

Start – Inhalt der Safety Application Note 100419

In jeder Safety Application Notes ist ein Gesichtspunkt einer Sicherheitsschaltung betrachtet. Deswegen sind für die Umsetzung einer Sicherheitsschaltung in einer bestimmten Anwendung immer mehrere Dokumente erforderlich, die in der Application Note verlinkt sind.

Wichtige Hinweise

- Bitte die zip-Datei entpacken und in einem Ordner speichern. Einige verwendete Programme können in komprimierten Ordnern keine Dateien öffnen.
- Für das Öffnen von einigen Dateien sind bestimmte Programme erforderlich, siehe Abschnitt → „[Empfehlungen zur erforderlichen Software](#)“.

Inhalt der Application Notes

In der Regel sind in jeder Application Note folgende Dateien vorhanden:

- **Application Note (im pdf-Format)**
Dokument mit der Beschreibung, Schaltung, erforderlichen Merkmalen von Komponenten und Produkt-Empfehlungen von Festo.
- **Sistema-Projekt (im Sistema-Format und als Sistema-Report im pdf-Format)**
Sistema-Projekt für die Bewertung der Teilschaltung für die Sicherheitsteilfunktion entsprechend dem Blockschaltbild in der Application Note. In der Regel ist dies nur der sicherheitsbezogene Ausgang der pneumatischen Sicherheitsschaltung.
- **FluidDraw Project (im FluidDraw-Format und im pdf-Format)**
FluidDraw-Projekt mit der Teilschaltung für die Sicherheits-Teilfunktion, wie sie in der Application Note beschrieben ist.
- **FluidDraw Translation Table DE – EN (im FluidDraw-Format)**
Das FluidDraw-Projekt wurde mit einer Übersetzungstabelle erstellt, um verschiedene Sprachen (Deutsch und Englisch) auswählen und anzeigen zu können. Zur Einbindung der Übersetzungstabelle in ein FluidDraw-Projekt, siehe → „Anleitung zur Übersetzungstabelle für FluidDraw“.

Datum
15.07.2026

Unser Zeichen
100419

Rechtsform:
Kommanditgesellschaft
Sitz: Esslingen a. N.
Registergericht Stuttgart
HRA 211583
Ust-Id-Nr. DE 145 339 206
Persönlich haftende
Gesellschafterin:
Festo Management SE
Sitz: Esslingen a. N.
Registergericht Stuttgart
HRB 782421
Vorstand:
Dr. Sebastian Beck
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Böck
(Vorsitzender)
Dipl.-Ing. (FH) Frank Notz
Dr. Jaroslav Patka
Prof. Dr.-Ing. Tomas Smetana
Aufsichtsratsvorsitzender:
Dr. Friedrich Eichiner

Festo SE & Co. KG

Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
Phone +49(711)347-0
GERMANY
www.festo.com

- **FluidSim Project (im FluidSim-Format)**
FluidSim-Projekt mit einer möglichen elektrischen Schaltung und der pneumatischen Teilschaltung für die angegebenen Sicherheits-Teilfunktionen. Mit dieser Projektdatei kann die Funktionsweise der Schaltung anhand einer Simulation getestet und erklärt werden. Diese Simulation zeigt Ventil Q2 in einer Detailansicht, d.h. mit einer pneumatisch betätigten Hauptstufe und den elektrisch betätigten Vorsteuerventilen. Mit dieser Simulation lässt sich die Funktionsweise und der Fehlerausschluss „selbsttätige Veränderung der Ausgangsschaltstellung der Hauptstufe ohne Eingangssignal“ besser erklären.
- **Video (im mp4-Format)**
Im Video wird die Simulation des pneumatischen Teils der Schaltung gezeigt und erklärt. Es gibt auch zwei Videos von den Simulationen, einmal mit dem üblichen Symbol für das bistabile Ventil und einmal mit der Detaildarstellung.

