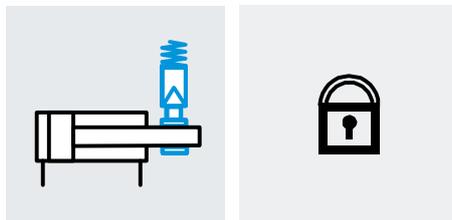


Sicherheits-Teilfunktionen SB Kategorie 1, bis zu PL c PUS Kategorie 1, bis zu PL c



Application Note
SB, PUS, Kategorie
1, bis zu PL c

TitelApplication Note SB, PUS, Kategorie 1, bis zu PL c
Version 1.0
Dokumentennummer (TSHQ) 100236
Original Deutsch
AutorFesto
Letztes Speicherdatum 19.09.2019

Rechtliche Hinweise

Im Folgenden ist mit „Festo“ die „Festo AG & Co.KG“ bezeichnet.

Diese Application Note ist unverbindlich. Diese Application Note stellt einen möglichen Lösungsansatz für einen beispielhaften Einsatzfall dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, insbesondere hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten für Ihren konkreten Einsatzfall. Die Application Note ist keine kundenspezifische Lösung, sondern soll lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen bieten.

Die in der Application Note genannten Werte sind teilweise Annahmen und Abschätzungen, die eine detaillierte Betrachtung unter Zuhilfenahme der EN ISO 13849 Teil 1 und 2 nicht ersetzen.

Die tatsächlich erreichbaren Kennwerte (insbesondere PL, PFH_d, Kategorie, DC, MTTF_d, CCF) hängen von den eingesetzten Komponenten sowie wie ihren Einsatzbedingungen in der konkreten Applikation ab.

Die Application Note enthebt Sie nicht von der Pflicht, eine Risikobeurteilung und eine Validierung Ihrer spezifischen Anwendung vorzunehmen und die Einhaltung sämtlicher Vorgaben, insbesondere der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, selbst sicherzustellen. Sie als Anwender tragen für Ihren konkreten Einsatzfall und für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte in diesem Zusammenhang selbst die Verantwortung.

Festo lehnt jede Haftung für Schäden ab, die durch die Anwendung von gegebenenfalls falschen bzw. unzureichenden Informationen oder aufgrund fehlender Informationen in diesen Unterlagen entstehen. Dies gilt ebenfalls für Defekte, die durch unsachgemäße Behandlung von Geräten und Baugruppen entstehen. Für Schäden, die durch die Nichteinhaltung der Vorgaben der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entstehen, wird ebenfalls jede Haftung, mit Ausnahme von Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens Festo, abgelehnt.

Die Informationen dieses Dokuments gelten keinesfalls als Ersatz für die Bedienungsanleitung der jeweiligen Hersteller sowie der Konstruktion und Prüfung der jeweils eigenen Anwendung durch den Benutzer. Die jeweiligen Bedienungsanleitungen der Produkte von Festo sind unter www.festo.com zu finden. Der Benutzer dieses Dokuments muss selbst sicherstellen, dass jede Funktion, die hier beschrieben ist, auch in seiner Anwendung ordnungsgemäß funktioniert. Der Benutzer bleibt auch durch das Studium dieses Dokuments sowie durch die Nutzung der darin genannten Angaben allein verantwortlich für die eigene Anwendung.

Im Übrigen gelten die Regelungen bzgl. Haftung aus den Liefer-, Zahlungs- und Softwarenutzungsbedingungen von Festo, welche Sie unter www.festo.com finden. Diese lassen wir Ihnen auf Anforderung gerne zukommen.

