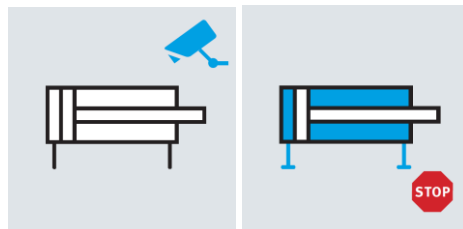


## Schaltung

Sicherheits-Teilfunktionen Pneumatik

Prüfzyklus für SSC mit Endschaltern am Antrieb



### Unser Aufwand – Ihr Vorteil

Unser Aufwand für die Erstellung dieses Dokuments  
und Ihr eingesparter Zeitaufwand 40 h  
Nur im kostenpflichtigen Abonnement erhältlich

Titel .....Sicherheits-Teilfunktionen Pneumatik - Schaltung  
Version ..... 1.10  
Dokumentennummer ..... 100506  
Originalsprache ..... Deutsch  
Autor .....Festo  
Datum ..... 17.08.2026

## Rechtliche Hinweise

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

Dieses Dokument ist unverbindlich. Dieses Dokument 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. Dieses Dokument ist keine kundenspezifische Lösung, sondern soll lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen bieten.

Die in diesem Dokument genannten Werte sind teilweise Annahmen und Abschätzungen, die eine detaillierte Betrachtung unter Zuhilfenahme der ISO 13849, IEC 61508, IEC 62061 und/oder IEC 61511 nicht ersetzen.

Die tatsächlich erreichbaren Kennwerte (insbesondere PL, PFH<sub>D</sub>, Kategorie, DC, MTTF<sub>D</sub>, CCF, SIL, HFT, PFH, PFD) hängen von den eingesetzten Komponenten sowie ihren Einsatzbedingungen in der konkreten Applikation ab.

Dieses Dokument 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](http://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](http://www.festo.com) finden. Diese lassen wir Ihnen auf Anforderung gerne zukommen.

Dieses Dokument ist nur geeignet für Personen mit ausreichender Fachkompetenz für Maschinensicherheit und funktionaler Sicherheit auf Basis der ISO 12100, ISO 13849, IEC 61508, IEC 62061 und IEC 61511. 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 SE & Co. KG, D - 73734 Esslingen, 2026

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

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                                      |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Allgemeines.....</b>                                                                              | <b>4</b>  |
| 1.1      | Ziele dieses Dokuments.....                                                                          | 4         |
| 1.2      | Allgemeine Hinweise .....                                                                            | 4         |
| 1.3      | Hinweise zu sicherheitsbezogenen Merkmalen der Teilschaltungen .....                                 | 4         |
| 1.4      | Begriffsdefinitionen .....                                                                           | 5         |
| 1.5      | Auswahl des Prüfzyklus .....                                                                         | 6         |
| <b>2</b> | <b>Prüfzyklus ‚Bewegung stoppen‘ .....</b>                                                           | <b>7</b>  |
| 2.1      | Prinzipschaltung und prinzipieller Ablauf des Prüfzyklus .....                                       | 7         |
| 2.2      | Flussdiagramm .....                                                                                  | 8         |
| 2.3      | Beschreibung.....                                                                                    | 8         |
| 2.4      | Fehler.....                                                                                          | 9         |
| 2.5      | Prüfzyklus 1 „Bewegung Stoppen“ mit 5/3-Wegeventil .....                                             | 11        |
| <b>3</b> | <b>Prüfzyklen ‚Halten Endlage für Antriebe mit Kolbenstange‘ .....</b>                               | <b>17</b> |
| 3.1      | Prinzipschaltung und prinzipieller Ablauf des Prüfzyklus .....                                       | 17        |
| 3.2      | Flussdiagramm .....                                                                                  | 17        |
| 3.3      | Beschreibung.....                                                                                    | 18        |
| 3.4      | Fehler.....                                                                                          | 20        |
| 3.5      | Prüfzyklus 2 „Endlagen halten für Antriebe mit Kolbenstange“ mit 2 x gesteuerte Rückschlagventile .. | 21        |
| <b>4</b> | <b>Verwendete Literatur .....</b>                                                                    | <b>28</b> |
| 4.1      | Zitierte Unterlagen von Festo.....                                                                   | 28        |
| 4.2      | Normen .....                                                                                         | 28        |
| 4.3      | Rechtsvorschriften.....                                                                              | 28        |
| <b>5</b> | <b>Informationen über das Dokument .....</b>                                                         | <b>29</b> |
| 5.1      | Allgemeine Angaben .....                                                                             | 29        |
| 5.2      | Revisionshistorie .....                                                                              | 29        |
| 5.3      | Genehmigung/Freigabe des Dokuments .....                                                             | 29        |
| 5.4      | Gültigkeitsdauer .....                                                                               | 29        |

# 1 Allgemeines

## 1.1 Ziele dieses Dokuments

- Dieses Dokument zeigt mögliche Beispielschaltungen und Prüfzyklen für die Sicherheits-Teilfunktion SSC (sicheres Anhalten und Absperren) für folgende Ventile
  - 5/3-Wegeventil, geschlossen
  - 2 x gesteuertes Rückschlagventil
- Mit den angegebenen Prüfzyklen kann nachgewiesen werden, dass während der Ausführung des Tests, ein „Stoppen der Bewegung“ bzw. „Halten in der Endlage“ mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC möglich war.

## 1.2 Allgemeine Hinweise

- Die angegebenen Schaltungen sind Prinzipschaltungen, die auf Grund der Übersichtlichkeit und Umfang nicht vollständig sein können. Sie sind Empfehlungen, die andere Möglichkeiten nicht ausschließen.
- Die verwendeten Abkürzungen für die Sicherheits-Teilfunktion basiert auf den Definitionen in der VDMA 24584 für die Pneumatik. Die von Festo verwendeten Definitionen und wichtige Hinweise sind in dem Dokument „[100406 Sicherheits-Teilfunktionen Pneumatik – SSC, PUS](#)“ angegeben.
- Um möglichst viele Fehler der verwendeten Komponenten erkennen zu können, sind zusätzlich zum „Prüfzyklus für die Sicherheits-Teilfunktion SSC“ folgende Prüfungen erforderlich:
  - Ständige „Schaltzeit- und Plausibilitätsüberwachung“  
Diese Prüfung soll bei jedem Schaltvorgang des Arbeitsventils (5/3-Wegeventil, geschlossen) erfolgen. In dem hier beschriebenen Prüfzyklus für das 5/3-Wegeventil ist deswegen die Schaltzeitüberwachung als optional angegeben. Üblicherweise ist eine entsprechende Diagnosefunktion bei jedem sicheren Ausgang vorhanden.  
Bei den Prüfzyklen für gesteuerte Rückschlagventile sind diese Schaltzeitüberwachungen ebenfalls als optional gekennzeichnet. Hier wird allerdings empfohlen, die Schaltzeitüberwachung zu verwenden, da diese Fehler durch das Arbeitsventil bei gleichzeitiger Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion maskiert werden können. Da diese Ventile über die Lebensdauer in der Regel seltener betätigt werden, kann es zu einem stärkeren Ansteigen der Schaltzeiten kommen wie beim Arbeitsventil.
  - Leckageprüfung  
Leckage begrenzt die Zeit, in der die Sicherheits-Teilfunktion SSC ausgeführt werden kann. Mit einer Leckageprüfung kann ein Ansteigen der Leckage erkannt und eine Reparatur veranlasst werden. Es wird empfohlen, die Leckageprüfung einmal Jahr (Kategorie 3) durchzuführen.

## Wichtige Hinweise

- Bei allen Schaltungsbeispielen sind Drosselrückschlagventile zur Begrenzung der Geschwindigkeit eingezeichnet. Diese müssen entsprechend der Dimensionierung der Anwendung bzw. der maximal zulässigen Geschwindigkeit eingestellt sein, bevor die erforderlichen Schalt- und Positionierzeiten ermittelt und in der Programmierung berücksichtigt werden können.

## 1.3 Hinweise zu sicherheitsbezogenen Merkmalen der Teilschaltungen

- Für die Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktion relevanten Komponenten sind in den Application Notes für die Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktion SSC genannt.
- Die hier angegebenen Prüfzyklen sind Diagnosemaßnahmen für die keine Bewertung der Kategorie und des Performance Levels (PL) erforderlich ist. Die Programmierung kann auch in einer Standardsteuerung erfolgen, solange die Sicherheitssteuerung mit dem Ergebnis die weitere Verwendung der Anwendung freigeben bzw. sperren kann. Das Programm in der Standardsteuerung muss allerdings hinreichend vor Manipulation geschützt sein. Wir empfehlen eine Umsetzung in der Sicherheitssteuerung.

- Wie oft muss der Testzyklus für SSC ausgeführt werden?

Dies ist abhängig von der umzusetzenden Kategorie, der Anwendung und den verwendeten Komponenten. Dies ist immer in der Risikobeurteilung zu bewerten.

Mindestens zu berücksichtigen sind:

- Bei Kategorie 2: Der Testzyklus sollte vor oder zumindest bei Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion ausgeführt werden und bevor eine Gefährdung auftreten kann. In ISO 13849-1, 6.1.3.2.4 werden folgende Zeitpunkte empfohlen:
  - Vor dem Beginn eines neuen Maschinenzyklus,
  - Vor dem Anlauf von Bewegungen,
  - Regelmäßig während des Betriebs, wenn die Risikobeurteilung dies als erforderlich betrachtet.

Zu berücksichtigen ist, dass bei Kategorie 2 der Testzyklus 100-mal häufiger aufzurufen ist, wie eine Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion. Die Zeit vom Erkennen des Fehlers bis zum Erreichen des sicheren Zustands durch die Abschaltung des Testkanals muss kürzer sein, wie der Gefährdungsbereich erreicht werden kann.

