



Antriebstechnik – BC 2 / Permanentmagnetbremsen

Technische Kundenunterlage (TKU)

(Ausgabe vom 7.Februar 2007, diese ersetzt die Ausgabe vom 24.Dezember 2004)

Bezeichnung: Permanentmagnet-Einflächenbremsen

Typen: 86 611..E.. & 86 611..H.. (Stirnmontage)
86 621..E.. & 86 621..H.. (Flanschmontage)
Geräte inklusive Anker

Hersteller: Kendrion Binder Magnete GmbH
Mönchweilerstraße 1
78048 Villingen-Schwenningen

Kendrion Binder Magnete GmbH – BC 2 -Permanentmagnetbremsen –

Tel. 0049 (07721)877449

FAX 0049 (07721) 877204

E-Mail :Juergen.berndt@Kendrion.com

Inhaltsverzeichnis:

Inhaltsverzeichnis:	2
1 Einleitung	2
1.1 Zweck der TKU	2
1.2 Aufbau und Wirkungsweise	3
1.3 Definition der verwendeten Begriffe (nach VDE 0580)	3
1.4 Betriebsarten	4
2 Bremsmomente	4
2.1 Das übertragbare Drehmoment M_4 (Haltemoment)	4
2.2 Das Schaltmoment M_1	5
2.3 Drehen gegen die geschlossene Bremse	6
2.4 Auslegung der Bremse bei Absicherung der Haltefunktion ($Z \leq 5$ Mio.)	6
2.5 Auslegung der Bremse bei Verrichtung von Reibarbeit ($Z \geq 2000$)	6
3 Einbau- und Einsatzbedingungen	7
3.1 Montage, Luftspalt & Verschleiß	7
3.2.1 Temperaturen	7
3.2.2 Einsatztemperaturen	7
3.2.3 Schaltzeiten für den Haltebetrieb (statisch)	8
3.3 Spannungen	8
3.4 Montageablauf PE-Bremse	10
3.5 Einlaufbedingungen	11
3.6 Schutzbeschaltung	12
3.7 Schockbelastung	12
4 Prüfung	12
5 Sicherheitshinweise	13
5.1 Störfaktoren	13
5.2 MTBF-Zeiten (1990-2004)	13
6 UL/CSA – verwendete Materialien	14
7 Umweltbedingungen	14

1 Einleitung

1.1 Zweck der TKU

Diese TKU dient neben DIN VDE 0580, Oktober 1994, den Geräteblättern, Betriebsanweisungen und Offertzeichnungen dazu die technischen Zusammenhänge zu erläutern.

Es gilt jeweils die neueste Ausgabe der TKU. Die Inhalte sind Festlegungen aus bisherigen Erfahrungen und Kenntnissen. Bei Abweichungen von Standardeinsatzfällen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

1.2 Aufbau und Wirkungsweise

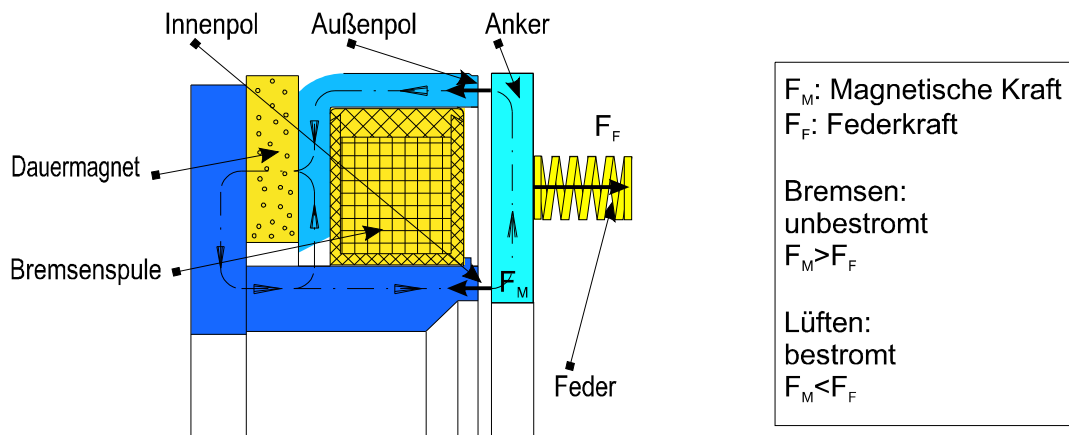


Bild 1 Prinzipieller Aufbau der Permanent-Magnetbremse als elektromagnetisch öffnendes System (vergl. VDE 0580)

Bremsen:

Ein PE(permanent)-Magnetfeld wird über Innen- und Außenpol zum Anker geleitet. Der Anker wird durch das Magnetfeld angezogen ($F_M > F_F$) und erzeugt durch die Reibung zwischen den feststehenden Polen und der rotierenden Ankerfläche das Bremsmoment.

