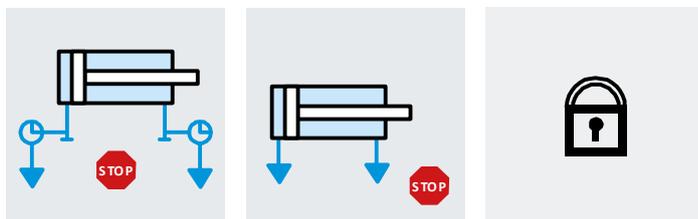


Sicherheits-Teilfunktionen
SS1-t Kategorie 1, bis zu PL c
STO Kategorie 1, bis zu PL c
PUS Kategorie 1, bis zu PL c



Application Note
SS1-t, STO, PUS,
Kategorie 1, bis zu
PL c

Titel Application Note SS1-t, STO, PUS, Kategorie 1, bis zu PL c
Version 1.0
Dokumentnummer (TSHQ) 100226
Original Deutsch
Autor Festo
Letztes Speicherdatum 26.04.2019

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	SS1-t mit 5/3- und 3/2-Wegeventilen, 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	SS1-t mit 3/2-Wegeventilen, 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
1.3	SS1-t mit 2/2-Wegeventilen, Kategorie 1, bis zu PL c	11
1.3.1	Schaltplan	11
1.3.2	Komponenten	11
1.3.3	Beschreibung	12
1.3.4	Sicherheitsbetrachtung	13
2	Literatur	13