- Bei Kategorie 3: Der Testzyklus sollte vor oder bei Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion ausgeführt werden. Ein einzelner Fehler muss bei oder vor der nächsten Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion erkannt werden (ISO 13849-1, 6.1.3.2.5)
- Bei der Anwendung ist zu bewerten:
  - Wie häufig die Sicherheits-Teilfunktion aufgerufen wird.  
Der Testzyklus soll vor oder bei Anforderung der Sicherheits-Teilfunktion durchgeführt werden. Entsprechend sollte der Testzyklus im Maschinenzyklus vorgesehen werden.
  - Wie lange der pneumatische Antrieb im sicheren Zustand von SSC (Halten einer Position mit eingeschlossener Druckluft) gehalten werden muss.  
Der bestimmende Faktor für den sicheren Zustand von SSC ist der Druck und die Leckage der pneumatischen Teilschaltung einschließlich des Antriebs. Die Leckage baut den Druck der eingeschlossenen Druckluft ab, bis sich der Antrieb langsam aus seiner zu haltenden Position bewegt und eine Gefährdung erzeugen kann. Dies ist mit einem Leckagetest regelmäßig zu prüfen.
  - Welche Fehler in der Anwendung zu einem Ausfall der Sicherheits-Teilfunktion SSC führen können.
- Bei den verwendeten Komponenten sollte deren übliches Verhalten berücksichtigt werden. Festo empfiehlt bei allen Wege- und Sitzventilen einen vollständigen Schaltzyklus einmal pro Woche (Zwangsdynamisierung) durchzuführen.

#### 1.4 Begriffsdefinitionen

In diesem Dokument werden in den Flussdiagrammen, Beschreibungen und der Programmierung für die Simulation folgende Begriffe verwendet. Die Definitionen weichen von den produktbezogenen Merkmalen ab, geben allerdings an, was mit diesen Zeiten in den Prüfzyklen geprüft wird.

- Schaltzeit

Zeit von der steigenden Flanke (0→1) des Ansteuersignal des Ventils, bis die Endlage verlassen wird, d.h. das Signal des entsprechenden Endschalters hat eine fallende Flanke (1→0). Zur Festlegung dieser Schaltzeit gibt es zwei Möglichkeiten:

- Diese Schaltzeit kann auf Basis einer Messung in der Anwendung ermittelt oder abgeschätzt werden. Es wird empfohlen, dass dieser Wert mit einem Sicherheitsfaktor von 2 multipliziert wird, damit die Verfügbarkeit durch Fehlauslösung nicht eingeschränkt wird und die Erkennung von Fehlern noch möglich ist.
- Verwendung der im Datenblatt des Ventils angegebenen Schaltzeit, die mit einem Sicherheitsfaktor von 3 bis 5 multipliziert wird.

Die Definition der Schaltzeit von Ventilen ist in der Application Note [100396](#), Abschnitt 4, beschrieben.

- **Positionierzeit**  
Zeit von der steigenden Flanke (0→1) des Ansteuersignal des Ventils, bis die andere Endlage erreicht ist, d.h. das Signal des entsprechenden Endschalters hat eine steigende Flanke (0→1).  
Dieser Wert ist mit einem Sicherheitsfaktor zu multiplizieren, der die Verfügbarkeit durch Fehlauslösung nicht einschränkt und die Erkennung von Fehlern noch möglich ist. Je nach den sich ändernden Reibungen und Kräften über die Lebensdauer, kann bereits ein Sicherheitsfaktor von 1,2 bis 2 ausreichend sein.
- In Abhängigkeit von den Kräften, Reibungen, Beschleunigung und Geschwindigkeit in der Anwendung sind evtl. zusätzliche Anpassungen bei den Sicherheitsfaktoren erforderlich. Die Bewertung dieser Anpassungen ist in den Grenzen einer Application Note nicht möglich.

### 1.5 Auswahl des Prüfzyklus

Zuerst muss entschieden werden, welche Funktion geprüft werden soll. Mit den hier enthaltenen Prüfzyklen können folgende Funktionen geprüft werden:

- Sicheres Anhalten mit eingesperrter Druckluft und Halten in einer nicht definierten Zwischenstellung
- Sicheres Anhalten mit eingesperrter Druckluft und Halten in der Endlage.

Für die Entscheidung sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen

- **Mindesthub:** Bei einer Hublänge ab 2- bis 3-mal des Kolbendurchmessers kann oft in einer nicht definierten Zwischenstellung der pneumatische Antrieb angehalten werden, dann können „2 Prüfzyklus „Bewegung stoppen““ verwendet werden.
- Bei einer Hublänge von unter 2- bis 3-mal des Kolbendurchmessers, wird in der Regel angestrebt, in einer Endlage zu halten.

Tabelle 1 Auswahl des Prüfzyklus auf Basis der Funktion und des Antriebs

| <b>Funktion: Sicheres Anhalten und ...</b>         | <b>Bedingungen</b>       | <b>Abschnitt</b> |
|----------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
| Halten in einer nicht definierten Zwischenstellung | Mindesthub beachten      | ➔ 2              |
| Halten in der Endlage                              | Antrieb mit Kolbenstange | ➔ 3              |

## 2 Prüfzyklus ‚Bewegung stoppen‘

### 2.1 Prinzipschaltung und prinzipieller Ablauf des Prüfzyklus

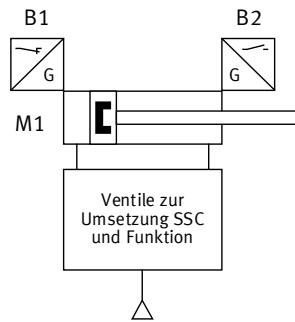


Abbildung 1 Prinzipschaltung für den Prüfzyklus „Bewegung stoppen“

Das prinzipielle Vorgehen bei diesem Prüfzyklus ist, dass der pneumatische Antrieb M1 mit dem Arbeitsventil in beide Endlagen von B1 und B2 gesteuert wird. Nach dem Verlassen der Endlage wird während der Bewegung mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC mit eingeschlossener Druckluft gestoppt und der Antrieb in einer nicht definierten Position gehalten. Ergibt sich mit den Ansteuersignalen und den Signalen der Endschalter B1 und B2 eine nicht plausible Zeit- und Signalabfolge, z.B. wird beim Stoppen die andere Endlage erreicht, wird der Prüfzyklus mit einem Fehler abgebrochen.

#### Hinweis

- Dieser Prüfzyklus kann für Antriebe mit oder ohne Kolbenstange verwendet werden.

## 2.2 Flussdiagramm

Der übliche Ablauf für den Prüfzyklus „Bewegung stoppen“ ist im Flussdiagramm angegeben.

### Hinweis

- Ist eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung der Ventile bei jedem Schaltvorgangs umgesetzt, kann auf die mit „Optional“ gekennzeichneten Teile (blau markiert) verzichtet werden. Die mit „Optional“ gekennzeichneten Prüfungen in den Schritten sind eine Zeitüberwachung während des Prüfzyklus, die auch über eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung erfolgen kann.

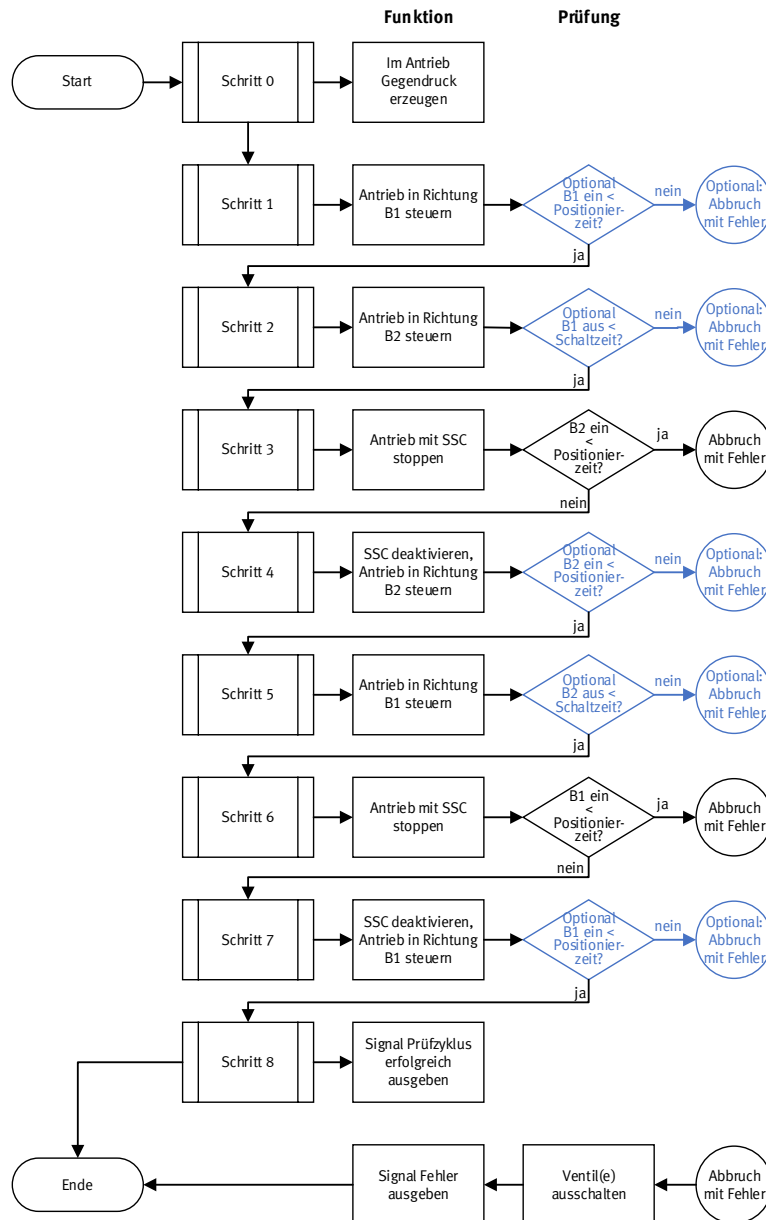


Abbildung 2 Flussdiagramm Testzyklus Sicherheits-Teilfunktion SSC (Bewegung stoppen)

## 2.3 Beschreibung

- Schritt 0:** Im Antrieb Gegendruck erzeugen  
Dieser Schritt dient ausschließlich dazu, um für die Bewegungen ab Schrittes 1 einen Gegendruck im Antrieb aufzubauen. Dieser Schritt ist optional, wenn beim Start des Prüfzyklus sich Druck im Antrieb befindet, z.B. wenn der Antrieb sich in einer druckbeaufschlagten Endlage befindet.
- Schritt 1:** Antrieb in Richtung B1 steuern  
Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.

Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Einschalten des Endschalters B1 eine festgelegte Positionierzeit nicht überschritten wird.

- **Schritt 2:** Antrieb in Richtung B2 steuern

Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B2 gesteuert.

Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Ausschalten des Endschalters B1 eine festgelegte Schaltzeit nicht überschritten wird.

- **Schritt 3:** Antrieb mit SSC stoppen

Der Antrieb wird mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC gestoppt.

Es wird geprüft, ob der Endschalter B2 betätigt wird. Wird der Endschalter innerhalb der festgelegten Positionierzeit erreicht, wurde die Sicherheits-Teilfunktion SSC nicht ausgeführt und es liegt ein Fehler vor.

- **Schritt 4:** SSC deaktivieren, Antrieb in Richtung B2 steuern

Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B2 gesteuert.

Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Einschalten des Endschalters B2 eine festgelegte Positionierzeit nicht überschritten wird.

- **Schritt 5:** Antrieb in Richtung B1 steuern

Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.

Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Ausschalten des Endschalters B2 eine festgelegte Schaltzeit nicht überschritten wird.

- **Schritt 6:** Antrieb mit SSC stoppen

Der Antrieb wird mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC gestoppt.

Es wird geprüft, ob der Endschalter B1 betätigt wird. Wird der Endschalter innerhalb der festgelegten Positionierzeit erreicht, wurde die Sicherheits-Teilfunktion SSC nicht ausgeführt und es liegt ein Fehler vor.

- **Schritt 7:** Antrieb in Richtung B1 steuern

Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.

Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Einschalten des Endschalters B1 eine festgelegte Positionierzeit nicht überschritten wird.

- **Schritt 8:** Signal Prüfzyklus erfolgreich ausgeben

Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Test erfolgreich“ ausgegeben.

- **Abbruch mit Fehler**

Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Fehler“ ausgegeben.

## 2.4 Fehler

Mit diesem Prüfzyklus können folgende Fehler der ISO 13849-2, Tabellen B.4, D.4, erkannt werden:

- Veränderung der Schaltzeiten (nur wenn die mit „optional“ gekennzeichneten Programmteile verwendet werden) bzw. eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung bei jedem Schaltvorgang des Ventils verwendet wird
- Hängenbleiben in der Mittelstellung oder einer Endlage
- Hängenbleiben in einer Zwischenstellung
- Dauerhafter Kurzschluss nach 24 V oder 0 V der Leitung zur Magnetspule, der zum Einnehmen einer Schalt- oder Ruhestellung führt
- Dauerhafte Unterbrechung von 24 V oder 0 V der Leitung zur Magnetspule

Folgende Fehler können nicht (zuverlässig) erkannt werden:

- Selbsttätige Veränderung der Ausgangs-Schaltstellung (ohne Eingangssignal)  
Zum Erkennen dieses Fehlers ist eine ständig aktive Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung der Steuer- und Sensorsignale erforderlich.
- Leckage  
Zum Erkennen einer Leckage ist eine zusätzliche Leckage-Prüfung erforderlich.

- Kurz- und Querschlüsse

Kurzzeitige Kurzschlüsse nach 24 V oder 0 V der Leitung zur Magnetspule, die zu einem kurzen Schalten des Ventils führen können.

Zum Erkennen von Kurz- und Querschlüssen ist mindestens eine der folgenden Maßnahmen erforderlich:

- Kurz- und Querschlussüberwachung der sicheren Ausgänge,
- Bei elektromechanischen Kontakten eine Sicherung im aktiven Leiter, oder
- Ständig aktive Plausibilitäts- und Zeitüberwachung der Steuer- und Diagnosesignale.

## 2.5 Prüfzyklus 1 „Bewegung Stoppen“ mit 5/3-Wegeventil

| Funktion: Sicheres Anhalten und ... | Ventil(e)                   | Antrieb                                                   | Einbaulage | Prüfung                   |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|---------------------------|
| Halten in Zwischenstellung          | 5/3-Wegeventil, geschlossen | Beliebig, jedoch Mindesthub beachten, siehe Abschnitt 1.5 | beliebig   | Sperren Volumenstrompfade |

Dieser Abschnitt beschreibt einen möglichen Prüfzyklus für 5/3-Wegeventile mit der Diagnosemaßnahme Endscharter am Antrieb für die Sicherheits-Teilfunktion „sicheres Anhalten und Absperren (SSC)“.

### Hinweise

- Die erforderlichen Merkmale der Komponenten und Empfehlungen zu möglichen Produkten von Festo sind in den Application Notes für die Schaltungen der Sicherheits-Teilfunktion SSC enthalten.
- Bei der Berechnung der Zuverlässigkeit ist der Prüfzyklus für das Ventil Q1 mit drei vollständigen Schaltzyklen zu berücksichtigen.

### 2.5.1 Schaltung

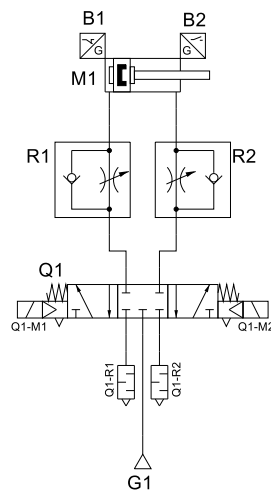


Abbildung 3 Verwendete Schaltung für Prüfablauf mit einem 5/3-Wegeventil, geschlossen

## 2.5.2 Signalabfolge und Position des Antriebs

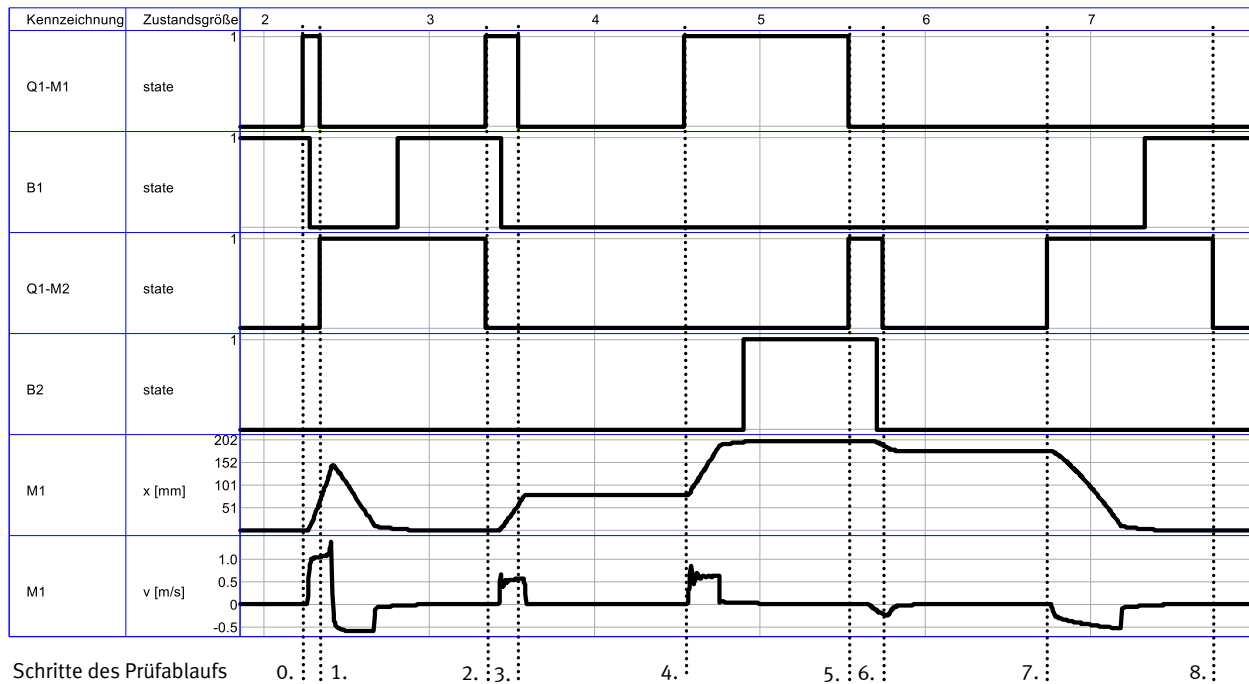


Abbildung 4 Signalfolgen und Position des Antriebs während des Prüfablaufs

### 2.5.3 Prüfablauf 5/3-Wegeventile

Dieser Prüfablauf ist für 5/3-Wegeventile auf der Basis des Flussdiagramms in Abschnitt → 2.2 und der Beschreibung in Abschnitt → 2.3. Die verwendete Schaltung ist in „Abbildung 3“ und die sich ergebende Signalabfolge ist in „Abbildung 4“ angegeben.

Für jeden Schritt wird die ausgeführte Funktion beschrieben, die Signale und die dafür erforderliche Prüfung und Reaktionen entsprechend dem Prüfergebnis.

