

Zuverlässig sicher



Engineering
GREAT
Solutions

Lösungen für
**Sicherheitstechnik,
funktionale Sicherheit**



Inhalt

03 Einführung

04 Sicherheitstechnik IMI Norgren, IMI Herion

05 Leistungsspektrum

06 Außenmontage vor Ort

07 Produkte

08 – Pneumatisch selbstüberwachte
3/2-Wege-Sicherheitsventile,
Baureihe SCVA

09 – Pneumatisch selbstüberwachtes
3/2-Wege-Sicherheitsventil,
Baureihe SCVA10

10 – Pneumatisch selbstüberwachtes
3/2-Wege-Sicherheitsventil mit
integrierter Softstartfunktion,
Baureihe SCSQ

11 – Pneumatisch selbstüberwachte
5/2-Wege-Sicherheitsventile,
Baureihe XSZ-V

12 – Pneumatisch selbstüberwachte
3/2- und 5/2-Wege-Sicherheitsventile,
pneumatisch angesteuert,
Baureihe XSZ-4420

13 – 5/2-Wege SXE ISO mit
elektrischer Stellungsüberwachung,
Baureihe VSP55

14 – 3/2-Wege-Anfahr- und
Entlüftungsventil für ISO Ventilinseln,
Baureihe VS26

15 Weitere Produkte

16 – 3/2-Wege Anfahr- und
Entlüftungsventile mit elektrischer
Stellungsüberwachung,
Baureihe P74S/P64S

16 – Zweihandschaltung,
Baureihe XSHC04

17 – 5/2- und 5/3-Wegeventile
elektropneumatisch und
pneumatisch angesteuert
Baureihe ISO★STAR

17 – 3/2-, 5/2 und 5/3 Wegeventile,
Baureihe V60...63

18 – Entsperrbare Rückschlagventile,
Baureihe 102GA

18 – 3/2-Wege- Absperr- und
Entlüftungsventile, Baureihe CR04

18 – Sicherheits-
Druckbegrenzungsventile,
Baureihe 4440000

18 – Druckschalter, Baureihe 18D

19 Gesamt-Produktprogramm IMI Precision Engineering

21 Funktionale Sicherheit in Kürze

21 – Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
und DIN EN ISO 13849 Teil 1 und Teil 2

22 – Sicherheit und Risikobeurteilung

22 – Identifizierung der
Sicherheitsfunktion

23 – Bestimmung des erforderlichen
Performance Levels

24 – Auswahl der Kategorien

24 – Bestimmung des
Performance Levels

25 – B10/MTTF_a als Basiskennwerte
zur Ermittlung des Performance Levels

26 – DC – Diagnosedeckungsgrad

27 – CCF – Fehler
gemeinsamer Ursache

27 – Steuerungskette
eines Sicherheitssystems

Innovation,
Produkte
und Service



GROSSARTIGE Engineering-Lösungen durch unsere Mitarbeiter, Produkte, Innovationen und Dienstleistungen.

IMI Precision Engineering ist ein weltweiter Marktführer im Bereich der Antriebs- und Steuerungstechnik. Wir bauen enge, kooperative Beziehungen zu unseren Kunden auf und gewinnen so ein tiefgründiges Verständnis ihrer technischen Anforderungen. Wir nutzen dann unsere Ressourcen und Kompetenzen, um einzigartige Produkte und Lösungen für diese Anforderungen zu liefern.

Wo immer Präzision, Geschwindigkeit und technische Zuverlässigkeit unerlässlich sind, ermöglichen unsere globale Präsenz, unser Know-how und unser Portfolio von leistungsstarken Premiumprodukten, GROSSARTIGE Lösungen anzubieten, die unseren Kunden bei der Bewältigung der anspruchsvollsten technischen Herausforderungen der Welt helfen.

> **Zuverlässigkeit**

Zuverlässigkeit durch unser globales Service-Netzwerk

> **Premiumprodukte**

Unser Portfolio von Weltklasse umfasst Produkte für die Antriebs- und Steuerungstechnik der Marken IMI Norgren, IMI Buschjost, IMI FAS, IMI Herion und IMI Maxseal. Wir können diese einzeln anbieten – oder kombiniert in kraftvollen individuellen Lösungen zur Verbesserung von Leistung und Produktivität.

> **Partnerschaften und Problemlösungen**

Wir sind nahe an unseren Kunden, um ihre Herausforderungen präzise zu verstehen.





Sicherheitstechnik IMI Norgren, IMI Herion

- > Über 50 Jahre Erfahrung in Sicherheitsapplikationen
- > Sicherheitsapplikationen DIN EN ISO 13849
- > Kompetente und professionelle Beratung und Systemauslegung von Sicherheitssteuerungen
- > Sehr hohe B10-Werte
- > DGUV-zertifizierte selbstüberwachte Sicherheitsventile
- > Realisierung wichtiger Sicherheitsfunktionen wie z. B.:
 - > Sicher entlüften
 - > Sicher halten
 - > Sicher stoppen
 - > Sicher reversieren
 - > Sicher reduzierte Geschwindigkeiten u. v. m.

IMI Precision Engineering Leistungs- spektrum Sicherheits- technik



- > Fachmännische Beratung Sicherheitstechnik
- > Bereitstellung B10-Werte unserer Produkte (auch in Sistema verfügbar)
- > Auswahl geeigneter Komponenten
- > Bewerten und Auslegen von Sicherheitsteuerungen nach Vorgabe der Sicherheitsfunktion und des notwendigen Performance Levels
- > Lieferung von Einzelkomponenten sowie kompletter Steuerungen und Schaltschränke
- > Unsere TÜV-geprüften Experten begleiten und unterstützen Sie von der Risikoanalyse bis zur Validierung - inklusive kompletter Dokumentation
 - > Risikobeurteilung
 - > Entwicklung von Sicherheitskonzepten
 - > Dokumentation mit Sistema
 - > Unterstützung bei der Ermittlung und Festlegung des erforderlichen Performance Levels





Außenmontage vor Ort

- > Durchführung von Reparaturen/Instandsetzungen
- > Installation von Komponenten inklusive Verrohrung und elektrischer Verdrahtung
- > Unterstützung bei der Inbetriebnahme
- > Jahrelange Erfahrung bei Ventilanwendungen in Industrie oder Kraftwerken
- > Kompetente Beratung

Produkte

SCVA



XSZ-V



SCVA10



SCSQ



VSP55



XSZ-4420



VS26

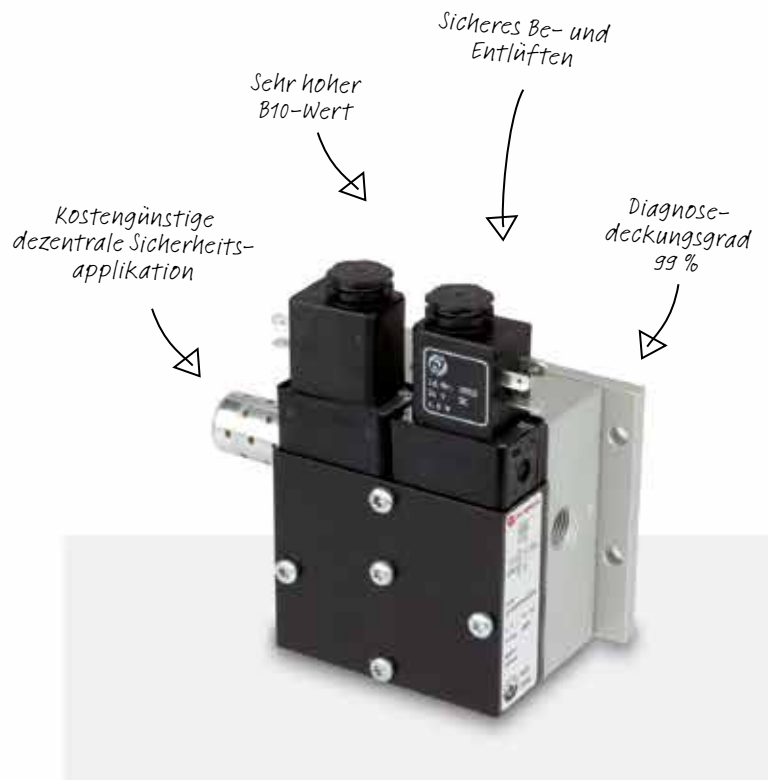


Pneumatisch selbstüberwachtes 3/2-Wege Sicherheitsventil, Baureihe SCVA

- > Baugrößen: 8 mm, 20 mm, 32 mm
- > Anschlüsse: G1/4 ... G1
- > Ansteuerung: Elektropneumatisch

Die elektropneumatischen 3/2-Wege-Sicherheitsventile der Baureihe SCVA verfügen über einen redundanten Ventilaufbau. Das eigensichere Doppelventil-Steuersystem mit dynamischer Selbstüberwachung garantiert den höchst möglichen Diagnosedeckungsgrad von 99 % entsprechend DIN EN ISO 13849, ohne dass zusätzlich extern zu platzierende Diagnosebauteile notwendig sind. Weiterhin erfordert diese sichere Bauweise keine zusätzliche Auswertelektronik sowie keine Intervall-Tests bzw. zyklischen Schaltungen. Bei entsprechender Applikation erreicht diese Ventilserie für die Sicherheitsfunktionen „Sicheres Be- und Entlüften“ (restdruckfrei) den Performance Level „e“ (Kategorie 4) nach DIN EN ISO 13849, DGUV-zertifiziert. Die Ventilserie mit bereits integriertem Sicherheitsschalldämpfer wird in den Baugrößen DN8, DN20 und DN32 angeboten. Hohe B10-Werte stehen für optimale Lebensdauer bis zum notwendigen vorbeugenden Austausch (T10d-Wert) der Ventile.

