

### 8.2.11 Getestetes pneumatisches Ventil (Subsystem) – Kategorie 2 – PL d (für PL-c-Sicherheitsfunktionen) (Beispiel 11)

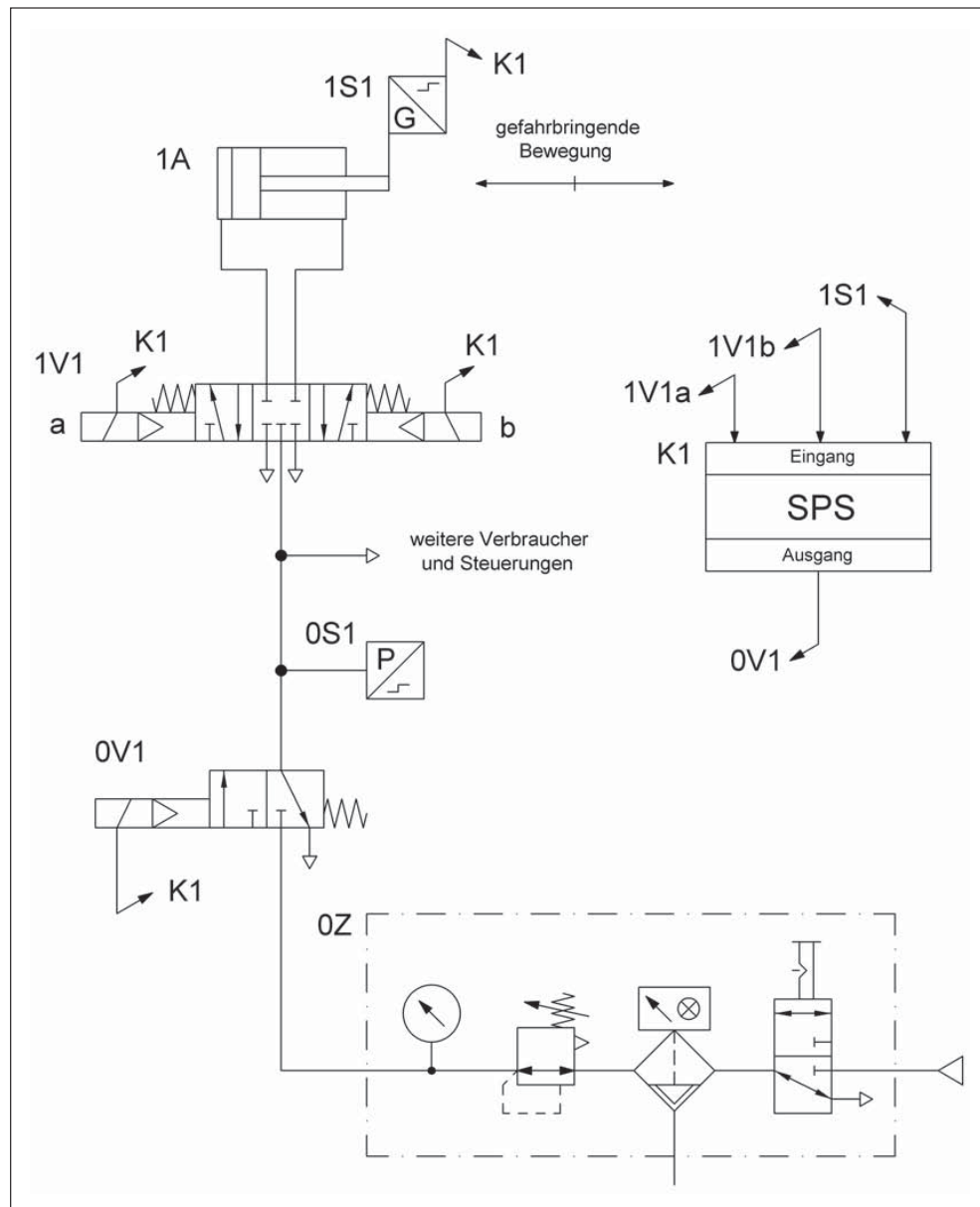
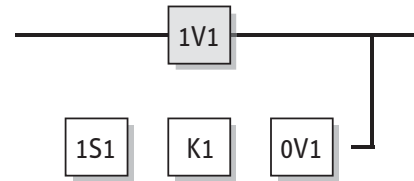


