

Mauerstetten, 05.04.2019

Betrachtung der mittleren Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall für
ROBA[®]-linearstop-Bremssysteme Typenreihe 382.---.-
Mayr[®] Art.Nr. 8256282 und Art.Nr. 8257878
Schunk Mat.Nr. 1339906 und 1339909
nach DIN EN ISO 13849-1 Sicherheit von Maschinen
Mean Time to Dangerous Failure (MTTF_D)

Definition:

Die mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall MTTF_D (Mean Time to Dangerous Failure) beschreibt die Zuverlässigkeit der verwendeten Bauteile. In DIN EN ISO 13849 wird der MTTF_D als „Erwartungswert der mittleren Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall“ definiert, was mehrere Aspekte betont:

+-

- MTTF_D ist eine statistische Größe, d.h. ein empirisch entstandener Wert bzw. Kennzahl, die nichts mit einer „garantierten Lebensdauer“, „ausfallfreien Zeit“ oder Ähnlichem zu tun hat.
- MTTF_D hat die physikalische Dimension einer Zeit und wird meist in Jahren angegeben. Das vereinfachte Quantifizierungsverfahren nach DIN EN ISO 13849-1 unterstellt eine übliche Gebrauchsdauer von max. 20 Jahren.
- Es geht nur um Ausfälle mit Gefahr bringenden Konsequenzen, d.h. solche, die die Ausführung der Sicherheitsfunktion beeinträchtigen.
- Der Wert MTTF_D für die ROBA[®]-linearstop bezieht sich auf die Fähigkeit, den mechanischen Schaltvorgang zum Klemmen der Kolbenstange auszuführen. Der Verschleiß der Bremse, der durch die Energie beim Bremsvorgang entsteht, hat auf diesen Wert keinen Einfluss.

Berechnet wird der MTTF_D Wert in Jahren nach folgender Formel:

$$MTTF_D = \frac{B10_D}{0,1 \times n_{op}}$$

Der B10_D -Wert steht für die nominale Lebensdauer und gibt die mittlere Zahl von Schaltspielen bzw. Schaltzyklen an, nach der bis zu 10% der betrachteten Einheiten gefährlich ausgefallen sind.

Sicherheitskennwerte:

Für die ROBA[®]-linearstop Type 382.---.-.

Baugröße	Artikelnummer	Schunk Mat.Nr.	B10 _D Schaltspiele
10	8256282	1339906	200.000
20	8257878	1339909	200.000

Der n_{op} Wert ist die mittlere Anzahl der jährlichen Betätigungen
(definiert nach DIN EN ISO 13489-1)

Durch die Abhängigkeit des MTTF Wertes von der nominalen Lebensdauer und der mittleren Anzahl jährlicher Betätigungen ergeben sich für jede Applikation unterschiedliche Werte.

Beispielrechnung:

Im Folgenden wird ein Beispiel unter der Verwendung des statischen B10_D Werts gezeigt.
Die Rechnung ist beispielhaft und muss für andere Applikationen angepasst werden.

Bei Fragen zur Berechnung wenden Sie sich bitte an die Firma Mayr.

Eingangsdaten:

B10_D Wert: 200.000
Betriebstage pro Jahr: $d_{op} = 220 \text{ Tage/Jahr}$
Betriebszeit pro Tag: $h_{op} = 16 \text{ h/Tag}$
Schaltzykluszeit (Schalthäufigkeit) 1 Schaltung in 15 Minuten

Berechnung:

$$MTTF_D = \frac{B10_D}{0,1 \times n_{op}}$$
$$n_{op} = \frac{d_{op} \times h_{op} \times 3600s}{t_{Zyklus}}$$

Einsetzen der Werte

$$n_{op} = \frac{220 \times 16 \times 3600s/\text{Jahr}}{15 \times 60s/\text{Zyklus}} = 14.080 \frac{\text{Zyklen}}{\text{Jahr}}$$
$$MTTF_D = \frac{200.000}{0,1 \times 14.080} = 142 \text{ Jahre}$$

Ergebnis:

MTTF_D Wert = 142 Jahre

Der MTTF_D Wert von 142 Jahren kann in der Berechnung zur Ermittlung des Performance Level (PL) eingesetzt werden.

Dieser MTTF_D Wert ist auch für einen Kanal bestehend aus mehreren Funktionsblöcken geeignet um die Klasseneinteilung MTTF_D jeden Kanals „hoch“ zu erfüllen.

Hinweis:

Es ist darauf zu achten, dass der Antrieb nicht gegen die geschlossene Bremse fahren kann.

Bedingungen:

Da die ROBA[®]-linearstop Bremse nur eine Komponente der gesamten Schutzeinrichtung darstellen kann, muss zuerst der erforderliche Performance Level (PLr) anhand der Risikobeurteilung gemäß der EN ISO 13849-1 für jede Achse ermittelt werden.

Abhängig von dem erforderlichen Performance Level (PLr) muss die gesamte Gestaltung der Sicherheitsfunktion, die sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung, zusätzliche Brems- oder Hochhalteeinrichtungen usw. bestimmt werden. Die gewählte Sicherheitsfunktion muss einen Performance Level (PL) aufweisen, der dem erforderlichen Performance Level (PLr) genügt.