- > Redundanter Ventilaufbau, pneumatisch selbstüberwachend
- > Erfüllt die Norm DIN EN ISO 13849, Kategorie 4, erreicht Performance Level e und ist DGUV-zertifiziert
- > Kostengünstige dezentrale Sicherheitsapplikation



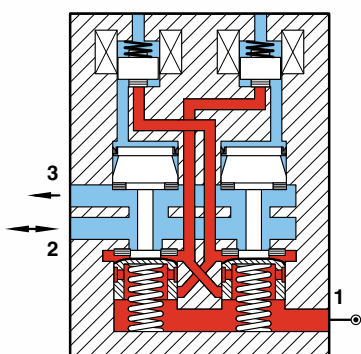
Beispiele für Sicherheitsfunktionen sicheres Entlüften Kat. 4 PL-e



Funktion der dynamischen Selbstüberwachung (Diagnosedeckungsgrad 99 %)

Grundstellung

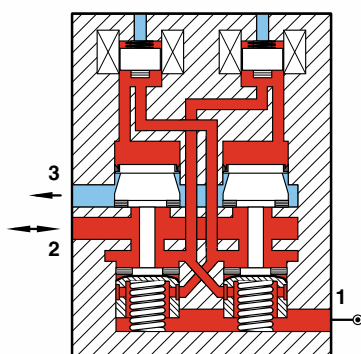
Beide Magnete nicht angesteuert



Kanal 2 auf 3 über
Sicherheitsschalldämpfer entlastet

Arbeitsstellung

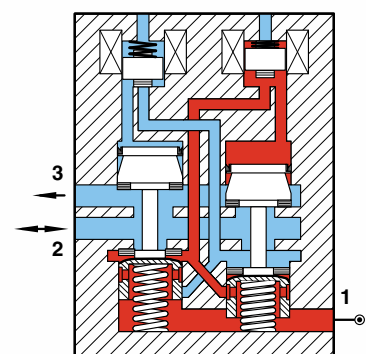
Beide Magnete angesteuert



Kanal 1 auf 2 durchgeschaltet

Sicherheitsstellung

Bei unsymmetrischer Ansteuerung, defektem Magnet, verschmutztem Ventil usw.



Kanal 2 auf 3 bleibt entlastet

Sicheres Be- und
EntlüftenSehr hoher
B10-WertDiagnose-
deckungsgrad 99%

Pneumatisch selbstüberwachtes 3/2-Wege Sicherheitsventil Baureihe SCVA10

- > Baugröße: 10 mm
- > Anschluss: G1/2
- > Ansteuerung: Elektropneumatisch

Das elektropneumatische 3/2-Wege-Sicherheitsventil der Baureihe SCVA Baugröße 10 mm mit Excelon Interface verfügt über einen redundanten Ventilaufbau. Das eigensichere Doppelventil-Steuersystem mit dynamischer Selbstüberwachung garantiert den höchst möglichen Diagnosedeckungsgrad von 99 % entsprechend DIN EN ISO 13849, ohne dass zusätzlich extern zu platzierende Diagnosebauteile notwendig sind. Weiterhin erfordert diese sichere Bauweise keine zusätzliche Auswertelektronik sowie keine Intervall-Tests bzw. zyklischen Schaltungen. Bei entsprechender Applikation erreicht diese Ventilserie für die Sicherheitsfunktionen „Sichereres Be- und Entlüften“ (restdruckfrei) den Performance Level „e“ (Kategorie 4) nach DIN EN ISO 13849, DGUV-zertifiziert. Ein hoher B10-Wert steht für optimale Lebensdauer bis zum notwendigen vorbeugenden Austausch (T10d-Wert) der Ventile. Über das Excelon Interface ist eine direkte Adaptierung an Wartungseinheiten der Serien Excelon 73/74 möglich.

- > Redundanter Ventilaufbau, pneumatisch selbstüberwachend
- > Erfüllt die Norm DIN EN ISO 13849, Kategorie 4, erreicht Performance Level e und ist DGUV-zertifiziert
- > Kostengünstige dezentrale Sicherheitsapplikation

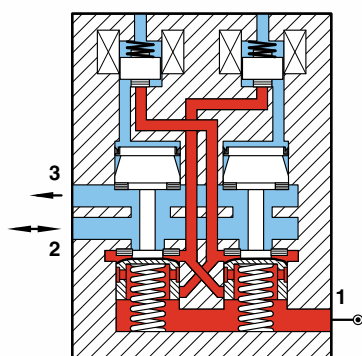
Beispiele für Sicherheitsfunktionen sicheres Entlüften Kat. 4 PL-e



Funktion der dynamischen Selbstüberwachung (Diagnosedeckungsgrad 99 %)

Grundstellung

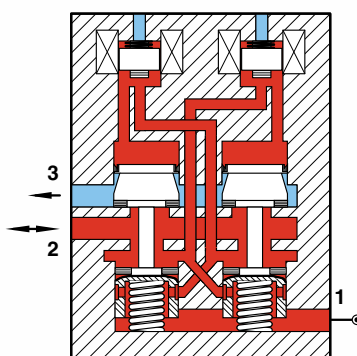
Beide Magnete nicht angesteuert



Kanal 2 auf 3 über
Sicherheitsschalldämpfer entlastet

Arbeitsstellung

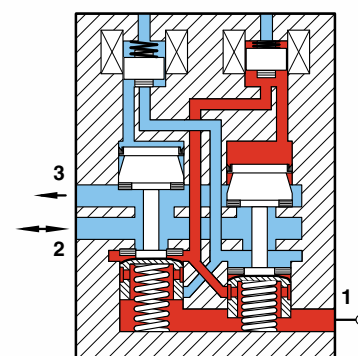
Beide Magnete angesteuert



Kanal 1 auf 2 durchgeschaltet

Sicherheitsstellung

Bei unsymmetrischer Ansteuerung, defektem Magnet, verschmutztem Ventil usw.



Kanal 2 auf 3 bleibt entlastet

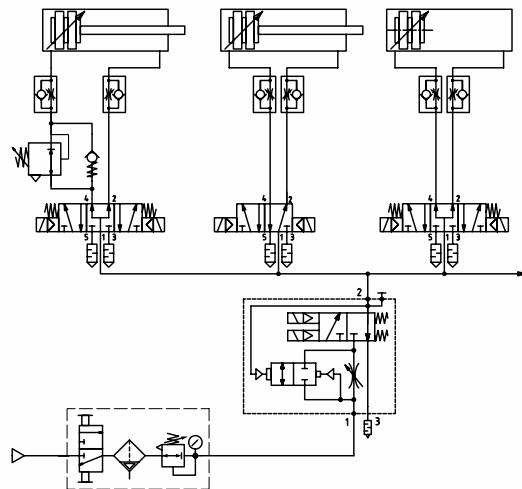
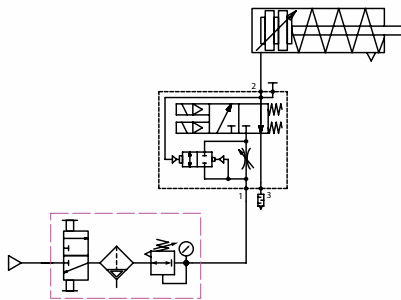
Pneumatisch selbstüberwachtes 3/2-Wege-Sicherheitsventil mit integrierter Softstartfunktion, Baureihe SCSQ