Dieses Dokument ist nur geeignet für Personen mit ausreichender Fachkompetenz für Maschinensicherheit auf Basis der DIN EN ISO 12100 und DIN EN ISO 13849. Zusätzlich sind die folgenden Qualifikationen im Projektteam erforderlich:

- Fachkraft in der Pneumatik
- Fachkraft in der Elektrotechnik
- Fachkraft für die Programmierung von Steuerungen und Sicherheitsschaltgeräten

Urheberrechtshinweis

Diese Unterlagen sind geistiges Eigentum von Festo, der auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Eine inhaltliche Änderung, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieser Unterlagen sowie deren Weitergabe an Dritte ist nur mit der ausdrücklichen schriftlichen Erlaubnis von Festo gestattet.

Festo behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber.

© (Festo AG & Co.KG, D - 73734 Esslingen, 2019)

Internet: <http://www.festo.com>

E-Mail: service_international@festo.com

Inhaltsverzeichnis

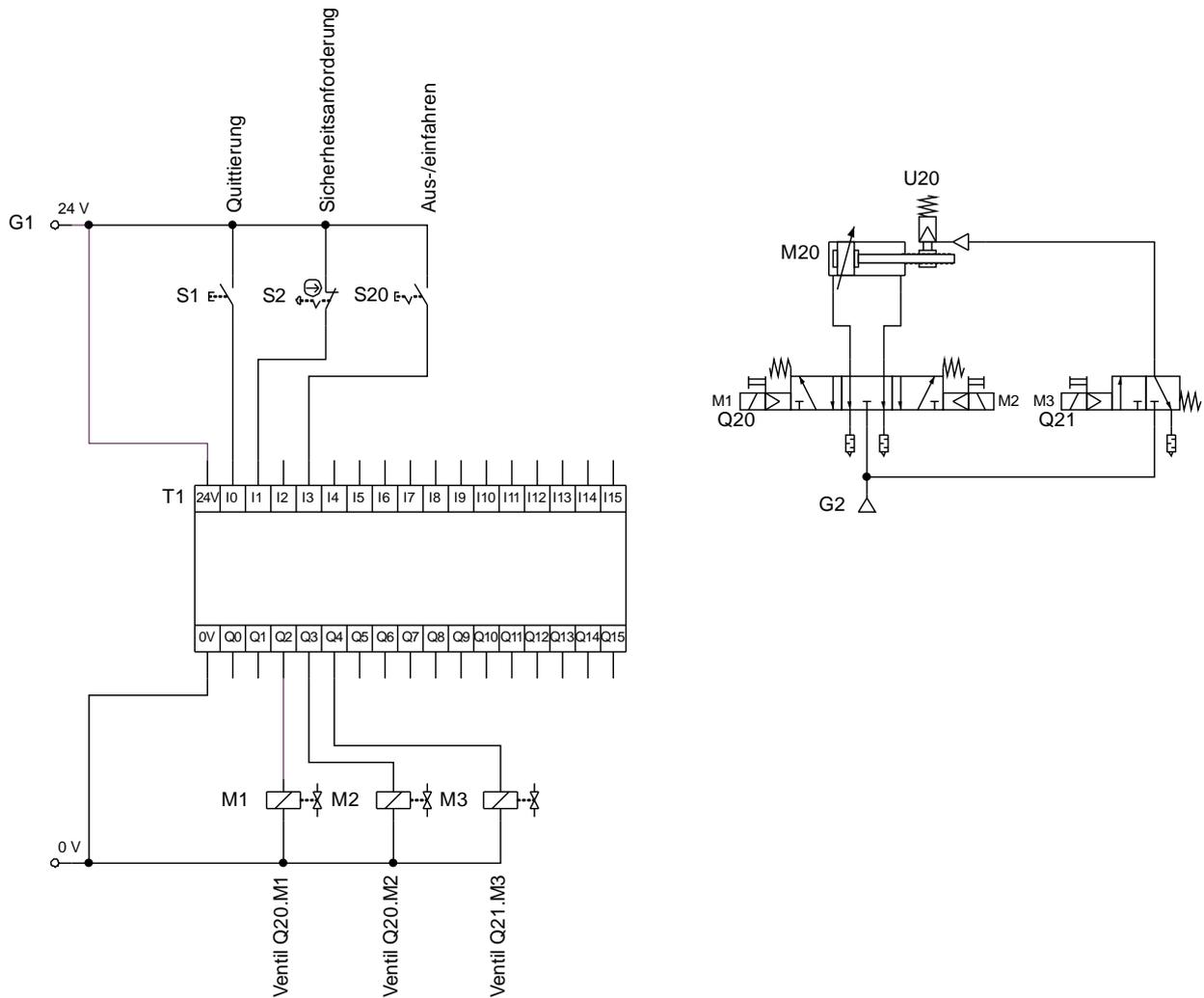
1	Beispielschaltungen	4
1.1	STO, SB und PUS, Kategorie 1, bis zu PL c.....	5
1.1.1	Schaltplan.....	5
1.1.2	Komponenten	5
1.1.3	Beschreibung.....	6
1.1.4	Sicherheitsbetrachtung.....	7
1.2	SET, SB und PUS, Kategorie 1, bis zu PL c	8
1.2.1	Schaltplan.....	8
1.2.2	Komponenten	8
1.2.3	Beschreibung.....	9
1.2.4	Sicherheitsbetrachtung.....	10
2	Literatur	11