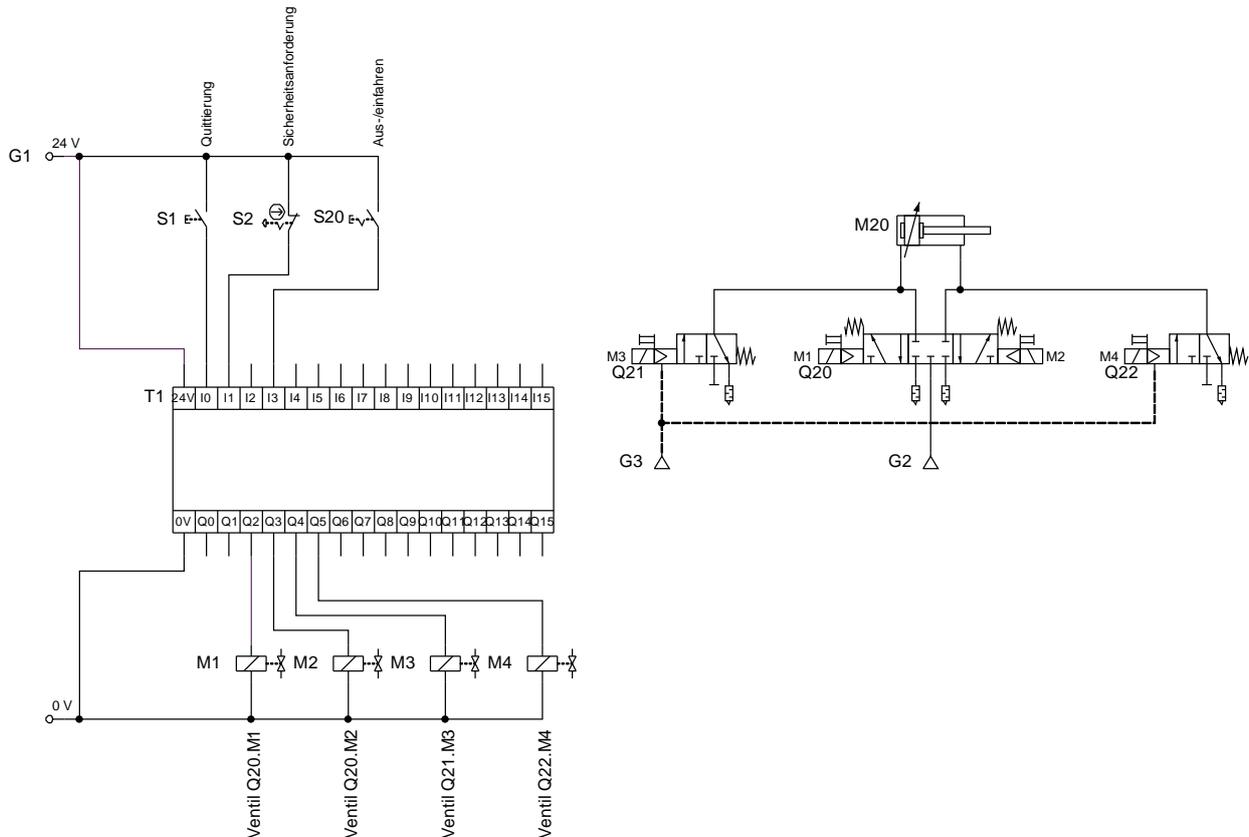
1 Beispielschaltungen

- 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:
 - SS1-t: sicherer Stopp 1, zeitgesteuert (Safe Stop 1, time controlled)
 - STO: sichere Momentabschaltung (Safe Torque Off)
 - PUS: Vermeidung unerwarteter Anlauf (Prevention of unexpected start-up)
 - 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:
 - 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_D-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 SS1-t mit 5/3- und 3/2-Wegeventilen, Kategorie 1, bis zu PL c

SS1-t, STO und PUS nach VDMA 24584 [1] und Kategorie 1, bis zu PL c nach DIN EN ISO 13849-1 [2].

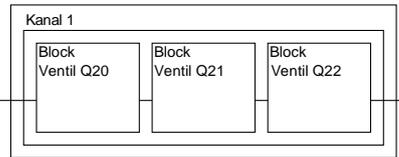
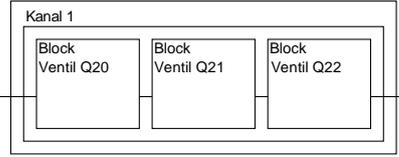
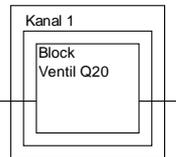
1.1.1 Schaltplan



1.1.2 Komponenten

Komponente	Typ (Teile-Nummer)	Bezeichnung / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20		Pneumatischer Antrieb	1	Festo
Q20		5/3-Wegeventil, monostabil	1	Festo
Q21, Q22		3/2-Wegeventil, monostabil	2	Festo
		Blindstopfen, passend für den Anschluss des gewählten Ventils	2	Festo
		Schalldämpfer, sofern notwendig	4	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Schalter der Funktionssteuerung	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	

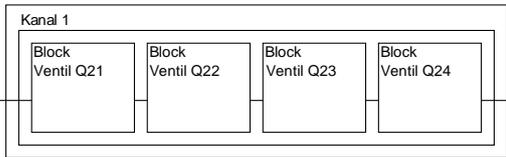
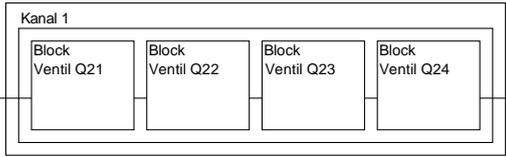
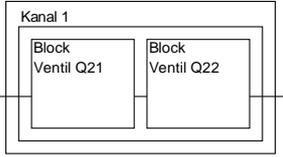
1.1.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb, horizontal
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sicherer Stopp 1, zeitgesteuert (SS1-t), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p>  <p>Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p> 
Sicherer Zustand	Der pneumatische Antrieb ist zeitgesteuert stillgesetzt, entlüftet und energiefrei. Es wird vorausgesetzt, dass der entlüftete Zustand des pneumatischen Antriebs der sichere Zustand ist.
Funktionen der Schaltung	Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt: <ol style="list-style-type: none"> 1. Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen 2. Anschließend wird der sichere Ausgang des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q20) abgeschaltet, so dass dieses nicht mehr angesteuert wird und in Ruhestellung schaltet. In der Ruhestellung werden die pneumatischen Strompfade durch das Ventil gesperrt. Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) stillgesetzt. 3. Zeitverzögert werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q21, Q22) abgeschaltet, so dass diese nicht mehr angesteuert werden und in Ruhestellung schalten. In der Ruhestellung der Ventile werden beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) entlüftet. In Abhängigkeit von den Druckverhältnissen in den Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) kann dieser Entlüftungsvorgang eine Bewegung verursachen.
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. Beim Start oder Wiederanlauf werden zuerst die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q21, Q22) eingeschaltet, so dass diese ihre Schaltstellung einnehmen und die pneumatischen Strompfade sperren. 3. Zeitverzögert werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für das Ventil (Q20) freigegeben, so dass das Ventil (Q20) in die gewünschte Schaltstellung schalten kann und ein normaler Betrieb möglich wird.