#### Hinweise

- Die angegebenen Schalt- und Positionierzeiten zwischen den Signalwechseln sind die in der Simulation verwendete Zeiten:
  - Schaltzeit: Ansteuerung Q1-M1 bis Abschalten B1: 200 ms (Verlassen der Endlage)
  - Positionierzeit: Ansteuerung Q1-M1 bis Einschalten B2: 1000 ms (Erreichen Endlage)
  - Schaltzeit: Ansteuerung Q1-M2 bis Abschalten B2: 200 ms (Verlassen Endlage)
  - Positionierzeit: Ansteuerung Q1-M2 bis Einschalten B1: 1000 ms (Erreichen Endlage)

In anderen Prüfzyklen kann eine Schaltzeit von 300 ms angegeben sein. Dies hat den Hintergrund, dass dort zwei Ventile nacheinander angesteuert werden und sich dadurch eine längere Schaltzeit gibt.

- Ist eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung der Ventile bei jedem Schaltvorgang umgesetzt, kann auf die mit „Optional“ gekennzeichneten Teile (blau markiert) verzichtet werden. Die mit „Optional“ gekennzeichneten Prüfungen in den Schritten sind eine Zeitüberwachung während des Prüfzyklus, die auch über eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung erfolgen kann.

#### Schritt 0: Antrieb in Richtung B2 steuern (Gegendruck erzeugen)

- **Funktion:** Zuerst wird der Antrieb M1 kurz in die Richtung der Endlage mit B2 gesteuert, ohne die Endlage zu erreichen, damit sich Druck im Antrieb befindet.
- **Steuersignale:** Q1-M1 = EIN; nach 100 ms Q1-M1 = AUS
- **Prüfung:** Keine
- **Weiterschaltbedingung:** nach 100 ms Q1-M1 = AUS

### Schritt 1: Antrieb in Richtung B1 steuern

- **Funktion:** Der Antrieb M1 wird in die Endlage mit B1 gesteuert bis er in die Endlage mit B1 erreicht.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS; Q1-M2 = EIN
- **Prüfung (optional):** Antrieb muss innerhalb der vorgesehen Positionierzeit 1000 ms in der Endlage mit B1 ankommen.
- **Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Einschalten Q1-M2 bis Signal von B1  $\geq$  1000 ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit von Einschalten Q1-M2 bis Signal von B1  $<$  1000 ms

### Schritt 2: Antrieb in Richtung B2 steuern

- **Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B2 gesteuert.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – EIN; Q1-M2 – AUS
- **Prüfung (optional):** Antrieb muss innerhalb der vorgesehenen Schaltzeit 200 ms die Endlage mit B1 verlassen.
- **Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 bis Signal aus von B1  $\geq$  200 ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 bis Signal aus von B1  $<$  200 ms.

### Schritt 3: Antrieb mit SSC stoppen

- **Funktion:** Der Antrieb wird mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC gestoppt.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS; Q1-M2 – AUS
- **Prüfung:** Es wird geprüft, ob der Endschalter B2 betätigt wird. Wird der Endschalter innerhalb der Positionierzeit 1000 ms erreicht, wurde die Sicherheits-Teilfunktion SSC nicht ausgeführt.
- **Abbruch mit Fehler:** Zeit von Ausschalten Q1-M1 und Q1-M2 bis Betätigung B2  $\geq$  1000 ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ausschalten Q1-M1 und Q1-M2 bis Betätigung B2  $<$  1000 ms.

### Schritt 4: Antrieb in Richtung B2 steuern

- **Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B2 gesteuert.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – EIN; Q1-M2 – AUS
- **Prüfung (optional):** Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Einschalten von B2 die Positionierzeit 1000 ms nicht überschritten wird.
- **Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit vom Einschalten Q1-M1 bis Signal ein von B2  $\geq$  1000 ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit vom Einschalten Q1-M1 bis Signal ein von B2  $<$  1000 ms.

### Schritt 5: Antrieb in Richtung B1 steuern

- **Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B1 gesteuert.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – EIN
- **Prüfung (optional):** Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Ausschalten von B2 die Schaltzeit 300 ms nicht überschritten wird.
- **Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Ansteuerung Q1-M2 bis Signal aus von B2  $\geq$  200 ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M2 bis Signal aus von B2  $<$  200 ms.

### Schritt 6: Antrieb mit SSC stoppen

- **Funktion:** Der Antrieb wird mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC gestoppt.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – AUS
- **Prüfung:** Es wird geprüft, ob der Endschalter B1 betätigt wird. Wird B1 innerhalb der Positionierzeit 1000 ms erreicht, wurde die Sicherheits-Teilfunktion SSC nicht ausgeführt.
- **Abbruch mit Fehler:** Zeit von Ausschalten Q1-M1 und Q1-M2 bis Betätigung B1  $\geq$  1000 ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ausschalten Q1-M1 und Q1-M2 bis Betätigung B1  $<$  1000 ms.

#### Schritt 7: Antrieb in Richtung B1 steuern

- **Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – EIN
- **Prüfung (optional):** Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Einschalten von B1 die Positionierzeit 1000 ms nicht überschritten wird.
- **Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Ansteuerung Q1-M2 bis Signal von B1  $\geq 1000$  ms.
- **Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M2 bis Signal von B1  $< 1000$  ms

#### Schritt 8: Signal Prüfzyklus erfolgreich ausgeben

- **Funktion:** Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Test erfolgreich“ ausgegeben.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – AUS, P2 – EIN
- **Prüfung:** keine
- **Weiterschaltbedingung:** keine

#### Abbruch mit Fehler

- **Funktion:** Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Fehler“ ausgegeben.
- **Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – AUS, P1 – EIN
- **Prüfung:** keine
- **Weiterschaltbedingung:** keine

#### 2.5.4 Programmierung Simulation mit Logikelementen

##### Wichtige Hinweise

- Diese Programmierung ist Beispiel mit einer Simulationssoftware für die Umsetzung des Testzyklus „Bewegung stoppen“. Daraus kann unter Berücksichtigung der rechtlichen und normativen Anforderungen ein Programm für Sicherheitssteuerungen abgeleitet werden.
- Dies ist die Programmierung des Digitalmoduls K20, die in der beiliegenden FluidSim-Projektdatei oder Video „100506-1 - 5-3-Way Valve - Stopping“ verwendet wird.

## Prüfzyklus

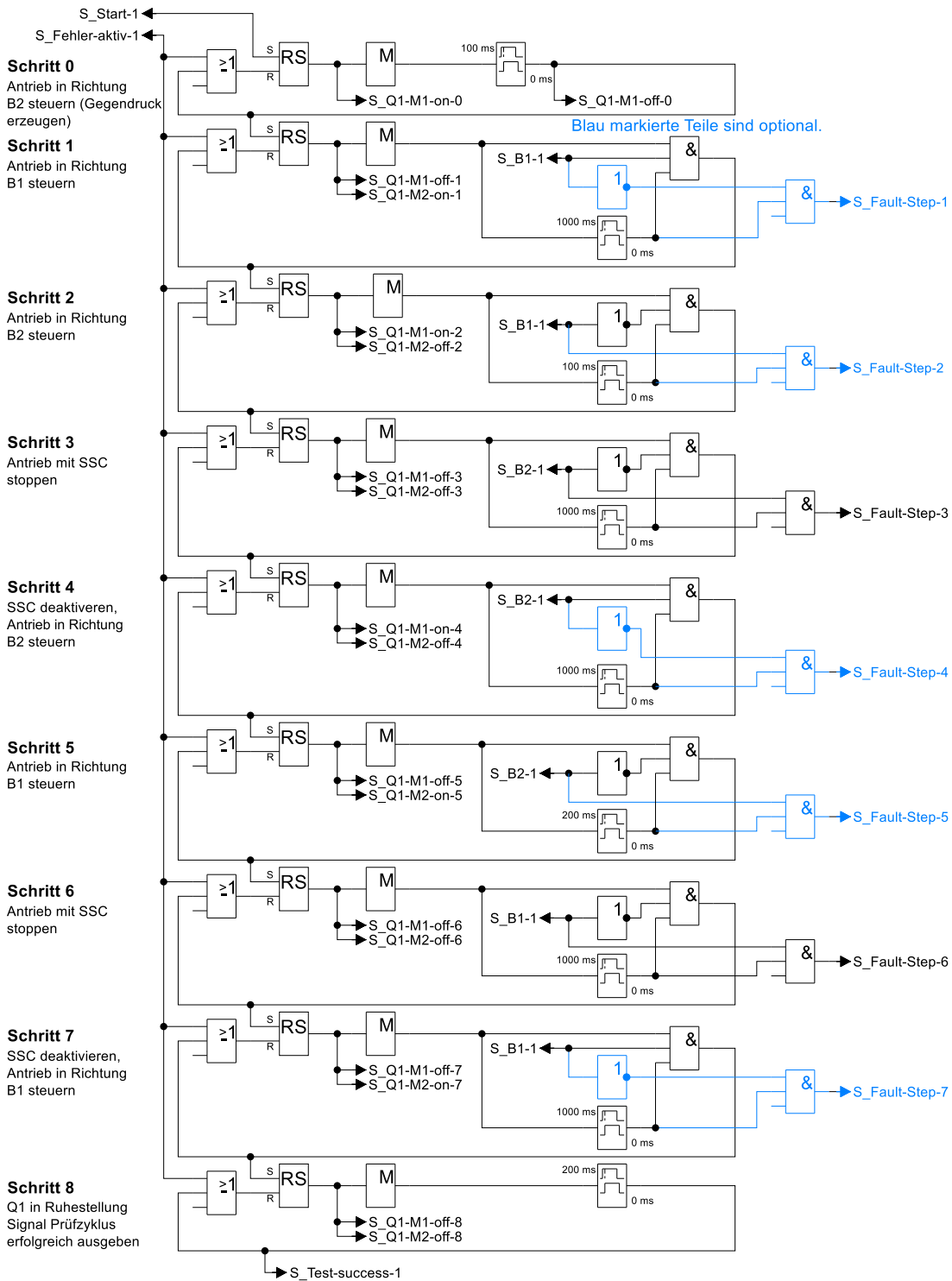
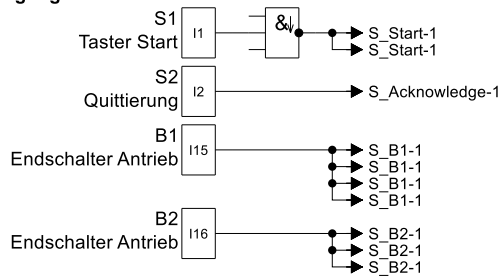
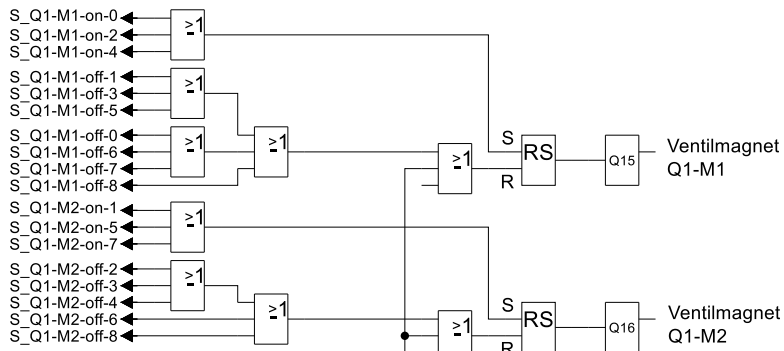


