

### 8.2.34 Stellungsüberwachung beweglicher trennender Schutzeinrichtungen – Kategorie 4 – PL e (Beispiel 34)

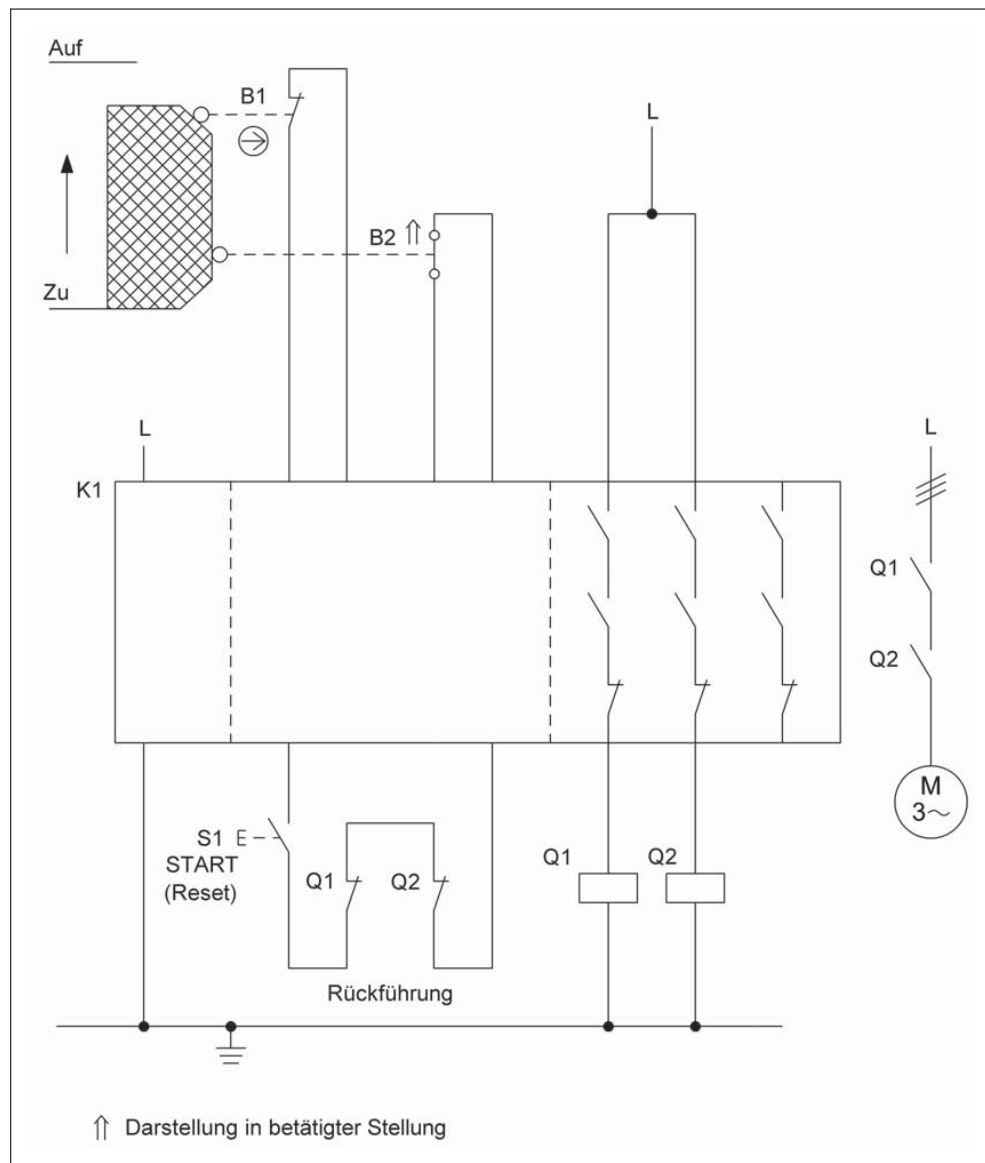


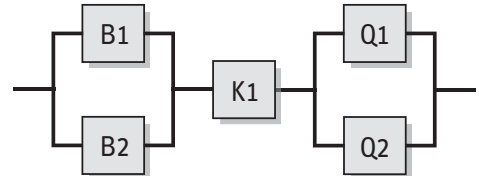
Abbildung 8.55:  
Stellungsüberwachung  
beweglicher trennender  
Schutzeinrichtung mittels  
Sicherheitsbaustein

#### Sicherheitsfunktion

- Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, eingeleitet durch eine Schutzeinrichtung: Das Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (Schutzgitter) leitet die Sicherheitsfunktion STO – Sicher abgeschaltetes Moment ein.

