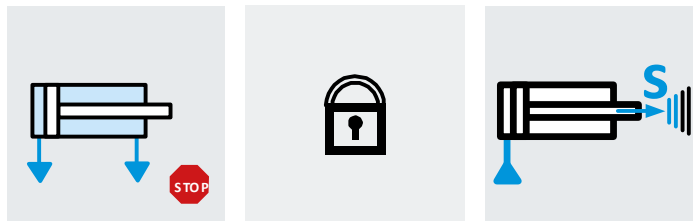


Sicherheits-Teilfunktionen
STO Kategorie 1, bis zu PL c
PUS Kategorie 1, bis zu PL c
SLS Kategorie 1, bis zu PL c



Application Note
STO, PUS, SLS,
Kategorie 1, bis zu
PL c

Titel Application Note STO, PUS, SLS, Kategorie 1, bis zu PL c
Version 1.0
Dokumentennummer (TSHQ) 100232
Original Deutsch
Autor Festo
Letztes Speicherdatum 13.05.2019

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: www.festo.com

E-Mail: service_international@festo.com

Inhaltsverzeichnis

1	Beispielschaltungen	4
1.1	SLS permanent, 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	SLS schaltbar, 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	10

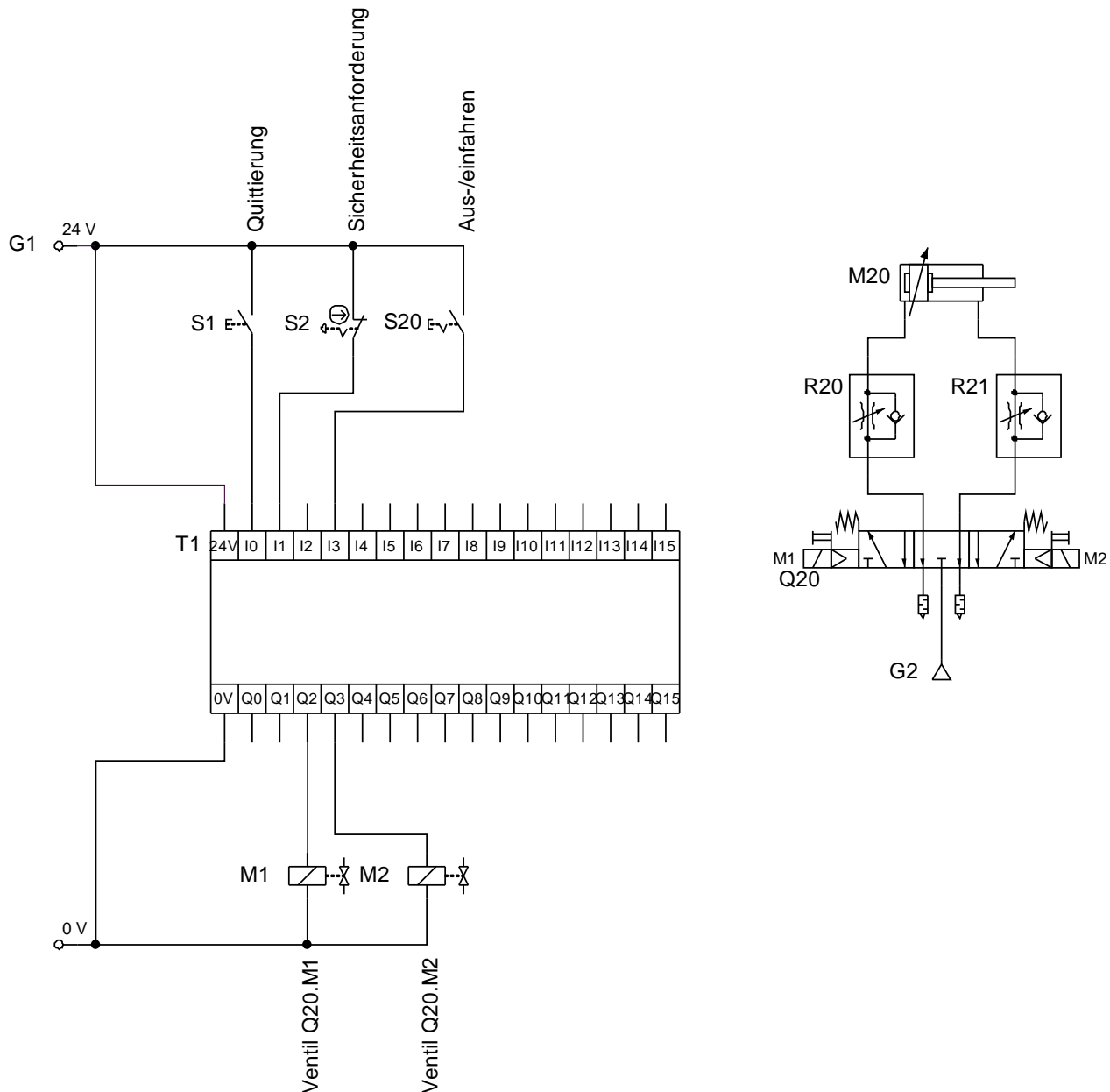
1 Beispielschaltungen

- 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)
 - PUS: Vermeidung unerwarteter Anlauf (Prevention of unexpected start-up)
 - SLS: sicher begrenzte Geschwindigkeit (Safely-limited Speed)
 - Kategorie und PL 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:
 - Ventulfunktion: 5/3 entlüftet (3/2 geschlossen)
 - Betätigungsart: elektrisch
 - Rückstellart: mechanische Feder
 - Dichtprinzip: weich
 - Steuerart: vorgesteuert
 - Steuerluftversorgung: intern oder 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_b-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.

1.1 SLS permanent, Kategorie 1, bis zu PL c

STO, PUS und SLS nach VDMA 24584 [1] und Kategorie 1, bis zu PL c nach DIN EN ISO 13849-1 [2].

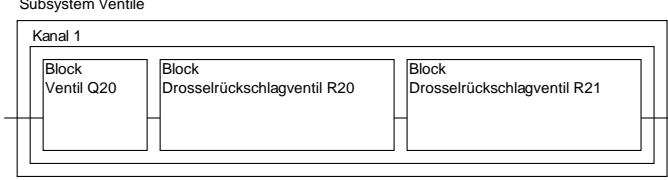
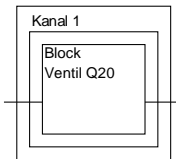
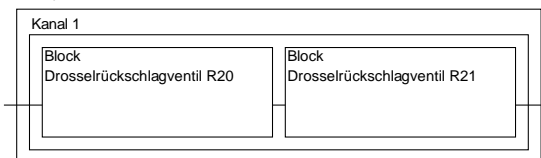
1.1.1 Schaltplan



1.1.2 Komponenten

Komponente	Typ	Bezeichnung / Teile-Nummer / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20		Pneumatischer Antrieb	1	Festo
Q20		5/3-Wegeventil, monostabil	1	Festo
		Schalldämpfer, sofern benötigt	2	Festo
R20, R21	GRLA-...; GRLZ-...; VFOF-LE-BAH-...	Drosselrückschlagventil	2	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Schalter der Funktionssteuerung	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	