Empfehlungen zur erforderlichen Software

Damit diese Application Note vollständig genutzt werden kann, ist folgende Software erforderlich:

- **Reader für Dateien im pdf-Format**
Wir empfehlen den kostenlos verfügbaren [Adobe Acrobat Reader](#).
- **Sistema**
Sistema ist ein Software-Assistent zur Bewertung von Sicherheitsschaltungen von Maschinen nach der Norm ISO 13849-1. Dies ist eine kostenlose Software, die vom Institut für Arbeitsschutz (IFA) kostenlos zur Verfügung gestellt wird [Software-Assistent SISTEMA](#).
- **FluidDraw**
Mit FluidDraw sind einfach und schnell pneumatische, hydraulische und elektrische Schaltpläne erstellt. Dies ist ein kostenpflichtiges Programm, das bei Festo bestellt werden kann, [FluidDraw 365](#).
- **FluidSim**
Mit FluidSim lassen sich auf Schaltplanebene pneumatische, hydraulische und elektrische Schaltungen simulieren. Für die Simulation dieser Application Note ist die Windows-Version mit kostenpflichtigen Lizenzen für Pneumatik und Elektrotechnik erforderlich. Zu den Lizenzen [FluidSim](#).

- **Video-Player für MP4-Dateien**

Zum Abspielen des Videos, das die Simulation der pneumatischen Schaltung zeigt, ist ein Video-Player erforderlich. Bei Windows ist normalerweise der Media Player vorhanden, der für das Abspielen geeignet ist.

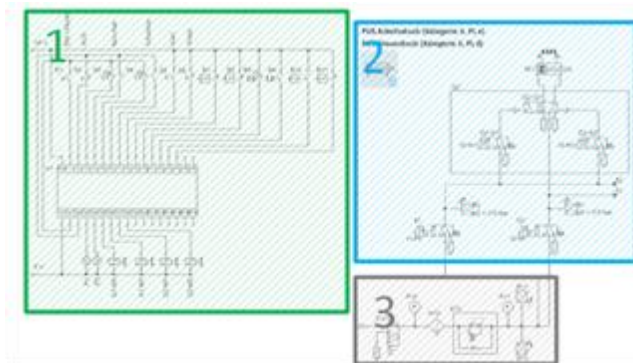
Anleitung zur Übersetzungstabelle für FluidDraw

Die Übersetzungstabelle kann mit folgenden Schritten geladen werden:

1. Menü „Verwalten“ auswählen
2. Menüpunkt „Übersetzungstabellen“ auswählen
3. Schaltfläche „Öffnen...“ auswählen
4. Datei „... FluidDraw Translation Table DE – EN.xmltt“ auswählen
5. In der Tabelle „Wörter“ werden die Spalten TextID, Deutsch und US-Englisch angezeigt.
6. Fenster „Übersetzungstabellen verwalten“ kann mit der Schaltfläche OK geschlossen werden.
7. Menü „Projekt“ auswählen
8. Menüpunkt „Sprache“ auswählen
9. In der Auswahlliste „Übersetzungstabelle“ die Datei „... Translation Table DE – EN.xmltt“ auswählen (in der Regel die unterste Datei in der Liste).
10. In den Auswahllisten „Projekt / Blatt / Auswertung“ und „Übersetzungssprache“ die gewünschte Sprache auswählen.

Anleitung für Simulationen mit FluidSim

Übersicht



Wichtige Hinweise

- Die Schaltung der Simulation zeigt eine sicherheitsbezogene Schaltung, die nicht vollständig ist und immer anwendungsbezogen angepasst werden muss.
- Die Programmierung der Sicherheitssteuerung K1 in der Simulation ist an das Simulationsprogramm FluidSim angepasst und ist nicht vollständig. Beispielsweise ist es nur einkanalig ausgeführt, es gibt keine Prüfpulse, keine interne Diagnose usw.

Mit dieser Simulation soll die Funktionsweise der Sicherheits-Teilfunktion PUS mit bistabilen Ventilen in einer Sicherheitsschaltung gezeigt werden. Mit der Betätigung der unterschiedlichen Taster und Schalter lässt sich das Verhalten der Schaltung untersuchen. Mit Änderungen der Einstellungen der Sensoren, Regler und Schaltzeiten ist auch die Simulation von anderen Betriebszuständen und Fehlern möglich.

Die Schaltung der Simulation besteht aus folgenden Teilen

1. Schaltung der Sicherheitssteuerung
Die Schaltung der Sicherheitssteuerung befindet sich teilweise im Schaltschrank und die Ventilmagnete, Schalter, Taster und Sensoren sind an der Sicherheitssteuerung K1 angeschlossen.
2. Pneumatische Schaltung
In der pneumatischen Schaltung sind die Komponenten dargestellt, die für die Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktion PUS erforderlich sind.