1 Beispielschaltungen

- Die in diesem Dokument angegebenen Schaltungen sind Prinzipschaltungen, die auf Grund der Übersichtlichkeit und Umfang nicht vollständig sein können.
- Die verwendeten Abkürzungen für die Sicherheits-Teilfunktionen beziehen sich auf die Definitionen in der VDMA 24584 [1] für die Pneumatik:
 - STO: sichere Momentabschaltung (Safe Torque Off)
 - SET: Sicheres Momentengleichgewicht (Safe Equilibrium of Torque)
 - SB: sicheres Blockieren (Safe Blocking)
Der Abtrieb des pneumatischen Antriebs ist stillgesetzt. Die freie Beweglichkeit des Abtriebs wird reibschlüssig blockiert.
 - PUS: Vermeidung unerwarteter Anlauf (Prevention of unexpected start-up)
- Kategorie 1, bis zu PL c nach DIN EN ISO 13849-1 [2].
- Die hier beschriebenen Schaltungen und das beschriebene Vorgehen sind Empfehlungen, die andere Möglichkeiten nicht ausschließen.
- Auf Grund der großen Vielfalt möglicher Ventile können in diesem Dokument keine Typbezeichnungen und Teilenummern für Ventile genannt werden. Bei der Auswahl der Ventile ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Ventile folgende Merkmale aufweisen:
 - Betätigungsart: elektrisch
 - Rückstellart: mechanische Feder
 - Dichtprinzip: weich
 - Steuerart: vorgesteuert
 - Steuerluftversorgung: extern
 - Einschaltdauer: 100%
 - Bewährtes Bauteil nach DIN EN ISO 13849-1 und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien sind eingehalten.
 - Der für die Berechnung des $MTTF_0$ -Werts erforderliche B10-Wert muss vorliegen.
- Wichtiger Hinweis
 - Zusätzlich können weitere konstruktive Merkmale und Anforderungen bestehen, die in Abhängigkeit von der Anwendung zu bestimmen sind.
- Auf Grund der großen Vielfalt möglicher Druckregler können in diesem Dokument keine Typbezeichnungen und Teilenummern für Druckregler genannt werden. Bei der Auswahl der Druckregler ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Druckregler folgende Merkmale aufweisen:
 - Reglerfunktion: Ausgangsdruck konstant mit Sekundärentlüftung
 - Bewährtes Bauteil nach DIN EN ISO 13849-1 und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien sind eingehalten.
 - Der für die Berechnung des $MTTF_0$ -Werts erforderliche B10-Wert muss vorliegen.
- Wichtiger Hinweis
 - Zusätzlich können weitere konstruktive Merkmale und Anforderungen bestehen, die in Abhängigkeit von der Anwendung zu bestimmen sind.
- Auf Grund der großen Vielfalt möglicher Feststelleinheiten können in diesem Dokument keine Typbezeichnungen und Teilenummern für Feststelleinheiten genannt werden. Bei der Auswahl der Feststelleinheiten ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Feststelleinheiten folgende Merkmale aufweisen:
 - Klemmart mit Wirkrichtung: beidseitig; Klemmung durch Feder, lösen mit Druckluft
 - Bewährtes Bauteil nach DIN EN ISO 13849-1 und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien sind eingehalten.
 - Der für die Berechnung des $MTTF_0$ -Werts erforderliche B10-Wert für das statische Klemmen unter Last muss vorliegen.
 - Um die Sicherheits-Teilfunktion sicheres Blockieren (SB) ausführen zu können, muss die Haltekraft der Feststelleinheit so groß dimensioniert werden, dass diese alle gleichzeitig wirkenden Kräfte der Anwendung halten kann.
- Wichtiger Hinweis
 - Zusätzlich können weitere konstruktive Merkmale und Anforderungen bestehen, die in Abhängigkeit von der Anwendung zu bestimmen sind.

