

Ihr Leitfaden für Maschinensicherheit



Pneumatiklösungen nach ISO 13849

Reduzieren Sie die Sicherheitsrisiken für Ihre Mitarbeiter und steigern Sie die Produktivität Ihrer Maschinen.



Mit Emerson zu mehr Maschinensicherheit

Um Arbeitsunfälle zu vermeiden, müssen sich Unternehmen vor Sicherheitsrisiken schützen. Die Einhaltung der erforderlichen Sicherheitsstandards kann jedoch eine Herausforderung darstellen.

Emersons ASCO und AVENTICS Produkte und Lösungen für Fluid Control und Pneumatik leisten einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Maschinensicherheit. Wir verfügen über umfassende langjährige Erfahrung in der Entwicklung pneumatischer Steuerungen. Die Pneumatik kann technische Schutzmaßnahmen umsetzen und ist vor allem in Branchen bedeutend, in denen Maschinen mit horizontaler oder vertikaler Bewegungsführung eingesetzt werden.

Der Schutz von Menschen, Maschinen, Tieren, der Umwelt und Eigentum hat oberste Priorität und wird am besten durch die Sicherheitslösungen für Fluid Control und Pneumatik erzielt.

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 3 | Einführung | 31 | Ventilsystem AV mit Feldbussystem AES |
| 4 | Richtlinien und Normen | 33 | 503 Zone Safety Ventilsystem |
| 5 | Gefährdungen:
Erkennen – bewerten – beseitigen | 35 | Wartungseinheiten Serie AS |
| 6 | Der Prozess zur sicheren Maschine:
die Risikobeurteilung | 37 | Redundantes sicheres Entlüftungsventil
Serie 652/653 |
| 8 | Risikobeurteilung: Risikoanalyse | 39 | Sicherheitsventile Serie SV01/-03/-05 |
| 9 | Risikoanalyse: Identifizierung der Gefährdungen | 41 | ISO-Ventil Serie IS12 |
| 10 | Risikoanalyse:
Risikoeinschätzung – der Performance Level | 43 | Serie LU6 |
| 11 | Risikobeurteilung: Risikobewertung | 45 | Analoge Wegmessensoren |
| 13 | Umsetzung einer Sicherheitsfunktion – Ihr Wegweiser! | 47 | Der Software-Assistent SISTEMA |
| 15 | Wahl der Kategorie | 49 | Produktübersicht mit Lebensdauerkenntwerten |
| 18 | Weitere Parameter zur Bestimmung des Performance Levels | 59 | Glossar |
| 20 | DC – der Diagnosedeckungsgrad | 61 | Nutzen Sie unsere Erfahrung |
| 21 | CCF – Fehler gemeinsamer Ursache | | |
| 22 | Weitere Maßnahmen zur Bewertung der Robustheit | | |
| 23 | Pneumatisches Portfolio für garantierte Sicherheit | | |
| 25 | Expertise Emerson | | |
| 27 | Beispielschaltung: „Sicheres Entlüften“ | | |
| 29 | Beispielschaltung: „Sicheres Anhalten“ | | |



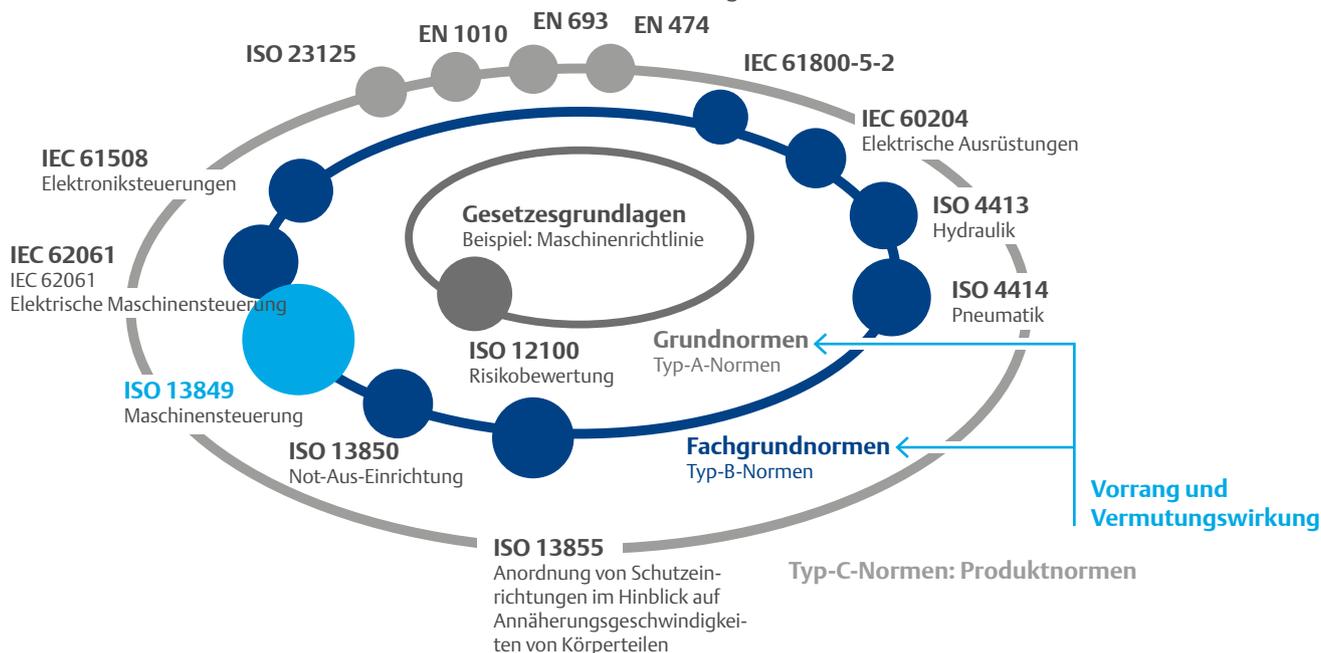
Richtlinien und Normen

Die europäische Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (EU-Maschinenverordnung EU 2023/1230 ab 20. Januar 2027) über den Maschinenbau sieht vor, ein einheitliches Sicherheitsniveau für neue Maschinen zu gewährleisten, die in den Mitgliedstaaten vertrieben und betrieben werden. Sie regelt Anforderungen an den Sicherheits- und Gesundheitsschutz bei der Konstruktion und beim Bau von Maschinen. Mit der CE-Kennzeichnung sagt der Maschinenhersteller aus, dass die Maschine ein hinreichendes Schutzniveau erreicht hat.

Harmonisierte Normen der europäischen Normungsorganisationen bieten Maschinenbetreibern und -herstellern eine zusätzliche Hilfestellung, da sie die Einhaltung der Maschinenrichtlinie (EU-Maschinenverordnung EU 2023/1230 ab 20. Januar 2027) durch die so genannte „Konformitätsvermutung“ verbessern. Dieses Prinzip gilt jedoch nur für die rechtlichen Anforderungen, die die harmonisierten Normen tatsächlich abdecken. Fast alle Gesetze weltweit erfordern eine Risikobewertung, um Risiken zu analysieren, zu bewerten und schließlich risikomindernde Maßnahmen zu ergreifen.

Maschinenspezifische Normen

- Typ-A-Normen (Sicherheitsgrundnormen) definieren grundlegende Konzepte, Terminologie und Konstruktionsprinzipien, die auf Maschinen angewendet werden können
- Typ-B-Normen (generische Sicherheitsnormen) behandeln einen einzigen Sicherheitsaspekt oder eine Schutzeinrichtung für eine Reihe von Maschinen
- Typ-B1-Normen behandeln spezifische Sicherheitsaspekte (z. B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm)
- Typ-B2-Normen betreffen Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, trennende Schutzeinrichtungen)
- Typ-C-Normen (Maschinensicherheitsnormen) enthalten detaillierte Sicherheitsanforderungen für eine bestimmte Maschine



Gefährdungen: Erkennen – bewerten – beseitigen

Grundlage für die Sicherheit von Maschinen ist der Prozess der Risikobeurteilung (siehe Abbildung auf Seite 6/7). Der Maschinenhersteller beginnt mit der Risikoanalyse, minimiert die Risiken und prüft abschließend, ob ausreichende Sicherheit gegeben ist oder nicht.

Wenn die Antwort negativ ausfällt, müssen Maßnahmen zur Risikominderung ergriffen und deren Wirksamkeit quantifiziert werden.

Zum besseren Verständnis nachfolgend einige grundlegende Definitionen der ISO 12100, in der allgemein das Verfahren der Risikobeurteilung beschrieben wird:

Gefährdungen:

Potenzielle Schadensquellen

Gefährdungssituation:

Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist. Diese Situation kann unmittelbar oder über einen Zeitraum hinweg zu einem Schaden führen.

Risiko:

ergibt sich aus einer Gefährdung und ist eine Funktion aus der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensausmaßes



▲ Gefährliche elektrische Spannung



▲ Heiße Oberfläche



▲ Handverletzungen



▲ Einzugsgefahr



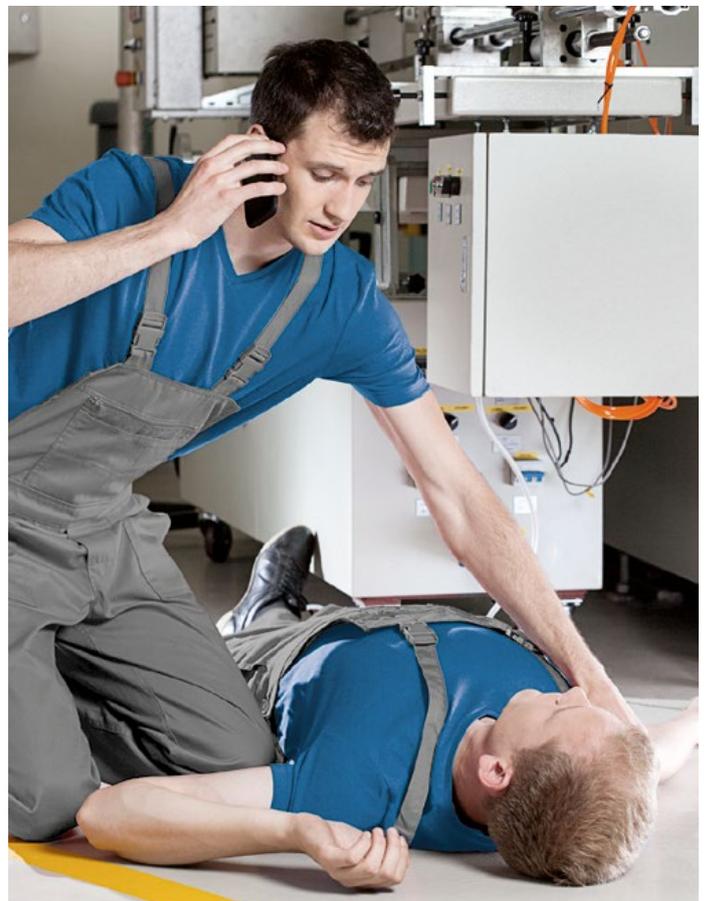
▲ Ungewollter Einzug



▲ Schnittverletzungen



▲ Stoßverletzungen

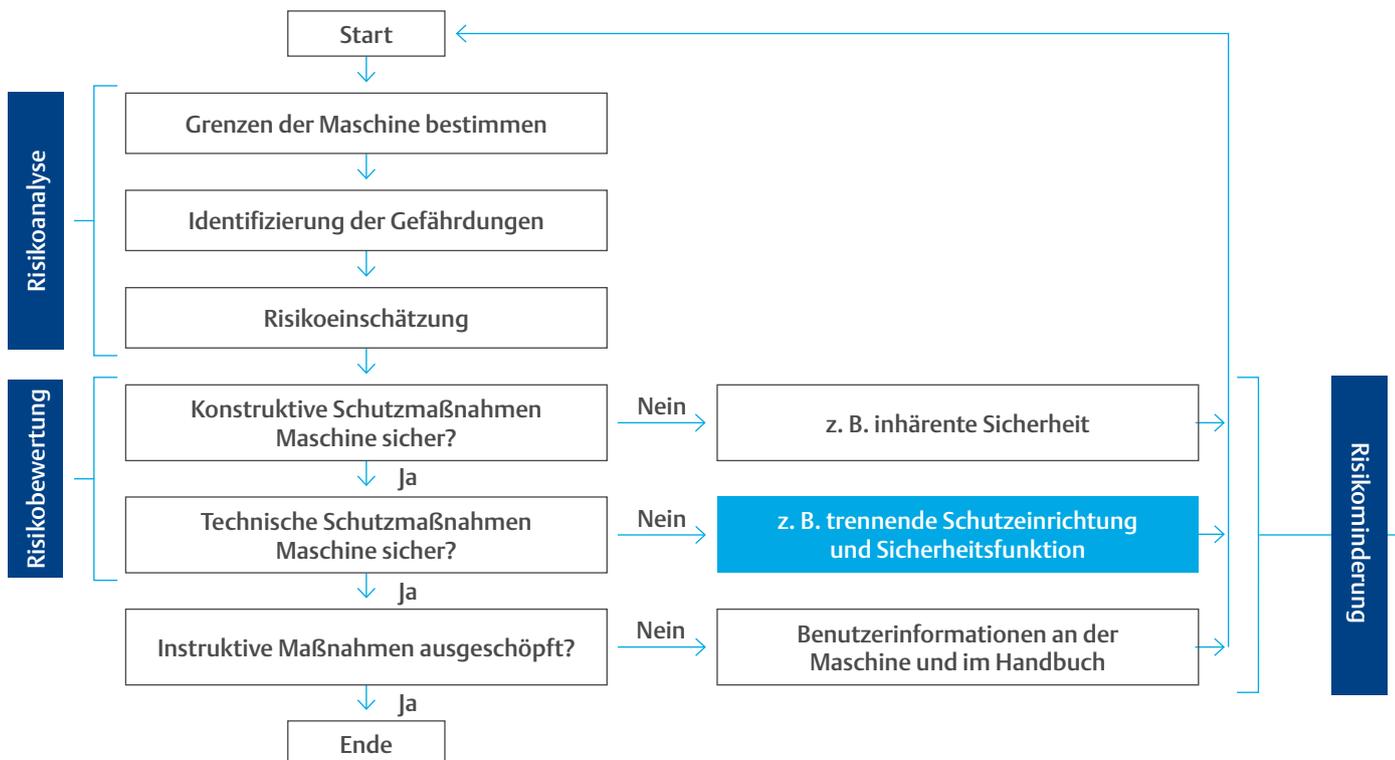


Der Prozess zur sicheren Maschine: die Risikobeurteilung

Die gesetzlichen Vorgaben zum Bau und Betrieb von Maschinen schreiben – fast weltweit – eine Risikobeurteilung vor, um Gefährdungen aufzudecken und das Risiko zu mindern und die geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen anzuwenden. Der Prozess dient dazu, die Art und die Qualität der zu treffenden Schutzmaßnahme bzw. Schutzeinrichtung zu bestimmen.

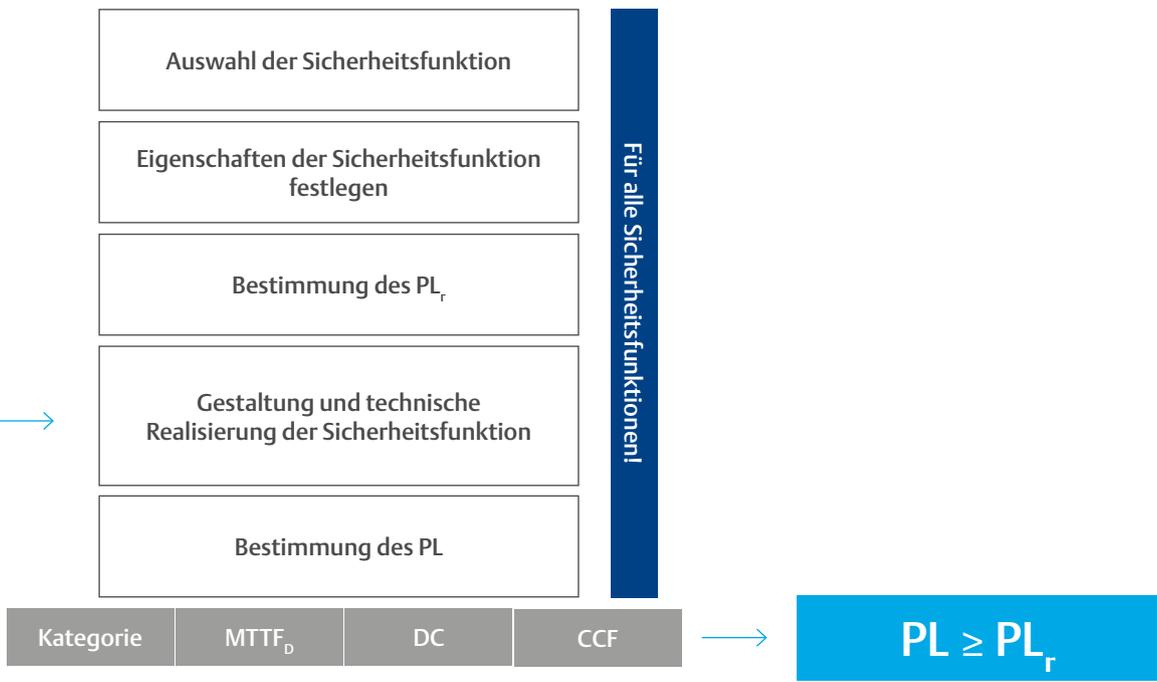
Die Risikobeurteilung

- muss vom Maschinenhersteller vorgenommen werden, ihre Ergebnisse verbleiben beim Hersteller
- muss die bestimmungsgemäße Verwendung und auch jede vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine berücksichtigen
- bildet für den Maschinenhersteller eine wichtige Nachweisquelle, wenn es zu möglichen Haftungsansprüchen aufgrund eines Unfalls kommt





Die Informationen in diesem Leitfaden konzentrieren sich auf die Risikobewertung. Bei der Risikobewertung konzentrieren wir uns auf die Umsetzung technischer Maßnahmen zur Risikominderung, die Bewertung der Sicherheitsfunktion und die Bestimmung des Performance Levels. Die hier dargestellte Grafik zeigt Ihnen den notwendigen Prozess zur Risikobeurteilung – dieser Leitfaden führt Sie beispielhaft in einzelnen Schritten zum Erreichen des Performance Levels. Der Performance Level (PL) muss den geforderten Performance Level (PL_r) erreichen oder übertreffen. Dies hängt von Faktoren wie der Steuerungsarchitektur (Kategorie), der mittleren Zeit bis zum gefährlichen Ausfall ($MTTF_D$), dem Diagnosedeckungsgrad (DC) und den Fehlern gemeinsamer Ursache (CCF) ab.



Risikobeurteilung: Risikoanalyse

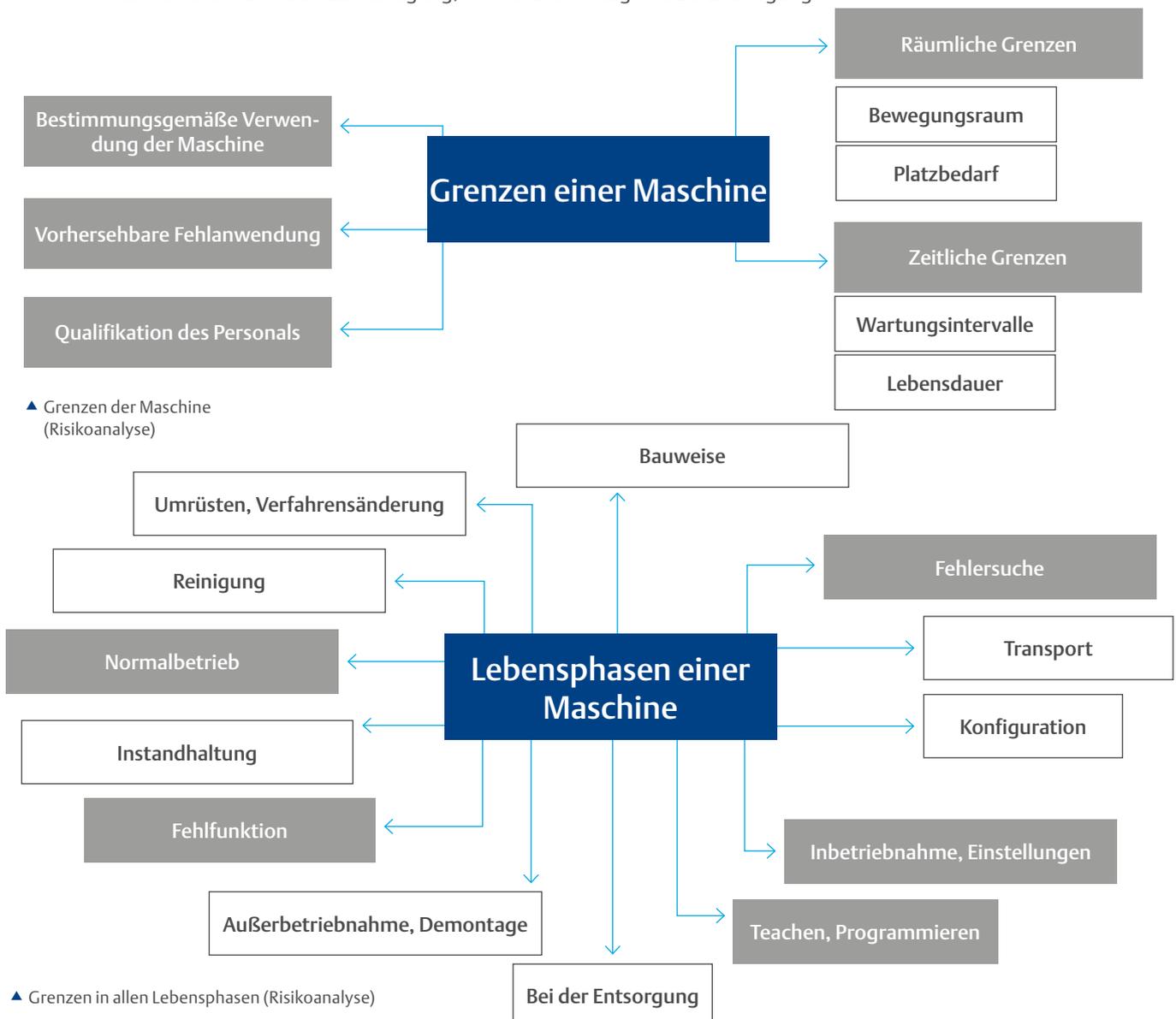
Die Risikobeurteilung umfasst drei Bereiche: Risikoanalyse, Risikobewertung und Risikominderung.