Das Ventil Q2 ist mit seinen Hauptkomponenten dargestellt, d.h. ein pneumatisch betätigtes, bistabiles 5/2-Wegeventil und zwei elektrisch betätigte 3/2-Wegeventile als Vorsteuerventile. Damit lässt sich das Verhalten des Ventils und die Anwendung des Fehlerausschluss „Selbsttätige Veränderung der Ausgangsschaltstellung ohne Eingangssignal“ erklären.

3. Wartungseinheit

In der Wartungseinheit dient zur Umsetzung von bestimmten Sicherheitsprinzipien.

Funktionen Taster und Schalter

- **S1 – Taster EIN/Reset**

Die Maschine wird eingeschaltet. In der Simulation wird das Arbeitsdruckventil Q1 und das Steuerdruckventil K1 eingeschaltet. Damit steht der Arbeits- und Steuerdruck für das Ventil Q2 zur Verfügung. Das Ventil Q2 wird in seine Grundstellung angesteuert.

Die Voraussetzungen dafür sind:

- Der Mindestdruck am Druckschalter B10 ist überschritten, der Maximaldruck am Druckschalter B11 ist nicht überschritten.
- Not-Halt S3 ist nicht aktiviert.
- Die Schutztür S4 ist geschlossen.
- Taster AUS S2 ist nicht betätigt.

- **S2 – Taster AUS**

Die Maschine wird ausgeschaltet. In der Simulation wird das Arbeitsdruckventil Q1, Steuerdruckventil K1 und das Ventil Q2 ausgeschaltet. Damit steht der Arbeitsdruck und Steuerdruck nicht mehr zur Verfügung und es kann die Maschinenfunktion nicht gestartet werden.

- **S3 – Not-Halt-Schalter**

Not-Halt wird angefordert, d.h. es wird PUS mit dem Ventil Q2 für die Anwendung ausgeführt. Es wird das Arbeitsdruckventil Q1 ausgeschaltet, so dass die Arbeitsdruckversorgung unterbrochen und entlüftet wird. Es wird auch das Steuerdruckventil K1 ausgeschaltet, so dass die Steuerdruckversorgung unterbrochen und entlüftet wird. Damit steht kein Arbeits- und Steuerdruck mehr zur Verfügung.

Das Ventil Q2 wird ebenfalls ausgeschaltet, so dass die Hauptstufe des Ventils die aktuelle Stellung nicht mehr verlassen kann. Solange der Not-Halt S3 betätigt ist, ist ein Start der normalen Maschinenfunktion mit S5 und ein Reset mit S3 nicht möglich.

Zum Quittieren des Not-Halts, muss der Not-Halt-Schalter S3 in seine Ausgangsstellung gebracht und mit dem Taster S1 EIN / Reset quittiert werden.

- **S4 – Schutztür-Schalter**

Es wird die Sicherheits-Teilfunktion PUS für das Ventil Q2 angefordert. Es wird das Steuerdruckventil K1 ausgeschaltet, so dass die Steuerdruckversorgung unterbrochen und entlüftet wird. Das Ventil Q2 wird ausgeschaltet. Damit ist das Ventil Q2 zweikanalig ausgeschaltet und die Hauptstufe des Ventils kann die aktuelle Stellung nicht mehr verlassen.

Solange die Schutztür S4 geöffnet ist, ist ein Start der normalen Maschinenfunktion mit S5 und ein Reset mit S3 nicht möglich.

Zum Quittieren der Schutztür, muss der Schutztür-Schalter S3 in seine Ausgangsstellung gebracht und mit dem Taster S1 EIN / Reset quittiert werden.

- **S5 – Taster Start**

Wird die Start-Taste S5 betätigt, wird die normale Maschinenfunktion ausgeführt, d.h. der pneumatische Antrieb M1 fährt ständig aus und ein.

Voraussetzung dafür ist, dass keine Sicherheitsfunktion (Not-Halt, Schutztür) aktiv ist, durch die Diagnosemaßnahmen (B1, B2, B3, B4, B10, B11) keine Fehler erkannt wurden und der Stopp-Taster S6 nicht betätigt ist.

- **S6 – Stopp**

Mit der Stopp-Taste S6 wird die normale Maschinenfunktion gestoppt, d.h. der pneumatische Antrieb wird funktionell gestoppt und bleibt in der angesteuerten Endlage stehen.