Abbildung 5 Programm Simulation: Prüfzyklus

## Eingänge



## Ausgänge Ansteuerung Ventilmagnete



## Ausgänge Signallampen

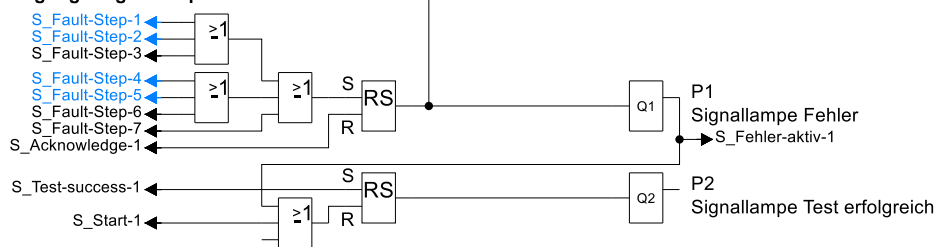


Abbildung 6 Programm Simulation: Ein- und Ausgänge

### 3 Prüfzyklen ‚Halten Endlage für Antriebe mit Kolbenstange‘

#### 3.1 Prinzipschaltung und prinzipieller Ablauf des Prüfzyklus

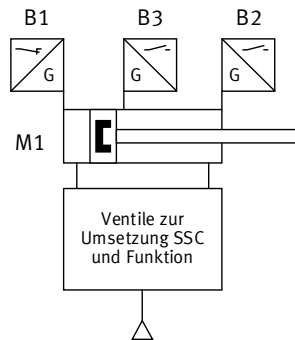


Abbildung 7 Prinzipschaltung für den Prüfzyklus „Halten Endlage für Antriebe mit Kolbenstange“

Das prinzipielle Vorgehen beim Prüfablauf ist, dass der pneumatische Antrieb M1 mit dem Arbeitsventil in die jeweilige Endlage von B1 und B2 gesteuert werden. Mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC wird dann die Endlage gehalten. Zur Prüfung der Sicherheits-Teilfunktion SSC wird mit dem Arbeitsventil der Antrieb aus der jeweiligen Endlage gesteuert. Da bei einem pneumatischen Antrieb mit Kolbenstange, sich der Antrieb aus der Endlage mit B1 bewegen wird, wird mit dem Endschalter B3 der Punkt überwacht, der normalerweise nicht mehr erreicht werden kann.

Die Bewegung ergibt sich dadurch, dass die Kolbenflächen unterschiedlich sind, sich dadurch unterschiedliche Kräfte ergeben und der Antrieb aus der Endlage mit B1 herausbewegt wird und stoppt, wenn sich das Kräftegleichgewicht am Kolben einstellt hat.

Ergibt sich mit den Ansteuersignalen und den Signalen der Endschalter B1, B2 und B3 eine nicht plausible Signalabfolge bzw. Zeiten, wird der Prüfzyklus mit einem Fehler abgebrochen.

#### 3.2 Flussdiagramm

Der übliche Ablauf für den Prüfzyklus „Halten Endlage für Antriebe mit Kolbenstange“ ist im folgenden Flussdiagramm angegeben.

##### Hinweis

- Ist eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung der Ventile bei jedem Schaltvorgangs umgesetzt, kann auf die mit „Optional“ gekennzeichneten Teile (blau markiert) verzichtet werden. Die mit „Optional“ gekennzeichneten Prüfungen in den Schritten sind eine Zeitüberwachung während des Prüfzyklus, die auch über die Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung erfolgt.

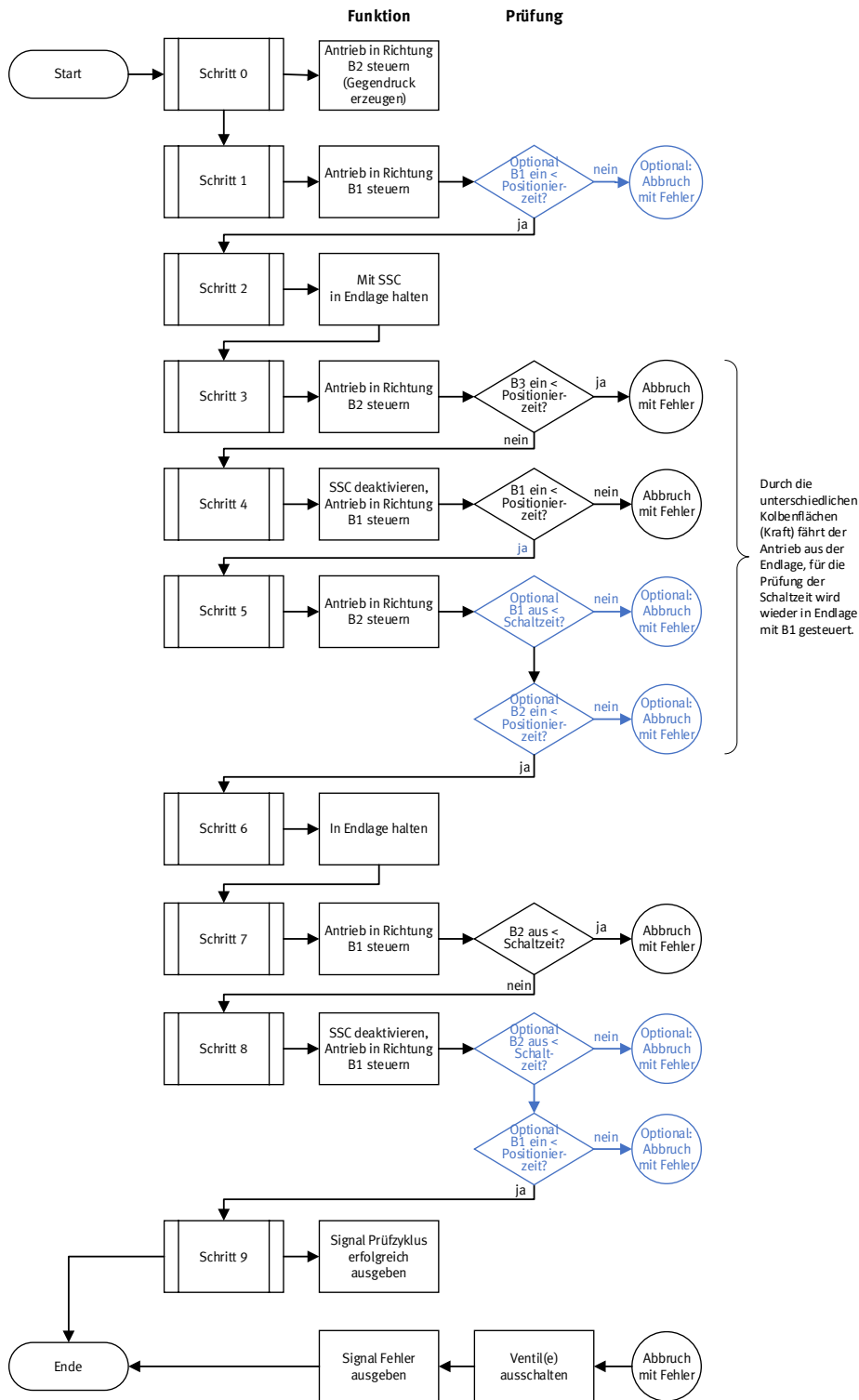


Abbildung 8 Flussdiagramm Testzyklus Sicherheits-Teilfunktion SSC (Endlage halten für Antriebe mit Kolbenstange)

### 3.3 Beschreibung

- Schritt 0:** Im Antrieb Gegendruck erzeugen  
 Dieser Schritt dient ausschließlich dazu, um für die Bewegung während des Schrittes 1 einen Gegendruck im Antrieb aufzubauen. Dieser Schritt ist optional, wenn beim Start des Prüfzyklus sich Druck im Antrieb befindet, z.B. wenn der Antrieb sich in einer druckbeaufschlagten Endlage befindet.
- Schritt 1:** Antrieb in Richtung B1 steuern  
 Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.

Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Einschalten des Endschalters B1 eine festgelegte Positionierzeit nicht überschritten wird.