- > Baugröße: 10 mm
- > Anschluss: G1/2
- > Ansteuerung: Elektropneumatisch

Das elektropneumatische 3/2-Wege-Sicherheitsventil der Baureihe SCSQ verfügt über einen redundanten Ventilaufbau. Das eigensichere Doppelventil-Steuersystem mit dynamischer Selbstüberwachung garantiert den höchst möglichen Diagnosedeckungsgrad von 99 % entsprechend DIN EN ISO 13849, ohne dass zusätzlich extern zu platzierende Diagnosebauteile notwendig sind. Weiterhin erfordert diese sichere Bauweise keine zusätzliche Auswertelektronik und keine Intervall-Tests bzw. zyklischen Schaltungen. Bei entsprechender Applikation erreicht diese Ventilserie für die Sicherheitsfunktionen „Sicheres Be- und Entlüften“ den Performance Level „e“ (Kategorie 4) nach DIN EN ISO 13849 und ist DGUV-zertifiziert. Das Ventil mit bereits integrierten Sicherheitsschalldämpfern verfügt zusätzlich über eine Softstartfunktion, die zeitvariabel über eine entsprechende Vorrichtung einstellbar ist. Für den Einsatz in Steuerungen ist jeweils das nachgeschaltete Luftvolumen zu berücksichtigen. Ventile der Baureihe SCSQ verfügen über einen hohen B10-Wert und damit einer optimalen Lebensdauer bis zum notwendigen vorbeugenden Austausch (T10d Wert). Sie sind über Quickclampsystem direkt an Wartungseinheiten der Baureihe Excelon 73/74 adaptierbar.

- > Redundanter Ventilaufbau, pneumatisch selbstüberwachend
- > Erfüllt die Norm DIN EN ISO 13849, Kategorie 4, erreicht Performance Level e und ist DGUV-zertifiziert
- > Kostengünstige dezentrale Sicherheitsapplikation
- > Integrierte Softstartfunktion

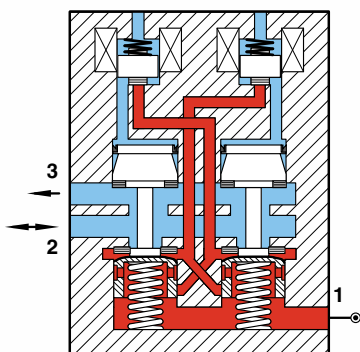
Beispiele für Sicherheitsfunktionen sicheres Entlüften Kat. 4 PL-e



Funktion der dynamischen Selbstüberwachung (Diagnosedeckungsgrad 99 %)

Grundstellung

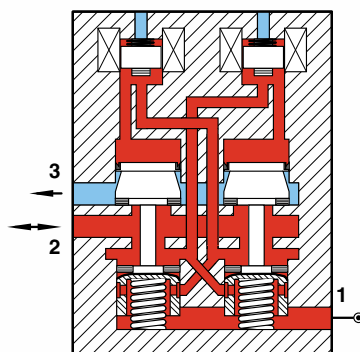
Beide Magnete nicht angesteuert



Kanal 2 auf 3 über
Sicherheitsschalldämpfer entlastet

Arbeitsstellung

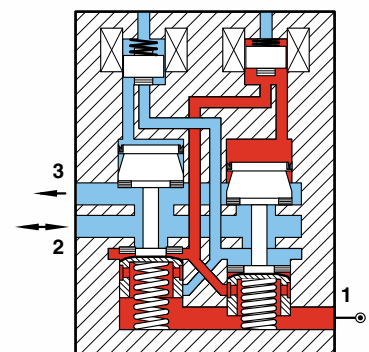
Beide Magnete angesteuert



Kanal 1 auf 2 durchgeschaltet

Sicherheitsstellung

Bei unsymmetrischer Ansteuerung, defektem Magnet, verschmutztem Ventil usw.



Kanal 2 auf 3 bleibt entlastet

Pneumatisch selbstüberwachtes 5/2-Wege-Sicherheitsventil Baureihe XSZ-V

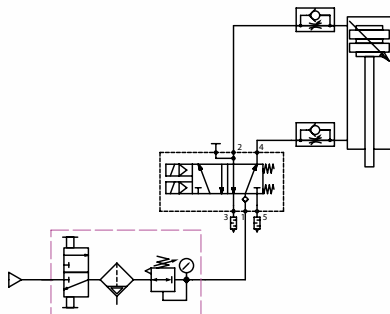
- > Baugrößen: 8 mm und 10 mm
- > Anschlüsse: G1/4 ... G1/2
- > Ansteuerung: Elektropneumatisch

Die elektropneumatischen 5/2-Wege-Sicherheitsventile der Baureihe XSZ-V verfügen über einen redundanten Ventilaufbau. Das eigensichere Doppelventil-Steuersystem mit dynamischer Selbstüberwachung garantiert den höchst möglichen Diagnosedeckungsgrad von 99 % entsprechend DIN EN ISO 13849, ohne dass zusätzlich extern zu platzierende Diagnosebauteile notwendig sind. Weiterhin erfordert diese sichere Bauweise keine zusätzliche Auswertelektronik sowie keine Intervall-Tests bzw. zyklischen Schaltungen. Bei entsprechendem Einsatz erreicht die DGUV-zertifizierte Ventilsreihe für die Sicherheitsfunktionen "Sicheres Reversieren" den Performance Level „e“ (Kategorie 4) nach DIN EN ISO 13849. Die Ventilsreihe mit bereits integriertem Sicherheitsschalldämpfer wird in den Baugrößen DN8 und DN10 angeboten. Hohe B10-Werte stehen für optimale Lebensdauer bis zum notwendigen vorbeugenden Austausch (T10d-Wert) der Ventile.

- > Redundanter Ventilaufbau, pneumatisch selbstüberwachend
- > Erfüllt die Norm DIN EN ISO 13849, Kategorie 4, erreicht Performance Level e und ist DGUV-zertifiziert
- > Kostengünstige dezentrale Sicherheitsapplikation

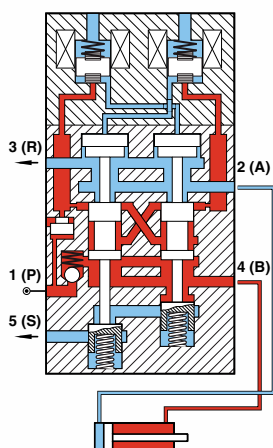


Beispiel für Sicherheitsfunktion sicheres Reversieren Kat 4 PL-e



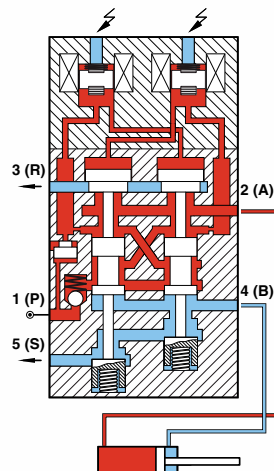
Funktion der dynamischen Selbstüberwachung (Diagnosedeckungsgrad 99 %)

Grundstellung
Beide Magnete nicht angesteuert



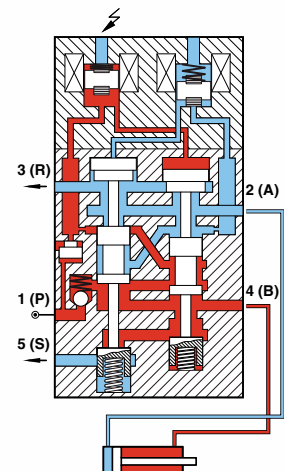
Kanal 2 über 3 entlastet
Kanal 1 auf 4 durchgeschaltet

Arbeitsstellung
Beide Magnete angesteuert



Kanal 1 auf 2 durchgeschaltet
Kanal 4 über 5 entlastet

Sicherheitsstellung
Bei unsymmetrischer Ansteuerung



Kanal 2 über 3 entlastet
Kanal 1 auf 4 durchgeschaltet

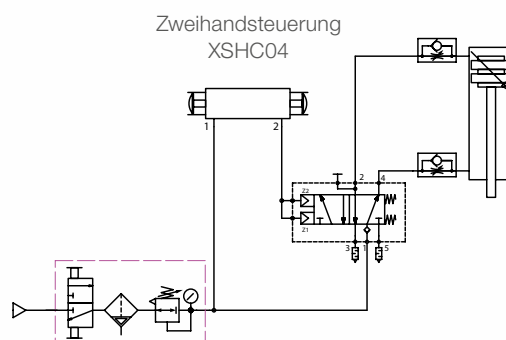


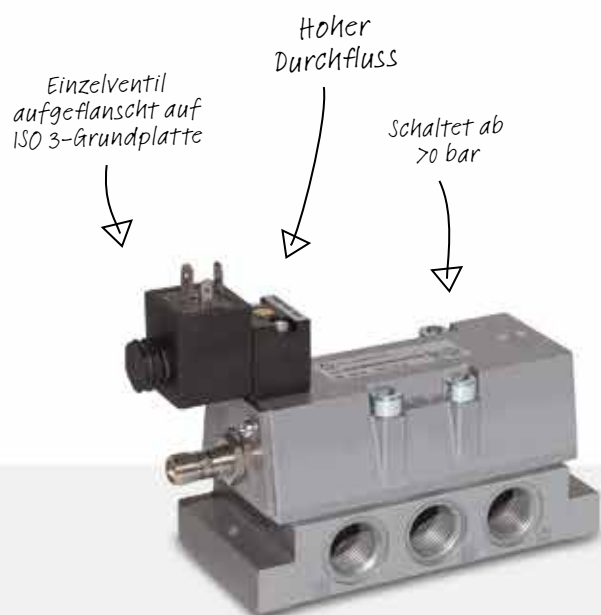
Pneumatisch selbstüberwachtes 3/2- und 5/2-Wegeventil Baureihe XSZ-4420