1.1 STO, SB und PUS, Kategorie 1, bis zu PL c

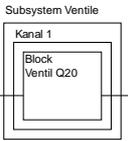
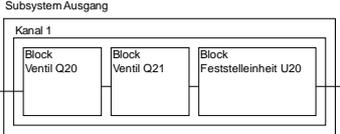
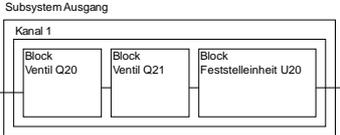
1.1.1 Schaltplan



1.1.2 Komponenten

Komponente	Typ	Bezeichnung / Teile-Nummer / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20		Pneumatischer Antrieb	1	Festo
Q20		5/3-Wegeventil, monostabil	1	Festo
Q21		3/2-Wegeventil, monostabil	1	Festo
		Schalldämpfer, sofern benötigt	3	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Schalter der Funktionssteuerung	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	
U20		Feststellereinheit	1	Festo

1.1.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung, z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Sicheres Blockieren (SB), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c</p> 
Sicherer Zustand	<p>Der pneumatische Antrieb ist in einer Endlage stillgesetzt, entlüftet, energiefrei und der Abtrieb des pneumatischen Antriebs ist reibschlüssig blockiert.</p> <p>Es wird vorausgesetzt, dass der entlüftete und reibschlüssig blockierte Zustand des pneumatischen Antriebs der sichere Zustand ist.</p> <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feststelleinheiten für die Fabrikautomation sind in der Regel bestimmungsgemäß nur für ein statisches Klemmen geeignet. Hersteller von Feststelleinheit lassen normalerweise ein Verzögern der Bewegung (Bremsen) durch die Feststelleinheit nicht zu. Sollte mit einer Feststelleinheit trotzdem eine Bewegung verzögert werden, z.B. auf Grund eines Energieausfalls, ist auf Grund des erhöhten Verschleißes eine Funktionsprüfung der Feststelleinheit für das statische Klemmen erforderlich. Bei Bedarf ist die Feststelleinheit auszutauschen. • Bei der Umsetzung ist darauf zu achten, dass der pneumatische Antrieb nur im stillgesetzten Zustand in einer Endlage geklemmt wird. Dadurch wird verhindert, dass beim Belüften des Antriebs zusätzliche Kräfte auf die Feststelleinheit wirken. • Die Kräfte durch die Last und durch die beweglichen Teile des Antriebs müssen zu jedem Zeitpunkt kleiner sein wie die Haltekraft der Feststelleinheit. Soll die Feststelleinheit auch die Kraft des Antriebs halten können, ist die Feststelleinheit entsprechend zu dimensionieren. • Feststelleinheiten sind verschleißbehaftet. Deswegen wird eine regelmäßige Prüfung zumindest im Wartungszyklus der Maschine empfohlen.
Funktion der Schaltung	<p>Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. • Das Sicherheitsschaltgerät (T1) verhindert eine Änderung der Ausgänge für das Ventil (Q20), so dass das Ventil (Q20) seine aktuelle Schaltstellung beibehält. • Nach einer Zeitverzögerung, in der der pneumatische Antrieb (M20) auf jeden Fall seine Endlage erreicht, werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q21) abgeschaltet. • Die Magnete des Ventils (Q21) werden nicht mehr angesteuert. • Dadurch wird die Feststelleinheit (U20) nicht mehr angesteuert. Damit geht die Feststelleinheit (U20) in Ruhestellung und klemmt den Abtrieb des pneumatischen Antriebs (M20). • Nach einer Zeitverzögerung werden die Magnete des Ventils (Q20) nicht mehr angesteuert.