Die eigentliche Risikoanalyse beginnt mit der Festlegung der Grenzen der Maschine unter Berücksichtigung aller Lebensphasen ihrer Lebensdauer. Sind alle Gefährdungen ermittelt, muss für jede Gefährdung das Risiko abgeschätzt werden.

Risikoanalyse: Grenzen der Maschine

Neben räumlichen Grenzen und der Nutzungsdauer sind insbesondere Verwendungsgrenzen zu berücksichtigen. Dazu gehören die bestimmungsgemäße Verwendung einschließlich aller Betriebsarten und der unterschiedlichen Eingriffsmöglichkeiten sowie vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen.

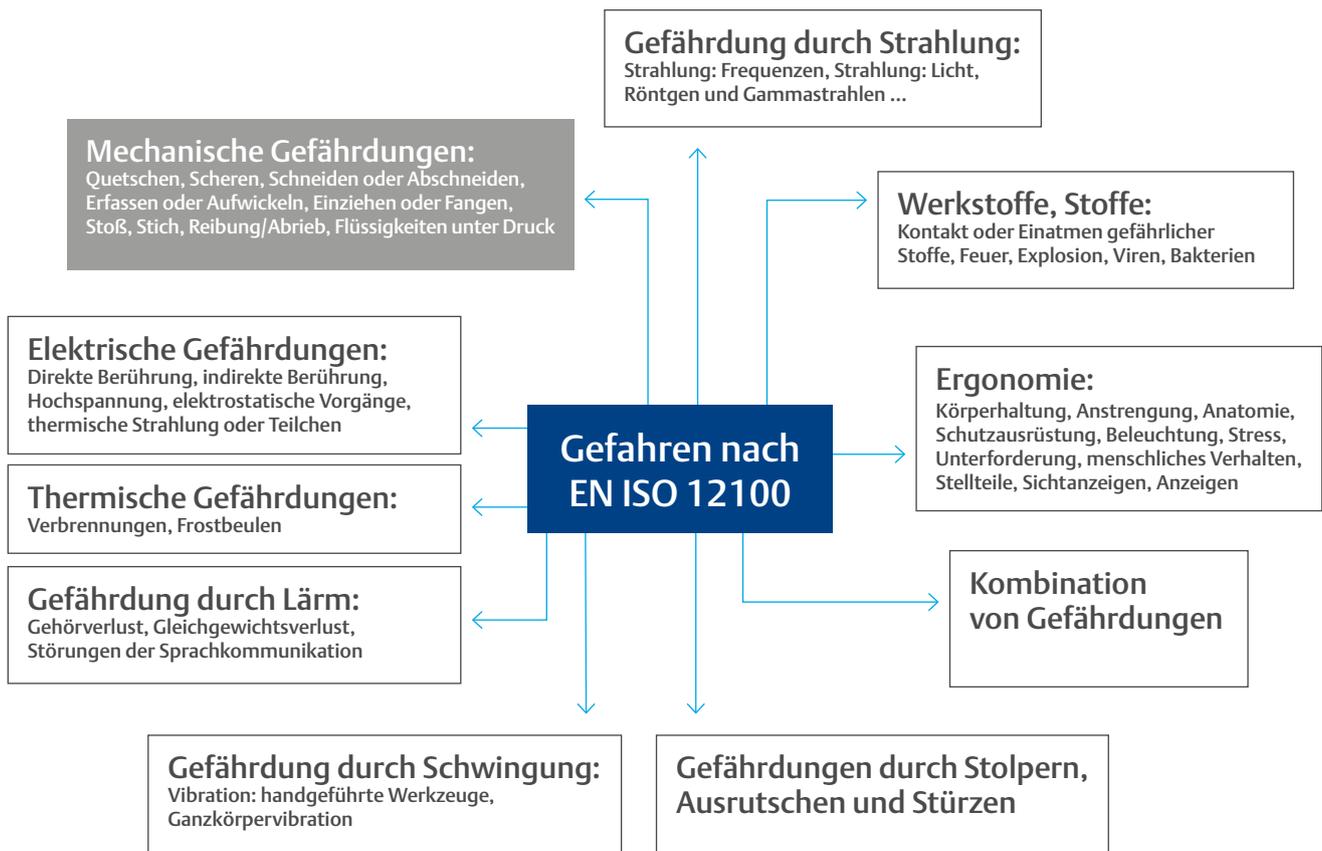
Für die Risikoanalyse ist der gesamte Lebenszyklus einer Maschine zu betrachten, vom Transport über den Aufbau, von der Inbetriebnahme bis zur Reinigung, von der Demontage bis zur Entsorgung.



Risikoanalyse: Identifizierung der Gefährdungen

Achtung: Schutzgut trifft auf Gefahrenquelle! Die EN ISO 12100-1 benennt alle relevanten potenziellen Schadensquellen in Produktionen, bei der Personen, Tiere oder Sachen beschädigt werden können.

Die Gefahren sind in verschiedene Kategorien unterteilt, die Sie der Grafik entnehmen können. Unser Augenmerk richtet sich besonders auf das sichere Stillsetzen von Maschinen, das sichere Entlüften von Ventilen und die sichere Druckherabsetzung in pneumatischen Konstruktionen – denn dabei können konkrete mechanische Gefährdungen für Menschen entstehen.



Risikoanalyse: Risikoeinschätzung – der Performance Level

Maßnahmen zur Risikominderung werden auf der Grundlage der Schwere der möglichen Verletzung, der Häufigkeit der Gefahr und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens abgeleitet. Der Performance Level ist ein Sollwert im technischen Sinn: Er gibt den Aufwand an, der erforderlich ist, um das Risiko an einer Maschine zu reduzieren. Das Ziel muss als Mindestanforderung erfüllt werden.

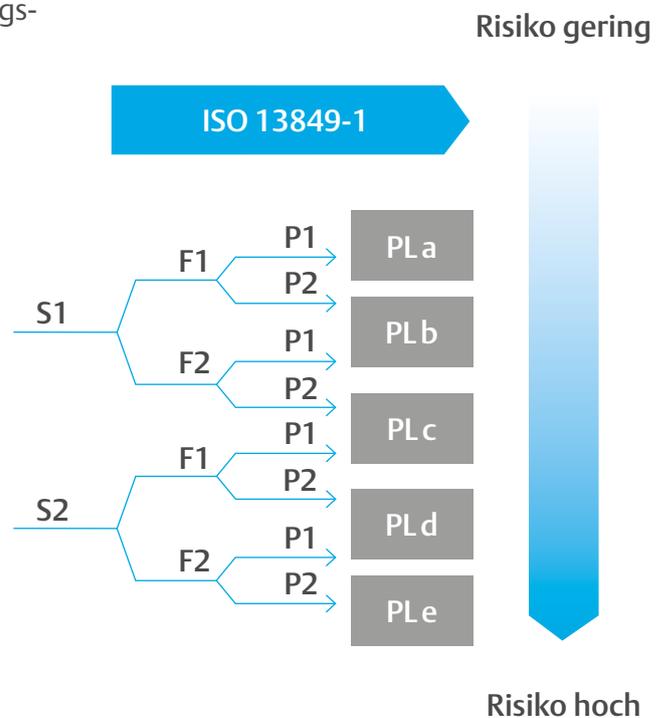
Für jede Sicherheitsfunktion gibt es ein erforderliches Sicherheitsniveau. Das Maß dafür ist der „Required Performance Level“, kurz PLr, den man aus folgenden Kriterien der ISO 13849-1 bestimmt:

- S** Schwere der Verletzung
 - S1** Leichte (üblicherweise reversible Verletzung)
 - S2** Ernste (üblicherweise irreversible Verletzung, einschließlich Tod)
- F** Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition
 - F1** Selten bis weniger häufig und/oder kurz
 - F2** Häufig bis dauernd und/oder lang
- P** Möglichkeit der Vermeidung von Gefährdung
 - P1** Möglich unter bestimmten Bedingungen
 - P2** Kaum möglich

Der PL_r wird nach Buchstaben unterschieden, von a (geringe Maßnahmen erforderlich) bis hin zu e (umfassende Maßnahmen erforderlich).

Risikoeinschätzung

- Freie Wahl, ob eigenes Verfahren oder das einer Norm angewendet wird, z. B. ISO 13849-1 oder IEC 62061



- S Schwere der Verletzung
- F Häufigkeit und/oder Aufenthaltsdauer der Gefährdungsaussetzung
- P Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder zur Begrenzung des Schadens

Risikobeurteilung: Risikobewertung

Sollten Sie bei einer Risikoanalyse zu dem Schluss kommen, dass eine Risikominderung erforderlich ist, müssen Sie entsprechende Präventivmaßnahmen ergreifen, um ein angemessenes Sicherheitsniveau zu erreichen. Die beste Lösung sind inhärent sichere Konstruktionslösungen. Instruktive Maßnahmen wie Benutzerinformationen bergen die Gefahr, nicht befolgt zu werden, und sind daher als ergänzende Maßnahme nur zulässig, wenn zuvor alle Möglichkeiten für technische Schutzmaßnahmen ausgeschöpft wurden. Alternativ bleiben noch die technischen Schutzmaßnahmen.

Technische Schutzmaßnahmen

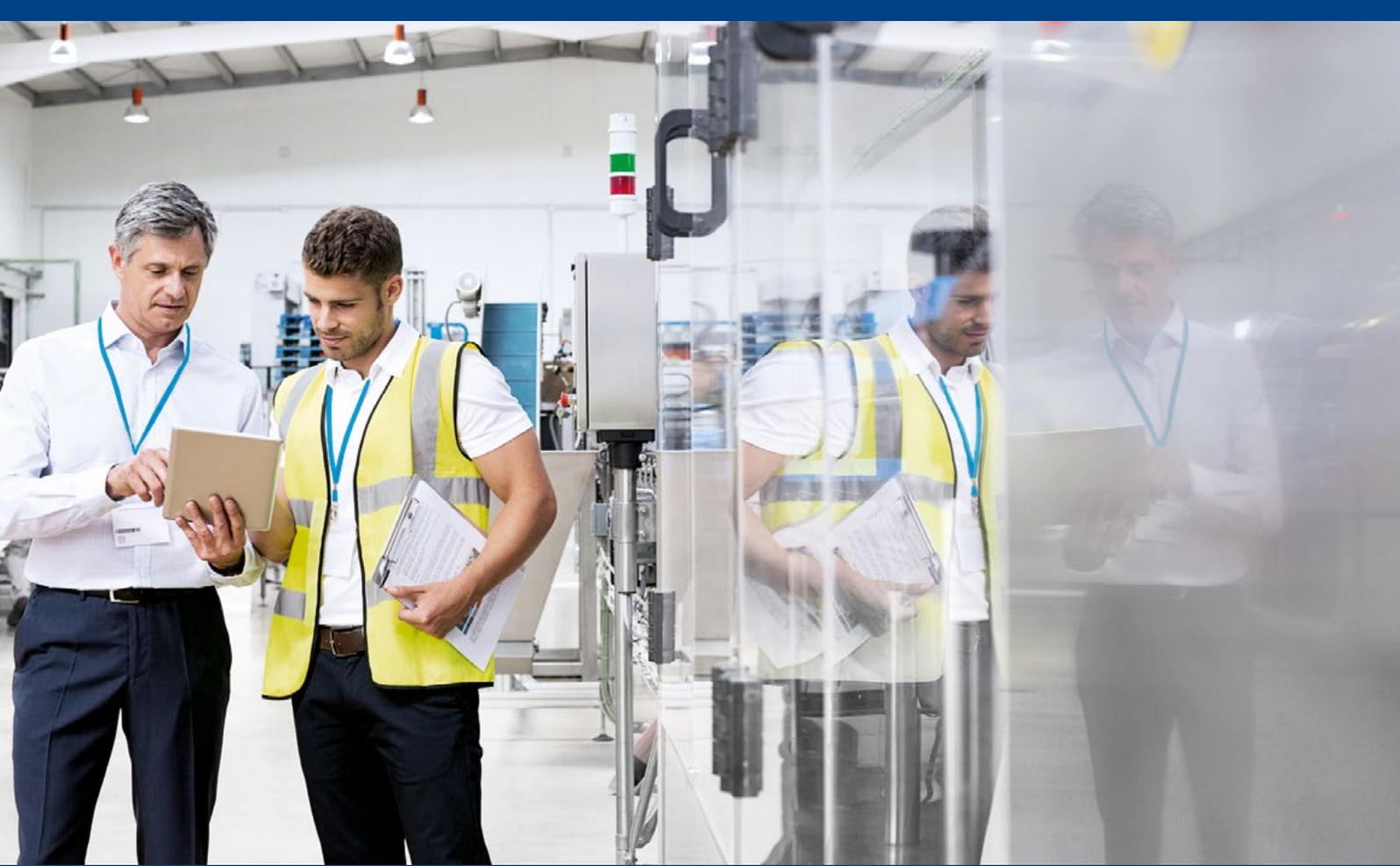
Hängt die Sicherheit einer Maschine von einer korrekt funktionierenden Steuerung ab, spricht man von „funktionaler Sicherheit“. Die „aktiven“ Teile der Steuerung stehen im Vordergrund, d. h. Komponenten, die die gefährliche Situation erkennen (Signalerfassung, „I“ = Input), daraus geeignete Reaktionen ableiten (Auswertung, „L“ = Logik) und dann zuverlässig Maßnahmen umsetzen (Ausführung, „O“ = Output). Der Begriff „Steuerung“ beinhaltet also das gesamte Signalverarbeitungssystem.

Anmerkung:

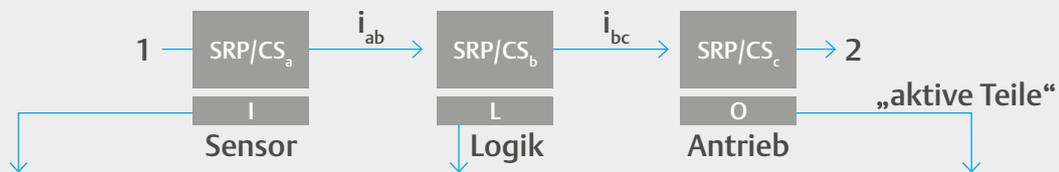
Die „sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung“ sind nicht zwangsläufig „Sicherheitsbauteile“ nach Maschinenrichtlinie. SRP/CS (Safety Related Part of a Control System) können aber derartige Sicherheitsbauteile sein, z. B. Zweihandsteuerungen oder Logik-Einheiten mit Sicherheitsfunktion.

Antriebe (Zylinder), die Energieversorgung (wie die Druckversorgung oder Wartungseinheiten) und Verbindungen gehen nicht direkt in die Abschätzung der Gefahr bringenden Ausfallwahrscheinlichkeiten ein.

Die Fachgrundnorm für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen ist die ISO 13849.



Fokus auf sicherheitsbezogene Teile einer Steuerung (SRP/CS nach ISO 13849-1)



Signalerfassung zur Erkennung der Gefährdung

(Opto-)Elektronik

z. B. Not-Aus, Zweihandbedienung, Schutztür, Trittmatte, Lichtgitter, Laserscanner, Zustimmungstaster, Betriebsartenwahlschalter, Kamerasysteme...

Auswertung der Gefährdung

Elektronik

Sicherheitsrelais, Verdrahtung, Sicherheits-SPS, sichere pneumatische Logik ...

Ausführung der Reaktion

Pneumatik

z. B. begrenzte oder sichere Geschwindigkeit, Druck und Kraft reduzieren, Energie freischalten, sichere Bewegungsrichtung, Anhalten oder Blockieren der Bewegung (siehe Schaltungsbeispiele ab Seite 28)

I Eingang
L Logik
O Ausgang

1 Startereignis, z. B. manuelle Betätigung eines Tasters, Öffnung einer trennenden Schutzeinrichtung

2 Antriebselement der Maschine

Umsetzung einer Sicherheitsfunktion – Ihr Wegweiser!

Auf die technischen Schutzmaßnahmen gehen wir nun genauer ein. Die Frage ist, in welchem Maße eine Risikominderung durch die Sicherheitsfunktion erreicht werden kann. Zuvor wird bei der Risikoeinschätzung und der Bestimmung des erforderlichen Performance Levels (PL_r) der Grad der erforderlichen Risikominderung ermittelt.

Ob die notwendige Risikominderung durch die Gestaltung der Sicherheitsfunktion erreicht wurde, hängt von den folgenden Parametern ab:

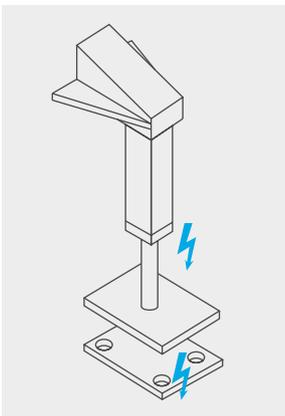
- Steuerungsarchitektur (Kategorie)
- Mittlere Zeit bis zum Gefahr bringenden Ausfall (MTTF_D)
- Diagnosedeckungsgrad (DC)
- Fehler gemeinsamer Ursache (CCF)

Grundsätzlich gilt:

Der Performance Level PL muss mindestens dem erforderlichen PL_r entsprechen.

Anwendungsbeispiel

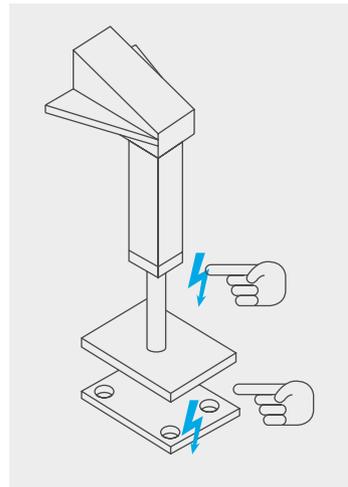
Sicherheitsbezogene Stoppfunktion – Stillsetzen der Gefahr bringenden Bewegung und Verhinderung des ungewollten Anlaufs aus der Ruhelage



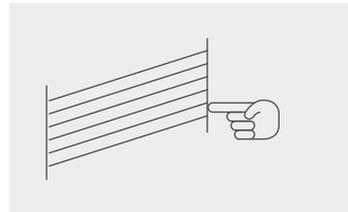
◀ Risikoanalyse an einem Maschinenteil Formgebung

Vorgehensweise:

- 1 Identifizieren Sie die Gefahr bringende Situation (z. B. gefährliche Bewegungen).

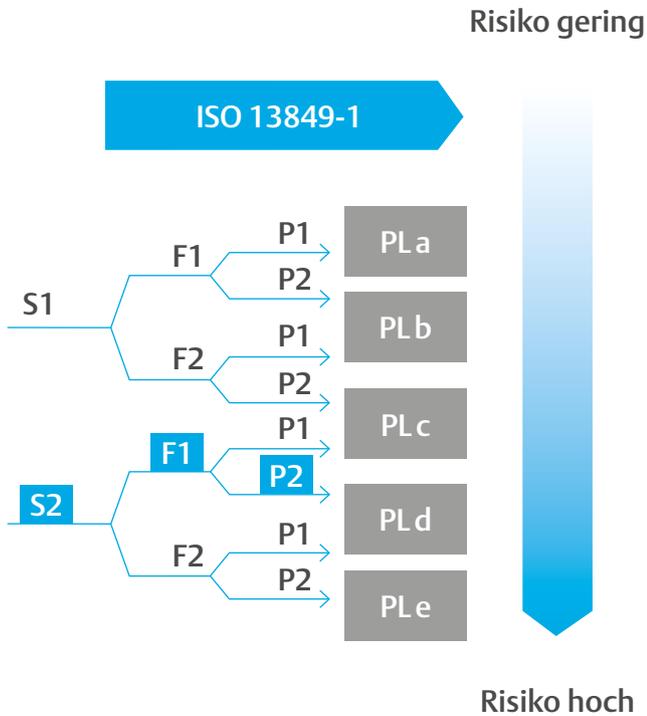


- 2 Bestimmen Sie das auslösende Ereignis.



- 3 Definieren Sie den sicheren Zustand.
Antrieb bewegt sich bei Durchschreiten des Lichtgitters nicht weiter.
- 4 Spezifizieren Sie die erforderliche Reaktion.
Antrieb wird stillgesetzt.
- 5 Benennen Sie die Sicherheitsfunktion.
„Stillsetzen der Gefahr bringenden Bewegung und Verhinderung des ungewollten Anlaufs aus der Ruhelage“ (siehe auch IFA Report 2/2017).

Bestimmung des PL_r : für dargestelltes Maschinenteil



Schwere der Verletzung

- S2: ernste Verletzung (üblicherweise irreversible Verletzung, einschließlich Tod)

Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition

- F1: selten bis weniger häufig und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist kurz

Möglichkeit der Vermeidung von Gefährdung

- P2 kaum möglich
- $PL_r = d$

Das Beispiel besagt: Bei Versagen der Funktion kann es zu einer irreversiblen Verletzung kommen. Der Bediener benötigt weniger als einmal pro Schicht Zugang zur Maschine. Im Fehlerfall ist er nicht in der Lage, der Gefahr auszuweichen.

Wahl der Kategorie

Hier kann Emerson Ihnen helfen!

Die Struktur der Sicherheitssteuerung bestimmt die Fehlertoleranz. Gleichzeitig stellt sie das Gerüst dar, auf dem alle anderen quantifizierbaren Aspekte aufbauen, um schließlich den Performance Level der sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung zu bilden.

In der Industrie gibt es erfahrungsgemäß nur wenige Grundtypen von Sicherheitssteuerungen im Maschinenbau. Auf diese lässt sich der größte Teil aller realisierten Steuerungen zurückführen:

Eigenschaften der Steuerungskategorien					
	Kategorie B	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4
Struktur					
Sicherheitsprinzipien	Grundlegende	Grundlegende & bewährte	Grundlegende & bewährte	Grundlegende & bewährte	Grundlegende & bewährte
Bewährte Bauteile	-	Ja	-	-	-
Bauteil – MTTF _D (Lebensdauer)	Niedrig–mittel	Hoch	Niedrig–hoch	Niedrig–hoch	Hoch
Redundanz (2 Kanäle)	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Überwachung (DC)	Keine	Keine	Niedrig–mittel	Niedrig–mittel	Hoch
Beachtung CCF	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Fehlersicherheit / Fehleranhäufung	0 -	0 -	0 	1 	1
PL (möglich)	a–b	b–c	a–d	a–e	e

▲ Zusammenhang zwischen PL und Kategorien: je **höher das Risiko**, das die Sicherheitsfunktion verhindern soll, desto **höher die Kategorie**.