- > Baugrößen: 10 mm
- > Anschlüsse: G1/2
- > Ansteuerung: Pneumatisch

Die pneumatisch angesteuerten 3/2- und 5/2-Wege-Sicherheitsventile der Baureihe XSz-4420 verfügen wie auch die elektropneumatisch angesteuerten Sicherheitsventile der Baureihe SCVA und XSZ-V über einen redundanten Ventilaufbau. Das eigensichere Doppelventil-Steuersystem mit dynamischer Selbstüberwachung garantiert den höchst möglichen Diagnosedeckungsgrad von 99 % entsprechend DIN EN ISO 13849, ohne dass zusätzlich extern zu platzierende Diagnosebauteile notwendig sind. Weiterhin erfordert diese sichere Bauweise keine zusätzliche Auswertelektronik sowie keine Intervall-Tests bzw. zyklischen Schaltungen. Bei entsprechender Applikation erreichen diese Ventile den Performance Level „e“ (Kategorie 4) nach DIN EN ISO 13849, DGUV-zertifiziert. Hohe B10-Werte stehen für optimale Lebensdauer bis zum notwendigen vorbeugenden Austausch (T10d-Wert).

Steuerungsbeispiel Zweihandsteuerung mit pneumatisch angesteuertem 5/2-Wege XSZ-4420 Sicherheitsventil





Kompakter redundanter Steuerblock für sicheres Reversieren

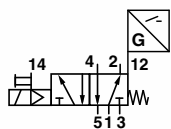
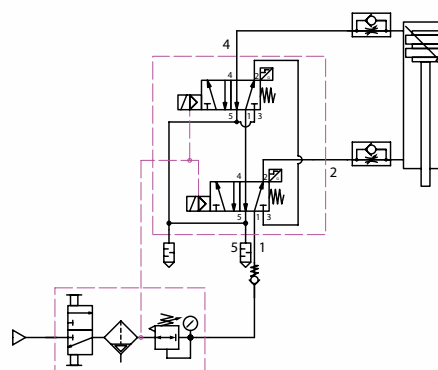


5/2-Wege SXE ISO mit elektrischer Stellungsüberwachung Baureihe VSP55

> Baugrößen: Basis ISO3

5/2-Wege ISO-Ventile der Baureihe SXE mit zusätzlicher elektrischer Stellungsüberwachung zur Verwendung in sicherheitstechnischen Systemen oder Teilsystemen z. B. für die Sicherheitsfunktion "Sicheres Reversieren". Realisierung einer redundanten Sicherheitssteuerung mit hohem Performance Level bis zu "e" (Kategorie 4) entsprechend DIN EN ISO 13849 bei korrekter Einbindung von zwei Ventilen dieser Baureihe möglich.

Beispiel Steuerung sicheres Reversieren Kat. 4 PL-e



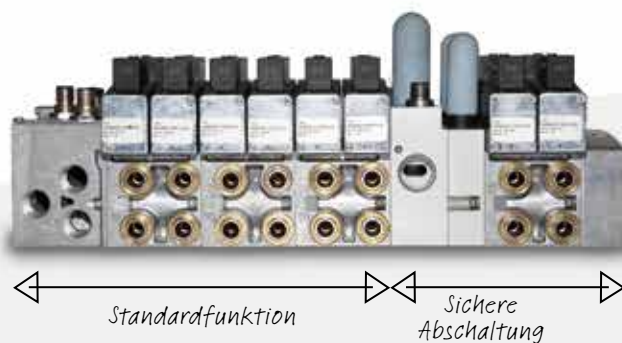
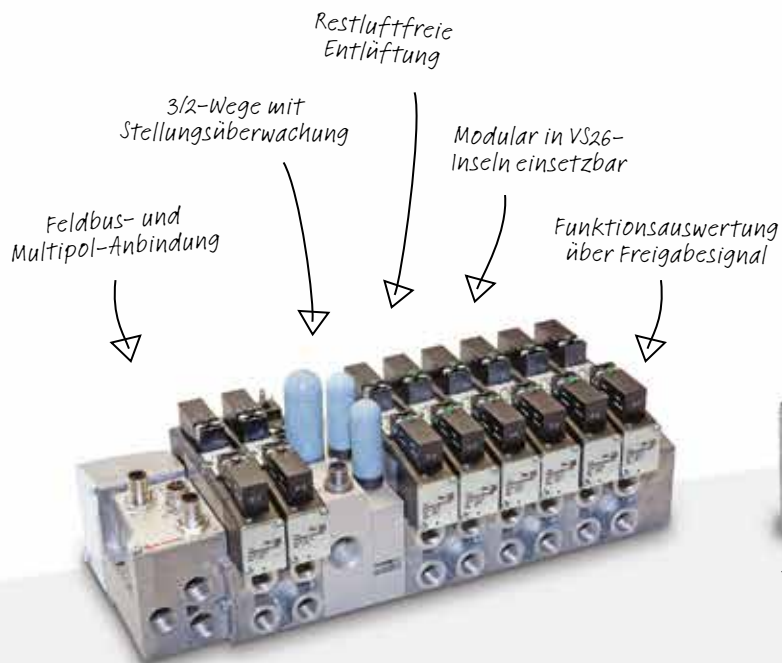
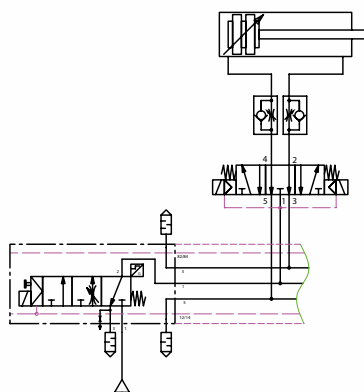
3/2-Wege Anfahr- und Entlüftungsventil für ISO-Ventilinseln, Baureihe VS26

> Baugrößen: 26 mm, ISO 15407-2

Eingebunden in Ventilinseln der Baureihe VS26 eignen sich diese Ventile zur Verwendung in sicherheitstechnischen Systemen oder Teilsystemen für die Sicherheitsfunktionen "Sicheres Entlüften" (pneumatische Energiefreischaltung). Das einkanlige stellungsüberwachte Anfahr- und Entlüftungsventil kann an jedem geradlinigen Platz in die Verkettungsplatten eingefügt werden, ist elektrisch stellungsüberwacht und entlüftet restdruckfrei. Durch entsprechende Einbindung in das Sicherheitssystem kann in Kombination mit nachgeschalteten Ventilscheiben eine 2-kanalige Funktion und ein hoher Performance Level (entsprechend DIN EN ISO 13849) erreicht werden.

Das Anfahr- und Entlüftungsventil kann an jedem geradzahligem Platz in die Verkettungsplatten eingefügt werden. Es werden immer nur die rechts folgenden Ventilplätze pneumatisch versorgt und gesichert. Zur linken Seite hin ist das Ventil verschlossen.

Nutzen Sie unseren Ventilinsel-Konfigurator zur Konfigurierung Ihrer individuellen Ventilinsel.



Weitere Produkte

P64S/P74S



102GA



XSHC 04



ISO★STAR



CR04

18D



4440000

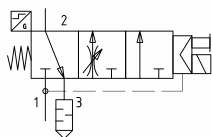
Baureihe
V60 ... 63



3/2-Wege Anfahr- und Entlüftungsventile mit elektrischer Stellungsüberwachung, Baureihe P64S/P74S

> Anschluss: G3/8 ... G3/4

3/2-Wege Anfahr- und Entlüftungsventil der Baureihe Olympian 64 und Excelon 74, einkanlig. Durch entsprechende Einbindung in das Sicherheitssystem kann in Kombination nachgeschalteter Ventile eine 2-kanalige Funktion und so ein hoher Performance Level (entsprechend DIN EN ISO 13849) erreicht werden. Direkt adaptierbar an Wartungseinheiten der Baureihe Excelon 73/74 sowie Olympian 64.