- **Schritt 2:** Antrieb wird mit SSC in Endlage halten  
Der Antrieb wird mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC in der Endlage gehalten.
- **Schritt 3:** Antrieb in Richtung B2 steuern  
Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B2 gesteuert.  
Es wird geprüft, ob der Endschalter B3 innerhalb der festgelegten Positionierzeit erreicht wird. Wird der Endschalter B3 erreicht, wurde die Sicherheits-Teilfunktion SSC nicht ausgeführt und es liegt ein Fehler vor.
- **Schritt 4:** Antrieb in Richtung B1 steuern  
Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Ventils bis zum Einschalten des Endschalters B1 eine festgelegt Positionierzeit nicht überschritten wird.
- **Schritt 5:** Antrieb in Richtung B2 steuern  
Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B2 gesteuert.  
Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Ausschalten des Endschalters B1 eine festgelegte Schaltzeit bzw. bis zum Einschalten des Endschalters B2 eine festgelegte Positionierzeit nicht überschritten wird.
- **Schritt 6:** Antrieb wird mit SSC in Endlage halten  
Der Antrieb wird mit der Sicherheits-Teilfunktion SSC in der Endlage gehalten.
- **Schritt 7:** Antrieb in Richtung B1 steuern  
Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.  
Es wird geprüft, ob der Antrieb die Endlage mit B2 verlässt. Wird die Endlage verlassen, wurde die Sicherheits-Teilfunktion SSC nicht ausgeführt und es liegt ein Fehler vor.
- **Schritt 8:** Antrieb in Richtung B1 steuern  
Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.  
Optional: Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils bis zum Ausschalten des Endschalters B2 eine festgelegte Schaltzeit bzw. bis zum Einschalten des Endschalters B1 eine festgelegte Positionierzeit nicht überschritten wird.
- **Schritt 9: Signal Prüfzyklus erfolgreich ausgeben**  
Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Test erfolgreich“ ausgegeben.
- **Abbruch mit Fehler**  
Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Fehler“ ausgegeben.

#### Hinweise

- Bei bestimmten Prüfzyklen können einzelne Schritte entfallen bzw. müssen ergänzt werden. Dies ist in der Regel abhängig von dem gewählten Antrieb und wird bei den detaillierten Beschreibungen erklärt.

### 3.4 Fehler

Mit diesem Prüfzyklus können folgende Fehler der ISO 13849-2, Tabellen B.4, D.4, erkannt werden:

- Veränderung der Schaltzeiten (nur wenn die mit „optional“ gekennzeichneten Programmteile verwendet werden)
- Hängenbleiben in der Mittelstellung oder einer Endlage
- Hängenbleiben in einer Zwischenstellung
- Dauerhafter Kurzschluss nach 24 V oder 0 V der Leitung zur Magnetspule, der zum Einnehmen einer Schalt- oder Ruhestellung führt
- Dauerhafte Unterbrechung von 24 V oder 0 V der Leitung zur Magnetspule

Folgende Fehler können nicht (zuverlässig) erkannt werden:

- Selbsttätige Veränderung der Ausgangs-Schaltstellung (ohne Eingangssignal)  
Zum Erkennen dieses Fehlers ist eine ständig aktive Plausibilitätsprüfung der Steuer- und Diagnosesignale erforderlich.
- Leckage  
Zum Erkennen einer Leckage ist eine zusätzliche Leckage-Prüfungen erforderlich.
- Kurz- und Querschlüsse  
Kurzzeitige Kurzschlüsse nach 24 V oder 0 V der Leitung zur Magnetspule, die zu einem kurzen Schalten des Ventils führen können.  
Zum Erkennen von Kurz- und Querschlüssen ist mindestens eine der folgenden Maßnahmen erforderlich:
  - Kurz- und Querschlossüberwachung der sicheren Ausgänge,
  - Bei elektromechanischen Kontakten eine Sicherung im aktiven Leiter, oder
  - Ständig aktive Plausibilitätsprüfung der Steuer- und Diagnosesignale.

### 3.5 Prüfzyklus 2 „Endlagen halten für Antriebe mit Kolbenstange“ mit 2 x gesteuerte Rückschlagventile

| Funktion: Sicheres Anhalten und ... | Ventil(e)                        | Antrieb                  | Einbaulage | Prüfung                      |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|------------------------------|
| Halten in Endlage                   | 2 x gesteuerte Rückschlagventile | Antrieb mit Kolbenstange | beliebig   | Sperren<br>Volumenstrompfade |

Dieser Abschnitt beschreibt einen möglichen Prüfzyklus für gesteuerte Rückschlagventile mit der Diagnosemaßnahme Endschalter am Antrieb für die Sicherheits-Teilfunktion „sicheres Anhalten und Absperren (SSC)“.

#### Hinweise

- Die erforderlichen Merkmale der Komponenten und Empfehlungen zu möglichen Produkten von Festo sind in den Application Notes für die Schaltungen der Sicherheits-Teilfunktion SSC enthalten.
- Bei der Berechnung der Zuverlässigkeit ist der Prüfzyklus für das Ventil Q1 mit drei vollständigen Schaltzyklen und für die Ventile K1, Q2 und Q3 mit vier vollständigen Schaltzyklen zu berücksichtigen.

#### 3.5.1 Schaltung

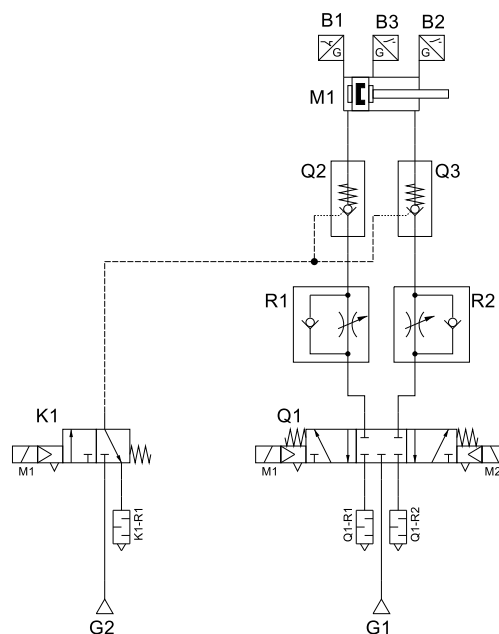


Abbildung 9 Verwendete Schaltung für Prüfablauf mit 2 x gesteuerten Rückschlagventil

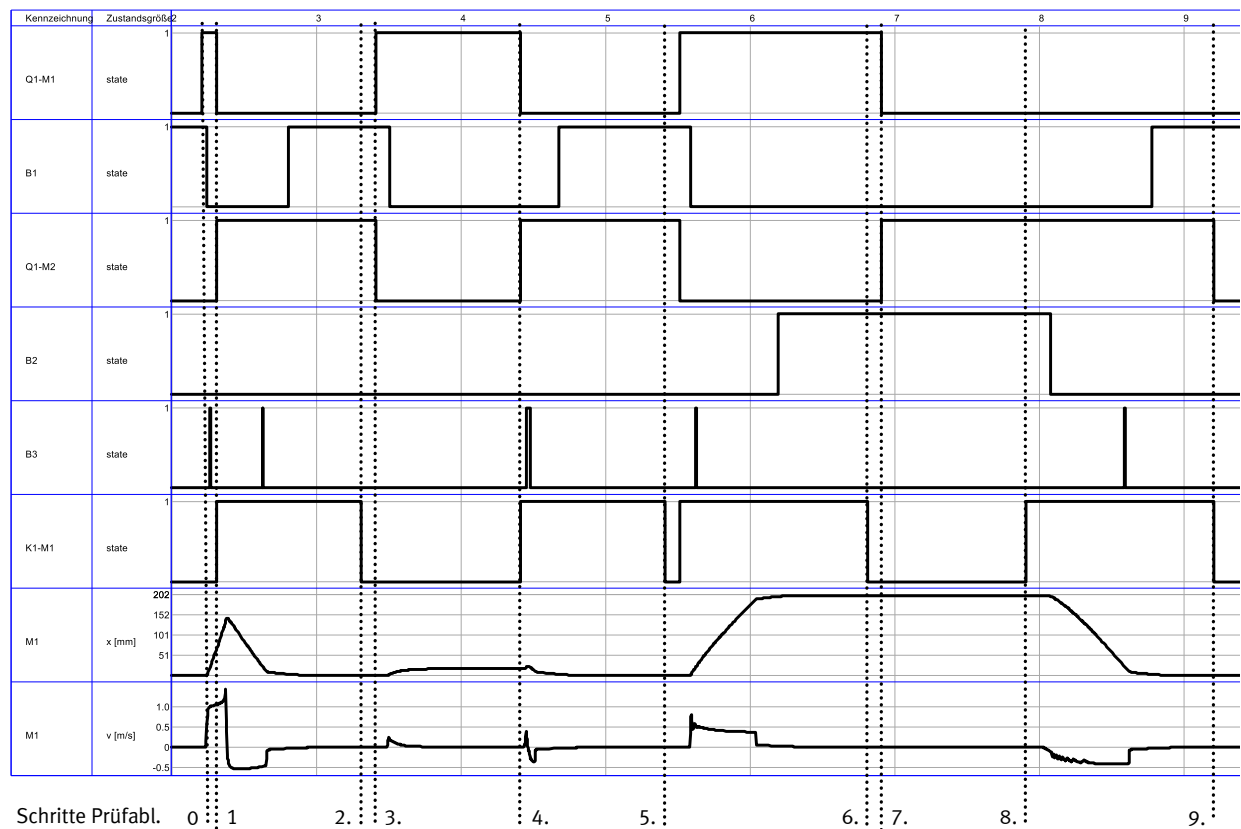


Abbildung 10 Signalfolgen und Position des Antriebs während des Prüfablaufs

### 3.5.2 Prüfablauf 2 x gesteuerte Rückschlagventile

Dieser Prüfablauf ist für 2 x gesteuerte Rückschlagventile auf der Basis des Flussdiagramms in Abschnitt → 3.2 und der Beschreibung in Abschnitt → 3.3. Die verwendete Schaltung ist in „Abbildung 9“ und die sich ergebende Signalabfolge ist in „Abbildung 10“ angegeben.

