

## 8.2.8 Stillsetzen von Holzbearbeitungsmaschinen – Kategorie 1 – PL c (Beispiel 8)

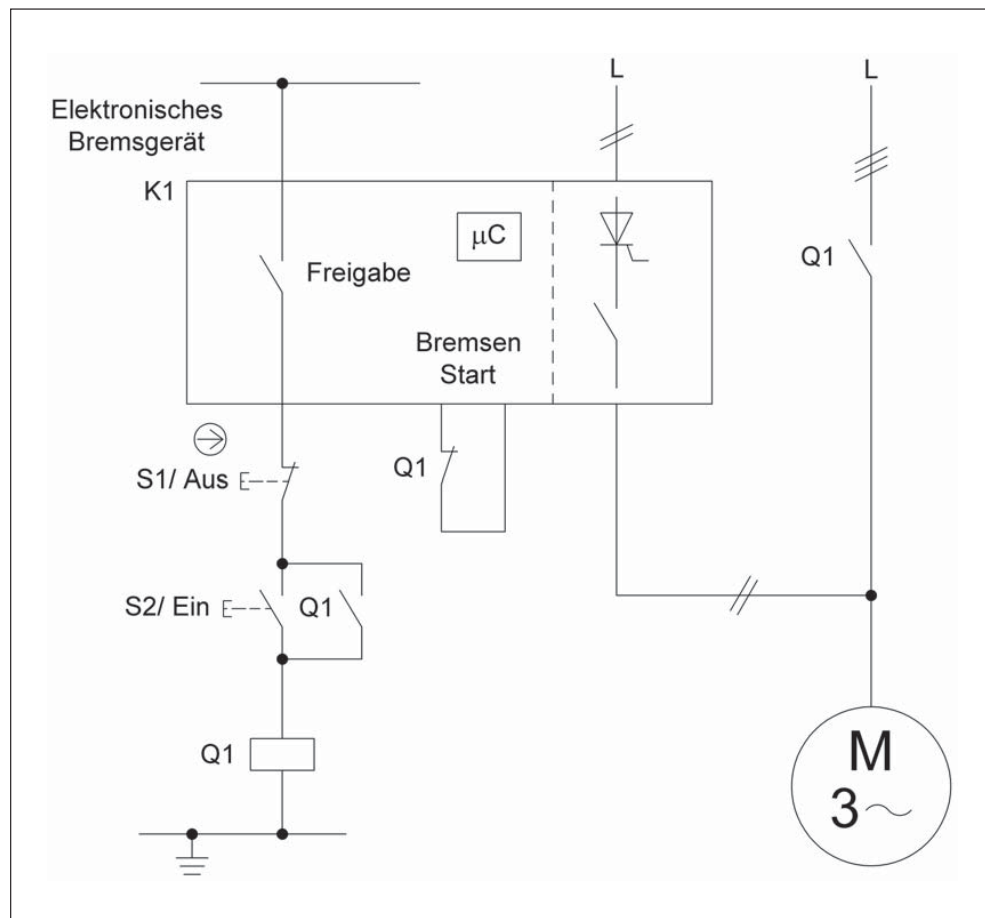


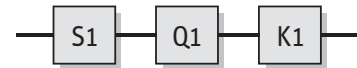
Abbildung 8.15:  
Kombination von  
elektromechanischer  
Befehlseinrichtung und  
programmierbar elektro-  
nischem Bremsgerät zum  
Stillsetzen von Holz-  
bearbeitungsmaschinen

### Sicherheitsfunktion

- Die Betätigung des Aus-Tasters führt zu SS1 – Sicherer Stopp 1, einem gesteuerten Stillsetzen des Motors innerhalb einer maximal zulässigen Zeit.