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, Q22) müssen bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1 sein und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien einhalten. Die für die Berechnung des $MTTF_D$ -Werts erforderlichen B10-Werte müssen vorliegen.

1.2.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb, horizontal
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sicherer Stopp 1, zeitgesteuert (SS1-t), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p>  <p>Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p> 
Sicherer Zustand	Der pneumatische Antrieb ist zeitgesteuert stillgesetzt, entlüftet und energiefrei. Es wird vorausgesetzt, dass der entlüftete Zustand des pneumatischen Antriebs der sichere Zustand ist.
Funktionen der Schaltung	<p>Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen 2. Zuerst sollte das Ventil (Q20) in die geschlossene Grundstellung gebracht werden. Damit werden die Anschlüsse 2 und 4 des Ventils (Q20) geschlossen. 3. Anschließend wird der sichere Ausgang des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q21, Q22) abgeschaltet, so dass diese nicht mehr angesteuert werden und in Ruhestellung schalten. In der Ruhestellung werden die pneumatischen Strompfade durch die Ventile gesperrt. Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) stillgesetzt. 4. Zeitverzögert werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q23, Q24) abgeschaltet, so dass diese nicht mehr angesteuert werden und in Ruhestellung schalten. In der Ruhestellung der Ventile werden beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) entlüftet. In Abhängigkeit von den Druckverhältnissen in den Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) kann dieser Entlüftungsvorgang eine Bewegung verursachen. <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Ventil (Q20) ist an den genannten Sicherheits-Teilfunktionen nicht beteiligt und kann bezogen auf die genannten Sicherheits-Teilfunktion nicht gefährlich ausfallen.

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. Beim Start oder Wiederanlauf werden zuerst die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q23, Q24) eingeschaltet, so dass diese ihre Schaltstellung einnehmen und die pneumatischen Strompfade sperren. 3. Zeitverzögert werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q21, Q22) eingeschaltet, so dass diese in ihrer Schaltstellung die pneumatischen Strompfade freischalten und ein normaler Betrieb möglich ist. <p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei Proportionalventilen mit externen Sensoren kann es durch den Regelkreis vorkommen, dass ein Ausgang mit Betriebsdruck beaufschlagt wird bzw. entlüftet. Dies kann zu bei der manuellen Rückstellfunktion zu einer Bewegung mit einer hohen Kraft und Geschwindigkeit führen. Ob dies eine Gefährdung führen kann, ist in Abhängigkeit von der Anwendung zu bewerten.
----------------------------	---