	<ul style="list-style-type: none"> Das Ventil (Q20) schaltet in die Ruhestellung, trennt die Zufuhr des Betriebsdrucks und entlüftet beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20). Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) entlüftet.
Manuelle Rückstellfunktion	<p>Es wird vorausgesetzt, dass sich der pneumatische Antrieb sich in einer seiner Endlagen befindet.</p> <ol style="list-style-type: none"> Nach dem Zurücksetzen der Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch das mechanische Entriegeln des Not-Halt-Schalters oder durch das Schließen der Schutztür, kann durch die Betätigung des Quittierungstasters (S1) der Start oder Wiederanlauf ermöglicht werden. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) steuert das Ventil (Q20) so an, dass der pneumatische Antrieb in seiner aktuellen Endstellung gehalten wird. Nach einer Zeitverzögerung wird der Magnet des Ventils (Q21) angesteuert. Dadurch schaltet das Ventil (Q21) in seine Schaltstellung, so dass die Feststelleinheit (U20) angesteuert wird. Damit wird die Klemmung der Feststelleinheit (U20) gelöst. Dann kann das Sicherheitsschaltgerät (T1) die Ansteuerung der Magnete des Ventils (Q20) zulassen, so dass ein normaler Betrieb möglich ist.

1.1.4 Sicherheitsbetrachtung

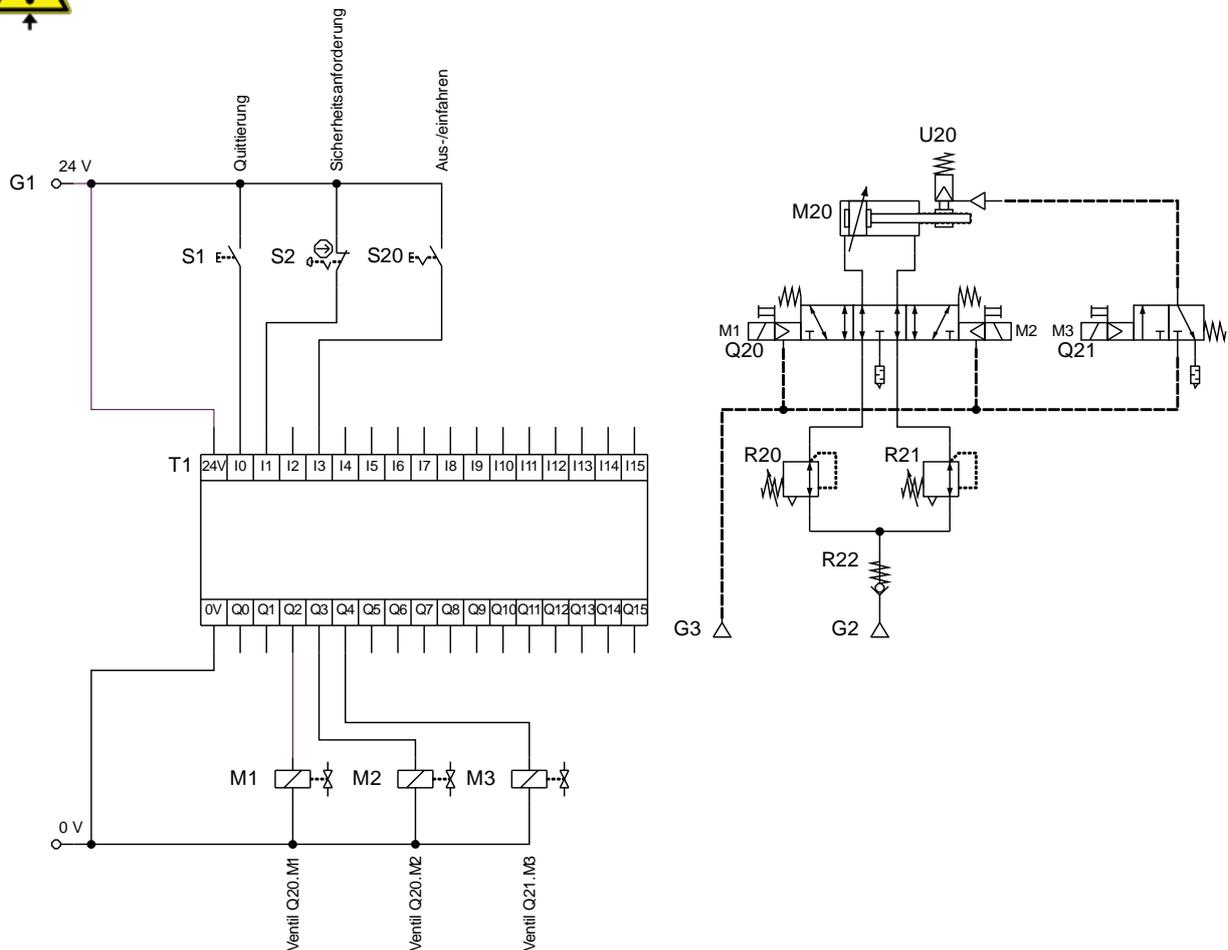
Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen.
Ausgang	Die Ventile (Q20, Q21) und die Feststelleinheit (U20) müssen bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1 sein und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien einhalten. Der für die Berechnung des MTTF _D -Werts erforderliche B10-Wert muss vorliegen.

1.2 SET, SB und PUS, Kategorie 1, bis zu PL c

1.2.1 Schaltplan



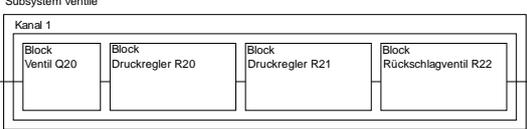
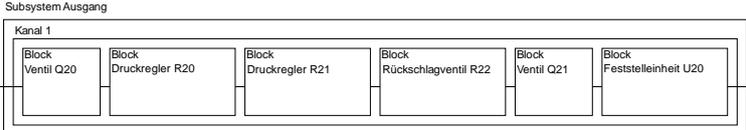
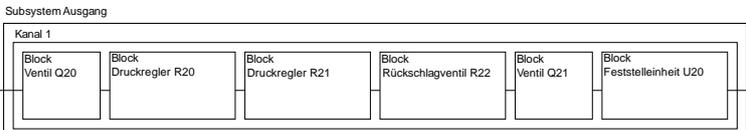
Nach DIN EN ISO 14118 muss eingeschlossene Druckluft gekennzeichnet werden und mit einer Möglichkeit zur manuellen Druckentlastung versehen sein.