I Eingang
L Logik
O Ausgang
TE Testeinrichtung
O_{TE} Ausgang der Testeinrichtung
 Sicherheitsfunktion fällt aus
- - - - - Überwachung
— Anschluss

Bewertung	MTTF _D
Niedrig	3 Jahre ≤ MTTF _D < 10 Jahre
Mittel	10 Jahre ≤ MTTF _D < 30 Jahre
Hoch	30 Jahre ≤ MTTF _D < 100 Jahre (bzw. < 2.500 Jahre in Kat. 4)

▲ Quelle: ISO 13849

Bezeichnung	DC-Bereich
Kein	DC < 60 %
Niedrig	60 % ≤ DC < 90 %
Mittel	90 % ≤ DC < 99 %
Hoch	99 % ≤ DC

▲ Vier Klassen des DC im vereinfachten Ansatz der ISO 13849-1

Mögliche Kategorien für das gezeigte Beispiel:

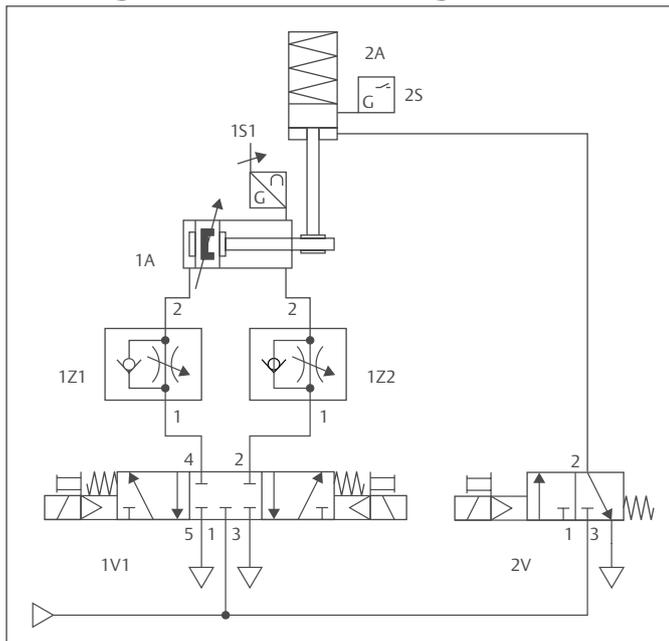
Kategorie für Beispiel Formgebung, $PL_r = d$							
	Kategorie B		Kategorie 1		Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4
	I → L → O		I → L → O		I → L → O TE → O _{TE}	I1 → L1 → O1 I2 → L2 → O2	I1 → L1 → O1 I2 → L2 → O2
Performance Level a $\geq 10^{-5}$ bis $< 10^{-4}$ [h ⁻¹]	■				■	■	
Performance Level b $\geq 3 \cdot 10^{-6}$ bis $< 10^{-5}$ [h ⁻¹]	■				■	■	
Performance Level c $\geq 10^{-6}$ bis $< 3 \cdot 10^{-6}$ [h ⁻¹]			■		■	■	
Performance Level d $\geq 10^{-7}$ bis $< 10^{-6}$ [h ⁻¹]					■	■	
Performance Level e $\geq 9 \cdot 10^{-10}$ bis $< 10^{-7}$ [h ⁻¹]							■
DC	Kein		Kein		Niedrig mittel		Hoch

MTTF_D low **n** ≥ 3 bis < 10 Jahre

MTTF_D mittel **m** ≥ 10 bis < 30 Jahre

MTTF_D hoch **h** ≥ 30 bis < 100 Jahre (bzw. < 2.500 Jahre in Kat. 4)

Gestaltung und technische Realisierung der Sicherheitsfunktion



Redundante Verhinderung des Anlaufs des Zylinders in senkrechter Einbaurichtung:

- Bei einem Druckluftausfall und in der Grundstellung des Ventils 2V ist das Halten des Zylinders durch die Feststelleinheit 2A gegeben.
- In der Sperrstellung (Mittelstellung) des Ventils 1V1 wird der Zylinder durch Einkammern der Luft an einer Bewegung gehindert.
- Das Ventil 2V kann mit dem Sensor 2S getestet werden. Die Funktion des Ventils 1V1 und der Feststelleinheit 2A wird durch den Wegmesssensor 1S1 überwacht.





Sicherheitsprinzipien

Allen voran müssen grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien (Zeile 1 in der Tabelle Seite 16 oder Poster) berücksichtigt werden, also kritische Fehler oder Ausfälle ausgeschlossen werden, um die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen zu vermindern.

Grundlegende Sicherheitsprinzipien sind z. B.:

- Einsatz geeigneter Materialien und Produktionsverfahren
- Korrekte Dimensionierung und Formgebung aller Bauteile
- Bauteile sind gegen Einflüsse beständig
- Prinzip der Energietrennung (Ruhestromprinzip)
- Umgebungsbedingungen/äußerer Schutz gegen unerwarteten Anlauf in der Fluidtechnik:
 - Druckbegrenzung
 - Maßnahmen zur Vermeidung von Verunreinigungen des Druckmediums

Bewährte Sicherheitsprinzipien sind z. B.:

- Überdimensionierung/Sicherheitsfaktor
- zwangsläufige/formschlüssige Betätigung
- Begrenzung elektrischer/mechanischer Parameter in der Fluidtechnik:
 - gesicherte Position (Ausschluss Impulsventile)
 - Anwendung bewährter Federn
 - Trennung von Nichtsicherheitsfunktionen und Sicherheitsfunktionen

Bewährte Bauteile:

Zusätzlich zu den Anforderungen in Kategorie B müssen sicherheitsrelevante Teile der Steuerung in der Kategorie 1 als bewährte Bauteile konstruiert sein.

Bewährte Bauteile

- in der Vergangenheit weitverbreitet mit erfolgreichen Ergebnissen in ähnlichen Anwendungen verwendet worden oder
- unter Anwendung von Prinzipien hergestellt und verifiziert worden, die seine Eignung und Zuverlässigkeit für sicherheitsbezogene Anwendungen zeigen.

Anhang B der ISO 13849-2 enthält keine Liste bewährter pneumatischer Bauteile.

Weitere Parameter zur Bestimmung des Performance Levels

Hier kann Emerson Ihnen helfen!

Zur endgültigen Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Sicherheitsfunktion müssen noch $MTTF_D$, DC und CCF definiert werden.

Mittlere Zeit bis zum Gefahr bringenden Ausfall ($MTTF_D$)

Die $MTTF_D$ beschreibt die mittlere Zeitdauer in Jahren bis zum gefährlichen Ausfall eines Anlagenteils.

Sie ist ein statistischer Wert für elektrische/elektronische Komponenten, der durch Versuche oder Zuverlässigkeitsprognosen anhand von Ausfallwahrscheinlichkeiten der Bauteile ermittelt wird.

Bewertung	$MTTF_D$
Niedrig	3 Jahre \leq $MTTF_D$ < 10 Jahre
Mittel	10 Jahre \leq $MTTF_D$ < 30 Jahre
Hoch	30 Jahre \leq $MTTF_D$ < 100 Jahre (bzw. < 2.500 Jahre in Kat. 4)

▲ Quelle: ISO 13849

Formel zur Ermittlung des $MTTF_D$ -Werts für ein mechanisches Element in einem Kanal:

$$MTTF_D = \frac{B_{10D}}{0,1 \cdot n_{op}}$$

$B_{10D} = B_{10} \times 2$ nach Empfehlung IFA

Mittlere n_{op} (Betätigungen/Jahr) für das mechanische Element:

$$n_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3600s/h}{t_{cycle}}$$

d = Tag, h = Stunden, s = Sekunde

Berechnung der gesamten $MTTF_D$ für zwei verschiedene Kanäle:

$$MTTF_D = \frac{2}{3} \left[MTTF_{DC1} + MTTF_{DC2} - \frac{1}{\frac{1}{MTTF_{DC1}} + \frac{1}{MTTF_{DC2}}} \right]$$

Für unser 2-Kanal-Beispiel und unter Berücksichtigung der folgenden Betriebsdaten bedeutet dies für Kanal 1:

220 d, 16 h/d, T = 10 s \rightarrow $n_{op} = 1.267.200$ Zyklen/Jahr und ein B_{10} v-Wert für das CD07 5/3 Wegeventil von 24,8 Mio. Schaltzyklen ergibt einen $MTTF_D$ -Wert von 391,41 Jahren;

Für Kanal 2 mit den folgenden Betriebsdaten:

220 d/a, 16 h/d, T = 3.600 s \rightarrow $n_{op} = 3.520$ Zyklen/Jahr und ein B_{10} -Wert für das CD04-Wegeventil von 32 Mio. Schaltzyklen sowie einen B_{10D} -Wert von 2 Mio. Schaltzyklen für die Arretierung LU6: das ergibt einen $MTTF_D$ -Wert von 181.818 Jahren für das Ventil und 5.682 Jahren für die Arretierung.

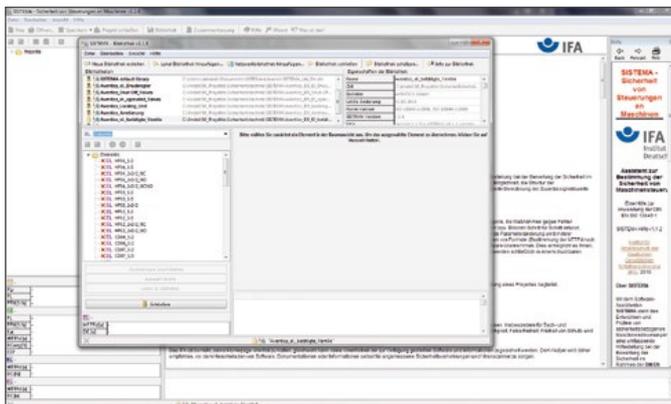
Beide Kanäle haben daher einen hohen $MTTF_D$ -Wert.

Bestimmung der MTTF_D mittels des B₁₀-Werts – die beispielhafte Lebensdauerangabe

Der Wert B₁₀ gibt die Anzahl der Zyklen an, bis 10 % der im Dauerversuch (nach DIN EN ISO 19973) geprüften Bauteile die festgelegten Grenzwerte überschritten haben. B₁₀ beschreibt eine statistische Ausfallwahrscheinlichkeit. Er ist eine Kenngröße für die Beurteilung der Zuverlässigkeit eines verschleißbehafteten Bauteils wie z. B. die Anzahl von Schaltspielen für Pneumatikventile.

Die ISO 13849-1 betrachtet in Bezug auf die Sicherheit von Maschinen nur gefährliche Ausfälle. Diese werden durch B_{10D} beschrieben. Geht man davon aus, dass die Hälfte aller Ausfälle gefährlich ist, würde man die Formel $B_{10D} = 2 \times B_{10}$ anwenden. B_{10D} ist für alle sicherheitsrelevanten Bauteile in einer Steuerung, die verschleißanfällig sind, und für alle Bauteile, die unmittelbar an einer Sicherheitsfunktion beteiligt sind, erforderlich. Der Wert für B_{10D} wird zur Berechnung von MTTF_D verwendet (siehe Seite 19).

Emerson stellt für seine Produkte umfangreiche Zuverlässigkeitsnachweise zur Verfügung, um Performance Levels zu berechnen. Diese Daten finden Sie auch in unseren SISTEMA-Bibliotheken.



▲ SISTEMA

Erklärung:
Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der EN ISO 13849-1

Declaration:
Reliability indicators and informations for use with respect to the utilization of EN ISO 13849-1

<p>Hiermit erklären wir, dass folgende Bauteile</p> <p>1 Hersteller: AVENTICS GmbH (ehemals/former Rexroth Pneumatics GmbH) Ulmer Str. 4 DE-30890 Laatzen</p> <p>2 Produktserie: Ventilserie CD04</p> <p>3 Variante(n) oder Materialnummer(n): 52- Wegeventil, Federblockstellung 52- Wegeventil, Luftblockstellung 32- Wegeventil</p> <p>4 Ab Herstellungsdatum: 2011-02-11</p> <p>5 unter Berücksichtigung der nachstehenden Hinweise in ISO 13849-1 eingesetzt werden können.</p> <p>Die Bauteile <input checked="" type="checkbox"/> erfüllen grundlegende Sicherheitsprinzipien <input checked="" type="checkbox"/> erfüllen bewährte Sicherheitsprinzipien, sofern diese für die Bauteile zutreffen. (Sicherheitsprinzipien gemäß EN ISO 13849-2) Zur Bewertung der Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktion können folgende Kennzahlen für die Produkte herangezogen werden:</p> <p>52- Wegeventil $B_{10} = 32\,000\,000$ Schaltzyklen * 32- Wegeventil $B_{10} = 29\,000\,000$ Schaltzyklen * MTTF = Jahre *</p> <p>* B₁₀ = Anzahl Schaltzyklen nach ISO 19973 [Mechanik, Pneumatik] MTTF = Anzahl Jahre [Elektronik]</p>	<p>We herewith declare that the following components, Manufacturer:</p> <p>Product-series: Valve Series CD04</p> <p>Variant(s) or material number(s): 52- way valve, spring return 52- way valve, air return 32- way valves</p> <p>From date of manufacture: 2011-02-11</p> <p>can be used – under consideration of the beneath listed comments/instructions – in safety related parts of a control system according to EN ISO 13849-1.</p> <p>The components <input checked="" type="checkbox"/> fulfil basic safety principles <input checked="" type="checkbox"/> fulfil well-tried safety principles, as far as the safety principles apply to the components. (Safety principles according to EN ISO 13849-2) For the evaluation of the reliability of the safety function the following characteristic data can be used:</p> <p>52- way valves $B_{10} = 32\,000\,000$ operating cycles * 32- way valves $B_{10} = 29\,000\,000$ operating cycles * MTTF = years *</p> <p>* B₁₀ = operating cycles according to ISO 19973 [mechanics, pneumatics] MTTF = no. of years [electronics]</p>
--	--

Seite/Page 1 / 4

Instructions
 The instructions listed above are valid under the following conditions:
 - The component must be operated in accordance with the instructions regarding mounting and operating (according to the operating manual and according to the catalogue).
 - The component must be operated in accordance with the rules in the enclosure of this declaration that must be kept.

dieser Erklärung zu beachten

- Für einen Einsatz in den höheren Kategorien (2 bis 4) sind die weiteren Anforderungen der DIN EN ISO 13849-1:2008-12 (z.B. CCF, DC, PL, Software, systematische Fehler) durch den Anwender berücksichtigt.
- Die maximale Anzahl von Schaltzyklen (B_{10D}) darf innerhalb der Gebrauchsdauer T_u (typische Annahme nach EN ISO 13849-1: T_u = 20 Jahre*) nicht überschritten werden. Überschreitet die zu erwartende Anzahl von Schaltzyklen eines Bauteils während der Einsatzdauer den B_{10D}-Wert, sind entsprechende Austauschintervalle festzulegen.
- *T_u=20 Jahre: theoretischer Wert, Alterungsprozesse der verwendeten Materialien sind zu berücksichtigen.
- Das Bauteil muss mindestens einmal pro Woche bzw. pro Produktionsschicht geschaltet werden, um seine bestimmungsgemäße Funktion sicherzustellen.
- Die grundlegenden Sicherheitsprinzipien nach DIN EN ISO 13849-2 für die Implementierung und den Betrieb des Bauteils sind zu erfüllen.
- Für Kategorie 1, 2, 3 oder 4 sind zusätzlich die bewährten Sicherheitsprinzipien nach DIN EN ISO 13849-2 für die Implementierung und den Betrieb des Bauteils zu erfüllen.

- For the use in higher categories (2 up to 4) the requirements of the EN ISO 13849-1 (e.g. CCF, DC, PL, Software, systematic failures) must be applied by the user.
- The maximum no. of switching cycles (B_{10D}) must not be exceeded within the mission time T_u (typical T_u according to EN ISO 13849-1: T_u = 20 years*). Does the no. of expected switching cycles exceed the B_{10D} value, adequate exchange intervals need to be specified.
- *T_u=20 years: theoretical value, deterioration processes of contained materials are to be considered.
- The component must be operated at least once a week or once per working shift to ensure the intended function.
- The basic safety principles of the EN ISO 13849-2 for implementation and operation of the components must be fulfilled.
- For the categories 1, 2, 3 or 4 the well-tried safety principles of the EN ISO 13849-2 for implementation and operation of the component must be fulfilled.

Laatzen Datum: 2014-05-20

Dr. Frank JPP/AS
Produktbereichsleiter /
Vize President

Dr. Gernot JPP/AS
Leiter Produktmanagement /
Head of Product Management

Änderungen im Inhalt der Erklärung sind vorbehalten. Dessen giltige Ausgabe auf Anfrage.
We reserve the right to make changes in the declaration. Presently applicable edition can be obtained upon request.

Erklärung Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der EN ISO 13849-1
Declaration: Reliability indicators and informations for use with respect to the utilization of EN ISO 13849-1 Seite/Page 2 / 4

▲ Nachweis Emerson

DC – der Diagnosedeckungsgrad

Hier kann Emerson Ihnen helfen!

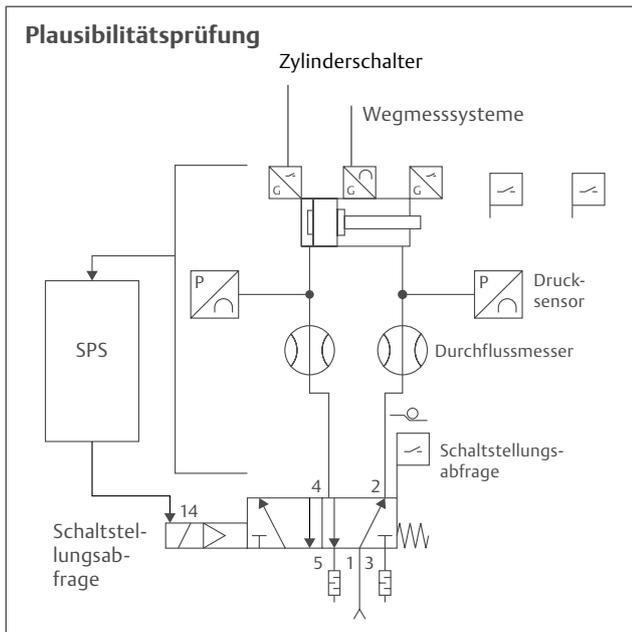
Wenn ein Gefahr bringender Ausfall trotz aller Sicherheitsmaßnahmen auftreten sollte, kann er durch eine Testeinrichtung (Diagnose oder Überwachungssystem) frühzeitig erkannt werden, um die Maschine in einen sicheren Zustand zu bringen. In Abhängigkeit von dem zu erreichenden Performance Level gibt es Anforderungen an den DC-Wert – Diagnostic Coverage, also den Diagnosedeckungsgrad –, den es durch die Testeinrichtung umzusetzen gilt.

maßgebend von der Definition der Sicherheitsfunktion, also von der beabsichtigten Anwendung ab. Ebenfalls von der Anwendung abh. Ist Entscheidung, ob Fehler ausgeschlossen werden kann. Somit in der Regel nicht vom Komponentenhersteller getroffen.

Der DC wird in folgende Werte klassifiziert:

Bezeichnung	DC-Bereich
Keine	DC < 60 %
Niedrig	60 % ≤ DC < 90 %
Mittel	90 % ≤ DC < 99 %
Hoch	99 % ≤ DC

Diagnosemöglichkeit in der Pneumatik



▲ Vier Klassen des DC im vereinfachten Ansatz der ISO 13849-1

Anhang E der ISO 13849-1 liefert einen vereinfachten Ansatz zur Abschätzung der DC-Werte. Der Konstrukteur analysiert und bewertet die Schaltung und den Ablauf der Maschinenprozesse, um den Anteil der Fehler, die mit diesen Maßnahmen entdeckt werden können, abzuschätzen.

Typische Fehler für sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen werden in der ISO 13849-2 aufgeführt. Für unsere Wegeventile könnte ein typischer Fehler beispielsweise „Nicht sperren“ sein. Die Diagnose erfolgt indirekt über den Sensor am Zylinder, dafür kann ein Diagnosedeckungsgrad von 90 % angenommen werden. Für die Arretierung könnte ein typischer Fehler „Klemmt nicht trotz entlüftetem Steuereingang“ sein. Die Diagnose erfolgt in diesem Fall direkt durch den Sensor an der Arretierung. Hierfür kann ein Diagnosedeckungsgrad von 99 % angenommen werden. Der durchschnittliche Diagnosedeckungsgrad ergibt sich durch Formelberechnung:

$$DC_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{D1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{D2}} + \dots + \frac{DC_N}{MTTF_{DN}}}{\frac{1}{MTTF_{D1}} + \frac{1}{MTTF_{D2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{DN}}}$$

In den Performance Level geht also die Qualität der Überwachung der Steuerung ein.

Maß dafür ist der Diagnosedeckungsgrad. Dieser Wert gibt an, wie viel Prozent der auftretenden Fehler entdeckt werden können. Der DC-Wert ist definiert als „... ein Ausdruck für die Effektivität der Diagnose, der als das Verhältnis der Rate der festgestellten gefährlichen Ausfälle im Vergleich zur Rate aller gefährlichen Ausfälle beschrieben werden kann.“

Ob ein bestimmter Fehler als „Gefahr bringend“ oder als „sicher“ eingestuft werden kann, hängt

Der DC_{avg} beträgt in unserem Beispiel unter Berücksichtigung aller typischen Fehler 93 %. Damit wird ein mittlerer Diagnosedeckungsgrad erreicht.

