sales_no@festo.com

Österreich
Festo Gesellschaft m.b.H.
Linzer Straße 227
1140 Vienna
T +43 1 910 75-100
F +43 1 910 75-250
info_at@festo.com

Peru
Festo S.R.L.
Av. Elmer Faucett 3350
01 Lima
T +51 1 219 69 60
F +51 1 219 69 71
ventas.pe@festo.com

Philippinen
Festo Inc Head Office
West Service Road KM18
South Superhighway
1700 Paranaque City
T +63 (2) 77 66 888
F +63 2 82 34 220/21
info_ph@festo.com

Polen
Festo Sp. z o.o.
ul. Mszczonowska 7
05-090 Raszyn
T +48 22 711 41 00
F +48 22 711 41 02
info_pl@festo.com

Portugal
Festo – Automação, Unipessoal, Lda.
Rua Manuel Pinto De Azevedo 567
Apartado 8013
4109601 Porto
T +351 22 615 6150
F +351 22 615 6189
info.pt@festo.com

Republik Korea
Festo Korea Co., Ltd.
Gasan Digital 1-ro 204
153-803 Seoul
T +82-1666 0202
saleskr@festo.com

Rumänien
Festo S.R.L.
Strada Sfântul Constantin 17
010217 Bucharest
T +40 21 403 95 00
F +40 21 310 24 09
info_ro@festo.com

Russland
OOO Festo-RF
Michurinskiy prosp. 49
119607 Moscow
T +7 495 737 34 00
F +7 495 737 34 01
info.ru@festo.com

Schweden
Festo AB
Stillmansgatan 1
200 21 Malmö
T +46 40 38 38 00
F +46 40 38 38 10
sales_se@festo.com

Schweiz
Festo AG
Gass 10
5242 Lupfig
T +41 44 744 5544
F +41 44 744 5500
info.ch@festo.com

Singapur
Festo Pte. Ltd.
Kian Teck Way 6
628754 Singapore
T +65 62 64 01 52
F +65 62 61 10 26
info.sg@festo.com

Slowakei
Festo spol. s r.o.
Gavlovičová ul. 1
83103 Bratislava
T +421 2 49 10 49 10
F +421 2 49 10 49 11
info_sk@festo.com

Slowenien
Festo d.o.o.
Blatnica 8
1236 Trzin
T +386 1 530 2100
F +386 1 530 2125
info_si@festo.com

Spanien
Festo Automation, S.A.U.
Avinguda de la Granvia 159
Hospitalet de Llobregat
08908 Barcelona
T +34 901243660
F +34 902243660
info_es@festo.com

Südafrika
Festo (Pty) Ltd.
Electron Avenue, Isando 22-26
P.O. Box 255
1600 Johannesburg
T +27 11 971-5500
F +27 11 974-2157
sales.za@festo.com

Taiwan
Festo Co., Ltd.
Gongba Road 9
Linkou 2nd Industrial Zone
24450 Linkou
T +886 2 26 01-92 81
F +886 2 26 01 92 86-7
info_tw@tw.festo.com

Thailand
Festo Ltd. Head Office
Kanchanapisek Road 200,202
Ramintra, Khannayao
10230 Bangkok
T +66 1800-019-051
F +66 1800-019-052
sales_th@festo.com

Tschechische Republik
Festo, s.r.o.
Modřanská 543/76
14700 Prague
T +420 261 09 96 11
F +420 241 77 33 84
info_cz@festo.com

Türkei
Festo San. ve Tic. A.S.
Universite Cad. 45
Tuzla
34953 Istanbul
T +90 216 585 00 85
F +90 216 585 00 50
info_tr@festo.com

Ukraine
DP Festo
Borysohlibska 11
04070 Kiev
T +380 44 233 6451
F +380 44 463 7096
orders_ua@festo.com

Ungarn
Festo Kft.
Csillaghegyi út 32-34
1037 Budapest
T +36 1 436 51 11
F +36 1 436 51 01
info_hu@festo.com

Venezuela
Festo C.A.
Av. 23 esquina con calle 71
Nº 22-62, Edif. Festo, Sector Paraíso
Maracaibo
T +58 261 759 1120
F +58 261 759 1417
info_ve@festo.com

Vereinigte Arabische Emirate
Festo DMCC
Swiss Tower, unit 505
Cluster Y, JLT
Dubai
T +962 6 5563646
F +962 6 5563736
info_mena@festo.com

Vereinigte Staaten
Festo Corporation
Columbia Road 7777
45039 Mason
T +1 (513) 486-1050
customer.service.us@festo.com

Vietnam
Festo Co Ltd
Vành Đai Đông (Nguyên Hoàng)
1515 – 1516
An Phu, District 2
Ho Chi Minh City
T +84 28 62 81 4453
F +84 28 62 81 4442
info_vn@festo.com

Leitfaden zur Maschinen- und Anlagensicherheit

Pneumatische und
elektrische Lösungen

135241 (DE)
Änderungen vorbehalten
2019/05

www.festo.com