

### 8.2.15 Schutzeinrichtung und SPS-gesteuerte Hydraulik – Kategorie 3 – PL d (Beispiel 15)

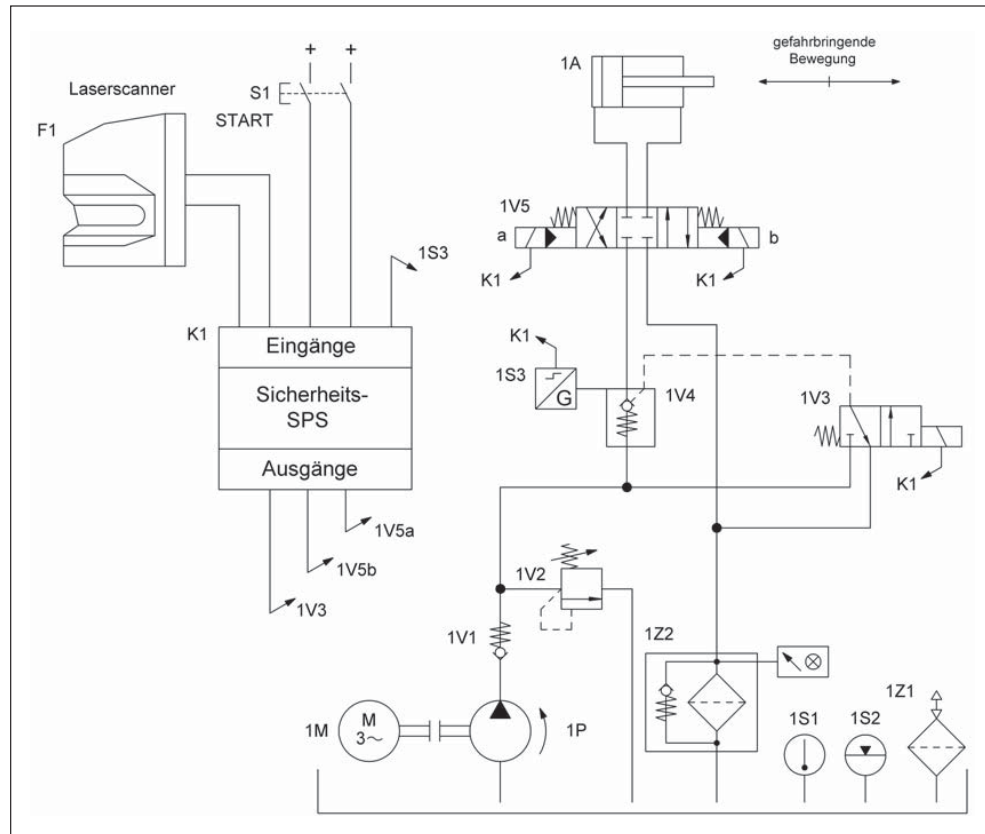


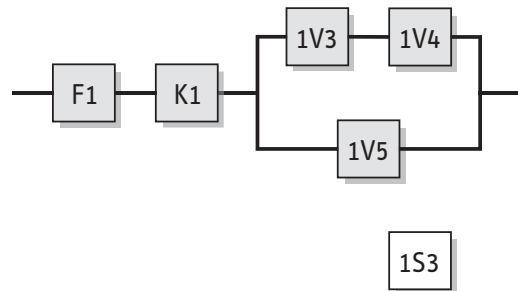
Abbildung 8.26:  
Schutzfeld-Überwachung  
durch Laserscanner mit  
elektrohydraulischer  
Abschaltung der gefahr-  
bringenden Bewegung

#### Sicherheitsfunktion

- Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, eingeleitet durch eine Schutzeinrichtung: Ein Eindringen in das Schutzfeld des Laserscanners führt zu einem Stillsetzen der gefährbringenden Bewegung.

#### Funktionsbeschreibung

- Der Laserscanner F1 überwacht mit seinem Schutzfeld den Bereich, in dem die Bewegung des Zylinders 1A für den Bediener gefährlich werden kann. Das Ausgangssignal des Laserscanners wird zweikanalig in die Sicherheits-SPS K1 eingelesen. Nach jeder Schutzfeldverletzung muss eine erneute Bewegung durch die Betätigung eines in K1 ausgewerteten Start-Tasters freigegeben werden (Wiederanlaufsperr). K1 steuert mithilfe des hydraulischen Steuerungsteils die Bewegung von 1A.
- Der hydraulische Steuerungsteil ist zweikanalig aufgebaut. Der erste Kanal besteht aus dem Wegeventil 1V3, das auf das entsperrbare Rückschlagventil 1V4 wirkt. In gesperrter Stellung blockiert 1V4 Bewegungen von 1A. Der zweite Kanal besteht aus dem Richtungsventil 1V5, das in Sperr-Mittelstellung ebenfalls eine Bewegung von 1A verhindert.
- 1V5 wird zyklisch angesteuert, 1V3 und 1V4 schließen nur bei einer Verletzung des Schutzfeldes.
- Als Maßnahme zur Fehlererkennung ist an 1V4 eine direkte Stellungsüberwachung 1S3 vorgesehen, die in K1 ausgewertet wird. Fehler in 1V5 können funktionsbedingt über den Prozess erkannt werden. Die Anhäufung unentdeckter Fehler im hydraulischen Steuerungsteil kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.