Funktionen Schaltung Sicherheitssteuerung

- **B1 - Druckschalter**

Diagnose für das Arbeitsdruckventil Q1. Mit dem Druckschalter B1 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil Q1 auf Plausibilität und ob die Schaltzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **B2 - Druckschalter**

Diagnose für das Steuerdruckventil K1. Mit dem Druckschalter B2 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil K1 auf Plausibilität und ob die Schaltzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **B3 - Endschalter pneumatischer Antrieb eingefahren**

Diagnose für das Arbeitsventil Q2. Mit dem Endschalter B3 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil Q2 auf Plausibilität und ob die Positionierzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **B4 - Endschalter pneumatischer Antrieb ausgefahren**

Diagnose für das Arbeitsventil Q2. Mit dem Endschalter B4 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil Q2 auf Plausibilität und ob die Positionierzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **B10 – Druckschalter Überwachung Minimaldruck (Einstellung 3 bar)**

Der Druckschalter überwacht den für die Anwendung erforderlichen Mindestarbeitsdruck. Wird der eingestellte Mindestdruck nicht erreicht, werden die Ventile abgeschaltet. Damit gehen die Ventile in ihre Ruhestellung und führen folgende Sicherheits-Teilfunktionen aus:

- Q1 führt SDE für den Arbeitsdruck aus und anschließend PUS in der Ruhestellung des Ventils.
- Q2 führt PUS in der aktuellen Stellung des Ventils aus.

- **B11 – Druckschalter Überwachung Maximaldruck (Einstellung 5 bar)**

Der Druckschalter überwacht den für die Anwendung zulässigen Maximalarbeitsdruck. Wird der eingestellte Maximaldruck überschritten, werden die Ventile abgeschaltet. Damit gehen die Ventile in ihre Ruhestellung und führen folgende Sicherheits-Teilfunktionen aus:

- Q1 führt SDE für den Arbeitsdruck aus und anschließend PUS in der Ruhestellung des Ventils.
 - Q2 führt PUS in der aktuellen Stellung des Ventils aus.
- **K2 - Sicherheitssteuerung**

In der Simulation wird die Sicherheitssteuerung K2 durch ein Digitalmodul simuliert. Programmiert ist dieses Digitalmodul mit Logikelementen, die der Programmierung mit Funktionsblöcken ähnlich ist. Es werden entsprechend den Signalen von den Tastern, Schaltern und Sensoren die Ausgänge so angesteuert, dass immer ein sicherer Zustand aufrechterhalten werden kann.
- **P1 - Anzeige Sicherheitsanforderung**

Die Anzeige P1 zeigt an, ob eine Sicherheitsanforderung vorliegt.
- **P2 – Anzeige Fehler durch Diagnose erkannt**

Leuchtet P2 auf, wurde ein Fehler durch eine der Diagnosemaßnahmen erkannt. Es kann sein, dass dieses Signal nicht sichtbar aufleuchtet, z.B. wenn auf ein Fehler durch eine Signalflanke erkannt wird.
- **Q1 - Arbeitsdruckventil**

Arbeitsdruckventil führt in seiner Ruhestellung die Sicherheits-Teilfunktionen SDE und anschließend PUS aus. Liegt keine Sicherheitsanforderung und kein Fehler vor, kann mit Taster S1 quittiert werden und das Arbeitsdruckventil wird eingeschaltet und die nachfolgende pneumatische Anlage mit Druck beaufschlagt.
- **K1 - Steuerdruckventil**

Steuerdruckventil führt in seiner Ruhestellung die Sicherheits-Teilfunktionen SDE und anschließend PUS aus. Liegt keine Sicherheitsanforderung und kein Fehler vor, kann mit Taster S1 quittiert werden und das Steuerdruckventil wird eingeschaltet und die Steuerluftversorgung für die nachfolgenden Ventile wird mit Druck beaufschlagt.
- **Q2 - Arbeitsventil**

Das Arbeitsventil steuert den pneumatischen Antrieb als Maschinenfunktion an und ist auch ein Kanal für die Sicherheits-Teilfunktion PUS.

Funktionen Wartungseinheit

- **S10 - Manuelles Einschaltventil**

Mit dem manuellen Einschaltventil kann die Druckluftzufuhr unterbrochen und das direkt nachgeschaltete pneumatische System entlüftet werden. Dieses Ventil kann zur Simulation eines Druckausfalls verwendet werden.