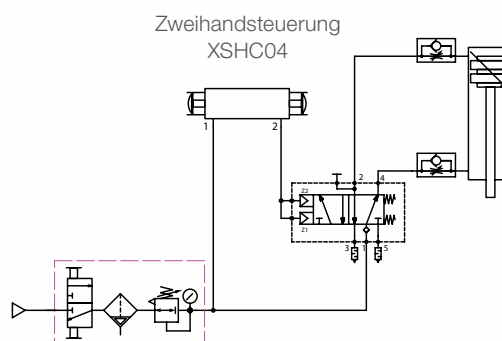


Zweihandschaltung Baureihe XSHC 04

> Anschluss: Steckanschluss für Schlauch 4 mm

Die Zweihandsteuerung ist eine Sicherheitskomponente und entspricht als solche den Forderungen der EN574-Klasse IIIB.

Steuerungsbeispiel Zweihandsteuerung mit pneumatisch angesteuertem 5/2-Wege XSZ-V Sicherheitsventil

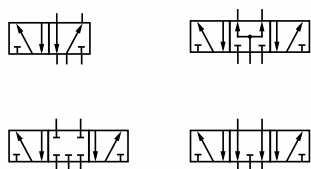


5/2- und 5/3-Wegeventile elektropneumatisch und pneumatisch angesteuert Baureihe ISO★STAR

> ISO 1 bis ISO 3

Verfügbar als 5/2- und 5/3-Wegeventil,
elektropneumatisch und pneumatisch angesteuert.

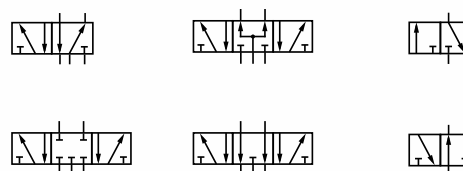
Hervorragende B10-Werte aufgrund spezieller
Ventilbauart. Breite Palette an Grundplatten.



3/2-, 5/2-, und 2x 3/2-Wegeventile Baureihe V60 ... 63

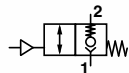
> Anschluss: G1/8 ... G1/2

Sehr hohe B10-Werte.



Entsperrbare Rückschlagventile Baureihe 102GA

> Anschluss: G1/4...G1/2 und 4 ... 12 mm Schlauch

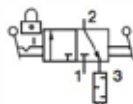


3/2-Wege Absperr- und Entlüftungsventil Baureihe CR04

> Anschluss G1/2 ... G1

Zum vollständigen und sicheren Absperrn und Entlüften von Versorgungsleitungen z. B. während Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten.

Die Ventile können in geschlossener Stellung über eine optionale Schließvorrichtung gesichert werden (Schließvorrichtung zur Aufnahme auch mehrerer Vorhängeschlösser).



Sicherheits-Druckbegrenzungsventile Baureihe 4440000

> Anschluss: G1/4 ... G3/4

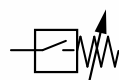
Bauteilgeprüft nach Merkblatt A Bauteilkennzeichen.



Druckschalter Baureihe 18D

> Anschluss: G1/4

Anschlussstecker alternativ Industrieform A oder M12, z. B. zur indirekten Überwachung von Sicherheitsbauteilen in Sicherheitssteuerungen.



Gesamt- Produktprogramm IMI Precision Engineering

IMI Precision Engineering bietet mit seinen Produktmarken IMI Norgren, IMI Herion, IMI Buschjost, IMI FAS und IMI Maxseal ein komplettes Programm pneumatischer und elektropneumatischer Bauteile und eine Vielzahl weiterer Produkte, die für effiziente und sichere Pneumatikanwendungen notwendig sind.

Antriebe



Ventile



Vakuum



Druckluftaufbereitung



Verschraubungen, Schläuche, Zubehör

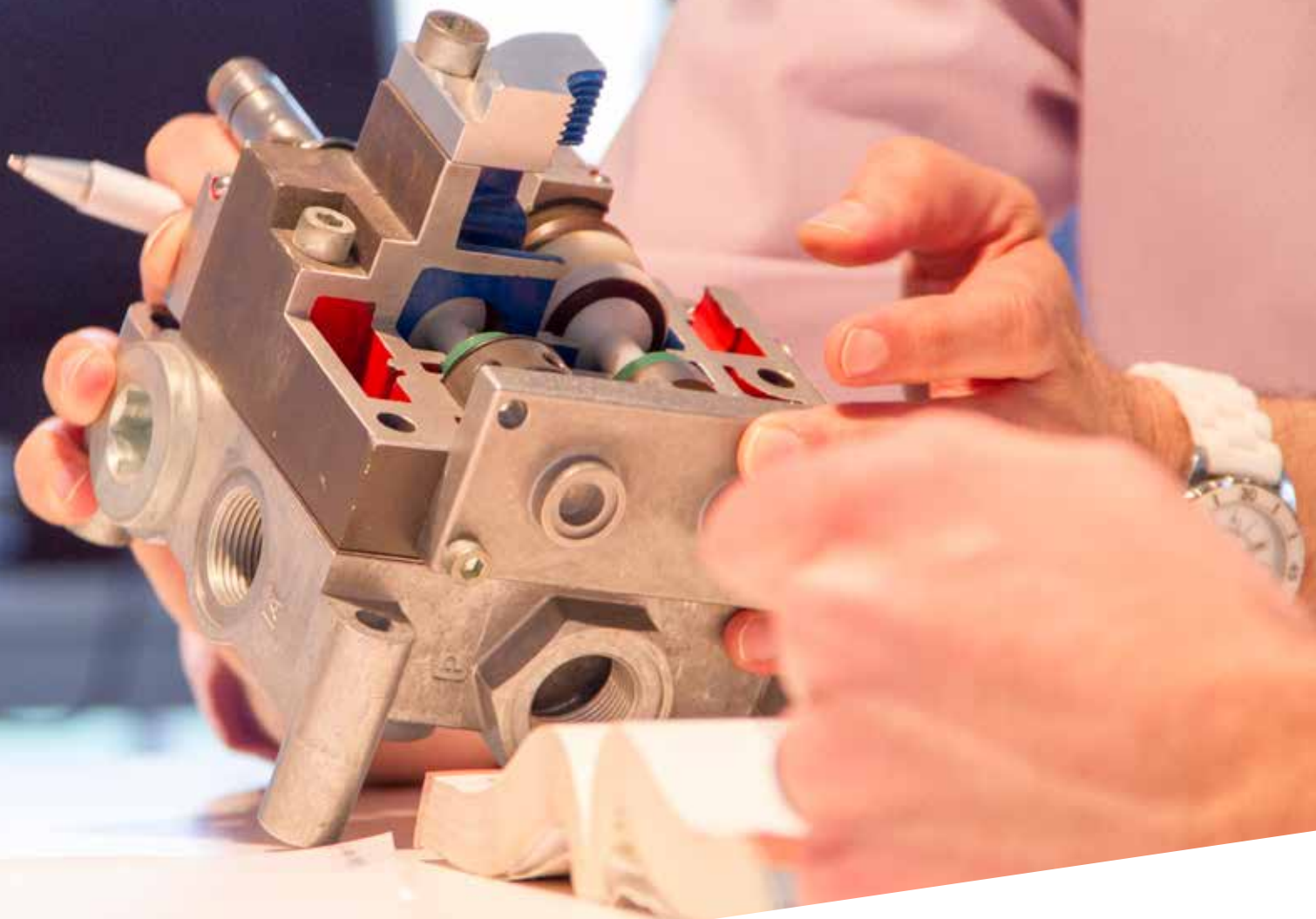


Druckschalter



IMI

Precision Engineering



Engineering
GREAT Solutions



Anwendungen für Pressen-/Antriebstechnik

- > Mechanische Pressen
- > Servopressen
- > Spindelpressen
- > Walzenvorschübe

 IMI NORGREN

 IMI BUSCHJOST

 IMI FAS

 IMI HERION

 IMI MAXSEAL

Funktionale Sicherheit in Kürze

Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und DIN EN ISO 13849 Teil 1 und Teil 2

Mit Stichtag 29.12.2009 löste die neue Maschinenrichtlinie 2006/42/EG die vorherige Maschinenrichtlinie 98/37/EG ab und fixiert grundlegende Anforderungen an die Sicherheit von Maschinen im Europäischen Binnenmarkt. Lediglich solche Maschinen, die den Forderungen der Maschinerichtlinie entsprechen, dürfen auf dem europäischen Markt in Verkehr gebracht werden. Zu berücksichtigen sind hier sowohl neue Maschinen als auch Maschinen aus dem Bestand, die bedeutende bzw. erhebliche Veränderungen oder Modifikationen erfahren oder einer anderen Nutzung zugeführt werden. Entsprechend nach Maßgabe der Maschinenrichtlinie geprüfte und den Vorgaben entsprechende Maschinen müssen mit CE-Kennzeichen, Konformitätserklärung und den erforderlichen Anwenderinformationen versehen werden. Die harmonisierte Norm DIN EN ISO 13849 (Typ B Norm) assistiert der Maschinenrichtlinie bei der technischen Umsetzung der Forderung sicherer und zuverlässiger Steuerungen. Sie gibt allgemeine wichtige Leitsätze hinsichtlich der Gestaltung und der Beurteilung von sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung, Steuerungsarchitektur sowie Qualität der Risikominderung und legt Validierungsverfahren für die Sicherheitsfunktionen, Kategorien und Performance Level von sicherheitsbezogenen Teilen von Steuerungen fest.