CCF – Fehler gemeinsamer Ursache

CCF in unserem Beispiel			
Maßnahme gegen CCF	Fluidtechnik	Elektronik	punkte
Trennung zwischen den Signalpfaden	Trennung der Verrohrung	Luft- und Kriechstrecken auf gedruckten Schaltungen	15
Vielfältigkeit	z. B. unterschiedliche Ventile	z. B. unterschiedliche Prozessoren	20
Schutz gegen Überspannung, Überdruck ...	Aufbau nach EN ISO 4413 bzw. EN ISO 4414 (Druckbegrenzungsventil)	Überspannungsschutz (z. B. Schütze, Netzteil)	15
Verwendung bewährter Bauteile	Anwender		5
FMEA in der Entwicklung	FMEA bei der Konzeption des Systems		5
Kompetenz/Ausbildung	Qualifizierungsmaßnahme		5
Schutz vor Verunreinigung und EMV	Fluidqualität	EMV-Prüfung	25
Andere Einflüsse (z. B. Temperatur, Schock)	Einhalten der EN ISO 4413 und EN ISO 4414 und Produktspezifikation	Einhalten der Umweltbedingungen gemäß Produktspezifikation	10
CCF-Gesamt	Summe der Punktezahl ($65 \leq \text{CCF} \leq 100$):		95

CCF steht für ein Maß zur Beurteilung der Maßnahmen gegen „Common Cause Failure“, also Fehler gemeinsamer Ursache, z. B. aufgrund zu hoher Umgebungstemperatur oder wegen intensiver elektromagnetischer Störungen.

Die Maßnahmen gegen solche Ausfälle sind in der ISO 13849-1 im Anhang F gelistet und enthalten zugehörige Punktezahlen. Für jede der gelisteten Maßnahmen kann nur die volle Punktezahl oder nichts beansprucht werden. Wird eine Maßnahme nur teilweise erfüllt, ist die entsprechende Punktezahl null.

Komponentenhersteller können keine Aussage zum CCF treffen, da die meisten Maßnahmen durch das Design der Maschinen geprägt sind.

Weitere Maßnahmen zur Beurteilung der Robustheit

- Sicherheitsrelevante Eigenschaften von Ventilen in Sicherheitssystemen, z. B. Anwendung des Prinzips der Energietrennung (Ruhestromprinzip, z. B. Rückstellfeder). Nach ISO 13849-1 müssen bei einem Stromausfall alle Systembauteile, wie z. B. Pneumatikventile, selbständig einen sicheren Zustand unter zulässigen Betriebsbedingungen (Vibration, Temperatur usw.) einnehmen und aufrechterhalten.
- Grundlegende (Kat. B) und bewährte Sicherheitsprinzipien (Kat. 1, 2, 3, or 4), siehe Tabelle, Seite 16

Validierung – PFH_D ermitteln

PFH_D – Probability of dangerous Failure per Hour – ist ein Wert für die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde (1/h) und der zugehörige Performance Level.

Benötigte Eingangsgrößen

- Benötigte Eingangsgrößen
- Ausgewählte Architektur in Form der Kategorie
- Mittlerer Diagnosedeckungsgrad DC_{avg}
- Mittlere Gefahr bringende Ausfallrate MTTF_D eines Kanals

Validierung für unser Beispiel

Eingangsdaten

- Kategorie: 3
- MTTF_D für jeden Kanal: “hoch”
- DC_{avg}: “mittel”

ISO 13849-1: Ablesen der durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde (oder Berechnung über SISTEMA)

- PL nach Tabelle = e, PL_r = d

- **Ergebnis: PL ≥ PL_r**

Was tun, wenn der Performance Level nicht erreicht wurde?

- Komponenten mit längerer Lebensdauer verwenden (MTTF_D, B₁₀)
- eine höhere Kategorie (z. B. Kategorie 3 statt Kategorie 1) durch Addition redundanter Komponenten erreichen
- mehr Aufwand in die Überwachung der Steuerung investieren, um den DC-Wert zu erhöhen
- die Sicherheitsfunktion von einer normalen Funktion trennen, um so die Lebensdauer (MTTF_D) von Komponenten mit B10-Werten durch eine geringe Anzahl von Zyklen zu erhöhen
- Umsetzung von Sicherheitsfunktionen mit AVENTICS Schaltungsbeispielen

Anhang	Technologie	Liste grundlegender Sicherheitsprinzipien	Liste grundlegender Sicherheitsprinzipien	Liste bewährter Bauteile	Fehlerlisten und Fehlerausschlüsse
		Tabelle(n)			
A	Mechanisch	A.1	A.2	A.3	A.4, A5
B	Pneumatisch	B.1	B.2	-	B.3 bis B.18
C	Hydraulisch	C.1	C.2	-	C.3 bis C.12
D	Elektrisch (enthält Elektronik)	D.1	D.2	D.3	C.4 bis C.21

▲ Weitere Maßnahmen zur Beurteilung der Robustheit

Pneumatische Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit

Umfassende Expertise bei der Maschinensicherheit – vereint unter einem Dach. Dank der Sicherheitskonzepte von Emerson, sind Ihre Mitarbeiter bei der Arbeit optimal geschützt. Bei Produktionsbetrieben mit immer komplexer werdenden Maschinen muss die Sicherheit an erster Stelle stehen. Profitieren Sie jetzt von unseren pneumatischen Ventil-Technologien und innovativen Produkten für Ihre Maschinensicherheit.

Ob traditionelle Lösungen mit Ablassventilen oder innovative Sicherheitssysteme nach den neuesten Standards: Die folgenden Seiten geben Ihnen einen Überblick über aktuelle und effiziente Produkte sowie ihren technischen Eigenschaften, inklusive anschaulichen Beispielen der Sicherheitsfunktionen.

Breites Produktangebot – zukunftsichere Konzepte

Mit AVENTICS-Lösungen profitieren Sie von nachgewiesener Kompetenz auf der Basis langjähriger Erfahrung bei der normgerechten Ausstattung von Maschinen und Anlagen. Die Produkte erwerben Sie immer mit vollständiger Dokumentation und Zuverlässigkeitskennwerten. Zusätzlich helfen auch die Online-Tools bei der sicheren Konstruktion, wie dem freien Zugang zu IFA-bewerteten Schaltungsbeispielen.

Emerson verfügt darüber hinaus über umfangreiche Erfahrungen im Bereich Fluidsteuerung sowie über ein breites Angebot an ASCO Produkten, die sich für die unterschiedlichsten Industrien und Anwendungen eignen.

Als Produktmarken von Emerson stehen beide Anbieter für sicherheitsgerichtete Produkte in zertifizierter Qualität. Zum Beispiel über Ventilsystemen mit praktischen High-End- Merkmalen, wie digitalen Displays, kompakter Bauweise und allen relevanten Anschlussmöglichkeiten.

Sicherheit beginnt bei der Konstruktion und der Auswahl der Bauteile

Nutzen Sie die Bandbreite der Sicherheitskonzepte von Emerson mit Produkten von AVENTICS und ASCO. Jede unserer Pneumatik- oder Fluid Control-Lösungen fördert die Maschinensicherheit und reduziert die Risiken für Ihre Mitarbeiter.



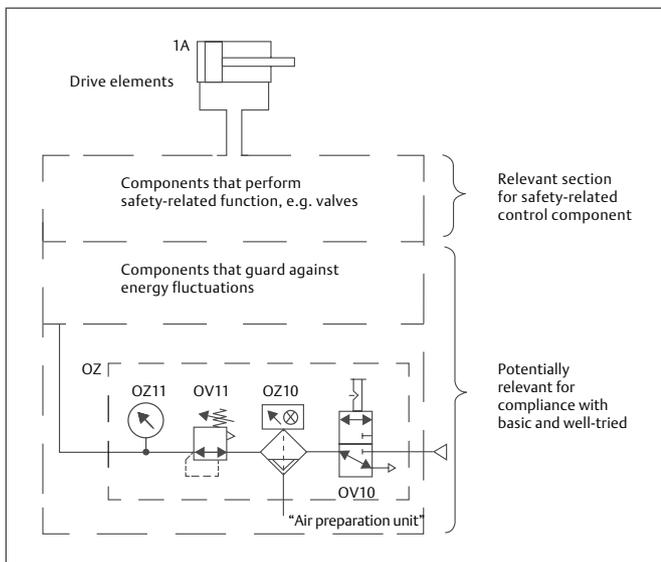
Expertise Emerson

Wir unterstützen Maschinen- und Anlagenhersteller nicht nur mit diesem Leitfaden zur Maschinensicherheit, sondern mit individueller Beratung und langjähriger Erfahrung. Auf den folgenden Seiten finden Sie Beispielschaltungen und Teile unseres Produktportfolios. Weitere Beispiele finden Sie unter www.emerson.com/en-us/expertise/automation/improving-safety-security/machine-safety

Anwendungsbereich der ISO 13849 bei pneumatischen Steuerungen

Bei fluidtechnischen Anlagen ist der Ventilbereich eine besonders sicherheitskritische Steuerungskomponente. Genauer gesagt: Ventile, die potenziell gefährliche Bewegungen oder Systemzustände steuern. Die geforderten Sicherheitsfunktionen können in der Regel auch durch andere Steuerungsverknüpfungen mit entsprechenden Ventilausführungen oder auch durch zusätzliche mechanische Lösungen wie Halteeinrichtungen oder Bremsen erreicht werden. Die Antriebselemente sowie die Bauteile der Energieumformung und der Energieübertragung sind bei fluidtechnischen Anlagen in der Regel außerhalb des Anwendungsbereichs der Norm.

In Pneumatikanlagen müssen die Bauteile vor Gefahren durch Energieänderungen geschützt werden. Außerdem muss die Wartungseinheit, mit der die Druckluft aufbereitet wird, sicher mit dem Ventilbereich verbunden sein. Um mögliche Energieänderungen sicherheitstechnisch zu beherrschen, wird häufig ein Entlüftungsventil zusammen mit einem Druckschalter eingesetzt.



◀ Anwendungsbereich der ISO 13849 bei pneumatischen Anlagen



Beispiel:

Die Wartungseinheit OZ besteht i.d.R. aus:

- Handabsperventil 0V10
- Filter mit Wasserabscheider 0Z10 mit Filterüberwachung
- Druckregelventil 0V11 mit ausreichender Sekundärentlüftung
- Druckanzeige 0Z11 zur Überwachung der Anlagenparameter

Die meisten Steuerungen für fluidtechnische Anlagen sind so konstruiert, dass sie den Kategorien 1, 3 oder 4 entsprechen. Da die Kategorie B bereits die Einhaltung der einschlägigen Normen und grundlegenden Sicherheitsprinzipien erfordert,

unterscheiden sich fluidtechnische Anlagensteuerungen der Kategorien B und 1 nicht wesentlich in ihren Steuerungsstrukturen, sondern in der höheren Zuverlässigkeit der sicherheitsrelevanten Ventile.

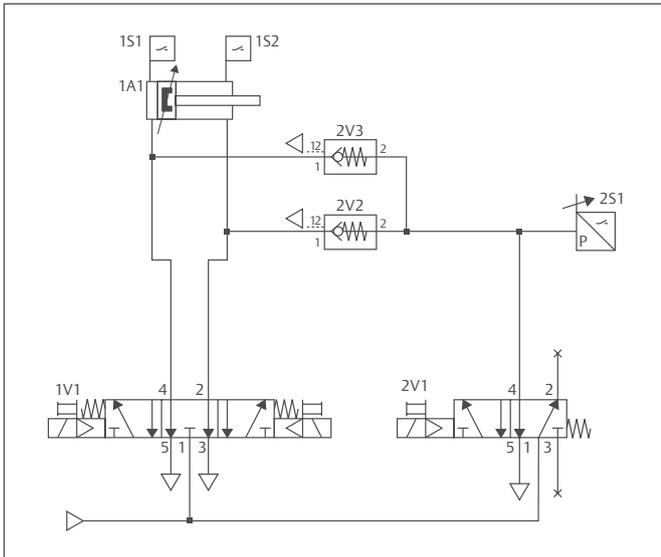
Auf den folgenden Seiten finden Sie zwei Beispiele ausführlich abgebildet. Weitere Beispiele finden Sie unter www.emerson.com/de-de/expertise/automation/improving-safety-security/machine-safety

Beispielschaltung: „Sicheres Entlüften“ (Kat. 3), möglicher PL a-e

In der Grundstellung der Ventile wird das System entlüftet. Das gefahrlose Entlüften wird redundant über zwei Entlüftungspfade sichergestellt:

- über Rückschlagventile 2V2 und 2V3 und das Wegeventil 2V1. Dabei ist der Mindestöffnungsdruck der Rückschlagventile zu beachten.
- über Wegeventil 1V1

Das Ein- und Ausfahren des Zylinders ist nur mit der kombinierten Betätigung von 1V1 und 2V1 möglich. Die sicherheitsgerichtete Schaltstellung wird durch Wegnahme des elektrischen Steuersignals erreicht. Der alleinige Ausfall eines der genannten Ventile führt nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.



◀ Positive Bewertung durch IFA ist erfolgt

In der Grundstellung der Ventile wird das System entlüftet – zwei Entlüftungspfade:

- über Rückschlagventile 2V2 und 2V3 und das Wegeventil 2V1 (Mindestöffnungsdruck der Rückschlagventile ist zu beachten)
- über Wegeventil 1V1
- Ein Ein- und Ausfahren des Zylinders ist nur mit der Betätigung von 2V1 möglich.

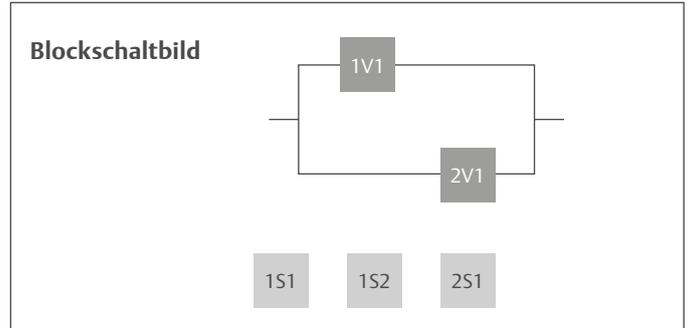
Konstruktive Merkmale

Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sind für alle relevanten Komponenten erfüllt. Die Wegeventile folgen dem Ruhestromprinzip und haben eine ausreichend positive Überdeckung. Die Rückschlagventile müssen so konstruiert sein, dass sie auch bei Versagen immer öffnen und damit ein Entlüften der Zylinderkammern sicher gewährleisten. Die Funktion der Schaltventile 1V1 und 2V1 wird zyklisch durch Abfrage der Zylinderpositionsschalter 1S1 und 1S2 und des Druckschalters 2S1 überprüft.

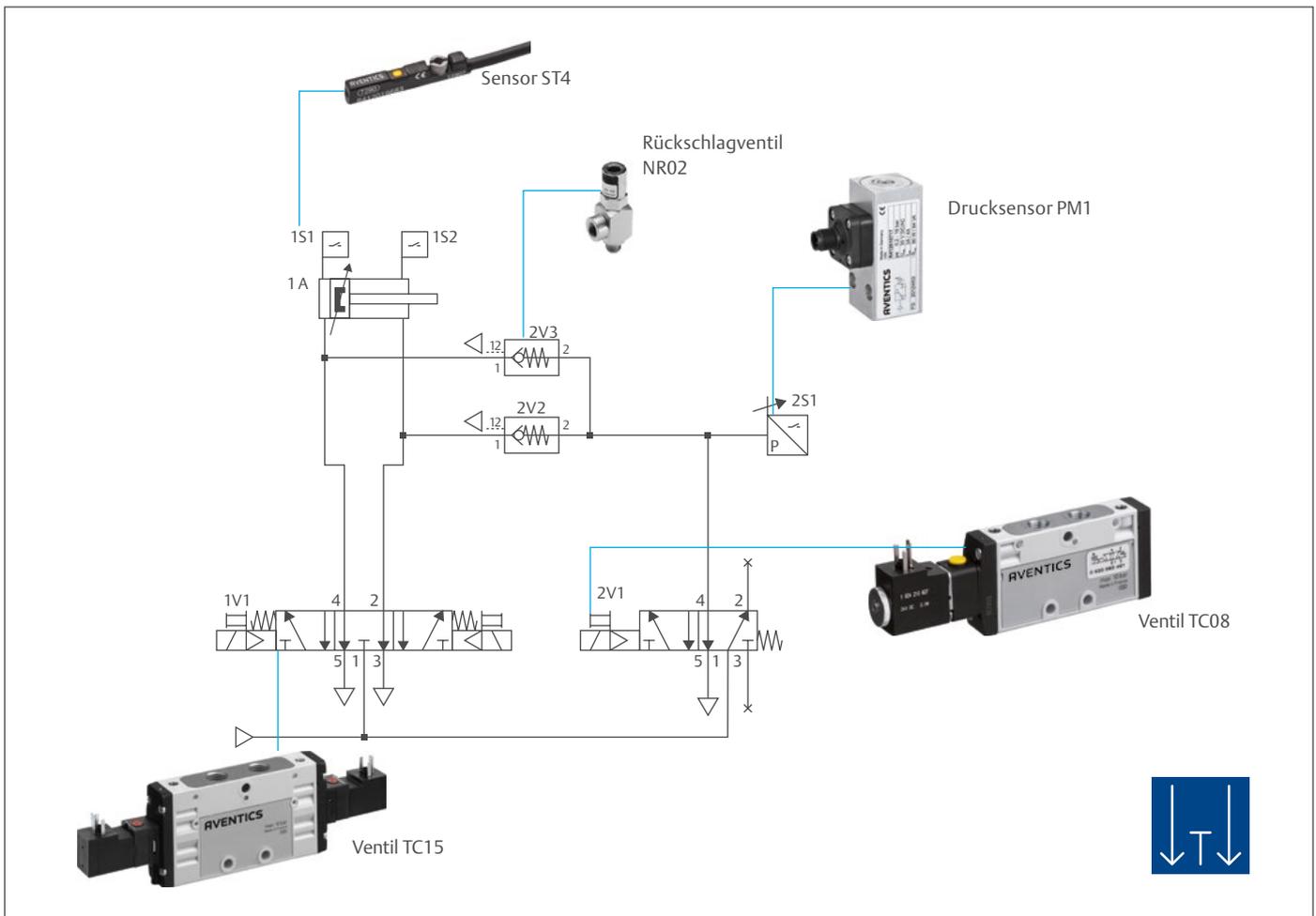
Aus dem Schaltplan wird ein Blockschaltbild erstellt

Die Bauteilanordnung erfolgt

- in Reihe, wenn eine Funktion durch das Zusammenwirken der Bauteile erreicht wird,
- parallel in „Kanälen“, wenn sie die Funktion unabhängig voneinander ausüben (redundant).
- Es gibt Überwachungselemente neben dem Funktions-Blockschaltbild.
- Der Gefahr bringende Antrieb wird nicht berücksichtigt.



Umsetzung Funktion zweikanaliges sicheres Entlüften mit AVENTICS Produkten



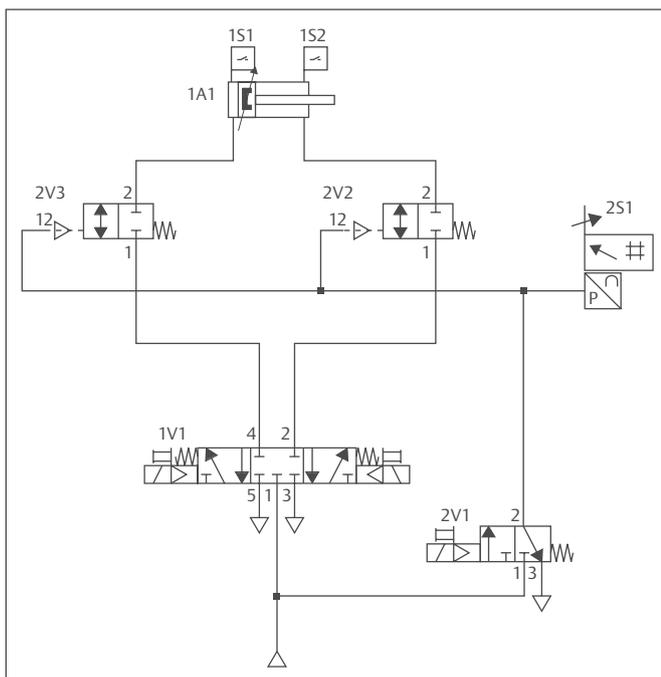
Beispielschaltung „Sicheres Anhalten“ oder „Halten durch zweikanaliges Einkammern der Luft“ (Kat. 3), möglicher PL a-e

In der hier dargestellten Sicherheitsfunktion ist nur der pneumatische Steuerungsteil als Subsystem gezeigt. Für die komplette Sicherheitsfunktion sind weitere sicherheitsbezogene Steuerungsteile (z. B. Schutzeinrichtungen und elektrische Logik) als Subsysteme hinzuzufügen.

In der Grundstellung der Ventile wird der Druck im Zylinder gekammert, der Zylinder hält an, sobald ein Kräftegleichgewicht herrscht. Das Anhalten/Halten des Zylinders wird redundant über zwei Pfade sichergestellt:

- Bei Nichtbetätigung von 2V1 stehen die Ventile 2V2 und 2V3 in der Sperrstellung.
- Bei Nichtbetätigung von 1V1 sperrt das Ventil in der Mittelstellung.

Das Ein- und Ausfahren des Zylinders ist nur mit der kombinierten Betätigung von 1V und 2V1 und damit 2V2 und 2V3 möglich. Die sicherheitsgerichtete Schaltstellung wird durch Wegnahme des elektrischen Steuersignals erreicht. Der alleinige Ausfall eines der genannten Ventile führt nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion. Kann durch eingespernte Druckluft eine weitere Gefährdung auftreten, sind weitere Maßnahmen erforderlich.



Konstruktive Merkmale

Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sind für alle relevanten Komponenten erfüllt. Die Wegeventile folgen dem Ruhestromprinzip und haben eine ausreichend positive Überdeckung. Die Funktion der Schaltventile 1V1, 1A1, 2V1, 2V2 sowie 2V3 wird indirekt überwacht.