- **P10, P11 - Manometer**

Die Manometer können zur Überwachung des Versorgungsdrucks und des geregelten Arbeitsdrucks verwendet werden.

- **K10 – Druckregler (Einstellung 4 bar)**

Solange ein ausreichender Volumenstrom vorhanden ist, wird der Druck auf 4 bar geregelt. Mit dem Druckregler kann ein zu geringer oder zu hoher Druck simuliert werden.

- **H10 - Filter**

Filter soll die erforderliche Druckluftqualität für die nachfolgende pneumatische Anlage gewährleisten.

- **B10 – Druckschalter Überwachung Minimaldruck (Einstellung 3 bar)**

Der Druckschalter überwacht den für die Anwendung erforderlichen Mindestarbeitsdruck. Wird der eingestellte Mindestdruck nicht erreicht, werden alle Ventile abgeschaltet. Damit gehen die Ventile in ihre Ruhestellung und führen folgende Sicherheits-Teilfunktionen aus:

- Q1 führt SDE für den Arbeitsdruck aus und anschließend PUS in der Ruhestellung des Ventils.
- Q2 führt PUS in der aktuellen Stellung des Ventils aus.

- **B11 – Druckschalter Überwachung Maximaldruck (Einstellung 5 bar)**

Der Druckschalter überwacht den für die Anwendung zulässigen Maximalarbeitsdruck. Wird der eingestellte Maximaldruck überschritten, werden alle Ventile abgeschaltet. Damit gehen die Ventile in ihre Ruhestellung und führen folgende Sicherheits-Teilfunktionen aus:

- Q1 führt SDE für den Arbeitsdruck aus und anschließend PUS in der Ruhestellung des Ventils.
- Q2 führt PUS in der aktuellen Stellung des Ventils aus.

Funktionen pneumatische Schaltung

- **B3 - Endschalter pneumatischer Antrieb eingefahren**

Diagnose für das Arbeitsventil Q2. Mit dem Endschalter B3 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil Q2 auf Plausibilität und ob die Positionierzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **B4 - Endschalter pneumatischer Antrieb ausgefahren**

Diagnose für das Arbeitsventil Q2. Mit dem Endschalter B4 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil Q2 auf Plausibilität und ob die Positionierzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **M1 - Pneumatischer Antrieb**

Doppelwirkender pneumatischer Antrieb, der von dem Ventil Q2 gesteuert wird.

- **Q2 - Elektrisch betätigtes 5/2-Wegeventil, bistabil**

Das Arbeitsventil steuert den pneumatischen Antrieb als Maschinenfunktion an und ist auch ein Kanal für die Sicherheits-Teilfunktion PUS.

In dieser Simulation ist das Ventil Q2 in seine Hauptkomponenten aufgetrennt:

- Q2-Q1: pneumatisch betätigtes 5/2-Wegeventil, bistabil (Hauptstufe)
- Q2-K1, Q2-K2: elektrisch betätigte 3/2-Wegeventile, monostabil (Vorsteuerventile)

Damit lässt sich das Verhalten des Ventils und die Anwendung des Fehlerausschluss „Selbsttätige Veränderung der Ausgangsschaltstellung ohne Eingangssignal“ besser erklären:

Wird nur die Steuerluftversorgung abgeschaltet (Taster S1 betätigen und Schutztür S4 betätigen), ist sichtbar, dass an den Vorsteuerventile Q2-K1, Q2-K2 keinen Steuerdruck anliegt und ein beliebiges Betätigen der Handhilfsbetätigung zu keinem Schalten der Hauptstufe Q2-Q1 führen kann.

Hinweis:

Ein Betätigen der Hauptstufe Q2-Q1 ist in der Simulation möglich. Bei einem realen Ventil kann dieses Schalten jedoch nur durch Fehler bewirkt werden, z.B. externer Eintrag von Druckluft über die Entlüftung der Vorsteuerventile.