Des weiteren ist für die sicher und zuverlässige Funktion und für einen fehlerfreien Betrieb der ROBA[®]-linearstop Bremsen eine ausreichende Dimensionierung gemäß Katalog und die bestimmungsgemäße Verwendung, die Einsatzgrenzen und die Einhaltung der technischen Randparameter entsprechend der Einbau- und Bedienungsanleitung notwendig.

Mayr Antriebstechnik, Ihr zuverlässiger Partner, steht Ihnen gerne für die korrekte Bremsenauslegung zur Verfügung.

Anwendung der grundlegenden Sicherheitsprinzipien bei ROBA[®]-linearstop Bremse:

1.) Anwendung des Prinzips der Energietrennung:

- Der sichere Zustand (Bremse bremsst/klemmt) wird durch Abtrennung der Energiequelle erreicht.
- Klemm- / Bremsfunktion:
Im drucklosen Zustand drücken Federn auf den Konus. Über ein Keilgetriebe drückt die Spannzange auf die Kolbenstange. Die Kolbenstange ist geklemmt.
Lösen der Bremse:
Durch Bestromen der ROBA[®]-linearstop wird der Konus entgegen der Federkraft gedrückt. Das Keilgetriebe wird entlastet. Die Spannzange öffnet sich.

2.) Sichere Federkraft:

- Anwendung von bewährten Federn nach Tabelle A.2 / EN ISO 13849-2
- Sichere Auslegung der Federn im dynamischen Dauerfestigkeitsbereich zur Vermeidung von Federkraftverlusten während der Lebensdauer der Bremse

3.) Sicherheitsorientierte Dimensionierung:

Anwendung von Überdimensionierung bzw. Sicherheitsfaktoren und sorgfältig ausgewählter Werkstoffe und Herstellungsverfahren nach Tabelle A.2 / EN ISO 13849-2.
Alle Verbindungselemente wie Schrauben, Übertragungsstifte sind mehrfach vorhanden und ausreichend dimensioniert.

4.) Kurze Bremszeit durch schnelle Schaltzeit:

Bei der Entwicklung der Bremse wurde auf die Ermöglichung kurzer Schaltzeiten geachtet.

5.) 100 % Qualitätssicherung:

Eine umfangreiche 100 % Ausgangsprüfung der technischen Eigenschaften der Bremse, wie Haltekraft und Öffnungsdruck, wird bei jeder Bremse vorgenommen und dokumentiert.

Funktionale Sicherheitshinweise:

Die Sicherheit der Bremse kommt aus der Bremskraft. Für ein sicheres und zuverlässiges Bremsen und für einen fehlerfreien Betrieb der ROBA®-linearstop Bremse ist eine ausreichende Dimensionierung gemäß Katalog und bestimmungsgemäße Verwendung, die Einsatzgrenzen und die Einhaltung der technischen Randparameter entsprechend der Einbau und Betriebsanleitung notwendig.

Hierzu ist die statische Haltekraft, die dynamische Bremskraft, die Geschwindigkeit, die Reibarbeit pro Bremsung, die Schalthäufigkeit und die Bremszeit zu bestimmen, um die Last sicher halten und abbremsen zu können. Für die Funktion der Bremse ist unbedingt die geeignete und passende Gegenreibfläche (Kolbenstange) zu verwenden. Es ist auf eine geeignete Oberfläche, Härte, die passenden Abmessungen, Genauigkeiten und eine exakte Ausrichtung der Kolbenstange zur ROBA®-linearstop Bremse zu achten!

Zur Erfüllung der Sicherheitsfunktion ist die ROBA®-linearstop nur als einzelne Komponente und nicht als sicherheitsgerichtetes Subsystem zu betrachten. Die Sicherheitsbremse alleine reicht nicht aus um die Sicherheitsfunktion normgerecht auszuführen. Hierfür muss z.B. die Beschaltung der Bremse, die Signalarückführung usw. mit beachtet werden.

Die Wirksamkeit und Funktion der Bremse ist auf Grund der durchzuführenden Gesamtrisikobetrachtung und der daraus resultierenden Maßnahmen zur Risikominderung je nach Einsatzfall durch geeignete Tests in angemessenen Zeitabständen zu überprüfen (Sicherer Bremsentest SBT)

Durch die Schaltzustandskontrolle wird eine indirekte Überwachung der Bremse nach ISO 13849-1 erreicht. Das Signal der Schaltzustandskontrolle kann den Diagnosedeckungsgrad DC erhöhen. Fehler der Bremse, die Einfluss auf das Öffnen oder Schließen der Bremse haben, können dadurch festgestellt werden. Um wirkungsvoll Fehler der ROBA®-linearstop oder der Schaltzustandskontrolle zu erkennen, ist es erforderlich die Erwartungshaltung der Steuerung nach den Befehlen „Bremse öffnen“ und „Bremse schließen“ abzufragen. (Plausibilitätskontrolle)

Die volle Klemmkraft kann nur im drucklosen Zustand der Bremse erreicht werden. Dieser Zustand kann beispielsweise durch einen Druckschalter abgefragt werden