1.1.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb, horizontal
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung, z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS), Kategorie 1, PL c</p> 
Sicherer Zustand	<p>Nach einer Sicherheitsanforderung ist der pneumatische Antrieb nach einer anwendungsspezifischen Zeit entlüftet und energiefrei. Es wird vorausgesetzt, dass der entlüftete Zustand des pneumatischen Antriebs der sichere Zustand ist.</p> <p>Im normalen Betrieb kann der pneumatische Antrieb eine festgelegte Geschwindigkeit durch die Begrenzung des Abluftvolumenstroms nicht überschreiten. Es wird vorausgesetzt, dass diese Begrenzung der sichere Zustand des pneumatischen Antriebs ist.</p> <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voraussetzung für die Sicherheits-Teilfunktion SLS ist, dass der Betriebsdruck konstant bleibt und keine nicht berücksichtigten externen Kräfte auf den pneumatischen Antrieb (M20) wirken. • Mit der Einstellschraube der Drossel kann die Geschwindigkeit des Antriebs geändert werden. Damit eine Manipulation nicht möglich ist, sind hinreichende Maßnahmen zur Vermeidung einer Manipulation erforderlich, z.B. verdeckter Einbau. • Durch die Abluftdrosseln verlängert sich die Zeit, bis der pneumatische Antrieb entlüftet ist. • Für das Aus- und Einfahren können durch die Drosselrückschlagventile unterschiedliche Geschwindigkeiten eingestellt 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) abgeschaltet. 3. Die Magnete des Ventils (Q20) werden nicht mehr angesteuert. 4. Das Ventil (Q20) schaltet in die Ruhestellung, trennt die Zufuhr des Arbeitsdrucks und entlüftet beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20). Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) entlüftet. 5. Die Drosselrückschlagventile (R20, R21) bestehen aus einer Drossel und einem Rückschlagventil. <ul style="list-style-type: none"> ○ Wird eine Kammer des pneumatischen Antriebs (M20) mit Druck beaufschlagt, öffnet das Rückschlagventil und erlaubt eine schnelle Bewegung des pneumatischen Antriebs (M20).

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wird eine Kammer des pneumatischen Antriebs (M20) entlüftet, ist das Rückschlagventil geschlossen und der mögliche Durchfluss wird durch die Drossel begrenzt. Dies bewirkt eine Begrenzung der maximal möglichen Geschwindigkeit des pneumatischen Antriebs (M20). Diese Begrenzung ist beim Entlüften ständig aktiv.
Manuelle Rückstellfunktion	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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. 2. Dann kann das Sicherheitsschaltgerät (T1) die Ansteuerung der Magnete des Ventils (Q20) zulassen, so dass ein normaler Betrieb möglich ist.

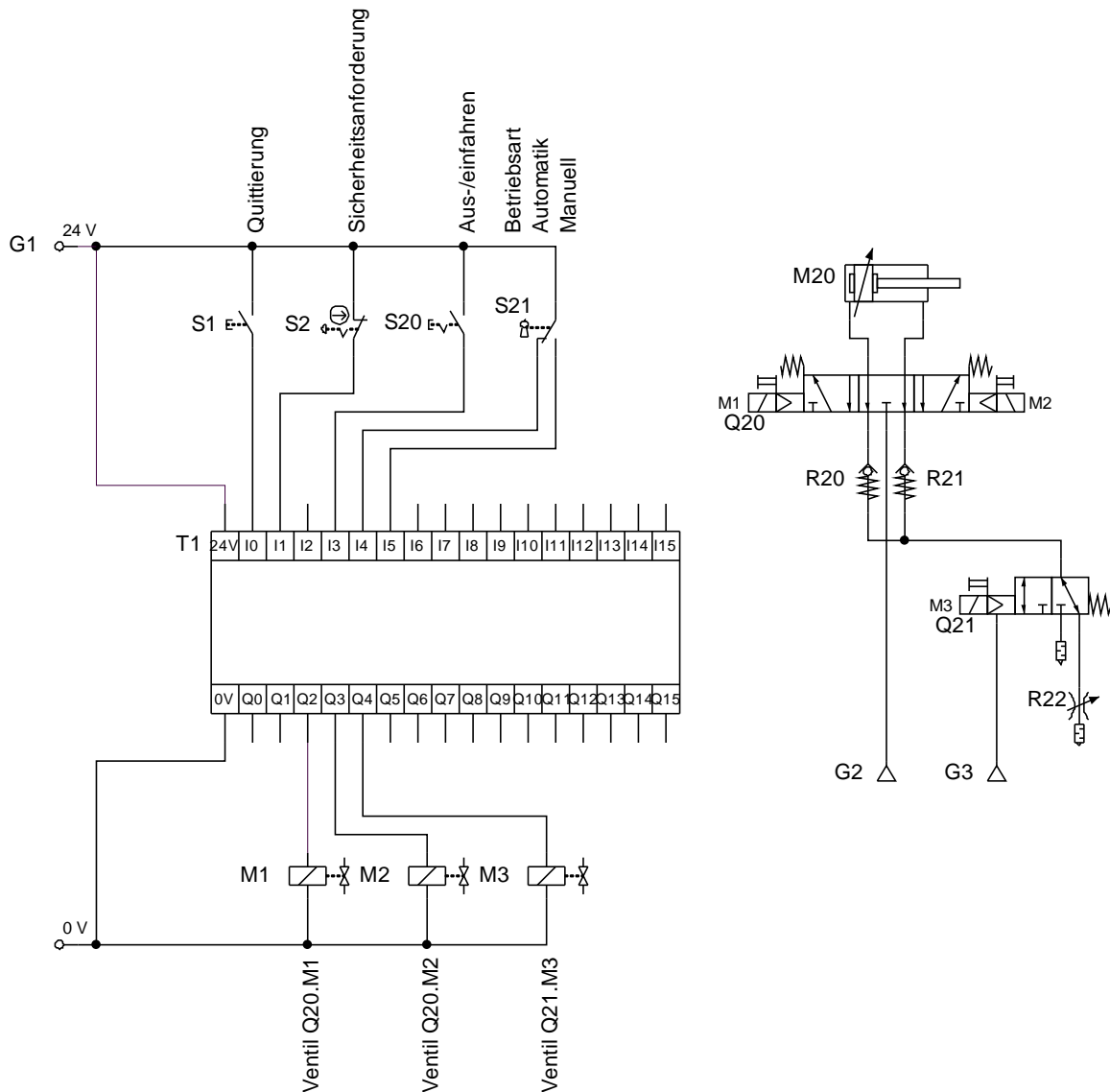
1.1.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen.
Ausgang	Das Ventil (Q20) und die Drosselrückschlagventile (R20, R21) müssen bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1 sein und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien einhalten. Der für die Berechnung des MTTFD-Werts erforderliche B10-Wert muss vorliegen.