- **B2 - Druckschalter**

Diagnose für das Steuerdruckventil K1. Mit dem Druckschalter B2 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil K1 auf Plausibilität und ob die Schaltzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **K1 - Elektrisch betätigtes 3/2-Wegeventil, monostabil**

Steuerdruckventil führt in seiner Ruhestellung die Sicherheits-Teilfunktionen SDE und anschließend PUS aus. Liegt keine Sicherheitsanforderung und kein Fehler vor, kann mit Taster S1 quittiert werden und das Steuerdruckventil wird eingeschaltet und die Steuerluftversorgung für die nachfolgenden Ventile wird mit Druck beaufschlagt.

- **B1 - Druckschalter**

Diagnose für das Arbeitsdruckventil Q1. Mit dem Druckschalter B1 überwacht die Sicherheitssteuerung K2 das Schalten des Ventil Q1 auf Plausibilität und ob die Schaltzeiten bestimmte Werte nicht überschreitet.

- **Q1 - Elektrisch betätigtes 3/2-Wegeventil, monostabil**

Arbeitsdruckventil führt in seiner Ruhestellung die Sicherheits-Teilfunktionen SDE und anschließend PUS aus. Liegt keine Sicherheitsanforderung und kein Fehler vor, kann mit Taster S1 quittiert werden und das Arbeitsdruckventil wird eingeschaltet und die nachfolgende pneumatische Anlage mit Druck beaufschlagt.

Anleitung Simulation

1. Taste S1 betätigen: Die Maschine wird eingeschaltet, d.h. die Ventile K1 und Q1 werden angesteuert und geben den Steuer- und Arbeitsdruck für das Ventil Q2 und andere Teile der pneumatischen Anlage frei.
2. Taster S5 betätigen: Maschinenfunktion wird gestartet, d.h. der Antrieb fährt.
3. Schutztür S4 betätigen: Die Ventile K1 und Q2 werden nicht mehr angesteuert, d.h. es wird PUS ausgeführt.
4. Solange die Schutztür S4 geöffnet ist, kann der Taster S5 beliebig gedrückt werden, ohne eine Bewegung auszulösen.

5. Schutztür S4 schließen: Sicherheitsanforderung durch die Schutztür zurückgesetzt. Die Taste S5 kann beliebig gedrückt werden, ohne eine Bewegung zu starten.
6. Taste S1 betätigen: die Sicherheitsanforderung wird quittiert und die Maschinenfunktion darf gestartet werden.
7. Taster S5 drücken: Maschinenfunktion wird gestartet, d.h. der Antrieb fährt.
8. Not-Halt S3: Die Ventile K1, Q1, Q2 werden nicht mehr angesteuert und gehen in ihre Ruhestellung. Für die anderen Teile der pneumatischen Anlage (X1, X2) wird SDE ausgeführt. Für Q2 wird PUS ausgeführt.
9. Solange der Not-Halt S3 geöffnet ist, kann der Taster S5 beliebig gedrückt werden, ohne eine Bewegung auszulösen.
10. Zurücksetzen des Not-Halt S3: Sicherheitsabfrage wird durch den Not-Halt zurückgesetzt. Die Taste S5 kann beliebig gedrückt werden, ohne eine Bewegung zu starten.
11. Taste S1 betätigen: die Sicherheitsabfrage wird quittiert und die Maschinenfunktion darf starten.
12. Taster S5 betätigen: Maschinenfunktion wird gestartet, d.h. der Antrieb fährt.
13. Durch das Betätigen eines Vorsteuerventils Q2-K1, Q2-K2 kann ein Fehler simuliert werden. Es wird ein Fehler durch die Diagnose erkannt und alle Ventile werden nicht mehr angesteuert und gehen in Ruhestellung.
14. Durch Betätigen des Tasters S1 wird der Fehler quittiert. Wird die Schutztür S4 geöffnet, wird das Steuerdruckventil K1 abgeschaltet und es steht dem Ventil Q2 kein Steuerdruck mehr zur Verfügung.
15. Wird jetzt eines der Vorsteuerventile Q2-K1, Q2-K2 betätigt, kann die Hauptstufe nicht mehr schalten, da kein Steuerdruck zur Verfügung steht. Mit dem Fehlerausschluss "Selbsttätige Veränderung der Ausgangsschaltstellung ohne Eingangssignal" ist gewährleistet, dass die Hauptstufe nicht schaltet.
16. Durch das Schließen der Schutztür S4 und das Betätigen des Tasters S1 wird die Sicherheitsanforderung quittiert und ein erneuerter Start mit betätigen des Tasters S5 ist möglich.