Für jeden Schritt wird die ausgeführte Funktion beschrieben, die Signale und die dafür erforderliche Prüfung und Reaktionen entsprechend dem Prüfergebnis.

#### Hinweise

- Die angegebenen Schalt- und Positionierzeiten zwischen den Signalwechseln sind die in der Simulation verwendete Zeiten:
  - Schaltzeit: Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Abschalten B1: 300 ms (Verlassen Endlage)
  - Positionierzeit: Ansteuerung Q1-M1 bei ausgeschaltetem K1-M1 bis zum Erreichen von B3: 1000 ms (Fehler gesteuertes Rückschlagventil Q3)
  - Positionierzeit: Ansteuerung Q1-M1 bis Einschalten B2: 1000 ms (Erreichen Endlage)
  - Schaltzeit: Ansteuerung Q1-M2 bei ausgeschaltetem K1-M1 bis Abschalten B2: 300 ms (Verlassen Endlage)
  - Positionierzeit: Ansteuerung Q1-M2 bis Einschalten B1: 1000 ms (Erreichen Endlage)
  - Schaltzeit: Ansteuerung K1-M1 und gesteuerte Rückschlagventile Q2 und Q3: 100 ms

In anderen Prüfzyklen kann eine Schaltzeit von 200 ms angegeben sein. Dies hat den Hintergrund, dass dort nur ein Ventil angesteuert wird und sich dadurch kürzere Schaltzeit ergibt.

- Die Schaltung enthält auch ein 5/3-Wegeventil, geschlossen. Der hier beschriebene Prüfzyklus prüft nur die zwei entsperbaren Rückschlagventile Q2 und Q3. Der Prüfzyklus für ein 5/3-Wegeventil, geschlossen ist in Abschnitt → 2.5 enthalten.
- Ist eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung der Ventile bei jedem Schaltvorgangs umgesetzt, kann auf die mit „Optional“ gekennzeichneten Teile (blau markiert) verzichtet werden. Die mit „Optional“ gekennzeichneten Prüfungen in den Schritten sind eine Zeitüberwachung während des Prüfzyklus, die auch über eine Plausibilitäts- und Positionierzeitüberwachung erfolgen kann.

- **Schritt 0: Antrieb in Richtung B2 steuern (Gegendruck erzeugen)**

**Funktion:** Zuerst wird der Antrieb M1 kurz in die Richtung der Endlage mit B2 gesteuert, ohne die Endlage zu erreichen, damit sich Druck im Antrieb befindet.

**Steuersignale:** Q1-M1 = EIN; nach 100 ms Q1-M1 = AUS

**Prüfung:** Keine

**Weiterschaltbedingung:** nach 100 ms Q1-M1 = AUS

**Hinweis:** Das Steuerventil K1 muss nicht angesteuert werden, da sich das gesteuerte Rückschlagventil Q2 durch den Druckunterschied öffnet, während Q3 geschlossen bleibt. Dadurch wird ein Druckaufbau im Antrieb erreicht.

- **Schritt 1: Antrieb in Richtung B1 steuern**

**Funktion:** Der Antrieb M1 wird in die Endlage mit B1 gesteuert bis er in die Endlage mit B1 erreicht.

**Steuersignale:** Q1-M1 – AUS; Q1-M2 = EIN; K1-M1 = EIN.

**Prüfung (optional):** Antrieb muss innerhalb der vorgesehen Positionierzeit 1000 ms in der Endlage mit B1 ankommen.

**Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Einschalten Q1-M2 und K1-M1 bis Signal von B1  $\geq$  1000 ms.

**Weiterschaltbedingung:** Zeit von Einschalten Q1-M2 und K1-M1 bis Signal von B1  $<$  1000 ms

- **Schritt 2: Mit SSC in Endlage halten**

**Funktion:** Die Ansteuerung der steuerbaren Rückschlagventile wird abgeschaltet.

**Steuersignale:** K1-M1 = AUS und es muss die Schaltzeit von 100 ms gewartet werden.

**Prüfung:** Keine

- **Schritt 3: Antrieb in Richtung B2 steuern**

**Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B2 gesteuert, darf allerdings B3 nicht erreichen.

**Steuersignale:** Q1-M1 – EIN; Q1-M2 – AUS

**Prüfung:** Antrieb darf B3 innerhalb der vorgesehenen Positionierzeit 1000 ms nicht erreichen.

**Abbruch mit Fehler:** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 bis Signal ein von B3 < 1000 ms.

**Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 bis Signal aus von B3  $\geq$  1000 ms.

**Hinweis:** Das Signal von B3 wird in einem RS-Flipflop gespeichert, damit das Signal nach Ablauf der Verzögerungszeiten für die Prüfung zur Verfügung steht.

- **Schritt 4: Antrieb in Richtung B1 steuern**

**Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B1 gesteuert.

**Steuersignale:** K1-M1 = EIN; Q1-M1 = AUS; Q1-M2 = EIN

**Prüfung (optional):** Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Steuerventils für die gesteuerten Rückschlagventile und des Arbeitsventils bis zum Einschalten von B1 die Positionierzeit 1000 ms nicht überschritten wird.

**Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Ansteuerung K1-M1 und Q1-M2 bis Signal von B1  $\geq$  1000 ms.

**Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung K1-M1 und Q1-M2 bis Signal von B1 < 1000 ms

**Hinweis:** Das Steuerventil K1 und die steuerbaren Rückschlagventile Q2 und Q3 werden ausgeschaltet, damit beim nächsten Einschaltvorgang die Dauer des Schaltvorgangs überwacht wird.

- **Schritt 5: Antrieb in Richtung B2 steuern**

**Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B2 gesteuert.

**Steuersignale:** Q1-M1 = EIN, Q1-M2 = AUS; K1-M1 = EIN.

**Prüfung (optional):** Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils und des Steuerventils für die gesteuerten Rückschlagventile bis zum Ausschalten von B1 die Schaltzeit 300 ms nicht überschritten wird. Anschließend wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils und des Steuerventils für die gesteuerten Rückschlagventile bis zum Einschalten von B2 die Positionierzeit von 1000 ms nicht überschritten wird.

**Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Signal aus von B1  $\geq$  300 ms.

Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis zum Signal ein von B1  $\geq$  1000 ms.

**Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Signal aus von B2 < 300 ms und Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Signal aus von B2 < 1000 ms.

- **Schritt 6: Mit SSC in Endlage halten**

**Funktion:** Die Ansteuerung der steuerbaren Rückschlagventile wird abgeschaltet.

**Steuersignale:** K1-M1 = AUS und es muss die Schaltzeit von 100 ms gewartet werden.

**Prüfung:** Keine

- **Schritt 7: Antrieb in Richtung B1 steuern**

**Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit Endschalter B1 gesteuert.

**Steuersignale:** Q1-M1 = aus; Q1-M2 = ein

**Prüfung:** Antrieb darf die Endlage mit Endschalter B2 innerhalb der Schaltzeit nicht verlassen.

**Abbruch mit Fehler:** Zeit von Ansteuerung Q1-M2 bis Signal aus von B2 < 300 ms.

**Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M2 bis Signal aus von B2  $\geq$  300 ms.

- **Schritt 8: Antrieb in Richtung B1 steuern**

**Funktion:** Der Antrieb wird in die Endlage mit B1 gesteuert.

**Steuersignale:** Q1-M2 = EIN, Q1-M1 = AUS; K1-M1 = EIN

**Prüfung (optional):** Es wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils und des Steuerventils für die gesteuerten Rückschlagventile bis zum Ausschalten von B2 die Schaltzeit 300 ms nicht überschritten wird. Anschließend wird geprüft, ob von der Ansteuerung des Arbeitsventils und des Steuerventils für die gesteuerten Rückschlagventile bis zum Einschalten von B1 die Positionierzeit von 1000 ms nicht überschritten wird.

**Abbruch mit Fehler (optional):** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Signal aus von B2  $\geq$  300 ms.

Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis zum Signal ein von B2  $\geq$  1000 ms.

**Weiterschaltbedingung:** Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Signal aus von B1  $<$  300 ms und Zeit von Ansteuerung Q1-M1 und K1-M1 bis Signal aus von B1  $<$  1000 ms.

- **Schritt 9: Signal Prüfzyklus erfolgreich ausgeben**

**Funktion:** Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Test erfolgreich“ ausgegeben.

**Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – AUS, K1-M1 – AUS, P2 – EIN

**Prüfung:** keine

**Weiterschaltbedingung:** keine

- **Abbruch mit Fehler**

**Funktion:** Es werden die Ventile ausgeschaltet und das Signal „Fehler“ ausgegeben.

**Steuersignale:** Q1-M1 – AUS, Q1-M2 – AUS, K1-M1 – AUS, P1 – EIN

**Prüfung:** keine

**Weiterschaltbedingung:** keine

### 3.5.3 Programmierung Simulation mit Logikelementen

#### Wichtige Hinweise

- Diese Programmierung ist Beispiel mit einer Simulationssoftware für die Umsetzung des Testzyklus „Endlage halten für Antriebe mit Kolbenstange“. Daraus kann unter Berücksichtigung der rechtlichen und normativen Anforderungen ein Programm für Sicherheitssteuerungen abgeleitet werden.
- Dies ist die Programmierung Digitalmoduls K20, die in der beiliegenden FluidSim-Projektdatei oder Video „100506-6 - Piston Rod Drive - Piloted Check Valves - End Position“ verwendet wird.