1.2 SLS schaltbar, Kategorie 1, bis zu PL c

STO, PUS und SLS nach VDMA 24584 [1] und Kategorie 1, bis zu PL c nach DIN EN ISO 13849-1 [2].

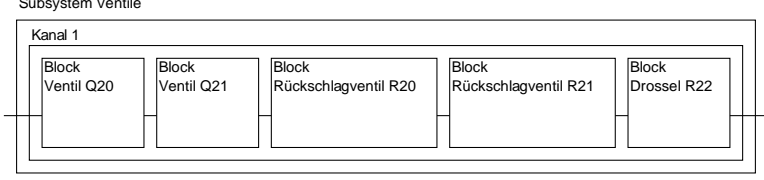
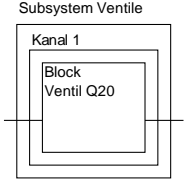
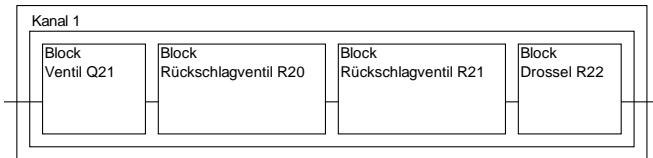
1.2.1 Schaltplan



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	3	Festo
R20, R21	H-1/2...; H-1/4...; H-3/4...; H-3/8...; H-M5	Rückschlagventil, sofern benötigt	2	Festo
R22	GRO-...	Drossel	1	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Schalter der Funktionssteuerung	1	
S21		Betriebsartenwahlschalter	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	