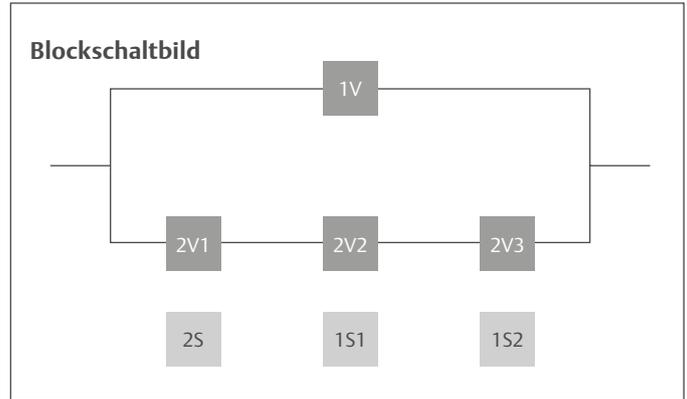
Durch spezielle Testzyklen werden mit Hilfe der Zylinderschalter 1S1 und 1S2 die Ventile 2V3 und 2V2 bzw. 1V1 regelmäßig überprüft.

▲ Positive Bewertung durch IFA ist erfolgt

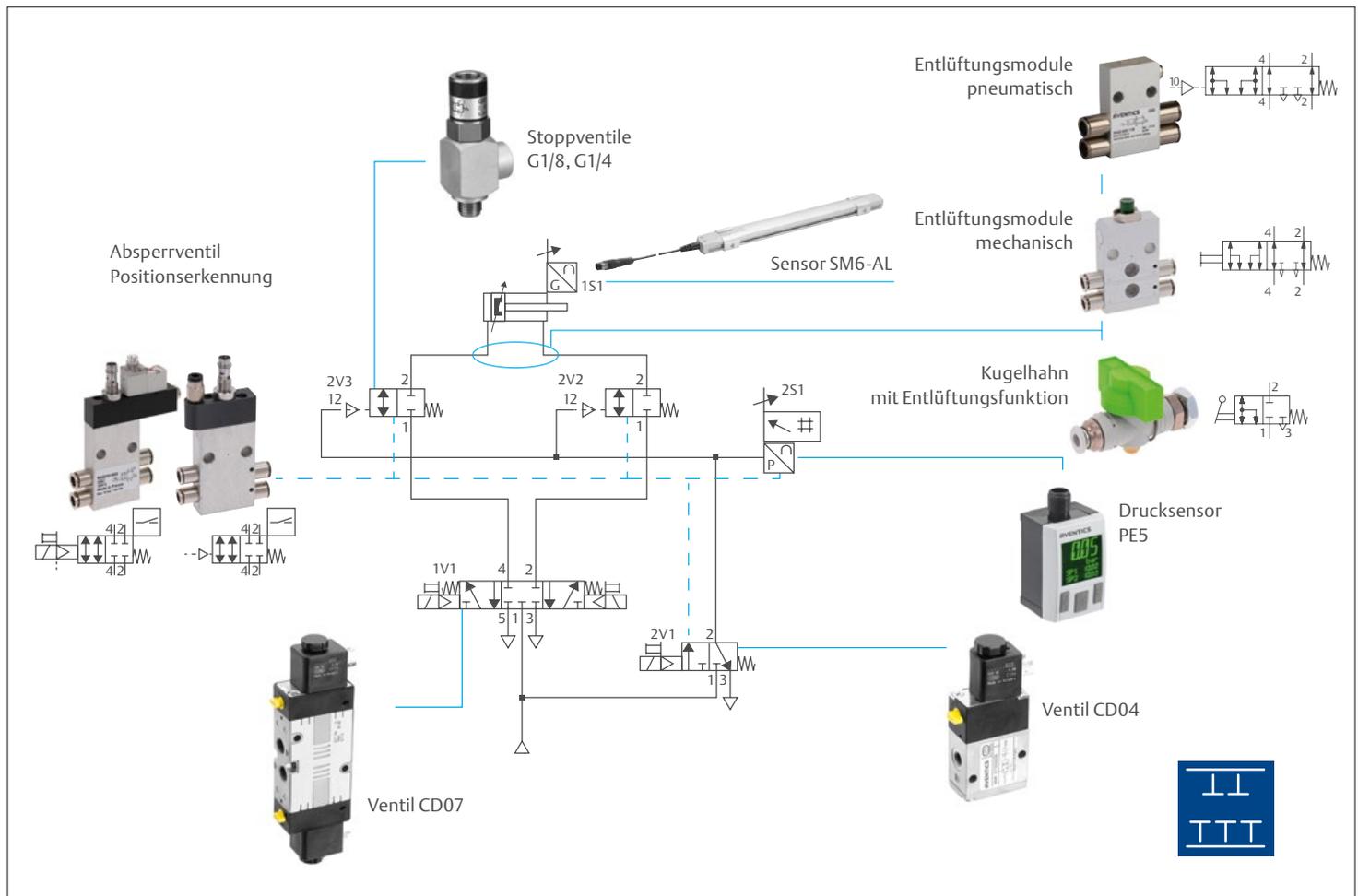
Aus dem Schaltplan wird ein Blockschaltbild erstellt

Die Bauteilanordnung erfolgt

- in Reihe, wenn eine Funktion durch das Zusammenwirken der Bauteile erreicht wird.
- parallel in „Kanälen“, wenn sie die Funktion unabhängig voneinander ausüben (redundant).
- Es gibt Überwachungselemente neben dem Funktions-Blockschaltbild.



Umsetzung Funktion zweikanaliges Einkammern der Luft mit AVENTICS Produkten



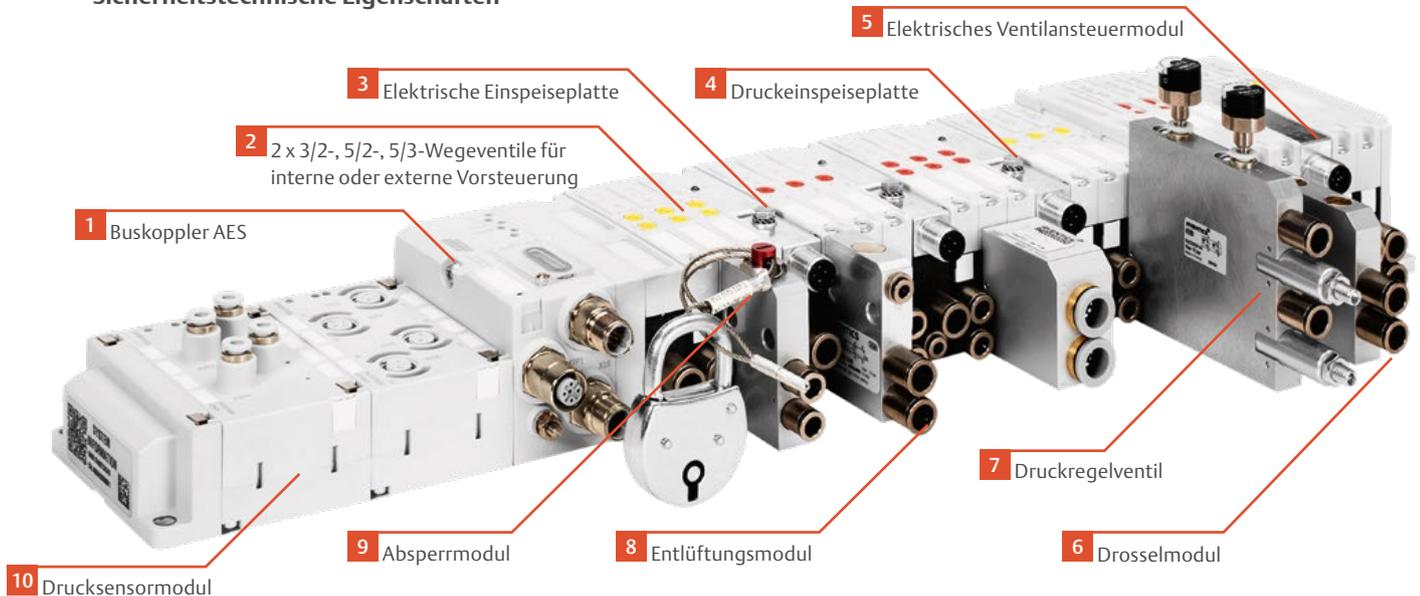
Ventilsystem AV mit Feldbussystem AES

Das AV-System zeigt durch die vielen elektrischen und pneumatischen Anschlussmöglichkeiten eine starke Performance und passt sich leicht an die Anforderungen von sicherheitsgerichteten pneumatischen Steuerungen an.

Beeindruckend konsequent ist das durchgängige Baukastensystem, das modulare Zusatzfunktionen gewährleistet. Dieses komfortable Vorgehen vereinfacht Ihre Projektplanung hinsichtlich Maschinensicherheit. Ergebnis: auch anspruchsvolle Vorgaben erfüllen Sie jetzt mit Leichtigkeit, und das verschafft Ihnen entscheidende Wettbewerbsvorteile.

Das Produkt stellt keine vollständige Sicherheitslösung dar, sondern kann als Teil einer solchen verwendet werden.

Sicherheitstechnische Eigenschaften



▲ AV-System Serien AV03/AV05 mit AES

1 Buskoppler AES: galvanische Trennung zwischen Logikspannung (UL) und Aktorspannung (UA) im Buskoppler; in der Applikation dadurch Trennung sicherheitsbezogener von anderen Funktionen. Im gesamten System konsequente Verwendung von standardisierten und marktüblichen M12-Anschlüssen.

2 Die guten Leckagewerte verbunden mit einer einfachen Wartung führen zu einem geringen Ausfallrisiko. Die Vorsteuerluft ist optional intern oder extern steuerbar: Im Fall einer Gefährdung nehmen die Ventile einen definierten Zustand ein.

- 3 Die elektrische Einspeiseplatte versorgt die Ventile mit Aktorspannung. Sie ermöglicht die Bildung voneinander unabhängiger Spannungszonen mit beliebiger Anzahl von Ventilen. So werden Sicherheitsfunktionen von anderen Funktionen getrennt.
- 4 Druckeinspeiseplatte: Bildung von voneinander unabhängigen Druckzonen zur angepassten Druckversorgung verschiedener Kreise und zur Gewährleistung einer ausreichenden, schnellen Entlüftung des Systems. Optional: Modul zur Überwachung der Ausschaltspannungsschwelle der Ventile. Diese liefert beim Unterschreiten der Spannungsschwelle, bei der das Ventil abgeschaltet ist, eine Diagnosemeldung über den Feldbus. So kann das elektrische Abschalten der Ventile diagnostiziert werden.
- 5 Das elektrische Ventilansteuermodul zum direkten Ansteuern von 2 Ventilen in AV03- und AV05-Ventilsystemen. Es kann am rechten Ende von D-Sub- oder Feldbus-Ventilsystemen integriert werden. Die jeweils beiden folgenden Ventilplätze werden über den M12-Anschluss angesteuert.
- 6 Drosselmodul: Mit dem zweikanaligen Drosselmodul kann der Durchfluss in beiden Arbeitsleitungen begrenzt und somit die Verfahrensgeschwindigkeit von Zylindern reduziert werden. Optional ist eine Abdeckplatte gegen Manipulation verfügbar.
- 7 Druckregelventil: Reduzierung des Arbeitsdrucks in den Arbeitsleitungen zur Kraftbegrenzung in Zylindern.
- 8 Entlüftungsmodul: Im Fall von Not-Aus können Zylinderkammern weiter unter Druck stehen. Aus Wartungsgründen, zur Personenbefreiung oder zur Lagekorrektur von Werkstücken müssen die

Zylinderkammern entlüftet werden. Mit einer gezielten Entlüftung des Anlagenteils wird der Zylinder kraftlos geschaltet. Integration des Moduls ins Ventilsystem, daher unempfindlich gegenüber Bewegungen des Aktors.

- 9 Das Absperrmodul dient zur Trennung der Zylinder von der pneumatischen Versorgung, z. B. für Wartungszwecke.
- 10 Drucksensormodul: Das Modul verarbeitet vier pneumatische Eingänge (Druck oder Vakuum) aus einer pneumatischen Steuerung und setzt den pneumatischen Druck in die digitalen Informationen des seriellen Übertragungssystems um. Das Modul bietet Diagnosemöglichkeiten über LED sowie die Überwachung der Versorgungsspannung. Alle notwendigen Funktionen sind integriert.

Das elektrisch/pneumatische shut off-PD: Mit Hilfe dieses Absperrmoduls mit Positionserkennung kann sichergestellt werden, dass keine Druckluft in die Arbeitsleitung gelangt – trotz unabsichtlicher Betätigung des vorgeschalteten 5/3 WV CC 1V1. Denn das Ventil sperrt in Ruhestellung die Arbeitskanäle ab. In Verbindung mit z.B. einem vorgeschaltetem 5/3 WV CC in sicherheitsrelevanten Steuerungsketten können somit zwei Kanäle beim Absichern gegen unbeabsichtigten Wiederanlauf oder der sichere Halt erreicht werden.

Das 3/2 Wegeventil mit negativer Überdeckung: Bei der Sicherheitsfunktion „Sicheres Entlüften“ muss auf das Konstruktionsprinzip des Ventils geachtet werden. Eine Alternative zum Sitzventil, bietet das 2x 3/2 Wegeventil NCNC mit tastender Handhilfsbetätigung. Dieses Ventil ist im Schaltübergang nicht überschneidungsfrei und wird auch negative Überdeckung genannt. Es kann konstruktionsbedingt nicht so in einer Stellung hängen bleiben, das alle Kanäle geschlossen sind.

Ihre Vorteile:

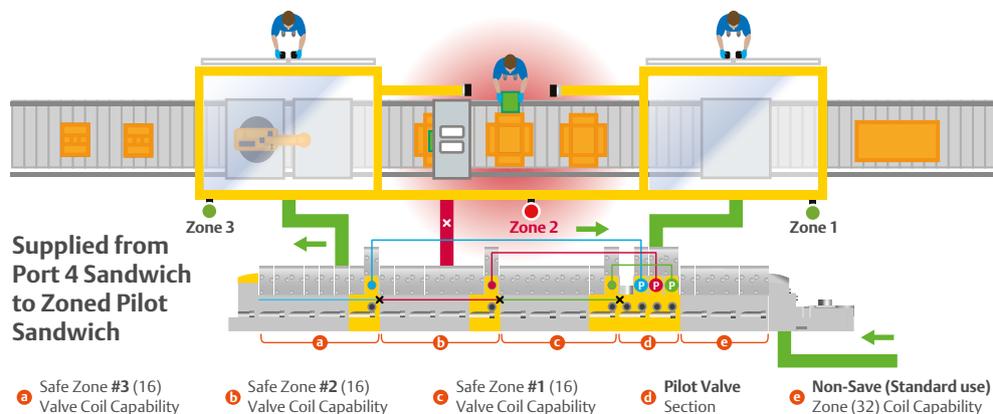
- Verbesserte Druckluftbilanz durch kleine, leichte Bauweise
- Durchgängiges System für variable Einsatzmöglichkeiten in sicherheitsgerichteten Steuerungen
- Hohe Flexibilität durch leichtes Nachrüsten der Applikation
- Engineering Tools vereinfachen die Konstruktion

- Hohe Lebensdauer von über 150 Mio. Schaltzyklen.
- Lange Einsatzdauer des Ventilsystems ohne Wartungsaufwand

Ergebnis: eine Lösung für alle Anforderungen.

503 Zone Safety Ventilsystem

Das 503 Zone Safety Ventilsystem ermöglicht funktionale Sicherheit mit bis zu drei unabhängigen Sicherheitszonen in einem Ventilsystem.



Möglich redundante Kanäle, bei externer Versorgung der el. Einspeiseplatten über Sicherheitsrelais oder Sicherheit-SPS.

Die el. Einspeiseplatte der Pilotventile ist von der Elektronikspannung und der Ventilspannung des G3 Systems getrennt. Die montierten Ventile können auch zum Ansteuern von entsperrenbaren Rückschlagventilen, Feststelleinheiten, pneumatisch betätigten federrückgestellten Ventilen verwendet werden.

503 Zone Safety

Das 503 Zone Safety Ventilsystem ermöglicht mehrere Sicherheitszonen in einem Ventilsystem der Serie 503. Dieser Ansatz hilft dem Konstrukteur, die Sicherheitsanforderungen gemäß der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und ISO 13849-1 zu erfüllen. Gleichzeitig wird die pneumatische Komplexität in den einzelnen pneumatischen Sicherheitskreisen reduziert.

Mit dieser Funktionalität ist es für Erstausrüster (OEMs) und Endanwender einfach und kostengünstig, bis zu drei Sicherheitszonen in einer Produktionsmaschine mit einem einzigen Ventilsystem der Serie 503 zu konfigurieren. Zusammen mit anderen sicherheitsrelevanten Teilen des Steuerungssystems (SRP/CS) ermöglicht das 503 Zone Safety Ventilsystem Sicherheitsfunktionen wie sicheres Abschalten, sicheres Reversieren, sicheres Stoppen und Schließen sowie die Verhinderung von unerwartetem Anlauf.

Ein Ventilsystem – bis zu drei Sicherheitszonen

Wie bei Standard-503-Ventilsystemen sind höhenverkettete Drosselmodule, Druckregler und weitere Blöcke erhältlich, um ein Höchstmaß an Flexibilität zu bieten.

- Mehrere Sicherheitsfunktionen in einem Gerät möglich
- Eliminiert das „Entlüften“ von Luft in der gesamten Maschine
- Steigert die Anlagenproduktivität
- Maximiert die Flexibilität

Elektronikplattformen Serie G3/580

Die Serie G3 ist ein vollständig modulares System mit einem innovativen Clip-Design. Es erlaubt einen leichten Modulausbau und -ersatz sowie kurzfristige Designänderungen ohne Demontage des Ventilsystems. Somit wird sichergestellt, dass Projekte pünktlich geliefert werden.

Die Serie G3 verfügt außerdem über ein innovatives Grafikdisplay, das Diagnosemeldungen im Klartext anzeigt. Es ermöglicht eine eindeutige Rückmeldung bei der Inbetriebnahme von Ventilen, eine Beschleunigung des Inbetriebnahmeprozesses sowie eine Verkürzung der kritischen Phase. Fehler lassen sich so einfacher diagnostizieren. Der Betrieb kann viel schneller fortgesetzt werden.

Serie 580

Die neue Serie 580 bietet eine kompakte und kostengünstige Feldbuselektronik-Plattform für Anwendungen, die nicht die umfangreichen Fähigkeiten der G3 benötigen. Sie ist mit dem gleichen G3-Grafikdisplay ausgestattet, einfach zu konfigurieren und in Betrieb zu nehmen. Ihre kompaktere Bauweise bietet eine ideale Lösung für eingeschränkte Platzverhältnisse.

Digitale Anschlussmöglichkeiten ermöglichen eine einfache Integration

Elektronik G3



- Die Elektronikplattform G3 bietet Verbindung über Feldbus und Ethernet und eine grafische Benutzeroberfläche.
- Schnittstellen zu den Ventilen 501, 502, 503, 2002, 2005, 2012, 2035, ISO 15407-2 und ISO 5599/II
- Bis zu 128 Magnetspulen, bis zu 16 I/O-Module pro Ventilsystem und bis zu 17 Ventilsysteme pro Kommunikationsmodul
- Digital, analog, RTD, NAMUR, Hochstrom-I/O-Module
- I/O-Anschlüsse M12, M23 und Klemmleiste
- Schutzklasse: IP65/NEMA 4
- (Drahtloses) Auto Recovery Module (ARM) schützt Konfigurationsinformationen bei einem kritischen Ausfall
- Das Stromanschlussschema ermöglicht es, die Ausgangsleistung zu entfernen, während die Eingänge und die Kommunikation aktiv bleiben

Elektronik 580



- 580 Elektronikplattform bietet eine kompakte, kosteneffiziente Lösung.
- bis zu 32 Magnetventile pro Ventilsystem
- Einfacher aufbau, keine internen Verkabelung erforderlich

Multipol



- Pneumatisches Multipol-Schieberventilsystem mit Anschluss über ein mehradriges Kabel.

Unterstützte Protokolle



* Zone Safety unterstützte Protokolle

Wartungseinheiten Serie AS – kosteneffiziente Lösung zum Be- und Entlüften

Alle Funktionen, alle Größen – die modulare Vielfalt macht die Wartungseinheiten der Serie AS universell einsetzbar. Sie sind kompakt gebaut, hoch leistungsfähig, leicht und bedienerfreundlich konzipiert und garantieren einen zuverlässigen, sicheren und wirtschaftlichen Dauerbetrieb mit vereinfachten Montage- und Wartungsarbeiten. Die Serie AS bietet die kostengünstigste Lösung für das Entlüften von Maschinen oder Anlagenteilen.



▲ Modulare Wartungseinheiten Serie AS



▲ Schutz vor unerwartetem Anlauf mit Serie AS



Ihre Vorteile:

- Anschlussgewinde G3/8, G1/2, G3/4 und G1
- Hohe Durchflussleistung: bis 12.500 std l/min
- Integration in die Wartungseinheiten der Serien AS2, AS3 und AS5 möglich
- Alle Befestigungen der Serien AS verwendbar

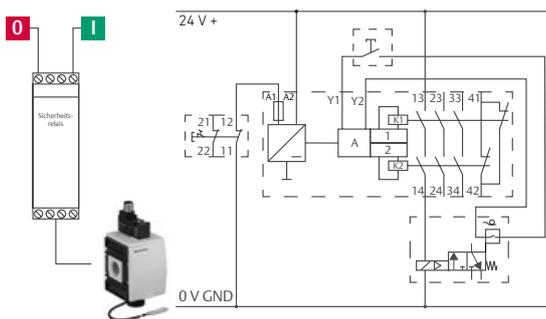
Technische Merkmale:

3/2-Wege-Absperrventile mit Schaltstellungsabfrage der Serie AS3 und AS5

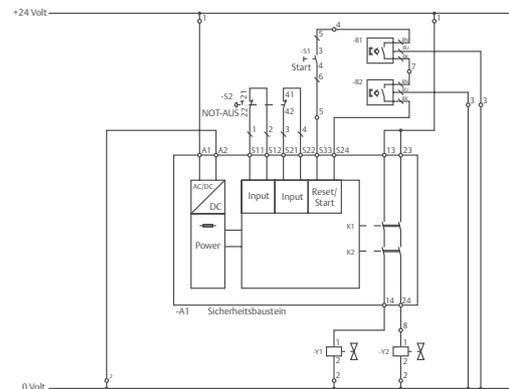
- Elektronische Überwachung mit Sensor SB6 und mit 3 Meter Kabel und M8, M12 oder mit offenem Kabelende
- Erfüllt Anforderungen zum Aufbau von Steuerkreisen in der Kategorie 4
- Hoher Diagnosedeckungsgrad (DC = 99 %) für hohen PL bei Einsatz als Systemventil
- Hoher B_{10} -Wert von 750.000 Zyklen
- Komponenten erfüllen grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien
- Optische Anzeige des Schaltzustands durch LED der Sensoren

Die sicherheitstechnische Funktionalität des Ventils wird maßgeblich von der Einbausituation beeinflusst. Das Ventil ist kein Sicherheitsbauteil, sondern kann als Teil einer Lösung verwendet werden.