Abbildung 8.20:  
Pneumatisches Ventil mit  
elektronischer Testung  
zur Steuerung von gefahr-  
bringenden Bewegungen

#### Sicherheitsfunktionen

- Sicherheitsbezogene Stoppfunktion: Stillsetzen einer gefährbringenden Bewegung und Verhinderung des ungewollten Anlaufs aus der Ruhelage
- Hier ist nur der pneumatische Steuerungsteil als Subsystem gezeigt. Für die komplette Sicherheitsfunktion sind weitere sicherheitsbezogene Steuerungsteile (z.B. Schutzeinrichtungen und elektrische Logik) als Subsysteme hinzuzufügen.



#### Funktionsbeschreibung

- Gefahrbringende Bewegungen werden durch ein Wegeventil 1V1 gesteuert.
- Der Ausfall des Wegeventils 1V1 zwischen den Funktionstests kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen. Der Ausfall hängt von der Zuverlässigkeit des Wegeventils ab.
- Es erfolgt eine zwangsweise Testung der Sicherheitsfunktion über die SPS K1 mithilfe eines Wegmesssystems 1S1 in geeigneten Zeitabständen und beim Anfordern der Schutzfunktion. Das Erkennen des Ausfalls von 1V1 führt zum Abschalten des Entlüftungsventils 0V1.
- Das Unterbrechen der gefährbringenden Bewegung über das Entlüftungsventil 0V1 ergibt in der Regel einen verlängerten Nachlaufweg. Der Abstand zum Gefahrenbereich muss auf den verlängerten Nachlaufweg ausgelegt sein.
- Durch den Ausfall des Wegeventils darf die Testfunktion nicht beeinträchtigt werden. Ein Ausfall der Testfunktion darf nicht zu einem Ausfall des Wegeventils führen.
- Wenn durch eingesperrte Druckluft eine weitere Gefährdung auftreten kann, sind weitere Maßnahmen erforderlich.

#### Konstruktive Merkmale

- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sowie die Anforderungen der Kategorie B sind eingehalten.
- Bei 1V1 handelt es sich um ein Wegeventil mit Sperr-Mittelstellung, ausreichender positiver Überdeckung und Federzentrierung.
- Die sicherheitsgerichtete Schaltstellung wird durch Wegnahme des Steuersignals erreicht.
- Die Testung erfolgt z.B. durch Überprüfung des Weg-/Zeitverhaltens (Wegmesssystem 1S1) der gefährbringenden Bewegungen in Verbindung mit dem Schaltzustand des Wegeventils mit Auswertung in einer SPS (K1).
- In geeigneten Zeitabständen, z.B. täglich, wird zur Verhinderung eines systematischen Ausfalls die übergeordnete Abschaltfunktion (in diesem Beispiel auf das Entlüftungsventil 0V1 wirkend) überprüft.
- Für den Einsatz in Anwendungen mit seltenem Eingriff in den Gefahrenbereich vorgesehen. Damit kann die Anforderung der vorgesehenen Architektur für Kategorie 2, nämlich „Testung sehr viel häufiger als Anforderung der Sicherheitsfunktion“ (vgl. Anhang G), erfüllt werden.
- Der Einsatz der Standardkomponente K1 erfolgt entsprechend den Hinweisen in Abschnitt 6.3.10.
- Die Programmierung der Software (SRASW) erfolgt entsprechend den Anforderungen für PL b (herabgestuft wegen Diversität) und den Hinweisen in Abschnitt 6.3.

### Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

- $MTTF_d$  des Funktionskanals: Für das Wegeventil 1V1 wird ein  $B_{10d}$ -Wert von 20 000 000 Schaltspielen [N] angenommen. Bei 240 Arbeitstagen, 16 Arbeitsstunden und 5 Sekunden Zykluszeit ist  $n_{op} = 2\,764\,800$  Schaltspiele/Jahr und  $MTTF_d = 72,3$  Jahre. Dies ist gleichzeitig der  $MTTF_d$ -Wert für den Funktionskanal.
- $MTTF_d$  des Testkanals: Für das Wegmesssystem 1S1 wird ein  $MTTF_d$ -Wert von 150 Jahren [G] angenommen. Für die SPS K1 wird ein  $MTTF_d$ -Wert von 50 Jahren [G] angenommen. Für das Entlüftungsventil 0V1 gilt ein  $B_{10d}$ -Wert von 20 000 000 Zyklen [N]. Bei täglichem Einschalten an 240 Arbeitstagen ergibt sich für 0V1 ein  $MTTF_d$ -Wert von 833 333 Jahren. Damit beträgt die  $MTTF_d$  des Testkanals 37,5 Jahre.
- $DC_{avg}$ :  $DC = 60\%$  für 1V1 gründet sich auf den Vergleich des Weg-/Zeit-Verhaltens der gefahrbringenden Bewegung in Verbindung mit dem Schaltzustand des Wegeventils. Dies ist gleichzeitig der  $DC_{avg}$  („niedrig“).
- Ausreichende Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (85 Punkte): Trennung (15), Diversität (20), Schutz gegen Überspannung usw. (15) und Umgebungsbedingungen (25 + 10).
- Die Kombination der pneumatischen Steuerungselemente entspricht Kategorie 2 mit hoher  $MTTF_d$  (72,3 Jahre) und niedrigem  $DC_{avg}$  (60 %). Damit ergibt sich eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von  $7,62 \cdot 10^{-7}$ /Stunde. Dies entspricht PL d. Nach Hinzufügen weiterer sicherheitsbezogener Steuerungsteile (Subsysteme) zur Vervollständigung der Sicherheitsfunktion wird sich in der Regel PL c für die komplette Sicherheitsfunktion ergeben.
- Das verschleißbehaftete Element 1V1 sollte nach jeweils ca. sieben Jahren ( $T_{10d}$ ) ausgetauscht werden.

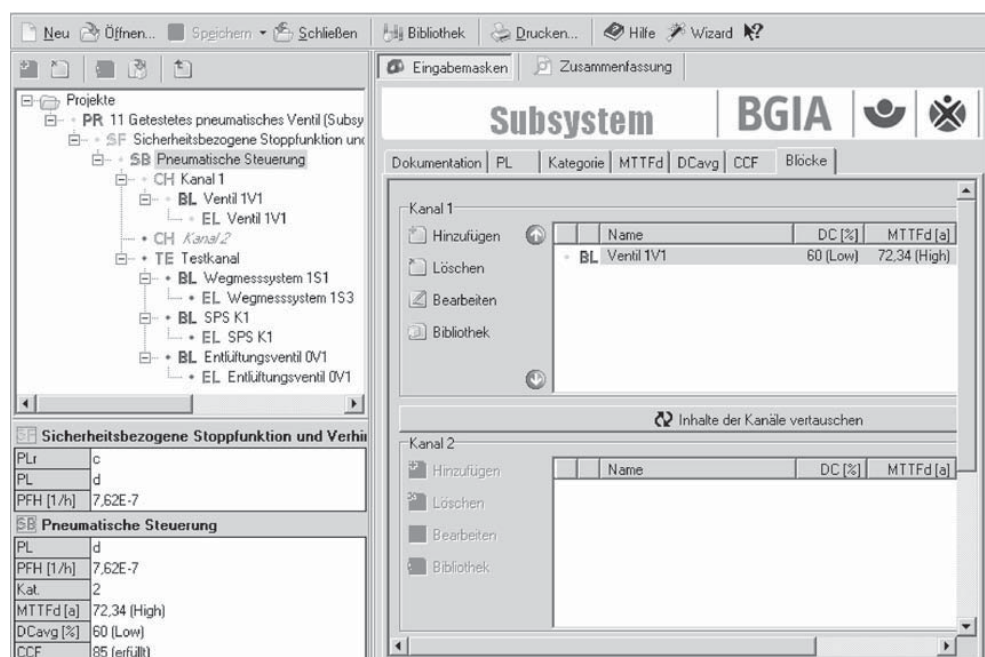


Abbildung 8.21:  
PL-Bestimmung mithilfe  
von SISTEMA