1.2.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb, horizontal
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung, z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c</p>  <p>Sicher reduzierte Geschwindigkeit (SLS), Kategorie 1, PL c</p> 
Sicherer Zustand	<p>Nach einer Sicherheitsanforderung (S2):</p> <ul style="list-style-type: none"> Der pneumatische Antrieb ist nach einer anwendungsspezifischen Zeit entlüftet und energiefrei. Es wird vorausgesetzt, dass der entlüftete Zustand des pneumatischen Antriebs der sichere Zustand ist. <p>In Betriebsart „Manuell“ zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> Der pneumatische Antrieb kann eine eingestellte Geschwindigkeit durch die Begrenzung des Abluftvolumenstroms nicht überschreiten. Es wird vorausgesetzt, dass diese Begrenzung der sichere Zustand des pneumatischen Antriebs ist. <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> Voraussetzung für die Sicherheits-Teilfunktion SLS ist, dass der Betriebsdruck konstant bleibt und keine nicht berücksichtigten externen Kräfte auf den pneumatischen Antrieb (M20) wirken. Mit der Einstellschraube der Drossel kann die Geschwindigkeit des Antriebs geändert werden. Damit eine Manipulation nicht möglich ist, sind hinreichende Maßnahmen zur Vermeidung einer Manipulation erforderlich, z.B. verdeckter Einbau. Durch die Abluftdrossel verlängert sich die Zeit, bis der pneumatische Antrieb entlüftet ist. Durch die Rückschlagventile (R20, R21) verbleibt ein Restdruck im pneumatischen Antrieb (M20). Dies darf zu keiner zusätzlichen Gefährdung führen. Die Rückschlagventile (R20, R21) dienen dazu, dass beim Entlüften des pneumatischen Antriebs (M20), dieser auf Grund des Staudrucks nicht in die andere Richtung bewegt kann. In Abhängigkeit von der spezifischen Anwendung und der darin verwendeten pneumatischen Komponenten, kann unter Umständen auf die Verwendung dieser Rückschlagventile verzichtet werden.
Funktion der Schaltung	<p>Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt:</p> <ol style="list-style-type: none"> Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen. Anschließend werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q20) abgeschaltet. Die Magnete des Ventils (Q20) werden nicht mehr angesteuert.

	<p>4. Das Ventil (Q20) schaltet in die Ruhestellung, trennt die Zufuhr des Arbeitsdrucks und entlüftet beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) über das Ventil (Q21). Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) entlüftet.</p> <p>Beim Schalten von der Betriebsart „Automatik“ in die Betriebsart „Manuell“ (S21)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Das Sicherheitsschaltgerät (T1) erkennt den Wechsel von der Betriebsart Automatik in die Betriebsart Manuell. 2. Anschließend werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q20, Q21) abgeschaltet. 3. Die Magnete der Ventile (Q20, Q21) werden nicht mehr angesteuert. 4. Das Ventil (Q21) schaltet in die Ruhestellung und schaltet zum Volumenstrompfad mit der Drossel (R22) zur Begrenzung des Abluftvolumenstroms. 5. Das Ventil (Q20) schaltet in die Ruhestellung, trennt die Zufuhr des Arbeitsdrucks und entlüftet beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) über das Ventil (Q21) und die Drossel (R22). Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) entlüftet.
Manuelle Rückstellfunktion	<p>Für die Sicherheitsanforderung (S2):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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. 2. Dann kann das Sicherheitsschaltgerät (T1) die Ansteuerung der Magnete des Ventils (Q20) zulassen, so dass ein normaler Betrieb möglich ist. <p>Zusätzlich in Betriebsart „Automatik“:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Der Betriebsartenwahlschalter (S21) ist in der Schaltstellung für die Betriebsart „Automatik“. 2. Anschließend wird der sichere Ausgang des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q21) eingeschaltet. 3. Der Magnet des Ventils (Q21) wird angesteuert. 4. Das Ventil (Q21) schaltet in Schaltstellung und schaltet vom Volumenstrompfad mit Drossel (R22) auf den Volumenstrompfad ohne Drossel um. Damit ist der Volumenstrompfad nicht begrenzt und eine höhere Geschwindigkeit ist möglich. <p>Zusätzlich in der Betriebsart „Manuell“:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Der Betriebsartenwahlschalter (S21) ist in der Schaltstellung für die Betriebsart „Manuell“. 2. Der sichere Ausgang des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q21) bleibt abgeschaltet. 3. Der Magnet des Ventils (Q21) wird nicht angesteuert. 4. Das Ventil (Q21) bleibt in Ruhestellung und der Volumenstrompfad mit Drossel (R22) bleibt bestehen. Damit ist der Durchfluss begrenzt und es ist nur eine niedrige Geschwindigkeit 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, R20, R21) und die Drossel (R22) 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.

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