#### Konstruktive Merkmale

- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sowie die Anforderungen der Kategorie B sind eingehalten. Schutzbeschaltungen (z.B. Kontaktabsicherung) wie in den ersten Abschnitten von Kapitel 8 beschrieben sind vorgesehen.
- Fehler in den Anschlussleitungen von F1 und K1 dürfen sich nicht gefährlich auswirken. Hierzu werden auftretende Fehler erkannt und der sichere Zustand eingeleitet. Alternativ muss ein Fehlerausschluss für Leitungskurzschlüsse nach DIN EN ISO 13849-2, Tabelle D.4, möglich sein.
- Bei dem Laserscanner F1 und der Sicherheits-SPS K1 handelt es sich um geprüfte Sicherheitsbauteile für den Einsatz in PL d, die der Kategorie 3 und den jeweiligen Produktnormen entsprechen.
- Das Wegeventil 1V5 hat eine Sperr-Mittelstellung mit ausreichender positiver Überdeckung und Federzentrierung. 1V4 ist mit elektrischer Stellungsüberwachung ausgeführt, da 1V4 nicht zyklisch geschaltet wird.
- Die Programmierung der Software (SRASW) erfolgt entsprechend den Anforderungen für PL d und den Hinweisen in Abschnitt 6.3.
- Es wird davon ausgegangen, dass die Ausgänge der Sicherheits-SPS jeweils von beiden Verarbeitungskanälen der SPS angesteuert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, werden die Ausgänge, die 1V3 und 1V4 ansteuern, von einem Kanal und der Ausgang, der 1V5 ansteuert, von dem anderen Kanal der SPS angesteuert.

#### Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

- Da der Laserscanner F1 und die Sicherheits-SPS K1 als käufliche Sicherheitsbauteile vorliegen, werden deren Ausfallwahrscheinlichkeiten am Ende der Berechnung addiert (F1:  $3,0 \cdot 10^{-7}$ /Stunde [G], K1:  $1,5 \cdot 10^{-7}$ /Stunde [G]). Für den hydraulischen Steuerungsteil wird die Ausfallwahrscheinlichkeit im Folgenden berechnet.
- $MTTF_d$ : Für die Ventile 1V3 bis 1V5 werden Werte von 150 Jahren [N] angenommen. Damit ergibt sich insgesamt ein symmetrisierter  $MTTF_d$ -Wert pro Kanal von 88 Jahren („hoch“).
- $DC_{avg}$ :  $DC = 99\%$  für 1V4 ergibt sich durch die direkte Überwachung in K1 mithilfe der Stellungsüberwachung 1S3. Wegen der engen Kopplung von 1V3 und 1V4 wird 1V3 dadurch mit einem  $DC$  von  $99\%$  indirekt mit überwacht.  $DC = 60\%$  für 1V5 gründet sich auf die Fehlererkennung im Prozess bei zyklischer Ansteuerung. Durch Mittelung ergibt sich damit ein  $DC_{avg}$  von  $86\%$  („niedrig“).
- Ausreichende Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (90 Punkte): Trennung (15), Diversität (20), FMEA (5), Schutz gegen Überspannung usw. (15) und Umgebungsbedingungen (25 + 10)
- Die Kombination der Steuerungselemente im hydraulischen Teil entspricht Kategorie 3 mit hoher  $MTTF_d$  pro Kanal (88 Jahre) und niedrigem  $DC_{avg}$  (86 %). Damit ergibt sich für die Hydraulik eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von  $6,2 \cdot 10^{-8}$ /Stunde.
- Insgesamt beträgt die mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle  $(3,0 + 1,5 + 0,62) \cdot 10^{-7} = 5,12 \cdot 10^{-7}$ /Stunde. Dies entspricht PL d.

#### Weiterführende Literatur

- Bömer, T.: Hinweise zum praktischen Einsatz von Laserscannern. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Kennzahl 310 243. 36. Lfg. XII/99. Hrsg.: BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.  
[www.bgia-handbuchdigital.de/310243](http://www.bgia-handbuchdigital.de/310243)