Sicherheit und Risikobeurteilung

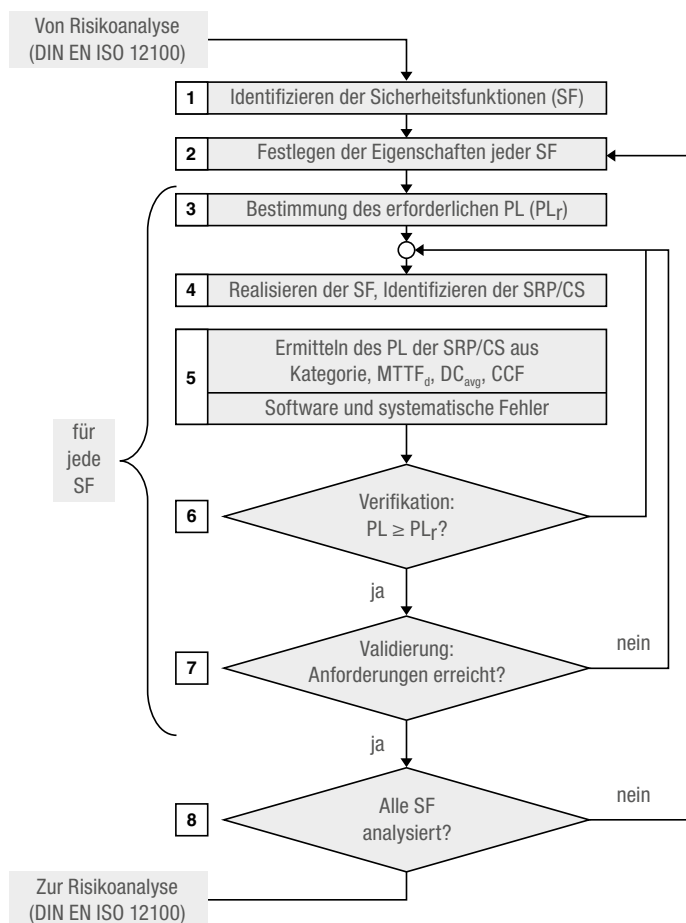
Eine Maschine sollte auf Basis Ihrer Grundkonstruktion heraus bereits implizit Sicherheit so weit als möglich gewähren. Jede darüber hinaus noch bestehende potenzielle Gefährdung muss über entsprechende Schutzeinrichtungen bzw. -maßnahmen, z. B. einer pneumatischen Sicherheitssteuerung, in ihrem Risiko reduziert/minimiert werden. Auf unvermeidbare Restrisiken muss in der entsprechend notwendigen Dokumentation hingewiesen werden. Eine umfassende und normgerechte Risikobeurteilung steht damit am Anfang des Prozesses zur Beurteilung der Maschinensicherheit.

Identifizierung der Sicherheitsfunktion

Für eine aus der Risikoanalyse ermittelte gefahrbringende Bewegung muss eine entsprechend der Gefährdung entgegenwirkende Sicherheitsfunktion definiert und vorgegeben werden. Nur nach genauer Definition der eigentlichen Sicherheitsfunktion können die entsprechenden Subsysteme der Sicherheitssteuerungen adäquat ausgeführt und ausgelegt werden.

- > Sicheres Entlüften eines Systems
- > Anhalten einer gefahrbringenden Bewegung
- > Anhalten und Blockieren einer gefahrbringenden Bewegung
- > Reversieren einer gefahrbringenden Bewegung
- > Schutz gegen unbeabsichtigten Anlauf u. v. m.

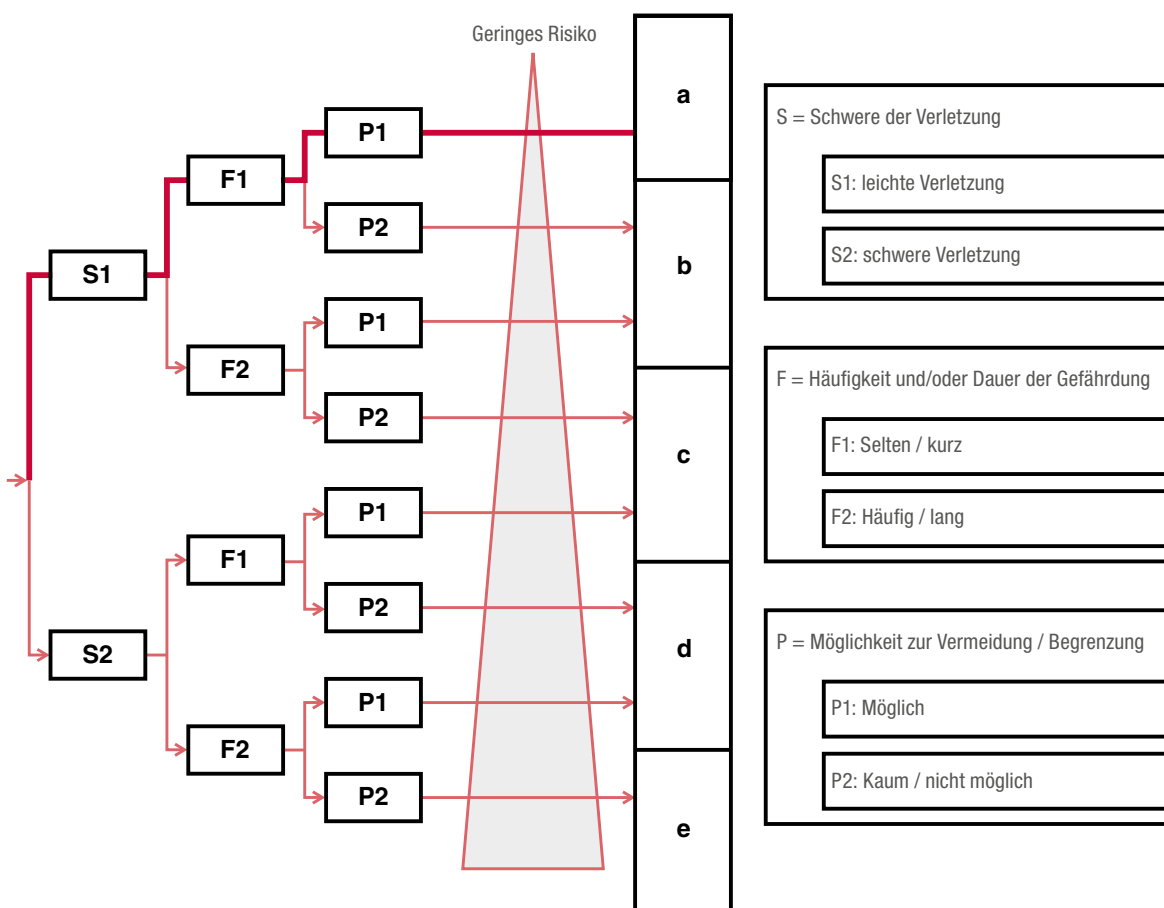
Iterativer Prozess zur Gestaltung der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen



Bestimmung des erforderlichen Performance Levels

Der Performance Level ist ein Maß für die Qualität der Risikoreduzierung und muss für jede Sicherheitsfunktion separat ermittelt werden. Innerhalb einer Maschine mit unterschiedlichen Sicherheitsfunktionen und unterschiedlichen Gefährdungspotenzialen können unterschiedlich erforderliche Performance Level notwendig sein. Die entscheidenden drei Kriterien zur Ermittlung des für die jeweilige potenzielle Gefahrenstelle erforderlichen Performance Levels lauten:

- > Wie schwerwiegend wäre eine potenzielle Verletzung?
- > Wie häufig kommen Mitarbeiter mit der potenziellen Gefahrenstelle in Kontakt?
- > Welche Möglichkeit hat man im kritischen Fall, der Gefahr zu entkommen/sie zu vermeiden?