1.2.2 Komponenten

Komponente	Typ	Bezeichnung / Teile-Nummer / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20		Pneumatischer Antrieb	1	Festo
Q20		5/3-Wegeventil, monostabil	1	Festo
Q21		3/2-Wegeventil, monostabil	1	Festo
		Schalldämpfer, sofern benötigt	2	Festo
R20, R21		Druckregler	2	Festo
R22		Rückschlagventil	1	Festo
S1		Quit tierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Schalter der Funktionssteuerung	1	
T1		Sicherheitschaltgerät	1	
U20		Feststelleinheit	1	Festo

1.2.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung, z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sicheres Momentengleichgewicht (SET), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Sicheres Blockieren (SB), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c</p> 
Sicherer Zustand	<p>Die Kammern des pneumatischen Antriebs werden mit Druckluft versorgt. Die Drücke in den Kammern sind mit Druckreglern so eingestellt, dass alle Kräfte am pneumatischen Antrieb sich im Gleichgewicht befinden, d.h. die externen Kräfte werden durch die Kraft des pneumatischen Antriebs aufgehoben und der pneumatische Antrieb kann dadurch seine aktuelle Position halten. Zusätzlich wird der Abtrieb des pneumatischen Antriebs reibschlüssig blockiert.</p> <p>Es wird vorausgesetzt, dass dieser Zustand des pneumatischen Antriebs ein sicherer Zustand sein kann.</p> <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der sichere Zustand setzt voraus, dass die externen Kräfte und die vom Antrieb erzeugte Kraft konstant bleiben. Gibt es in der Anwendung verschiedene Lastzustände, wird empfohlen, das Momentengleichgewicht für die größte Last einzustellen, so dass bei kleineren Lasten eine Bewegung in die Richtung erfolgt, bei der das geringere Risiko besteht. In Abhängigkeit vom Risiko kann es bei kleineren Lasten erforderlich sein, die Sicherheits-Teilfunktionen SLT zu bewerten oder die Feststelleinheit (U20) zu verwenden. Die Bewegung bei den kleineren Lasten kann in der Endlage durch die Feststelleinheit (U20) blockiert werden. • Feststelleinheiten für die Fabrikautomation sind in der Regel bestimmungsgemäß nur für ein statisches Klemmen geeignet. Hersteller von Feststelleinheit lassen normalerweise ein Verzögern der Bewegung (Bremsen) durch die Feststelleinheit nicht zu. Sollte mit einer Feststelleinheit trotzdem eine Bewegung verzögert werden, z.B. auf Grund eines Energieausfalls, ist auf Grund des erhöhten Verschleißes eine Funktionsprüfung der Feststelleinheit für das statische Klemmen erforderlich. Bei Bedarf ist die Feststelleinheit auszutauschen. • In Abhängigkeit von den Einstellungen der Druckregler (R20, R21) und der Anwendung kann die Sicherheits-Teilfunktion SET eine Stoppfunktion ausführen. Gibt es in der Anwendung verschiedene Lastzustände, kann die Stoppfunktion nur bei einem Lastzustand ausgeführt werden. Bei den anderen Lastzuständen wird der pneumatische Antrieb in der Regel in seiner Endlage zum Stillstand kommen. In der Endlage kann dann die Bewegung mit der Feststelleinheit (U20) reibschlüssig blockiert werden. • Die Bewegung kann durch die Feststelleinheit (U20) stillgesetzt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass für die gewählte Feststelleinheit das Verzögern der Bewegung (Bremsen) nach den Herstellerangaben zulässig ist.