Mögliche Steuerungsarchitektur



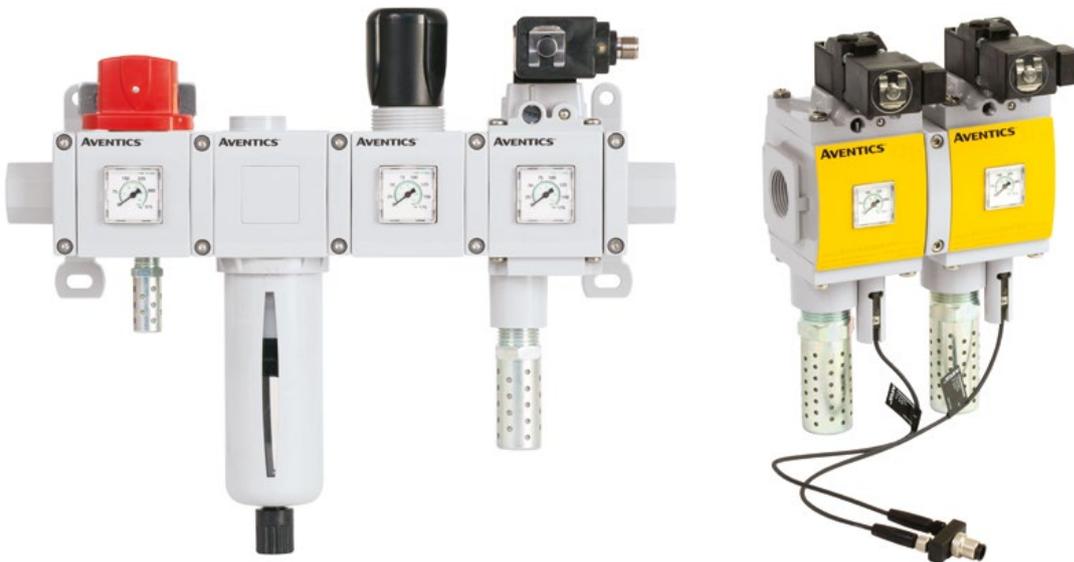
Mögliche Steuerungsarchitektur Kategorie 2, Performance Level c, einkanalige Lösung



Mögliche Steuerungsarchitektur Kategorie 3, Performance Level d, zweikanalige Lösung

Redundantes sicheres Entlüftungsventil Serie 652/653 – die zuverlässige Lösung für Belüften und sicheres Entlüften

Die AVENTICS Druckluftaufbereitungsprodukte der Serie 652/653 umfassen Filter, Regler, Öler, Notabsper-/Sanftanlaufventile und Zubehör. Unser breites Sortiment an modularen, robusten und zuverlässigen Produkten mit hohem Durchfluss umfasst Größen von 1/8" bis 1" und bietet die passende Leistung und Flexibilität für alle anspruchsvollen Anwendungen. Dazu gehört auch unser redundantes sicheres Entlüftungsventil zur Abdeckung der Sicherheitsanforderungen für Maschinen in Innenräumen.



▲ Modulares Baugruppensystem Serie 652

▲ Schutz vor unerwartetem Anlauf und sicheres Entlüften mit Serie 653

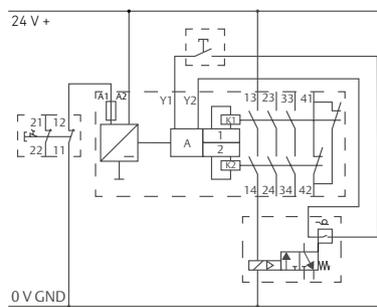
Technische Merkmale: Redundantes sicheres Entlüftungsventil Serie 652 und 653 mit Positionserfassung

- Elektronische Überwachung mit Magnetsensoren PNP mit Kabel M8 und Adapter 2 M8 x 1 M12. Magnetsensoren erfassen die geschlossene Stellung
- Erfüllt Anforderungen zum Aufbau von Steuerkreisen nach Performance Level e
- Hoher Diagnosedeckungsgrad (DC = 99 %) für hohen PL bei Einsatz als Systemventil
- Hoher B₁₀-Wert: 1 Mio. Zyklen für 652 und 500.000 Zyklen für 653
- Komponenten erfüllen grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien

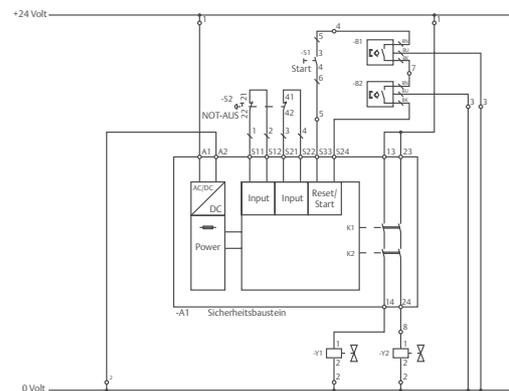
Die sicherheitstechnische Funktionalität des Ventils wird maßgeblich von der Einbausituation beeinflusst. Das Ventil ist ein Sicherheitsbauteil und kann als Teil einer größeren Lösung verwendet werden.



Mögliche Steuerungsarchitektur



Mögliche Steuerungsarchitektur Kategorie 2, Performance Level c, einkanalige Lösung



Mögliche Steuerungsarchitektur Kategorie 3, Performance Level d, zweikanalige Lösung

Ihre Vorteile:

- Anschlussgewinde G3/8, G1/2, G3/4 und G1
- Hohe Durchflussleistung: bis 8.200 l/min
- Integration in 652/653-Baugruppen über unseren Konfigurator möglich
- Alle Befestigungen der Serien 65X verwendbar
- Hoher B₁₀-Wert (bis zu 1 Mio. Zyklen)

Sicherheitsventile Serie SV01/-03/-05

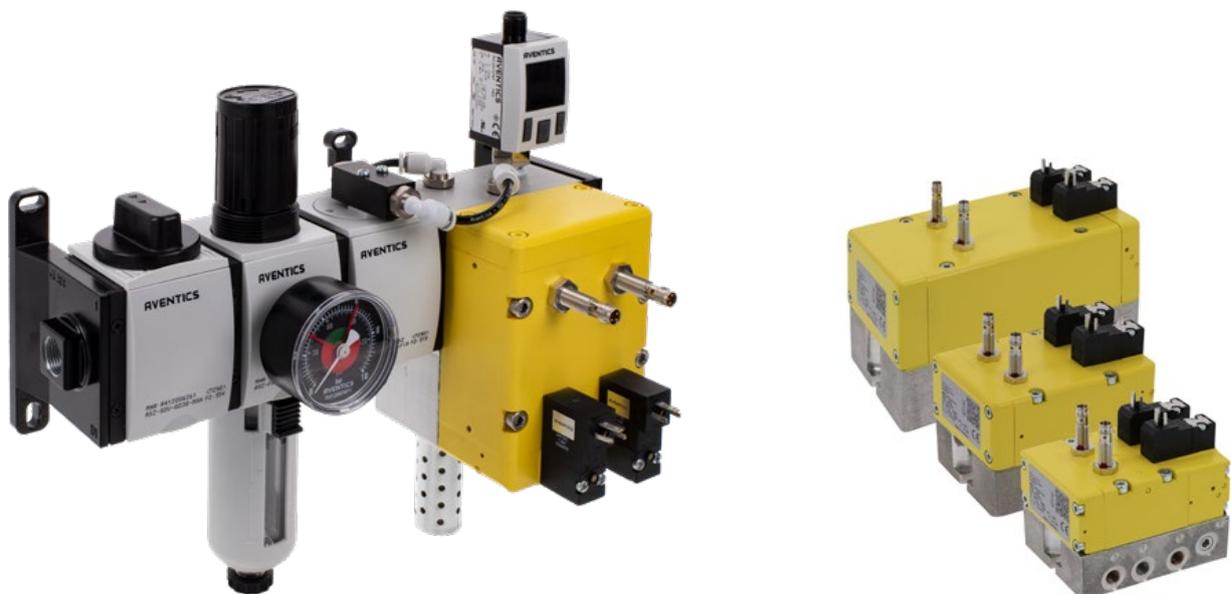
Die neueste Ventiltechnik für optimale Maschinensicherheit

Mit den neuen Sicherheitsventilen der Serien SV01, 03 und 05 können Anwender eine sicherheitsrelevante Steuerung der Kategorie 4 erreichen und gleichzeitig den maximalen Performance Level „e“ (PLe) nach ISO 13849-1 realisieren. Sicheres Entlüften und sicheres Reversieren – die Doppelventile für doppelte Sicherheit.

Normgerechte Sicherheit mit minimalen Reaktionszeiten

Die Doppelventile der Serie SV sind redundante 3/2- oder 5/2-Wegeventile mit direkter Überwachung, die die Anforderungen an den Schutz vor unerwartetem Anlauf sowie an die sichere Entlüftung (3/2-Wegeventil) und sicheres Reversieren (5/2-Wegeventil) in pneumatischen Sicherheitssteuerungen erfüllen.

Die 3/2 Doppelventile schalten die Druckluftversorgung nur dann ein, wenn alle Bedingungen für einen sicheren Anlauf einer Maschine erfüllt sind und schützen damit vor potenziellen Unfallrisiken. Bei einem Fehlerfall oder einer Not-Ausschaltung der Maschine entlüftet das Ventil die Arbeitsleitungen. Ein energieloser und sicherer Zustand wird hergestellt.



Sicherheitsventile SV01/03/05



Ihre Vorteile:

- Sicheres Entlüften und sicheres Reversieren
- Schutz vor potenziellen Unfallrisiken
- Bei einem Fehlerfall oder einer Not-Ausschaltung der Maschine entlüftet das Ventil die Arbeitsleitungen. Ein energieloser und sicherer Zustand wird hergestellt.

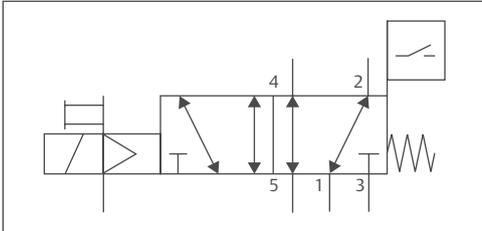
Bewährtes Ventilkonzept mit innovativer Sicherheitstechnik

- Minimale Reaktionszeiten
- Stellungsüberwachung zum Rückmelden der Betriebsbereitschaft
- Positionssensoren zur Überwachung von Schieberstellungen
- Bewährte Schieberventilkonstruktion
- Interne und externe Vorsteuerung
- Grundplattenmontage
- Hohe B_{10D} Werte: 20 Mio.
- Elektronische Sensoren ohne mechanischen Verschleiß
- Sensorsignal, in Ruhestellung (Sensor-LED leuchtet)
- Verfügbar als SISTEMA Bibliothek
- CE Kennzeichnung mit Konformitätserklärung



- 1 15 mm Pilot-System
- 2 Positionssensoren
- 3 Doppelventiltechnik
- 4 Grundplatte (Version 5/2)
- 5 Externer Pilotluftanschluss

ISO-Ventil Serie IS12 – variable Lösung für sicheres Entlüften und als Schutz vor unerwartetem Anlauf



IS12-PD: Ventil mit Schieberstellungsabfrage

Im Gefahrenbereich von Maschinen muss

- der Schutz gegen unerwarteten Anlauf gewährleistet sein und
- das Entlüften von Aktuatoren oder Anlagenteilen sichergestellt sein.

Um den Schaltzustand eines Ventils und damit die Erfüllung der Sicherheitsfunktion sicher zu überwachen, erfolgt die Abfrage der Schieberstellung über einen elektronischen Näherungssensor, der der Maschinensteuerung den Schaltzustand über ein Signal mitteilt. Das Ventil ist kein Sicherheitsbauteil, sondern kann als Teil einer Lösung verwendet werden.

Sicherheitstechnische Eigenschaften

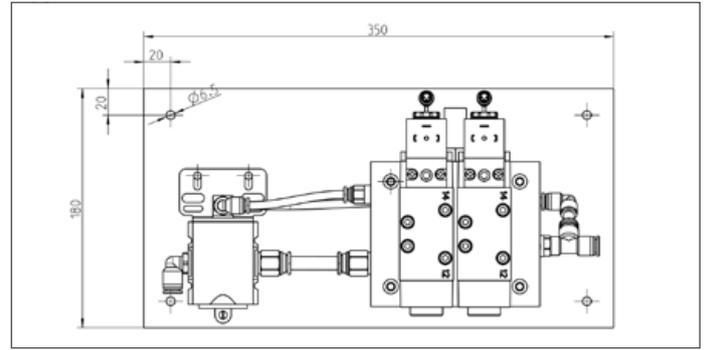
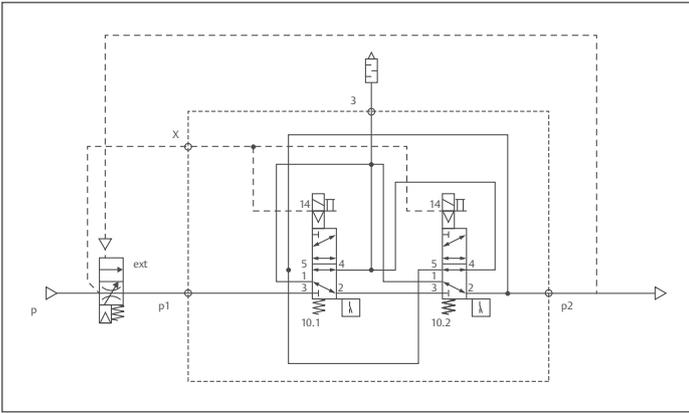
- Korrekte Sensormontage und -positionierung unter Berücksichtigung aller Toleranzen
- Manipulationssicherung: Sensor ist gegen Veränderungen gesichert
- 100 %-iger Funktionstest vor Auslieferung
- Einsetzbar in den höheren Kategorien 3 und 4, max. möglicher Performance Level e
- Das Ventil erhöht den Diagnosedeckungsgrad einer pneumatischen Steuerung (99 %)
- Hoher B_{10} -Wert von 39,6 Mio. Schaltzyklen für ISO 1
- Erfüllt die grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien

ISO-Ventil Serie IS12

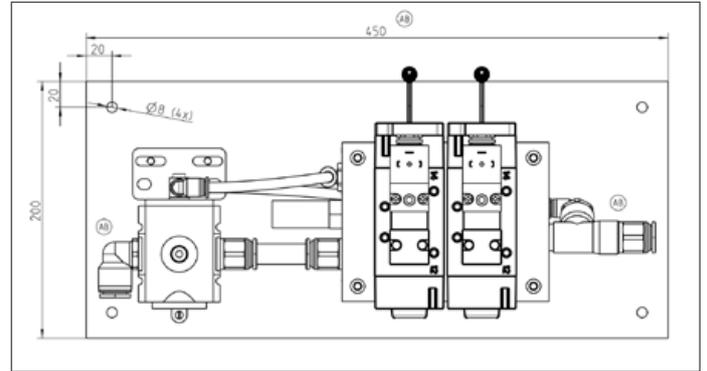


Ihre Vorteile:

- Elektrisch betätigtes 5/2-Wegeventil mit Federrückführung nach ISO 5599-1, Größe 1 und Größe 2
- Sehr hohe B_{10} -Werte
- Integrierte Schieberstellungsabfrage durch elektronischen Näherungssensor
- Mit interner oder externer Steuerluft, ohne oder mit nicht rastender Handhilfsbetätigung
- Hoher Durchfluss

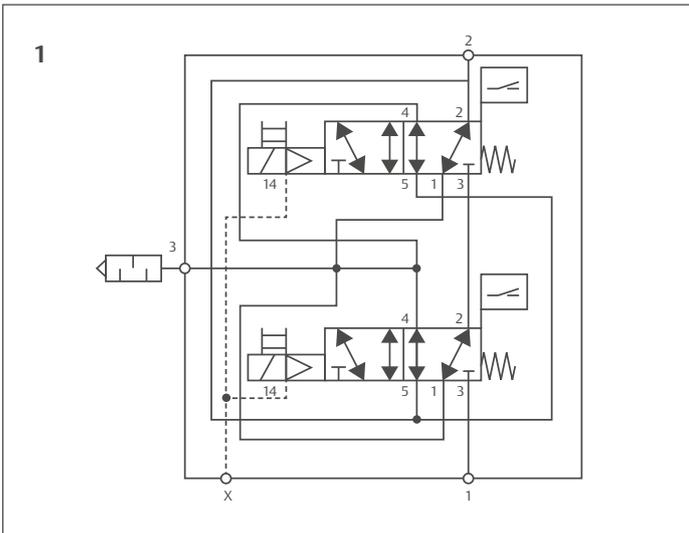


▲ ISO 1, Material-Nr.: R415018127



▲ ISO 2, Material-Nr.: R415017916

Doppelventil IS12-PD



Der CE-zertifizierte Ventilblock kann mit interner oder externer Vorsteuerluft für unterschiedliche Sicherheitsfunktionen eingesetzt werden. Dadurch können redundante Steuerungsarchitekturen (zweikanalig) der Kategorien 3 und 4 mit maximalem Performance Level e realisiert werden.

- ◀ Redundante Lösung mit externer Vorsteuerung:
Diese Lösung ist auch mit externer Vorsteuerung verfügbar. Das System kann direkt an den Arbeitsanschluss 2 angeschlossen werden. Alternativ kann an den Block ein vorgeschaltetes Anlaufventil an der Primärleitung 1 angeschlossen werden. Dieses Anlaufventil wird dann durch einen externen pneumatischen Anschluss betätigt.
- ◀ Doppelventil mit integriertem Rückschlagventil:
Alternativ erhalten Sie bei der ISO 1 Version eine Variante mit integriertem Rückschlagventil, um ein angeschlossenes Anlaufventil am Anschluss 4 in der Sekundärleitung im Entlüftungsfall zu überbrücken. Diese Lösung ist mit externer oder interner Vorsteuerung verfügbar. Weitere technische Daten stehen in unserem Online-Katalog zur Verfügung.



Serie LU6: Statische Arretierung oder dynamisches Bremsen

Das Feststellelement kann als Halteinrichtung (Blockieren einer Bewegung) oder auch als Bremsenrichtung (Not-Halt/Not-Aus) verwendet werden.

Der Einsatzbereich für das Feststellelement Serie LU6: mechanische Haltefunktion für Kolbenstangen von Pneumatik-Zylindern nach ISO 15552 oder vergleichbare Rundstähle, Einsatz in sicherheitsrelevanten Steuerungen möglich. Die bestimmungsgemäße Verwendung wurde geprüft und ist vom Hersteller zertifiziert.

Weitere beispielhafte Sicherheitsfunktionen:

- Verhindern einer Gefahr bringenden Bewegung (Kat. 1 bis max. PL c, „Bewährtes Bauteil“)
- Sicherer Halt in der oberen Endlage durch Klemmen und einseitiges Belüften (bis max. PL e)
- Anhalten einer Gefahr bringenden Bewegung (Not-Halt/Not-Aus, bis max. PL e)

Die Arretierung kann in Steuerungen mit einem max. Performance Level c oder Kat. 1 nach ISO 13849-1 eingesetzt werden („Bewährtes Bauteil“) z. B. zum Verhindern einer Gefahr bringenden Bewegung. Bei Einsatz in Steuerungen mit einem höheren Performance Level sind weitere steuerungstechnische Maßnahmen gemäß ISO 13849-1 notwendig.

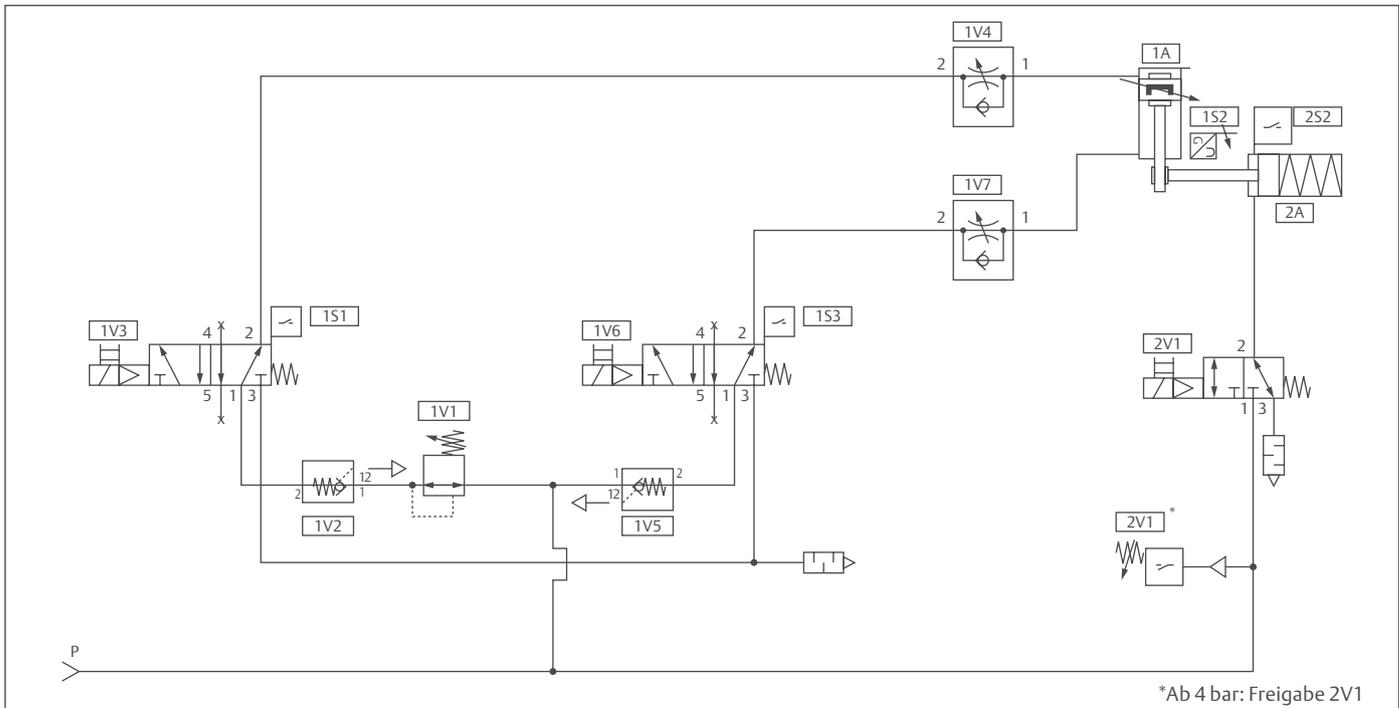
Nachfolgend finden Sie exemplarisch ein Schaltungsbeispiel, das unterschiedliche Einbaulagen des Zylinders erlaubt. Für die Sicherheitsfunktion „Verhindern einer Gefahr bringenden Bewegung“ erreicht die Beispielsteuerung – sofern die Zylinder-Arretierung nicht als dynamische Bremse eingesetzt wird – einen maximalen Performance Level e (PL e), gemäß ISO 13849-1. Weitere Komponenten sind vorzusehen, um die Anforderungen an Diagnose und Redundanz sowie Maßnahmen gegen Fehler gemeinsamer Ursache zu erreichen.