### Funktionsbeschreibung

- Mit Betätigen des Aus-Tasters S1 wird das Stillsetzen des Motors eingeleitet. Das Motorschütz Q1 fällt ab und die Bremsfunktion wird gestartet. Die Bremsung des Motors erfolgt durch einen Gleichstrom, der im Bremsgerät K1 durch eine Phasenanschnittsteuerung mit Thyristoren erzeugt und über interne Relais auf die Motorwicklung geschaltet wird.
- Die Stillsetzeit darf einen maximalen Wert, z.B. 10 Sekunden, nicht überschreiten. Die gewünschte Bremszeit und evtl. andere erforderliche Parameter (z.B. Bremsstrom, Schwelle für Stillstandserkennung) können am Bremsgerät eingestellt werden.
- Nach erfolgtem Stillstand bzw. nach Ablauf der maximalen Bremszeit schaltet das Bremsgerät den Bremsstrom ab und trennt den Motor wieder vom Netz. Der Stillsetzvorgang entspricht einem Stopp der Kategorie 1 gemäß DIN EN 60204-1.
- Die Sicherheitsfunktion lässt sich nicht bei allen Bauteilausfällen aufrechterhalten und hängt von der Zuverlässigkeit der Bauteile ab.
- Die fehlerfreie Durchführung der Bremsfunktion wird vom Bremsgerät K1 regelmäßig überwacht. Sollte ein Fehler festgestellt werden, z.B. eine Überschreitung der maximal zulässigen Bremszeit, wird über den Freigabekontakt im Gerät ein erneutes Starten des Motors verhindert. Maßnahmen zur Fehlererkennung in S1 oder Q1 sind nicht vorgesehen.



#### 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. Als grundlegendes Sicherheitsprinzip wird das Prinzip der Energietrennung (Ruhestromprinzip) angewandt. Zum Schutz gegen unerwarteten Wiederanlauf nach Wiederherstellung der Energieversorgung ist die Steuerung mit einer Selbsthaltung versehen.
- Bei S1 handelt es sich um einen Tastschalter mit zwangsläufigem Betätigungsmodus gemäß DIN EN 60947-5-1, Anhang K (Zwangsöffnung). S1 wird daher als bewährtes Bauteil angesehen.
- Das Schütz Q1 ist ein bewährtes Bauteil unter Berücksichtigung der zusätzlichen Bedingungen nach Tabelle D.4 der DIN EN ISO 13849-2.
- Das von einem Mikrocontroller gesteuerte Bremsgerät K1 erfüllt alle Anforderungen für Kategorie 2 und PL c. Die sicherheitsrelevanten Funktionen werden in regelmäßigen Abständen getestet. Der zeitliche Programmablauf des Mikrocontrollers wird durch einen separaten Watchdog überwacht.

#### Anwendung

- Bei Holzbearbeitungsmaschinen oder ähnlichen Maschinen, bei denen das ungebremste Stillsetzen zu einem unzulässig langen Auslaufen der gefahrbringenden Werkzeugbewegungen führen würde. Die Steuerung muss so ausgeführt sein, dass mindestens Performance Level b erreicht wird (Prüfgrundsätze Holzbearbeitungsmaschinen GS-HO-01).

#### Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

- Da das elektronische Bremsgerät K1 als handelsüblicher Baustein zum Einsatz kommt, wird dessen Ausfallwahrscheinlichkeit ( $5,28 \cdot 10^{-7}$ /Stunde [H]) am Ende der Berechnung mit SISTEMA addiert. Für den übrigen Steuerungsteil wird die Ausfallwahrscheinlichkeit im Folgenden berechnet.
- Bei S1 handelt es sich um einen Tastschalter mit zwangsläufigem Betätigungsmodus gemäß DIN EN 60947-5-1, Anhang K (Zwangsöffnung). Bei Einsatz eines solchen Tasters als Befehlsgerät kann ein Fehlerrückschluss für das Nichtöffnen des elektrischen Kontakts inklusive der Mechanik innerhalb des Tasters erfolgen.
- $MTTF_d$ : Für das Schütz Q1 wird bei nominaler Last ein  $B_{10d}$ -Wert von 2 000 000 Schaltspielen [N] angenommen. Bei 300 Arbeitstagen, 8 Arbeitsstunden und 2 Minuten Zykluszeit ist  $n_{op} = 72\,000$  Zyklen/Jahr und  $MTTF_d = 277$  Jahre. Dies ist gleichzeitig die  $MTTF_d$  für den Kanal, die auf 100 Jahre („hoch“) gekürzt wird.
- $DC_{avg}$  und Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache sind in Kategorie 1 nicht relevant.
- Die elektromechanische Steuerung, bestehend aus S1 und Q1, entspricht Kategorie 1 mit hoher  $MTTF_d$  (100 Jahre). Damit ergibt sich eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von  $1,14 \cdot 10^{-6}$ /Stunde. Nach Hinzufügen des Subsystems K1 beträgt die mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle  $1,67 \cdot 10^{-6}$ /Stunde. Dies entspricht PL c. Damit ist der  $PL_r = b$  übertroffen.

#### Weiterführende Literatur

- Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Holzbearbeitungsmaschinen GS-HO-01. Ausg. 12/2007 [www.dguv.de/bgja](http://www.dguv.de/bgja), Webcode d14898