## Prüfzyklus

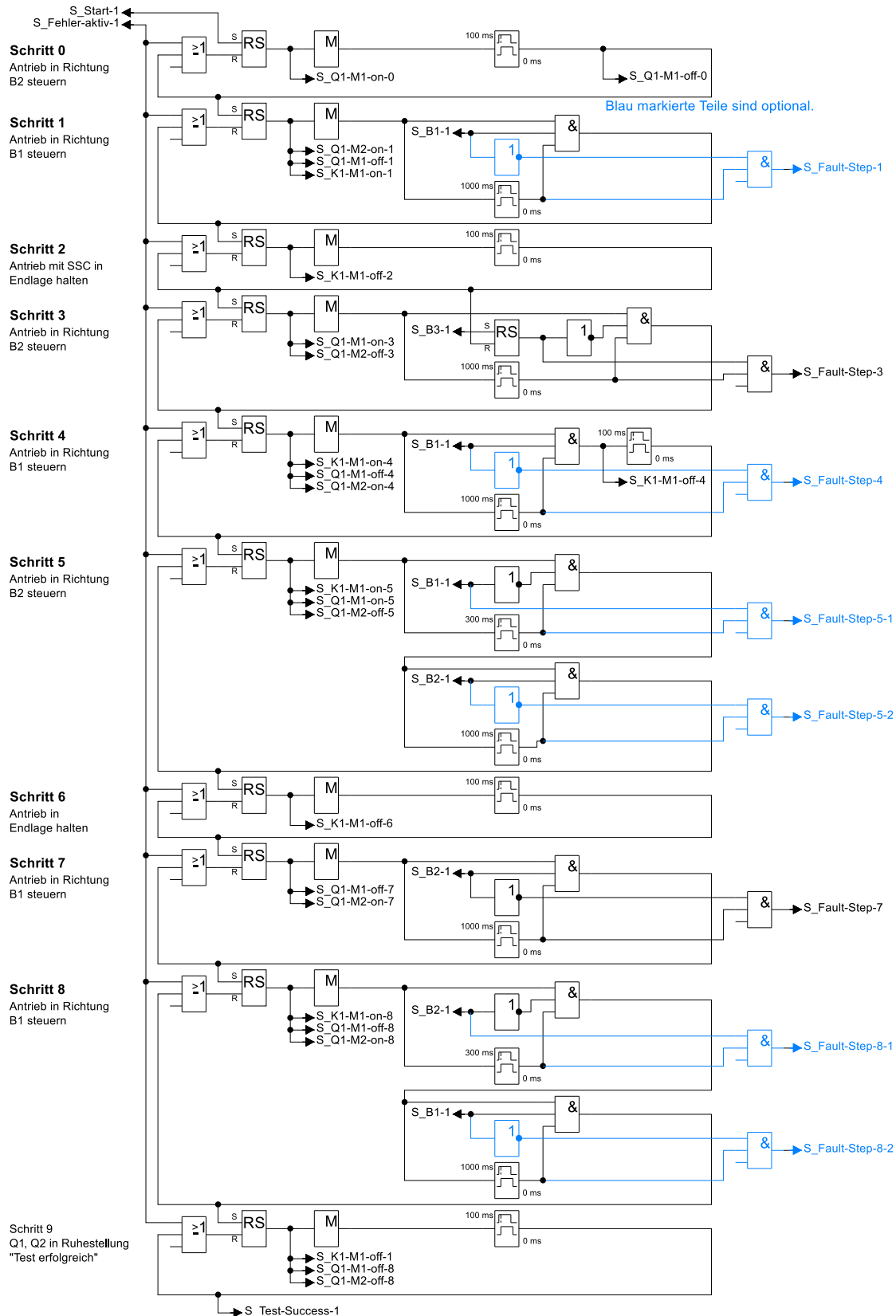
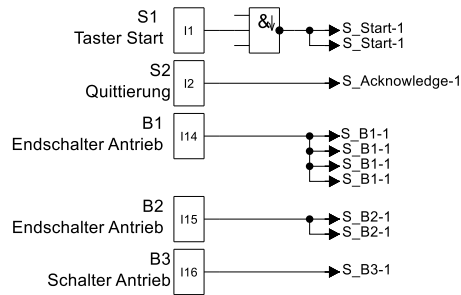
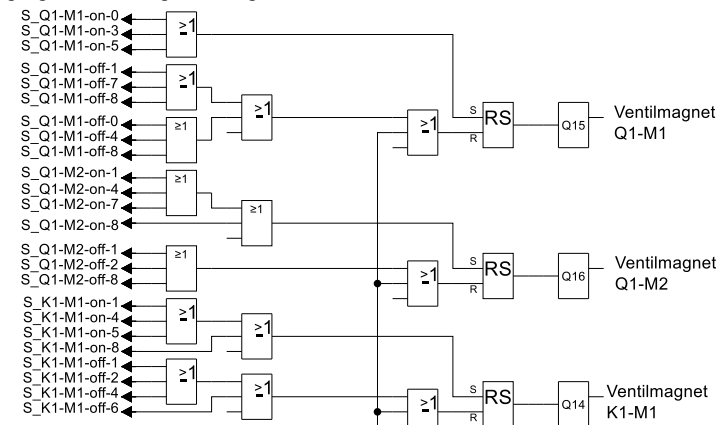


Abbildung 11 Programm Simulation: Prüfzyklus

## Eingänge



## Ausgänge Ansteuerung Ventilmagnete



## Ausgänge Signallampen

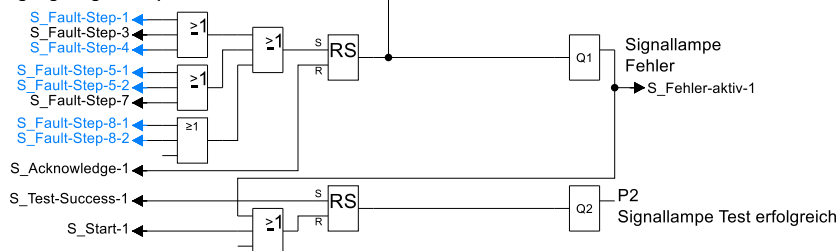


Abbildung 12 Programm Simulation: Ein- und Ausgänge

## **4 Verwendete Literatur**

### **4.1 Zitierte Unterlagen von Festo**

- [1] [100396 Hinweise zu Merkmalen von Wegeventilen](#)
- [2] [100406 Sicherheits-Teilfunktionen Pneumatik – SSC, PUS](#)

### **4.2 Normen**

- [3] DIN EN ISO 4414:2011-04 - Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010
- [4] ISO 5598:2020-01 - Fluidtechnik - Vokabular
- [5] DIN EN ISO 12100:2011-03 - Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010
- [6] DIN EN ISO 13849-1:2023-12 – Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2023); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2023
- [7] DIN EN ISO 13849-2:2013-02 - Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2012
- [8] VDMA 24584:2022-06 - Sicherheitsfunktionen geregelter und nicht geregelter (fluid-) mechanischer Systeme.
- [9] DIN EN 61508:2011-02 - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (IEC 61508:2010); Deutsche Fassung EN 61508:2010
- [10] DIN EN 61508-4:2011-02 - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 4: Begriffe und Abkürzungen (IEC 61508-4:2010); Deutsche Fassung EN 61508-4:2010
- [11] DIN EN 61511-1:2019-02 - Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie (IEC 61511:2016); Deutsche Fassung EN 61511-1:2017
- [12] DIN EN IEC 62061:2023-02 - Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme (IEC 62061:2021); Deutsche Fassung EN IEC 62061:2021

### **4.3 Rechtsvorschriften**

- [13] Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- [14] Maschinenverordnung: Verordnung (EU) 2023/1230 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates

## 5 Informationen über das Dokument

### 5.1 Allgemeine Angaben

|                  |                |
|------------------|----------------|
| Dokumentennummer | 100506         |
| Diagnosemaßnahme | Prüfzyklus SSC |

### 5.2 Revisionshistorie

| Vers. | Datum      | Bearb. | Kapitel | Beschreibung der Änderung/Auswirkung |
|-------|------------|--------|---------|--------------------------------------|
| 1.10  | 17.08.2026 | JKHL   | Alle    | Erstellung des Dokuments             |

### 5.3 Genehmigung/Freigabe des Dokuments

| Rolle    | Unterschrift |
|----------|--------------|
| Freigabe |              |

### 5.4 Gültigkeitsdauer

Das Dokument ist bis 17.08.2031 gültig oder bis eines der verwendeten Dokumente oder die erforderliche relevante Grundlage geändert wird.



### **Haben Sie Fragen zu dieser Application Note?**

Sie können uns gerne Ihre Fragen über das Kontaktformular zukommen lassen.



### **Suchen Sie Safety Application Notes mit Lösungsbeispielen für die wichtigsten Sicherheits-Teilfunktionen in der Pneumatik?**

Im Support Portal erweitern wir regelmäßig unsere Sammlung mit Dokumenten.



### **Wollen Sie sich einen Gesamtüberblick zur Maschinen- und Anlagesicherheit verschaffen?**

In unserem Leitfaden haben wir Informationen zur Maschinensicherheit und funktionalen Sicherheit zusammengestellt.

Leitfaden herunterladen.



### **Benötigen Sie weitere Unterstützung?**

Wir bieten auch Dienstleistungen für Maschinensicherheit an

- Risikobeurteilung
- Sicherheitskonzept
- Schaltungsentwicklung
- Verifizierung / Validierung



Angebot können Sie gerne über das Kontaktformular einholen.

### **Benötigen Sie Schulungen oder eine Weiterbildung?**

Bei Festo Didactic finden Sie Schulungen zur Maschinensicherheit, zur Funktionalen Sicherheit und zum Thema CE-Kennzeichnung.



Angebot für Schulung oder Workshop anfragen.