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ist die Betriebsdruckversorgung (G2) entlüftet, kann durch das Betätigen des Ventils (Q20) in beide Schaltzustände der entlüftete Zustand des pneumatischen Antriebs (M20) herbeigeführt werden. • Das Rückschlagventil (R22) dient zum Halten des Betriebsdrucks beim Ausschalten oder Ausfall der Druckluftversorgung. Nach dem Ausschalten oder nach Ausfall des Betriebsdrucks kann es auf Grund der Leckage zu einer Bewegung kommen, die durch die Feststelleinheit (U20) blockiert werden kann. • Die Einstellungen der Druckregler (R20, R21) sind vor Manipulation zu schützen, z.B. durch abschließbare Druckregler oder durch einen geschützten Einbau. • Die Kräfte durch die Last und durch die beweglichen Teile des Antriebs müssen zu jedem Zeitpunkt kleiner sein wie die Haltekraft der Feststelleinheit. Soll die Feststelleinheit auch die Kraft des Antriebs halten können, ist die Feststelleinheit entsprechend zu dimensionieren. • Feststelleinheiten sind verschleißbehaftet. Deswegen wird eine regelmäßige Prüfung zumindest im Wartungszyklus der Maschine empfohlen. • Die durch Leckage oder Änderungen im tribologischen System mögliche Bewegung bei der Sicherheits-Teilfunktion SET darf nach DIN EN ISO 13736 [3] einen Wert von 5 mm/s nicht überschreiten. Dies muss in regelmäßigen Abständen, z.B. im Wartungsintervall der Maschine, geprüft werden.
Funktion der Schaltung	<p>Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. 2. Anschließend werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q20) abgeschaltet. 3. Die Magnete des Ventils (Q20) werden nicht mehr angesteuert. 4. Das Ventil (Q20) schaltet in die Ruhestellung, verbindet die Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) mit den Druckreglern (R20, R21). Die Druckregler sind so eingestellt, dass im Stillstand die bekannte Last in ihrer Position gehalten wird. 5. Nach einer Zeitverzögerung, in der der pneumatische Antrieb (M20) auf jeden Fall stillgesetzt wird, werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q21) abgeschaltet. 6. Die Magnete des Ventils (Q21) werden nicht mehr angesteuert. 7. Dadurch wird die Feststelleinheit (U20) nicht mehr angesteuert. Damit geht die Feststelleinheit (U20) in Ruhestellung und klemmt den Abtrieb des pneumatischen Antriebs (M20).
Manuelle Rückstellfunktion	<ol style="list-style-type: none"> 5. Nach dem Zurücksetzen der Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch das mechanische Entriegeln des Not-Halt-Schalters oder durch das Schließen der Schutztür, kann durch die Betätigung des Quittierungstasters (S1) der Start oder Wiederanlauf ermöglicht werden. 6. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) steuert das Ventil (Q21) an. Dadurch schaltet das Ventil (Q21) in seine Schaltstellung, so dass die Feststelleinheit (U20) angesteuert wird. Damit wird die Klemmung der Feststelleinheit (U20) gelöst. Die aktuelle Position kann durch die aktive Sicherheits-Teilfunktion SET gehalten werden. 7. Nach einer Zeitverzögerung lässt das Sicherheitsschaltgerät (T1) die Ansteuerung der Magnete des Ventils (Q20) zu. Das Sicherheitsschaltgerät schaltet das Ventil (Q20) in die Schaltstellung der gewünschten Bewegungsrichtung. Der pneumatische Antrieb (M20) bewegt sich in die angesteuerte Endlage. Anschließend ist ein normaler Betrieb möglich.

1.2.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen.
Ausgang	Die Ventile (Q20, Q21), die Druckregler (R20, R21), das Rückschlagventil (R22) und die Feststelleinheit (U20) müssen bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1 sein und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien einhalten. Der für die Berechnung des MTTFD ₀ -Werts erforderliche B10-Wert muss vorliegen.

2 Literatur

- [1] VDMA 24584:2016-08 Sicherheitsfunktionen geregelter und nicht geregelter (fluid-) mechanischer Systeme.
- [2] DIN EN ISO 13849-1:2016-06 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2015
- [3] DIN EN 13736:2009-11 Sicherheit von Werkzeugmaschinen - Pneumatische Pressen; Deutsche Fassung EN 13736:2003+A1:2009