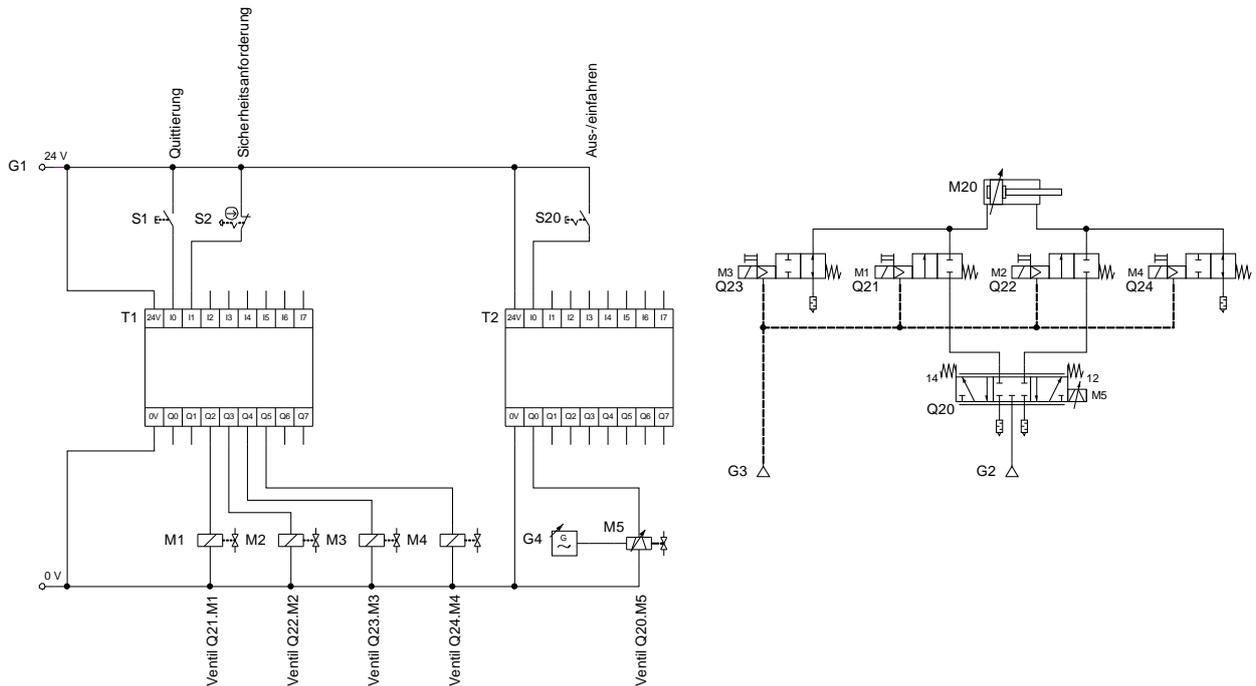
1.2.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen.
Ausgang	Die Ventile (Q21, Q22, Q23, Q24) müssen bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1 sein und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien einhalten. Die für die Berechnung des MTTF _D -Werts erforderlichen B10-Werte müssen vorliegen.

1.3 SS1-t mit 2/2-Wegeventilen, Kategorie 1, bis zu PL c

SS1-t, STO und PUS nach VDMA 24584 [1] und Kategorie 1, bis zu PL c nach DIN EN ISO 13849-1 [2].

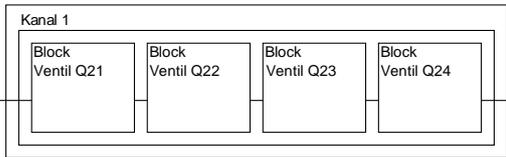
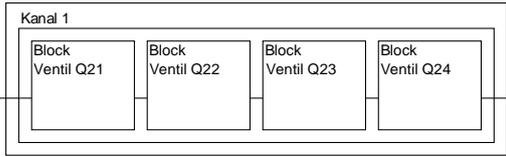
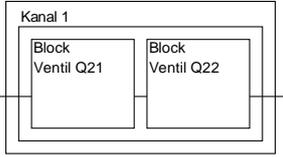
1.3.1 Schaltplan



1.3.2 Komponenten

Komponente	Typ	Bezeichnung / Teile-Nummer / Hinweise	Anzahl	Hersteller
M20		Pneumatischer Antrieb	1	Festo
Q20, G4		Beliebiges Ventil zur Steuerung der Bewegungsrichtung, hier ein Proportionalventil	1	Festo
Q21, Q22, Q23, Q24		2/2-Wegeventil, monostabil	4	Festo
		Schalldämpfer, sofern benötigt	2	Festo
S1		Quittierungstaster	1	
S2		Sicherheitsbefehlsgerät, z.B. Not-Halt-Schalter	1	
S20		Schalter der Funktionssteuerung	1	
T1		Sicherheitsschaltgerät	1	
T2		Funktionale Steuerung	2	