Risikograph zur Ermittlung des erforderlichen Performance Levels

Beispiel:

S1 = Leichte Verletzung

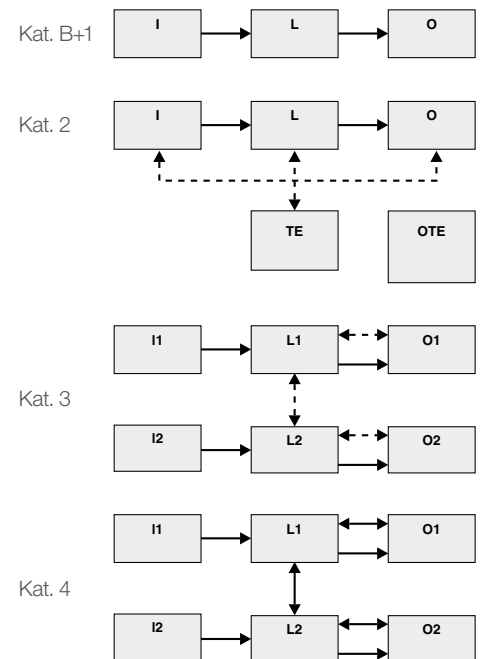
F1 = Bediener kommt nur selten/kurz mit der Gefahrenstelle in Berührung

P1 = Es ist praktisch möglich, der Gefahr beim Auftreten rechtzeitig auszuweichen

Auswahl der Kategorien

Die in der DIN EN ISO 13849 dargelegten 5 unterschiedlichen Kategorien (B, 1, 2, 3, 4) beschreiben die jeweilige Architektur der Sicherheitssteuerung und somit die Widerstandsfähigkeit und das Verhalten im Falle eines Fehlers.

- > Kategorie B: Einkanalige, nicht redundante Sicherheitssteuerung. Ein einzelner Fehler führt zum Verlust der Sicherheitsfunktion.
- > Kategorie 1: Wie Kategorie B, jedoch höherer Fehlerwiderstand durch Nutzung bewährter Bauteile.
- > Kategorie 2: Sicherheitssteuerung mit zusätzlichem Testkanal und zyklischem Testen der Sicherheitsfunktion mit geeigneten Testraten. Fehler zwischen den Testphasen sind nicht ausgeschlossen und können zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.
- > Kategorie 3: Zweikanalige, redundante Sicherheitssteuerung. Ein einzelner Fehler führt nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.
- > Kategorie 4: Zweikanalige, redundante Sicherheitssteuerung. Ein einzelner oder die Anhäufung von Fehlern führt nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.



I = Eingang (z. B. Türschalter)
 L = Logik (z. B. Sicherheitsrelais)
 O = Ausgang (z. B. Pneumatikventil)

Bestimmung des Performance Levels PL

Vereinfachte Bestimmung des Performance Levels anhand des Balkendiagramms in Abhängigkeit:

- > der gewählten Steuerungsarchitektur (Kategorie)
- > des $MTTF_d$ -Wertes
- > des Diagnosedeckungsgrads
- > und der CCF-Bewertung

	a	b	c	d	e	
	Kat B	Kat 1	Kat 2		Kat 3	
	DC < 60 % kein	DC < 60 % kein	60 % <= DC < 90 % niedrig	90 % <= DC < 99 % mittel	60 % <= DC < 90 % niedrig	90 % <= DC < 99 % mittel
	CCF nicht relevant		CCF >= 65 %			

	MTTF _d niedrig 3 Jahre <= MTTF _d < 10 Jahre
	MTTF _d mittel 10 Jahre <= MTTF _d < 30 Jahre
	MTTF _d hoch 30 Jahre <= MTTF _d <= 100 Jahre

B10_d/MTTF_d als Basiskennwerte zur Ermittlung des Performance Levels

Entsprechend der Anforderungen an eine Sicherheitssteuerung und in Abhängigkeit der notwendigen Sicherheitsfunktionen müssen geeignete Einzelkomponenten ausgewählt und in einer entsprechenden Steuerungsarchitektur implementiert werden. Norgren bietet dazu eine sehr breite Produktpalette von Bauteilen an und unterstützt bei der richtigen Auswahl der Komponenten zusammen mit der Bereitstellung notwendiger Kennwerte als Basis zur Berechnung des erreichten Performance Levels. Basis zur Berechnung und Ermittlung des erreichten Performance Levels einer Sicherheitssteuerung sind die B10_d/MTTF_d-Kennwerte der für die Sicherheitsfunktion relevanten Einzelkomponenten.

- > B10_d: Mittlere Zahl von Schaltspielen bzw. Schaltzyklen, nach der bis zu 10 % der betrachteten Einheiten gefährlich ausgefallen sind.
- > MTTF_d: Mittlere Betriebsdauer, nach der bis zu 10 % der betrachteten Einheiten gefährlich ausgefallen sind. Für pneumatische und elektropneumatische Komponenten errechnet sich der MTTF_d-Wert aus dem B10_d-Wert und der Anzahl der in der Anwendung maximal möglichen Schaltzyklen.

$$MTTF_d = \frac{B10_d}{0,1 \cdot n_{op}}$$

$$n_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op}}{t_{zyklus}} \quad 3\,600 \frac{s}{h}$$

h_{op} = ist die mittlere Betriebszeit in Stunden je Tag
 d_{op} = ist die mittlere Betriebszeit in Tagen je Jahr
 t_{zyklus} = ist die mittlere Zeit zwischen dem Beginn zweier aufeinander folgender Zyklen des Bauteils (z. B. Schalten eines Ventils) in Sekunden je Zyklus.

Elektronische Bauteile altern nicht über Schaltzyklen, sondern über die Zeit. Daher werden die MTTF_d-Werte nicht über B10_d ermittelt, sondern müssen vom Lieferanten zur Verfügung gestellt werden.

Aufteilung der MTTF_d-Werte in 3 Klassen.

Klasseneinteilung der MTTF_d jedes Kanals

MTTF _d für jeden Kanal	
Bezeichnung	Bereich
nicht angemessen	0 Jahre ≤ MTTF _d < 3 Jahre
niedrig	3 Jahre ≤ MTTF _d < 10 Jahre
mittel	10 Jahre ≤ MTTF _d < 30 Jahre
hoch	30 Jahre ≤ MTTF _d ≤ 100 Jahre
nicht zulässig	100 Jahre < MTTF _d

Errechnete Werte >100 Jahre gehen in weitergehende Berechnungen nur mit maximal 100 Jahre ein. MTTF_d Werte kleiner 3 Jahre sind aus sicherheitstechnischem Aspekt nicht anwendbar.

Berechnung MTTF_d gesamt eines einzelnen Kanals

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^{\tilde{n}} \frac{1}{MTTF_{di}} = \sum_{j=1}^{\tilde{n}} \frac{n_j}{MTTF_{dj}}$$

Berechnung MTTF_d gesamt zweier Kanäle (redundantes Gesamtsystem)

$$MTTF_d = \frac{2}{3} \left[MTTF_{dC1} + MTTF_{dC2} - \frac{1}{\frac{1}{MTTF_{dC1}} + \frac{1}{MTTF_{dC2}}} \right]$$

Wobei MTTF_{dC1} und MTTF_{dC2} Werte für die beiden einzelnen Kanäle sind.

DC- Diagnosedeckungsgrad

Maß für die Effektivität der Diagnose = Verhältnis der Ausfallrate der bemerkten gefährlichen Ausfälle zur Ausfallrate der gesamten gefährlichen Ausfälle.

Für höherrangige Steuerungsarchitekturen (2 bis 4) muss eine entsprechende Fehlerdetektion in der Steuerung implementiert sein, deren Effektivität durch den Diagnosedeckungsgrad ausgedrückt wird. Der Wert des Diagnosedeckungsgrads ist abhängig von der jeweils ausgewählten Maßnahme zur Fehlerdetektion und muss mindestens 60 % betragen. Die oberste Kategorie 4 beispielsweise schreibt für die gesamte Sicherheitssteuerung zwingend einen Diagnosedeckungsgrad von 99 % vor.