#### Funktionsbeschreibung

- Die Sicherung einer Gefahrenstelle erfolgt mit einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung (Schutzgitter). Das Öffnen des Schutzgitters wird durch zwei Positionsschalter B1/B2 in Öffner-Schließer-Kombination erfasst und in einem zentralen Sicherheitsbaustein K1 ausgewertet. Dieser steuert zwei Schütze Q1 und Q2 an, durch deren Abfallen gefahrbringende Bewegungen oder Zustände unterbrochen bzw. verhindert werden.
- Die Positionsschalter werden zur Fehlererkennung in K1 auf Plausibilität überwacht. Fehler in Q1 und Q2 werden durch eine Anlaufetestung in K1 erkannt. Ein Start-Befehl ist nur erfolgreich, wenn Q1 und Q2 vorher abgefallen waren. Es ist keine Anlaufetestung durch Öffnen und Schließen der Schutzeinrichtung erforderlich.



- Die Sicherheitsfunktion ist auch erfüllt, wenn ein Bauteil ausfällt. Fehler werden während des Betriebs oder beim Betätigen (Öffnen und Schließen) der Schutzeinrichtung durch Abfall von Q1, Q2 und Betriebshemmung erkannt.
- Eine Fehlerhäufung von mehr als zwei Fehlern zwischen zwei aufeinander folgenden Betätigungszeitpunkten 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.
- Ein stabiler Aufbau der Schutzeinrichtungen zur Betätigung der Positionsschalter ist sichergestellt.
- Der Schalter B1 ist ein Positionsschalter mit zwangsöffnendem Kontakt entsprechend DIN EN 60947-5-1, Anhang K.
- Die Zuleitungen zu den Positionsschaltern B1 und B2 sind getrennt oder geschützt verlegt.
- Der Sicherheitsbaustein K1 erfüllt alle Anforderungen für Kategorie 4 und PL e.
- Die Schütze K2, Q1, Q2 besitzen zwangsgeführte Kontaktelemente entsprechend DIN EN 60947-5-1, Anhang L.

#### Bemerkung

- Kategorie 4 wird nur eingehalten, wenn nicht mehrere mechanische Positionsschalter verschiedener Schutzeinrichtungen hintereinander geschaltet werden (keine Kaskadierung), da sonst keine Fehlererkennung in den Schaltern möglich ist.

#### Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

- Die Schaltung lässt sich in drei Subsysteme aufteilen, wie im sicherheitsbezogenen Blockdiagramm gezeigt. Die Ausfallwahrscheinlichkeit des handelsüblichen Sicherheitsbausteins K1 wird am Ende der Berechnung addiert ( $2,31 \cdot 10^{-9}$ /Stunde [H], geeignet für PL e). Für die übrigen Subsysteme wird die Ausfallwahrscheinlichkeit im Folgenden berechnet.
- $MTTF_d$ : Für den Positionsschalter mit Zwangsöffnung B1 ist ein Fehlerausschluss für den elektrischen Kontakt möglich. Für den elektrischen Schließerkontakt des Positionsschalters B2 beträgt  $B_{10d} = 1\,000\,000$  Schaltspiele [H]. Für den mechanischen Teil von B1 und B2 wird ein  $B_{10d}$ -Wert von  $1\,000\,000$  Zyklen [H] angegeben. Bei 365 Arbeitstagen, 16 Arbeitsstunden und 1 Stunde Zykluszeit ist für diese Komponenten  $n_{op} = 5\,840$  Zyklen/Jahr und  $MTTF_d$  beträgt 1 712 Jahre für B1 bzw. 856 Jahre für B2. Für die Schütze Q1 und Q2 entspricht bei induktiver Last (AC3) der  $B_{10}$ -Wert der elektrischen Lebensdauer von  $1\,000\,000$  Schaltspielen [H]. Bei Annahme von 50 % gefahrbringenden Ausfällen ergibt sich der  $B_{10d}$ -Wert durch Verdoppelung des  $B_{10}$ -Wertes. Mit dem oben angenommenen Wert für  $n_{op}$  folgt für Q1 und Q2 eine  $MTTF_d$  von 3 424 Jahren pro Kanal. Insgesamt ergibt sich in beiden Subsystemen ein symmetrisierter  $MTTF_d$ -Wert pro Kanal von 100 Jahren („hoch“).
- $DC_{avg}$ :  $DC = 99\%$  für B1 und B2 beruht auf der Plausibilitätsüberwachung der Öffner-Schließer-Kombinationen in K1.  $DC = 99\%$  für die Schütze Q1 und Q2 ergibt sich aus der regelmäßigen Überwachung durch K1 beim Start. Die genannten DC-Werte entsprechen dem  $DC_{avg}$  für das jeweilige Subsystem.
- Ausreichende Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache in den Subsystemen B1/B2 und Q1/Q2 (70 Punkte): Trennung (15), bewährte Bauteile (5), Schutz gegen Überspannung usw. (15) und Umgebungsbedingungen (25 + 10)
- Die Subsysteme B1/B2 und Q1/Q2 entsprechen jeweils Kategorie 4 mit hoher  $MTTF_d$  (100 Jahre) und hohem  $DC_{avg}$  (99 %). Damit ergibt sich jeweils eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von  $2,47 \cdot 10^{-8}$ /Stunde. Nach Hinzufügen des Subsystems K1 beträgt die mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle  $5,16 \cdot 10^{-8}$ /Stunde. Dies entspricht PL e.