1.3.3 Beschreibung

Anwendung	Doppeltwirkender pneumatischer Antrieb, horizontal
Auslösendes Ereignis	Sicherheitsanforderung (S2), z.B. durch Not-Halt-Schalter, Schutztür.
Reaktion (Sicherheits-Teilfunktion)	<p>Sicherer Stopp 1, zeitgesteuert (SS1-t), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p>  <p>Sichere Momentabschaltung (STO), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p>  <p>Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS), Kategorie 1, PL c Subsystem Ventile</p> 
Sicherer Zustand	Der pneumatische Antrieb ist zeitgesteuert stillgesetzt, entlüftet und energiefrei. Es wird vorausgesetzt, dass der entlüftete Zustand des pneumatischen Antriebs der sichere Zustand ist.
Funktionen der Schaltung	<p>Die Ansteuerung des Ventils (Q20) während einer Sicherheitsanforderung und für den damit verbundenen Wiederanlauf nach der manuellen Rückstellfunktion ist in Abhängigkeit von der Anwendung immer separat zu betrachten. Das hier beschriebene Vorgehen ist eine Empfehlung, die andere Möglichkeiten nicht ausschließt.</p> <p>Durch die Sicherheitsanforderung (S2) erfolgt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eingangskreis des Sicherheitsschaltgeräts (T1) wird unterbrochen 2. Zuerst sollte das Ventil (Q20) in die geschlossene Grundstellung gebracht werden. Damit werden die Anschlüsse 2 und 4 des Ventils (Q20) geschlossen. 3. Anschließend wird der sichere Ausgang des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q21, Q22) abgeschaltet, so dass diese nicht mehr angesteuert werden und in Ruhestellung schalten. In der Ruhestellung werden die pneumatischen Strompfade durch die Ventile gesperrt. Dadurch wird der pneumatische Antrieb (M20) stillgesetzt. 4. Zeitverzögert werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q23, Q24) abgeschaltet, so dass diese nicht mehr angesteuert werden und in Ruhestellung schalten. In der Ruhestellung der Ventile werden beide Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) entlüftet. In Abhängigkeit von den Druckverhältnissen in den Kammern des pneumatischen Antriebs (M20) kann dieser Entlüftungsvorgang eine Bewegung verursachen. 5. Nachdem sich die Ventile (Q23, Q24) in Ruhestellung befinden und der pneumatische Antrieb (M20) stillgesetzt wurde, sollten die Anschlüsse 2 und 4 des Ventils (Q20) entlüftet werden. Dieses Vorgehen kann dazu dienen, den Wiederanlauf ohne Diagnosemeldung zu ermöglichen. <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Ventil (Q20) ist an den genannten Sicherheits-Teilfunktionen nicht beteiligt und kann bezogen auf die genannten Sicherheits-Teilfunktion nicht gefährlich ausfallen.

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. Beim Start oder Wiederanlauf werden zuerst die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q23, Q24) eingeschaltet, so dass diese ihre Schaltstellung einnehmen und die pneumatischen Strompfade sperren. 3. Zeitverzögert werden die sicheren Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts (T1) für die Ventile (Q21, Q22) eingeschaltet, so dass diese in ihrer Schaltstellung die pneumatischen Strompfade freischalten und ein normaler Betrieb möglich ist. <p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei Proportionalventilen mit externen Sensoren kann es durch den Regelkreis vorkommen, dass ein Ausgang mit Betriebsdruck beaufschlagt wird bzw. entlüftet. Dies kann zu bei der manuellen Rückstellfunktion zu einer Bewegung mit einer hohen Kraft und Geschwindigkeit führen. Ob dies eine Gefährdung führen kann, ist in Abhängigkeit von der Anwendung zu bewerten.
----------------------------	---

1.3.4 Sicherheitsbetrachtung

Eingang	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsbefehlsgerät (S2) durchzuführen.
Logik	Sicherheitsbetrachtung ist entsprechend dem gewählten Sicherheitsschaltgerät (T1) durchzuführen.
Ausgang	Die Ventile (Q21, Q22, Q23, Q24) müssen bewährte Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1 sein und die relevanten grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien einhalten. Die für die Berechnung des MTTF _D -Werts erforderlichen B10-Werte müssen 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