Einteilung des Diagnosedeckungsgrads

DC (Diagnosedeckungsgrad)	
Bezeichnung	Bereich
kein	DC < 60 %
niedrig	60 % ≤ DC < 90 %
mittel	90 % ≤ DC < 99 %
hoch	99 % ≤ DC

Beispiele der Bewertung des Diagnosedeckungsgrads

Eingabeeinheit	
Maßnahme	DC
Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	90 %
Plausibilitätsprüfung, z. B. Verwendung der Schließer- und Öffnerkontakte von zwangsgeführten Relais	99 %
Kreuzvergleich von Eingangssignalen ohne dynamischem Test	0 % bis 99 %, abhängig davon, wie oft ein Signalwechsel durch die Anwendung erfolgt
Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit dynamischem Test, wenn Kurzschlüsse nicht bemerkt werden können (bei Mehrfach-Ein-/Ausgängen)	90 %
Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Ausgängen)	99 %
Indirekte Überwachung (z. B. Überwachung durch Druckschalter, elektrische Positionsüberwachung von Antriebselementen)	90 % bis 99 %, abhängig von der Anwendung
Direkte Überwachung (z. B. elektrische Stellungsüberwachung der Steuerungsventile, Überwachung elektromechanischer Einheiten durch Zwangsführung)	99 %
Fehlererkennung durch den Prozess	0 % bis 99 %, abhängig von der Anwendung; diese Maßnahme ist allein nicht ausreichend für den erforderlichen Performance Level "e"!
Überwachung einiger Merkmale des Sensors (Ansprechzeit, der Bereich analoger Signale, z. B. elektrischer Widerstand, Kapazität)	60 %

Innerhalb einer Sicherheitssteuerung können in Bezug auf die für die Sicherheitsbetrachtung relevanten Bauteile verschiedene Maßnahmen zur Fehlerdetektion vorgesehen werden.

Berechnung des Diagnosedeckungsgrads einer gesamten Sicherheitssteuerung

$$DC_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{d1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{DC_N}{MTTF_{dN}}}{\frac{1}{MTTF_{d1}} + \frac{1}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{dN}}}$$

CCF – Fehler gemeinsamer Ursache

Zur Bewertung der Robustheit einer zweikanaligen Sicherheitssteuerung müssen auch Möglichkeiten von Ausfällen gemeinsamer Ursache betrachtet werden. Der CCF wird nach bestimmten Kriterien und damit verbundenem Punktesystem quantifiziert und muss zum Erreichen der Anforderungen mindestens eine Punktzahl von ≥ 65 erreichen.

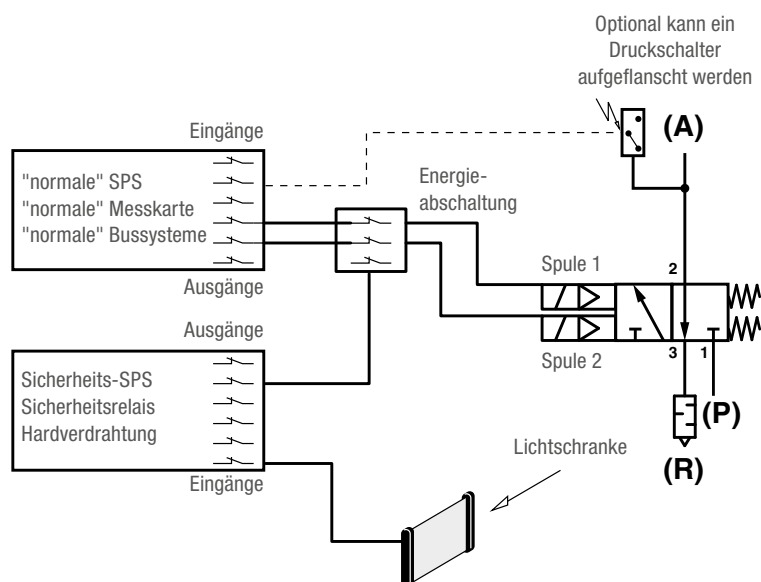
Ein potenzieller Fehler gemeinsamer Ursache kann z. B. durch eine inkorrekte vorgeschaltete Druckluftaufbereitung verursacht werden. Wird die Druckluft nicht entsprechend vorgefiltert, können unter Umständen Ventile zweier redundanter Kanäle gleichzeitig erheblich verschmutzen und möglicherweise aus diesem Grunde gleichzeitig ausfallen. Zur Prävention ist eine adäquate und effektive Druckluftaufbereitung vorzusehen.

Maßnahme gegen CCF	Punktezahl
Trennung / Abtrennung	
> Physikalische Trennung zwischen den Signalpfaden	15
> Trennung der Verdrahtung / Verrohrung ausreichende Luft - und Kriechstrecken	
Diversität	
> Unterschiedliche Technologien / Gestaltung Der erste Kanal mit SPS, der zweite Kanal fest verdrahtet, Art der Initiierung, Druck, Entfernung - Web, digital oder analog, Ventile unterschiedlicher Hersteller	20
Entwurf / Anwendung / Erfahrung	
> Schutz gegen Überdruck, Überstrom, Überspannung	15
> Verwendung bewährter Bauteile	5
Beurteilung / Analyse (FMEA)	
Sind die Ergebnisse einer Ausfallart und Effektanalyse berücksichtigt worden, um Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache der Entwicklung zu vermeiden?	5
Kompetenz / Ausbildung	
Sind Konstrukteure / Monteure geschult worden, um die Gründe und Auswirkungen von Ausfällen infolge gemeinsamer Ursache zu erkennen?	5
Umgebung	
> Schutz vor Verunreinigung und elektromagnetischer Beeinflussung gegen CCF in Übereinstimmung mit den entsprechenden Normen	25
> z. B. ISO 4413 und EN ISO 4414	
> Filterung des Druckmediums, Verhinderung von Schmutzeintrag	
> Entwässerung von Druckluft, z. B. Übereinstimmung mit den Anforderungen des Herstellers	
Andere Einflüsse	
Wurden alle Anforderungen hinsichtlich Unempfindlichkeit gegenüber allen relevanten Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Schock, Vibration, Feuchte berücksichtigt?	10
Gesamt	
Mind. 65 Punkte u. max. erreichbar 100	

Steuerungskette eines Sicherheitssystems

Eine komplette Sicherheitskette besteht aus drei Subsystemen mit jeweils eigenständiger Funktion

- > Subsystem 1: Eingang
Erfassung der Information
z. B.: Lichtschranke, Endschalter, Hand-Notausschalter usw.
- > Subsystem 2: Logik
Verarbeitung der Information zur Einleitung der notwendigen Sicherheitsfunktion z. B.: Sicherheits-SPS, Sicherheitsrelais usw.
- > Subsystem 3: Ausgang
z. B.: Elektropneumatische Ventile usw.



Wir sind eine Unternehmensgruppe der IMI plc und verfügen über ein Vertriebs- und Servicenetzwerk in 75 Ländern sowie Produktionsstätten in den USA, Deutschland, China, Großbritannien, der Schweiz, der Tschechischen Republik, Mexiko und Brasilien.

Weitere IMI Precision Engineering-Gesellschaften unter www.imi-precision.com

Unterstützung durch Händler weltweit

Rechtliche Hinweise

Die in unserer Broschüre enthaltenen Informationen zum Thema Sicherheitstechnik dienen lediglich der Hilfestellung und wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Bitte beachten Sie darüber hinaus die Einhaltung von Richtlinien und Normen. Soweit wir hier Richtlinien und Normen aufgeführt haben, können wir nicht garantieren, dass diese vollständig sind.

Dargestellte Lösungen, abgebildete Baugruppen, Produktzusammenstellungen/-anordnungen sind ausnahmslos als Anwendungsbeispiele für die entsprechenden Produkte/ Baugruppen zu verstehen. Sofern Sie einen konkreten Anwendungsfall haben, setzen Sie sich mit uns in Verbindung. Wir bieten kundenspezifische Lösungen an.

Beachten Sie jedoch, dass Sie als Kunde (Anwender) selbst Verantwortung für die Beachtung und Überprüfung der Richtlinien, Normen und Gesetze bei der Konstruktion, Herstellung und Produktinformation im Hinblick auf die gewünschte Anwendung tragen. Unsere Broschüre richtet sich daher an Fachleute. Wir übernehmen daher weder eine Gewähr noch sonstige Haftung für die durch den Kunden (Anwender) für seinen eigenen spezifischen Anwendungsbereich erarbeitete Lösung.

Norgren, Buschjost, FAS, Herion und Maxseal sind eingetragene Warenzeichen
©Norgren Limited 2015.
Änderungen vorbehalten

z7941BR de/12/15

Einige Bilder sind von 'Shutterstock.com' lizenziert!