▲ Feststellelement Serie LU6, max. Haltekraft 12.000 NN



▲ Sensor Serie IN1



▲ Schaltplan für Halten oder Bremsen, Zylindereinbaurichtung beliebig, Ventil in Grundstellung normal geschlossen

Sicherheitstechnische Eigenschaften der Halteinrichtung

- Einsatz zulässig in Steuerungen der Kategorie 3 bis max. Performance Level d nach EN ISO 13849-1 für die Sicherheitsfunktion „Verhindern einer Gefahr bringenden Bewegung“
- In Steuerungen mit einem max. Performance Level c, Kategorie 1, als „bewährtes Bauteil“ einsetzbar
- Hohe $B10_D$ -Werte dynamisches Bremsen: 2 Mio. Zyklen
- Hohe $B10_D$ -Werte statisches Halten: 5 Mio. Zyklen
- Komponenten erfüllen grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien
- Optionale Funktionsabfrage direkt an der LU6 durch Sensor, die als direkte Überwachung des pneumatischen Ansteuersignals zur Erhöhung des Diagnosedeckungsgrads auf 99 % beiträgt

Serie LU6



Ihre Vorteile:

- Großer Hubbereich, je nach Zylinderserie (1 bis 2.850 mm)
- Robuste, clevere Konstruktion für eine sehr gute Halte- und Bremsfunktion
- Hohe Haltekräfte bis 12.000 N
- Umfangreiches Zubehör eröffnet zahlreiche Kombinations- und Einsatzmöglichkeiten
- Sechskantschlüsselfläche für vereinfachte Montage bei engem Einbauraum

Analoge Wegmesssensoren: sicher und zuverlässig

Für die Sicherheit von Prozessen ist es beruhigend, wenn man weiß, dass die Kolbenposition exakt und wiederholgenau erfasst wird: Eine Rückmeldung über die Kolbenposition bietet in vielen sicherheitsrelevanten Steuerungen eine Möglichkeit zur Überprüfung der Zylinderposition und damit einhergehend der Schaltstellung des Wegeventils. Analoge Wegmesssensoren können hier nicht nur zu Diagnosezwecken eingesetzt werden, sondern messen die Position des Kolbens eines pneumatischen Zylinders besonders exakt und äußerst komfortabel.

Durch die einfache Montage von oben in die Nut, die Flexibilität in der Einstellung innerhalb des maximalen Wegmessbereichs und die Realisation einer extrem hohen Abtastrate ist der Sensor SM6 ideal für anspruchsvolle Automationslösungen.

Sensor Serie SM6



Ihre Vorteile:

- Geeignet für 6-mm-T-Nut
- Einstellung von Nullpunkt und Messbereich über Lerntaste
- Freie Wahl von Einbauposition und Kabelabgang
- Montage von oben in die Nut, „Drop-in“
- Große Genauigkeit und Linearität
- Hervorragende Wiederholgenauigkeit und Sicherheit durch bewährte Hallsensorik
- Acht Größenvarianten der Serie decken alle erforderlichen Wegmessbereiche ab, von 32 bis 256 mm



Anschlussvarianten:



Der analoge Wegmesssensor SM6-AL erfasst kontinuierlich die Kolbenbewegung über den gesamten Hub.

Er ermöglicht eine hochauflösende Wegmessung und ein exaktes Positionieren in Messbereichen von 107 bis zu 1.007 Millimetern. Damit ist der Wegmesssensor bestens geeignet, um Kolbenbewegungen in Pneumatikzylindern kontinuierlich zu erfassen und zeigt sich als ideale Lösung für Zylinder mit mittleren und langen Hübten.

Der SM6-AL ist für alle Standardzylinder geeignet. Durch die universelle Bauform bieten sich verschiedene Montagemöglichkeiten. Das robuste und chemisch beständige Aluminium-gehäuse sowie der Kabelknickschutz garantieren eine lange Sensorlebensdauer und senken die Wartungskosten.

Sensor Serie SM6-AL

Ihre Vorteile:



- Einstellung von Nullpunkt und Messbereich über Lerntaste
- Freie Wahl von Einbauposition und Kabelabgang
- Große Genauigkeit und Linearität
- Hervorragende Wiederholgenauigkeit und Sicherheit durch bewährte Hallsensoren
- Flexibel wählbare Größenvarianten der Serie decken alle erforderlichen Wegmessbereiche ab, von 107 bis 1.007 mm



Anschlussvarianten:



Der Software-Assistent SISTEMA

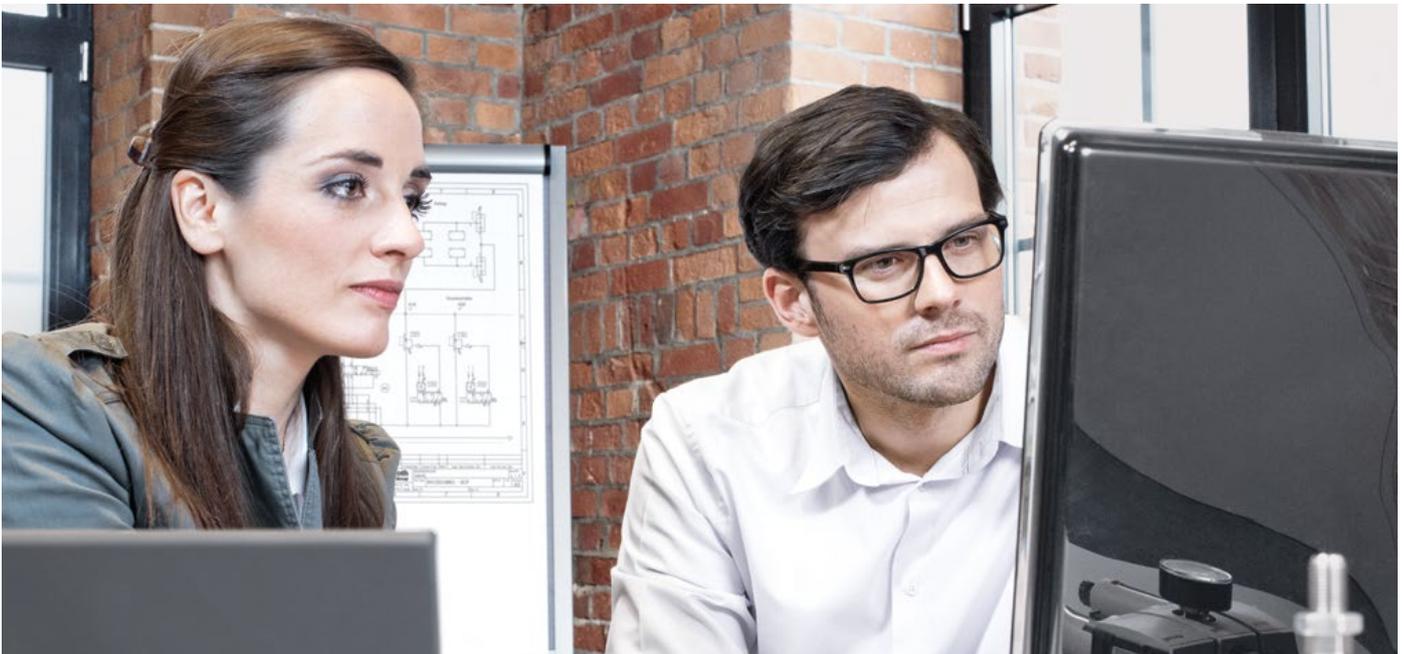
Der Software-Assistent SISTEMA bietet Hilfestellung bei der Bewertung der Sicherheit von Maschinensteuerungen im Rahmen der ISO 13849-1.

Das Windows-Tool bildet die Struktur der sicherheitsbezogenen Steuerungsteile (SRP/CS, Safety-Related Parts of a Control System) auf der Basis der sogenannten vorgesehenen Architekturen nach und berechnet Zuverlässigkeitswerte auf verschiedenen Detailebenen einschließlich des erreichten Performance Levels (PL).

Risikoparameter zur Bestimmung des erforderlichen Performance Levels (PL_r), die Kategorie, die Maßnahmen gegen Fehler gemeinsamer Ursache (CCF) bei mehrkanaligen Systemen, die mittlere Gefahr bringende Ausfallrate ($MTTF_D$) und der mittlere Diagnosedeckungsgrad (DC_{avg}) von Bauelementen bzw. Blöcken lassen sich Schritt für Schritt erfassen. Die Auswirkung jeder Parameteränderung auf das Gesamtsystem wird direkt angezeigt und kann als Report ausgedruckt werden.

SISTEMA ist vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung entwickelt worden und hat sich als Standard etabliert. Das Tool ist kostenlos und steht unter www.dguv.de zum Download bereit.

Von dort gelangen Sie auch zu den AVENTICS Bibliotheken, mit denen Sie alle relevanten Produkte direkt in Ihre Berechnung integrieren können.



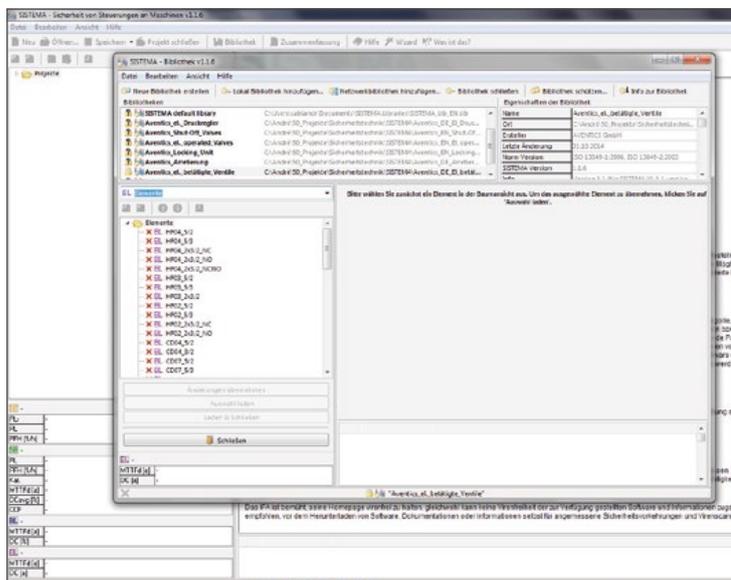
**Erklärung:
Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur
Anwendung der EN ISO 13849-1**

**Declaration:
Reliability Indicators and informations for use with
respect to the utilization of EN ISO 13849-1**

Hiermit erklären wir, dass folgende Bauteile		We herewith declare that the following components,	
1 Hersteller:	Manufacturer:		
	AVENTICS GmbH (ehemals/former Rexroth Pneumatics GmbH) Ulmer Str. 4 DE-30880 Laatzen		
2 Produkt-/serie: Ventilserie CD04	Product-/series: Valve Series CD04		
3 Variante(n) oder Materialnummer(n): 5/2- Wegeventil, Federrückstellung 5/2- Wegeventil, Luftdruckstellung 3/2- Wegeventile	Variant(s) or material number(s): 5/2- way valve, spring return 5/2- way valve, air return 3/2- way valves		
4 Ab Herstellungsdatum:	From date of manufacture:		
	2011-02-11		
5 unter Berücksichtigung der nachstehenden Hinweise in sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung nach EN ISO 13849-1 eingesetzt werden können.		can be used - under consideration of the beneath listed comments/instructions - in safety related parts of a control system according to EN ISO 13849-1.	
Die Bauteile <input checked="" type="checkbox"/> erfüllen grundlegende Sicherheitsprinzipien		The components <input checked="" type="checkbox"/> fulfill basic safety principles	
<input checked="" type="checkbox"/> erfüllen bewährte Sicherheitsprinzipien, sofern diese für die Bauteile zutreffen. (Sicherheitsprinzipien gemäß EN ISO 13849-2)		<input checked="" type="checkbox"/> fulfill well-tried safety principles, as far as the safety principles apply to the components. (Safety principles according to EN ISO 13849-2)	
Zur Bewertung der Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktion können folgende Kennzahlen für die Produkte herangezogen werden:		For the evaluation of the reliability of the safety function the following characteristic data can be used:	
5/2- Wegeventile $B_{10} = 32\ 000\ 000$ Schaltzyklen *		5/2- way valves $B_{10} = 32\ 000\ 000$ operating cycles *	
3/2- Wegeventile $B_{10} = 29\ 000\ 000$ Schaltzyklen *		3/2- way valves $B_{10} = 29\ 000\ 000$ operating cycles *	
MTTF = Jahre *		MTTF = years *	
* B_{10} = Anzahl Schaltzyklen nach ISO 19973 [Mechanik, Pneumatik]; MTTF = Anzahl Jahre [Elektronik]		* B_{10} = operating cycles according to ISO 19973 [mechanics, pneumatics]; MTTF = no. of years [electronics]	

© AVENTICS 2014

IFC-2014-048



▲ Nachweis Emerson

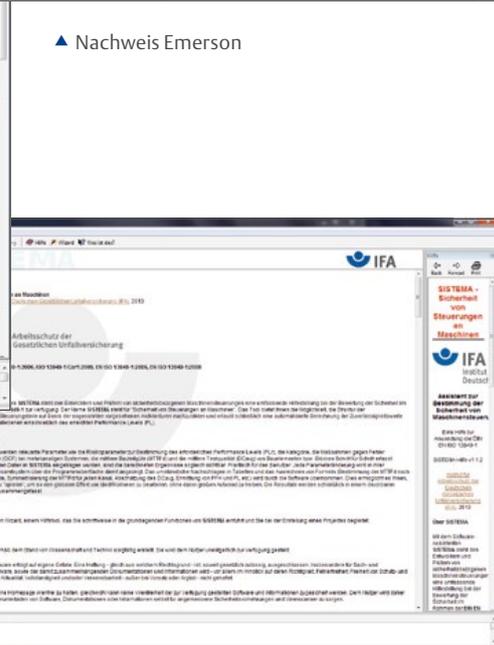
Assistent zur Bestimmung der Sicherheit von Maschinensteuerungen.

Das Hilfs zur Anwendung der EN ISO 13849-1

SISTEMA Hilfe v1.1.2

Handbuch der Sicherheit von Maschinensteuerungen (EN ISO 13849-1)

Über SISTEMA



▲ SISTEMA

Produktübersicht mit Lebensdauer kennwerten

Elektrisch betätigte Wegeventile						
Qn		Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
300 l/min		AV03	Elektrisch	Ø 4, Ø 6, Ø 8 Ø 1/8, Ø 1/4	5/2 AS, 5/2 AR	71
					5/3 CC, 2x3/2 CC, 2x3/2 OO, 2x3/2 OC	52,9
					2x3/2 Schieberventil, nicht überschneidungsfrei	22
700 l/min		AV05	Elektrisch	Ø 4, Ø 6, Ø 8, Ø 1/4	5/2 AS, 5/2 AR	44,6
					5/3 CC	19,8
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO, 2x3/2 OC	24,8
470 l/min		501	Elektrisch	M7, Ø 4, Ø 6, Ø 1/4	5/2 AR, 5/2 SR	21,7
					5/3 CC, 5/3 EC, 2x3/2 CC, 2x3/2 OO	14,5
					5/3 PC	6,3
bis zu 650 l/min		502	Elektrisch	G 1/8, 3/8, 1/2, Ø 6 mm, Ø 8 mm	5/2 SR	13,5
					5/2 AR, 5/3 CC, 5/3 PC, 5/3 EC, 2x3/2CC, 2x3/2 OO	35
1.400 l/min		503	Elektrisch	G 1/8, 1/4 NPTF, Ø 8, Ø 10, Ø 3/8	5/2 AR	10
					5/2 SR, 5/3 CC, 5/3 PC, 5/3 EC, 2x3/2CC, 2x3/2 OO	10
250 l/min		2002	Elektrisch	Ø 1/8, Ø 1/4, Ø 5/32 (4mm), Ø 6	5/2 SR, 5/2 AS	1,3*
					2x3/2OO, 2x3/2CC	10*
560 l/min		2005	Elektrisch	1/8 NPTF, G 1/8, Ø 1/4, Ø 6, Ø 5/16 (8 mm)	5/2 AS	16*
					5/2 SR	19,9*
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO	13,8*
					5/3 CC	15*

*Gebrauchsdauer: 10 Jahre

Die Werte in der Tabelle entsprechen dem Stand bei Redaktionsschluss. Die Daten werden regelmäßig aktualisiert und können auf unserer Website heruntergeladen werden. Gern erhalten Sie die Erklärungen (Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der ISO 13849-1) auch online zum Download:



Elektrisch und pneumatisch betätigte Wegeventile

Qn		Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
1.200 l/min		2012		1/4 NPTF, 3/8 NPTF, 1/4G, G 3/8, Ø 3/8, Ø 8, Ø 10	5/3 CC	18,7*
					5/2 SR	11,5*
400 l/min		HF04	Elektrisch	Ø 6	5/2 SR, 5/2 AR, 5/3 CC, 2x3/2 CC	20
					2x3/2 OO, 2x3/2 OC	10
700 l/min		HF03	Elektrisch	G 1/8, Ø 8, NPTF 1/8	5/2 AS, 5/2 AR, 5/3 CC	26
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO, 2x3/2 OC	24
1.400 l/min		HF02	Elektrisch	G 1/4, Ø 10	5/2 SR, 5/2 AR, 5/3 CC	15
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO	24
950 – 1.400 l/min		581 ISO Größe 1	Elektrisch, pneumatisch	G 1/8, G 1/4, Ø 6, Ø 8, 1/4" NPT, 3/8" NPT, (G 1/8, für Direktmontage am Zylinder)	5/2 SR, 5/2 AR, 5/3 EC, 5/3 PC, 5/3 CC	20
2.100 – 2.700 l/min		581 ISO Größe 2		G 1/4, G 3/8, Ø 8, 3/8" NPT, 1/2" NPT, (G 3/8 für Direktmontage am Zylinder)		
4.100 – 4.800 l/min		581 ISO Größe 3	Elektrisch, pneumatisch	G 3/8, G 1/2, 1/2" NPT, 3/4" NPT	5/2 SR, 5/2 AR, 5/3 CC, 5/3 EC, 5/3 PC	6,1
5.000 – 6.000 l/min		581 ISO Größe 4	Elektrisch, pneumatisch	G 1/2, G 3/4, G1, 1" NPT	5/2 SR, 5/2 AR, 5/3 EC, 5/3 PC, 5/3 CC	6,2
1.100 l/min		CD01-PA/PI	Elektrisch, pneumatisch	G 1/8, G 1/4, NPTF, Ø 4, Ø 6, Ø 8, Ø 10, Ø 3/8"	5/2 AS, 5/2 AR	20
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO, 2x3/2 OC	32
					5/3 CC, 5/3 EC, 5/3 PC	14,9

Produktübersicht mit Lebensdauer kennwerten

Elektrisch und pneumatisch betätigte Ventile						
Qn		Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
900 l/min		CD04	Elektrisch, pneumatisch	G 1/8, NPTF 1/8	3/2 SR	29
					5/2 SR, 5/2 AR	32
					5/3	12,9
900 – 1.400 l/min		CD07	Elektrisch, pneumatisch	G 1/4, M14 x 1,5	3/2 SR	21
					5/2 SR, 5/2 AR	24
					5/3 CC, 5/3 EC, 5/3 PC	24,8
3.800 – 4.100 l/min		CD12	Elektrisch, pneumatisch	G 1/2, M22 x 1,5	3/2	28
					5/2 SR, 5/2 AR	14
					5/3 CC, 5/3 EC, 5/3 PC	10
800 l/min		TC08	Elektrisch, pneumatisch	G 1/8, NPTF 1/8	5/2 AS, 5/2 AR, 5/3 CC, 5/3 EC, 5/3 PC	20
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO, 2x3/2 OC	15
					5/2 SR, 5/2 AR	17
1.500 l/min		TC15	Elektrisch, pneumatisch	G 1/4, NPTF 1/4	5/3 EC, 5/3 PC, 5/3 CC	26
					2x3/2 CC, 2x3/2 OO, 2x3/2 OC	29,7
					5/2 SR, 5/2 AR	17
1.000 l/min		L1	Pneumatisch	1/8 & 1/4 NPTF	5/2 SR	60
			Elektrisch		DC 5/2 SR	28
					AC 5/2 SR	20
1.700 l/min		L2	Pneumatisch	1/4 & 3/8 NPTF	5/2 SR	60
			Elektrisch		DC 5/2 SR	28
					AC 5/2 SR	7
175 l/min		519	Elektrisch	M5	5/2 SR	80
600 l/min		520	Elektrisch	G 1/8	5/2 SR und 3/2 SR	80
1050 l/min		521	Elektrisch	G 1/4	5/2 SR	80

Die Werte in der Tabelle entsprechen dem Stand bei Redaktionsschluss. Die Daten werden regelmäßig aktualisiert und können auf unserer Website heruntergeladen werden. Gern erhalten Sie die Erklärungen (Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der ISO 13849-1) auch online zum Download:



Elektrisch und mechanisch betätigte Wegeventile

Qn		Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
1.060 l/min		IS12-PD ISO1	Elektrisch	G 1/8, G 1/4, Ø 6, Ø 8, 1/4" NPT, 3/8" NPT, (G 1/8, für Direktmontage am Zylinder)	5/2 SR	39,6
2.500 l/min		IS12-PD ISO2	Elektrisch	G 1/4, G 3/8, Ø 8, 3/8" NPT, 1/2" NPT, (G 3/8 für Direktmontage am Zylinder)	5/2 SR	7
700 – 1.000 l/mn		Doppelventil IS12-PD ISO 1	Elektrisch	1/4 ISO 1	5/2 SR	21 (mit RSV) 7,5 (ohne RSV)
1950 – 3.000 l/min		Doppelventil IS12-PD ISO 2	Elektrisch	1/2 ISO 2	5/2 SR	8
700 – 7.000 l/min		SV01, SV03, SV05	Elektrisch	G 1/8, AS2 Adaption	3/2, 5/2	10
175 – 310 l/min		LS04-AF	Elektrisch	Ø 4, Ø 6	2x3/2 Schieberventil, nicht überschneidungsfrei	2
		LS04-PD			5/2 SR und 3/2 SR	5
		LS04-XS			5/2 SR	17
280 l/min		ST	Mechanisch	G 1/8	5/2 Stößel SR, 3/2 Stößel SR, 5/2 Tastrolle SR, 3/2 Tastrolle SR, 5/2 Tastrolle mit Leerücklauf SR, 3/2 Tastrolle mit Leerücklauf SR	5
1.600 – 2.400 l/min		VL/VT	Mechanisch	G 3/8, G 1/2, G 3/4, G 1, G 1 1/4, G 1 1/2, G 2	3/2	

5/2 SR Einseitig betätigt mit Federrückstellung

5/2 AR Einseitig betätigt mit Luftrückstellung

5/2 AS Einseitig betätigt mit kombinierter Feder-/Luftrückstellung

5/2 DS Beidseitig betätigt (bistabil)

5/3 CC Abgeschlossene Mittelstellung

5/3 EC Entlüftete Mittelstellung

5/3 PC Belüftete Mittelstellung

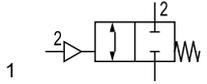
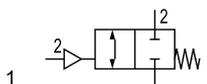
2x3/2 CC 2x 3/2 geschlossene Grundstellung

2x3/2 OO 2x3/2 offene Grundstellung

2x3/2 OC 3/2 1x geschlossene, 1x offene Grundstellung

RSV Rückschlagventil

Produktübersicht mit Lebensdauerkennwerten

Sperrventile					
Qn		Serie	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
340 l/min		Stopventil G 1/8 (0821003075)	G 1/8 1		20
340 l/min		Vorgesteuertes Rückschlagventil NR02 G 1/8 (0821003050)	G 1/8 1 1		59
680 l/min		Vorgesteuertes Rückschlagventil NR02 G 1/4 (0821003051)	G 1/4 1 1		39
680 l/min		Stopventil G 1/4 (0821003076)	G 1/4 1		10

Absperrmodul						
Qn		Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
400 l/min		AV Absperrventil	Elektrisch, pneumatisch	AV, Ø4, Ø6, Ø8, G1/4	4/2 SR	5

Die Werte in der Tabelle entsprechen dem Stand bei Redaktionsschluss. Die Daten werden regelmäßig aktualisiert und können auf unserer Website heruntergeladen werden. Gern erhalten Sie die Erklärungen (Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der ISO 13849-1) auch online zum Download:



Drucksensoren und Sensoren					
Schaltdruckbereich / Schaltstrom / Messbereich		Serie	Anschlüsse	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen	MTTF in Jahren
-0,9 – 16 bar		PM1 (Neu)	G 1/4, Flansch mit O-Ring, Ø 5x1,5, CNOMO	15	-
-1 – 12 bar		PE5	G 1/4, Ø 4	-	243 – 261
-1 – 10		PE6	Flansch mit O-Ring, Ø 1,2x1	10	20
0,1 A, DC max.		ST4	M8, M12 und offene Kabelenden	-	915
0,15 A DC max.		ST4-2P	M8 und offene Kabelenden	-	1.832
0,07 – 0,1 A DC max.		ST6	M8, M12 und offene Kabelenden	-	1.629
107 – 1.007 mm		SM6-AL	M8	-	76 – 221
32 – 256 mm		SM6	M8, offene Kabelenden	-	180 – 379

Lebensdauer kennwerte (B₁₀/MTTF) sind gemäß ISO 13849-1 nicht notwendig bei Bauteilen, die nur zur Diagnose eingesetzt werden. (Ausnahme: Steuerungen der Kategorie 2).

Produktübersicht mit Lebensdauer kennwerten

Arretierung						
Zylinder Ø	Serie	Statische Haltekraft	Anschlüsse	Funktion	B _{10D} -Wert in Mio. Zyklen	
32, 40, 50, 63, 80, 100, 125		LU6	760 – 12.000 N	G 1/8, G 1/4	Statisch	5
					Dynamisch	2

FRL					
Qn	Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
1.000 – 14.500 l/min		AS und NL	Elektrisch, pneumatisch, mechanisch	SOV, SSV, SSU	0,75
				RGS, FRE, RGP	20 (AS1) 30 (NL6, AS5) 40 (NL1, NL2, NL4, AS2, AS3)
800 – 11.500 l/min		651, 652, 653	Elektrisch, pneumatisch	SOV, SSV	0,5
				RGS	20

Redundantes sicheres Entlüftungsventil					
Qn	Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Funktion	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen
1500-8230 l/min	652	Elektrisch	G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1	3/2 SR	1
	653				0,5

SOV 3/2 Wegeventil

SSU Befüllereinheit

FRE Filterregler

SSV Befüllventil

RGS Regler

RGP Präzisionsdruckregler

Die Werte in der Tabelle entsprechen dem Stand bei Redaktionsschluss. Die Daten werden regelmäßig aktualisiert und können auf unserer Website heruntergeladen werden. Gern erhalten Sie die Erklärungen (Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der ISO 13849-1) auch online zum Download:



E/P Druckregelventile

Qn		Serie	Ansteuerung	Anschlüsse	Hysterese	B ₁₀ -Wert in Mio. Zyklen	MTTF in Jahren
150 l/min		ED02	mA und V	G 1/8, 1/8 NPT	< 0,05 bar	10	30
1.000 l/min		ED05	mA, V und Bus	G 1/4	< 0,06 bar	10	26
1.300 – 2.600 l/min		ED07/12	mA, V und Bus	G 3/8, Ø 12, G 3/4	< 0,03 bar	10	25
800 l/min		EV07	mA und V	G 1/4	0,03 bar	10	25
300 – 600 l/min		EV03	mA, V und Bus	G 1/4	0,05 – 0,2 bar	20	195
300 – 600 l/min		AV03-EP	mA, V und Bus	über Ventilsystem	0,05 – 0,2 bar	20	195
300 – 600 l/min		AV05-EP	mA, V und Bus	über Ventilsystem	0,05 – 0,2 bar	20	195

Produktübersicht mit Lebensdauerkenwerten

Feldbustechnik				
	Serie	Feldbusprotokoll	Kombinierbar mit Ventilserie	MTTF in Jahren
	BDC-B-CanOpen	CANopen	HF, CD01-PI	107
	BDC-B-DevNet	DeviceNet	HF, CD01-PI	107
	BDC-B-DP	Profibus DP	HF, CD01-PI	119
	BDC-B-Sercos	SERCOS III	HF, CD01-PI	92
	BDC-B-EtherCat	EtherCAT	HF, CD01-PI	92
	CMS-B-Ethernet IP	Ethernet IP	HF, CD01-PI	69
	AES	PROFIBUS, CANopen, DeviceNet	AV	125
	AES	Generation 1	AV	75
		Generation 2		106
	AV	IO-Link	AV	196

Die Werte in der Tabelle entsprechen dem Stand bei Redaktionsschluss. Die Daten werden regelmäßig aktualisiert und können auf unserer Website heruntergeladen werden. Gern erhalten Sie die Erklärungen (Zuverlässigkeitskennwerte und weitere Angaben zur Anwendung der ISO 13849-1) auch online zum Download:



Feldbustechnik

	Serie	Modultyp	Kombinierbar mit Ventilserie	MTTF in Jahren
	AV	Ventiltreiber 2 fach	AV	920
	AV	Ventiltreiber 3 fach	AV	730
	AV	Ventiltreiber 4 fach	AV	630
	AV	Elektrische Einspeiseplatte	AV	854
	AV	Pneumatische Einspeiseplatte mit UAoff-Ausschaltspannungsüberwachung	AV	1094
	AES	Digitales Eingangsmodul (8DI), M8/M12 Digitales Ausgangsmodul (8DO), M8/M12	AV	513
	AES	Digitales Eingangsmodul (16DI), M12/Federzugklemme Digitales Ausgangsmodul (16DO), M12/Federzugklemme	AV	346
	AES	Digitales Ausgangsmodul (24DO), D-Sub	AV	306
	AES	Digitales Kombimodul (8DIDO), M8/M12	AV	203
	AES	Analoges Eingangsmodul (2AI), M12 Analoges Ausgangsmodul (2AO), M12	AV	91
	AES	Analoges Kombimodul (2Ai2AO), M12	AV	74
	AES	Druckmessmodul mit 4 Druckluftanschlüssen (4P4D4)	AV	93

Glossar

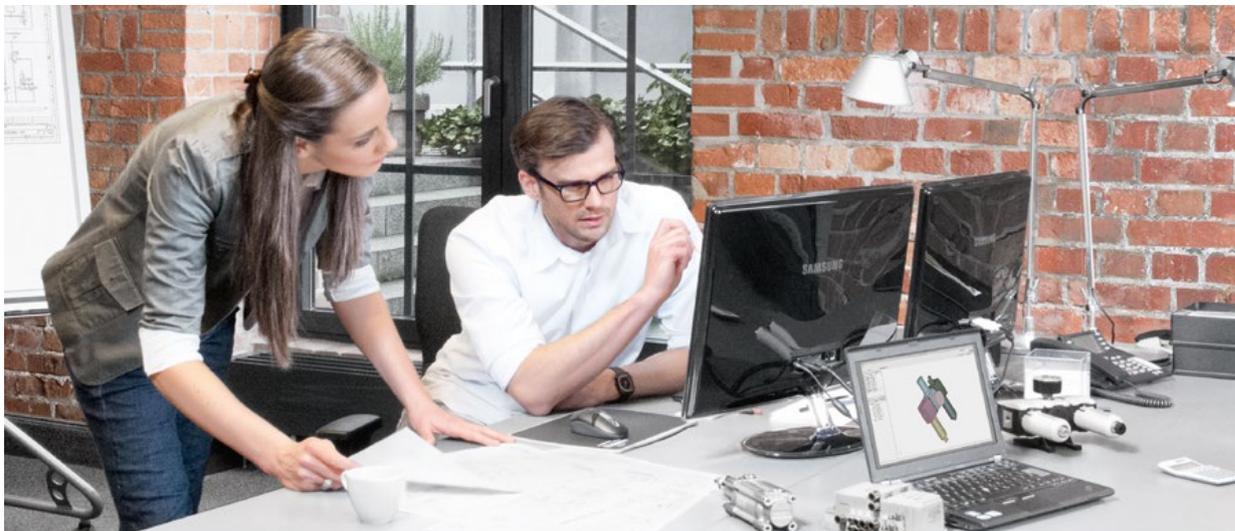
a, b, c, d, e	Bezeichnung für Performance Level	Gefährdung	Potenzielle Quellen von Verletzungen oder Gesundheitsschäden
B, 1, 2, 3, 4	Bezeichnung für die Kategorien	Gefährdungsbe- reich	Bereich in und/oder um eine Maschine, in dem eine Person einer Gefahr ausgesetzt sein kann
B ₁₀	Bauteilgüte (bei Verschleiß); Anzahl von Zyklen bis 10 % der Komponenten ausgefallen sind (u. a. für pneumatische und elektromechanische Komponenten). Einheit: Mio. Zyklen	I, I1, I2	Eingabegerät, z. B. Sensor (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse)
B _{10D}	Bauteilgüte (bei Verschleiß); Anzahl von Zyklen bis in 10 % der Komponenten ein Gefahr bringender Ausfall eintritt (u. a. für pneumatische und elektromechanische Komponenten). Einheit: Mio. Zyklen	E/A	Ein-/Ausgänge
BGIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, seit 1. Jan. 2010 umbenannt in Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)	Kanal	Element oder Gruppe von Elementen, die eine Funktion unabhängig ausführen
Kat.	Kategorie	L, L1, L2	Logik
CCF	Fehler gemeinsamer Ursache [ISO 13849-1]	MTBF	Mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (engl. Mean Operating Time Between Failures)
DC	Diagnosedeckungsgrad [ISO 13849-1: Diagnosewirksamkeit, die als das Verhältnis zwischen erkannten Gefahr bringenden Ausfällen und allen Gefahr bringenden Ausfällen beschrieben werden kann]. Einheit: Prozent	MTTF	Mittlere Zeit bis zum Ausfall Einheit: Jahr
DC _{avg}	Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad Einheit: Prozent	MTTF _d	Mittlere Zeit bis zum Gefahr bringenden Ausfall. Einheit: Jahr
F, F1, F2	Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition	Nichttrennende Schutzeinrich- tung	Mechanische oder elektrische Einrichtungen, die den Zweck haben, die Ausführung von gefährdenden Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen zu verhindern
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse	n _{op}	Schaltheufigkeit. Einheit: Zyklen/Jahr
Funktionale Sicherheit	Sobald die Sicherheit einer Maschine von einer korrekten Funktion der Steuerung abhängt, spricht man von „funktionaler Sicherheit“ mit besonderen Anforderungen an die Verfügbarkeit der Sicherheitsfunktion.	NOT-AUS	Ausschalten der Energie im Notfall [ISO 13849-1: Manuell betätigtes Steuergerät, das im Notfall die Abschaltung der elektrischen Energieversorgung zu einer ganzen oder einem Teil einer Installation bewirkt]
Gefahr bringender Ausfall	Ausfall, der potenziell zu einem gefährlichen Zustand oder einer Fehlfunktion in den SRP/CS führt	Nothalt	Stillsetzen im Notfall
		O, O1, O2	Ausgabegerät, z. B. Antriebselement (engl. Output device, e.g. actuator)
		P, P1, P2	Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung (engl. Possibility of avoiding the hazard)
		PFD	Mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit der entworfenen Funktion bei Anforderung (engl. Average Probability of Failure to Perform its Design Function on Demand)

PFH	Ausfallwahrscheinlichkeit: Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls pro Stunde (engl. Probability of Failure per Hour). Einheit: pro Stunde
PFH_D	Wahrscheinlichkeit eines Gefahr bringenden Ausfalls pro Stunde. Einheit: pro Stunde
PL	Istwert der funktionalen Sicherheit (engl. Performance Level) [ISO 13849-1: diskreter Level, der die Fähigkeit von sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung spezifiziert, eine Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen]
PL_r	Sollwert der funktionalen Sicherheit (engl. required Performance Level). [ISO 13849-1: Angewandter Performance Level, der erforderlich ist, um die erforderliche Risikominderung für jede Sicherheitsfunktion zu erreichen]
Redundanz	Vorhandensein mehrerer funktionsgleicher oder vergleichbarer technischer Ressourcen (hauptsächlich aus Sicherheitsgründen), die für einen störungsfreien Normalbetrieb nicht benötigt werden
Restrisiko	Risiko, das nach Ausführung der Schutzmaßnahme verbleibt
Risiko	Kombination der Wahrscheinlichkeit
Risikoeinschätzung	Bestimmt das wahrscheinliche Ausmaß des Schadens und die Wahrscheinlichkeit seines Auftretens
Risikoanalyse	Kombination aus Festlegung der Grenzen einer Maschine, Identifizierung einer Gefährdung und Risikoeinschätzung
Die Risikobeurteilung	Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst
Risikobewertung	Bewertung, ob die Ziele der Risikominderung auf der Grundlage der Risikoanalyse erreicht wurden
S, S1, S2	Schwere der Verletzung

Schutzmaßnahme	Maßnahme zur Beseitigung einer Gefährdung oder zur Minderung eines Risikos
SF	Sicherheitsfunktion
Sicherheitsbauteil	Unabhängig vermarktetes Bauteil, das eine Sicherheitsfunktion erfüllt, die im Falle eines Ausfalls und/oder einer Fehlfunktion die Sicherheit von Personen gefährden würde. Die Funktion des Bauteils ist für den Betrieb der Maschine nicht erforderlich und kann durch andere herkömmliche Bauteile ersetzt werden
Sicherheitsfunktion	Eine zur normalen Betriebsfunktion einer Maschine zusätzliche Funktion, die bei Auftreten von Fehlerzuständen oder kritischen Betriebszuständen die Sicherheit der Maschine erhält oder herstellt. Ein Ausfall oder Fehler in dieser Funktion würde das Sicherheitsrisiko der Maschine erhöhen.
SIL	Sicherheitsstufe
SRP/CS	Sicherheitsbezogenes Teil eines Steuerungssystems; Teil eines Steuerungssystems, das auf sicherheitsbezogene Eingangssignale reagiert und sicherheitsbezogene Ausgangssignale erzeugt
T_{10D}	Verschleißindikator: Mittlere Zeit bis zum Gefahr bringenden Ausfall von 10 % der Bauteile. Einheit: Jahr
TE	Testeinrichtung
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
TM	Gebrauchsdauer. Einheit: Jahr
Trennende Schutzeinrichtung	Physikalische Schutzbarriere als Teil der Maschine

Nutzen Sie unsere Erfahrung

Besuchen Sie uns für weitere Informationen unter www.Emerson.com/contactus



Info-Service rund um die Uhr

Das Internetportal von Emerson steht Ihnen rund um die Uhr zur Verfügung. Im Online-Katalog können Sie unser gesamtes Produktsortiment mit umfassenden technischen Details einsehen. Um unsere ausgefeilten Engineering Tools zu nutzen, besuchen Sie: www.engineering-tools.com



Online-Katalog

Der schnellste Einstieg erfolgt über unseren Online-Katalog. Hier können Sie Ihre Suche direkt durch Eingabe einer Teilenummer oder eines Stichworts starten.



CAD

Ihr gewünschtes Objekt kann hier direkt als CAD-Datei in verschiedenen Formaten ausgegeben werden, als Ansichts-PDF oder zur weiteren Konfiguration in Ihrer Software.



Konfiguratoren

Der Konfigurator ist per Mausklick auf das ausgewählte Produkt zu erreichen. Nun beginnt nach Einwahl die Adaption nach Ihren eigenen Vorgaben.



Berechnungsprogramme

Hier geben Sie über verschiedene Berechnungswege die gewünschte Größe oder Belastbarkeit Ihrer Komponente an. Als Besonderheit finden Sie hier einen Luftverbrauchsrechner.



Schaltplansoftware

Mit dem Scheme Editor können Sie schnell und einfach Schaltpläne erstellen, die auf Ihrem Komponentenlayout basieren und mit Ihrer Katalogauswahl verknüpft sind.



eShop

Der eShop ist schließlich der Online-Shop, der Preisabfragen beantwortet und bis hin zum Lieferungsstatus den gesamten Bestellvorgang überwacht.

Haftungshinweis/Warnung bezüglich der Produkthaftung: Für die sichere Gestaltung der Maschine bleibt der Kunde als Maschinenhersteller verantwortlich. Die letzte Entscheidung muss der Kunde als Maschinenhersteller selbst treffen. Emerson übernimmt keine Haftung für die Maschine! Dieser Haftungsausschluss gilt insbesondere nicht im Fall eines vorsätzlichen oder grob fahrlässigen Verhaltens oder im Fall, dass ein Fehler arglistig verschwiegen wurde.

Eigenschaften der Steuerungskategorien

	Kategorie B	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4	
Struktur						
Merkmale	Redundanz (2 Kanäle)	Nein	Nein	Nein	Ja	
	Fehlersicherheit / Fehleranhäufung	0 -	0 -	0 	1 	1
Anforderungen	Sicherheitsprinzipien	Grundlegende	Grundlegende und bewährte	Grundlegende und bewährte	Grundlegende und bewährte	
	Bewährte Bauteile	-	Ja	-	-	
	Bauteil – MTTF _D (Lebensdauer)	Niedrig-mittel	Hoch	Niedrig-hoch	Niedrig-hoch	Hoch
	Überwachung (DC)	Keine	Keine	Niedrig-mittel	Niedrig-mittel	Hoch
	Beachtung CCF	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
	PL (möglich)	a–b	b–c	a–d	a–e	e

I Eingang
L Logik
O Ausgang
TE Testeinrichtung

O_{TE} Ausgang der Testeinrichtung
 Sicherheitsfunktion fällt aus
 - - - - - Überwachung
 ———— Verbindung

Bewertung	MTTF _D
Niedrig	3 Jahre ≤ MTTF _D < 10 Jahre
Mittel	10 Jahre ≤ MTTF _D < 30 Jahre
Hoch	30 Jahre ≤ MTTF _D < 100 Jahre (bzw. < 2.500 Jahre in Kat. 4)

▲ Quelle: ISO 13849

Bewertung	DC-Bereich
Keine	DC < 60 %
Niedrig	60 % ≤ DC < 90 %
Mittel	90 % ≤ DC < 99 %
Hoch	99 % ≤ DC

▲ Vier Klassen des DC im vereinfachten Ansatz der ISO 13849-1

Safety first



Effiziente Maschinensicherheit von Emerson: Vertrauen Sie auf unser umfassendes Know-how und unsere Sicherheitslösungen für Fluid Control und Pneumatik.

Ihr lokaler Ansprechpartner: [Emerson.com/contactus](https://www.emerson.com/contactus)

Besuchen Sie uns:



[Emerson.com](https://www.emerson.com)



[Facebook.com/EmersonAutomationSolutions](https://www.facebook.com/EmersonAutomationSolutions)



[Linkedin.com/showcase/emr-discreteautomation](https://www.linkedin.com/showcase/emr-discreteautomation)



[X.com/EMR_Automation](https://www.x.com/EMR_Automation)

Das Emerson-Logo ist eine Marke und Dienstleistungsmarke der Emerson Electric Co. Das Markenlogo ist eine eingetragene Marke eines der Unternehmen der Emerson-Familie. Alle anderen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. © 2024 Emerson Electric Co. Alle Rechte vorbehalten.
BR000049DEDE-02_05-24