Lüften

Durch die Bestromung der Spule kompensiert das Feld der Spule das PE-Magnetfelds ($F_M \sim 0$). Der Anker löst sich aufgrund der Federkraft F_F restmomentfrei von den Polen.

1.3 Definition der verwendeten Begriffe (nach VDE 0580)

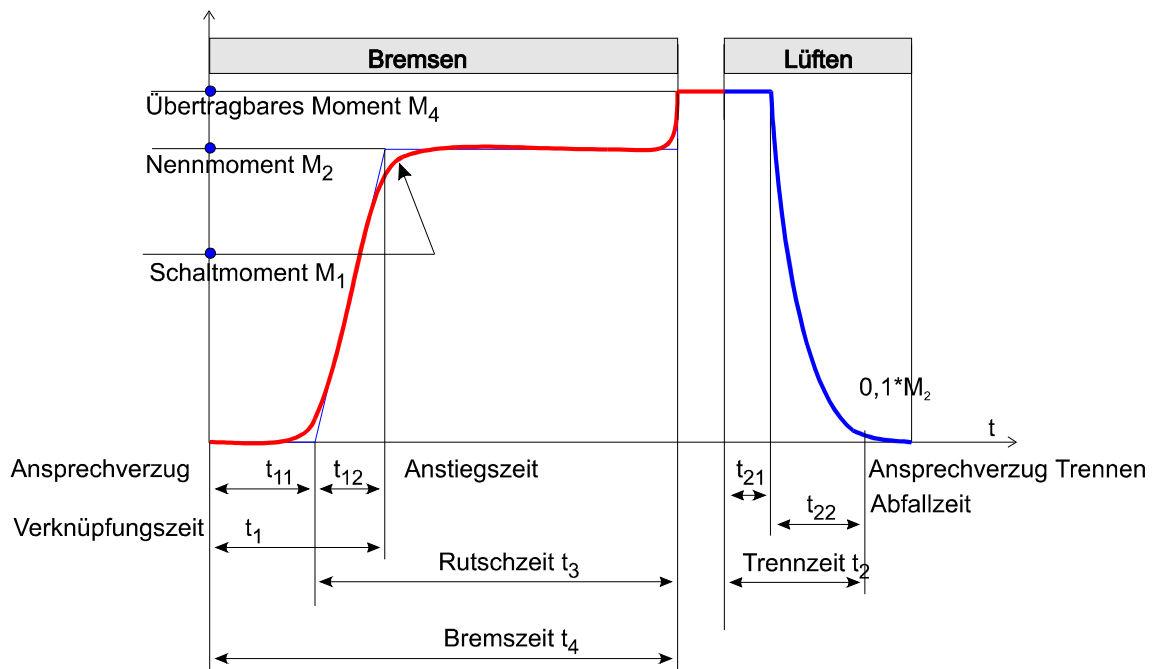


Bild 2 Def. Von Momenten und Schaltzeiten nach VDE 0580

M_1	[Nm]	=	Schaltmoment oder dynamisches Moment	t_1	[s]	=	Verknüpfungszeit
M_{1m}	[Nm]	=	Mittleres dynamisches Moment bestimmt aus der Rutschzeit t_3	t_3	[s]	=	Rutschzeit
M_2	[Nm]	=	Kennmoment aus der Ersatzkennlinie des in VDE 0580 standardisierten Versuchs	J	[kgm ²]	=	Massenträgheit des Gesamtsystems
M_4	[Nm]	=	Übertragbares Drehmoment unter Berücksichtigung von Max. Magnettemperatur, Reibwertschwankungen und Exemplarstreuung.	n	[min ⁻¹]	=	Drehzahl
M_{4p}	[Nm]	=	Prüfmoment bei 20°C zur Kontrolle des übertragbaren Drehmoments im Neuzustand	n_{max}	[min ⁻¹]	=	Maximale Drehzahl für Notstoppvorgänge
M_6	[Nm]	=	Lastmoment, ein treibendes Moment ist negativ anzusetzen, ein bremsendes positiv	ϑ_{13}	[°C]	=	Umgebungstemperatur
S_N	[mm]	=	Nennluftspalt zwischen Pol und Anker	ϑ_{23}	[°C]	=	Beharrungstemperatur
S_{max}	[mm]	=	Max. zulässiger Luftspalt zwischen Pol und Anker	U_N	[V]	=	Nennspannung
				U_1	[V]	=	Lüftspannung zur Prüfung des Lüftbereichs bei 20°C
				U_2	[V]	=	obere Verknüpfungsspannung zur Prüfung des Lüftbereichs bei 20°C
				L	[H]	=	Induktivität
				W_M	[Ws]	=	Abschaltenergie
				P_N	[W]	=	Nennleistung
				I_N	[A]	=	Nennstrom

1.4 Betriebsarten

- Haltebremse ohne organischen Reibbelag, reine Haltefunktion ohne Verrichtung von Reibarbeit.
- Notstoppbremse ohne organischen Reibbelag, geringer Verschleiß der Bremse durch Reibarbeit ist zulässig.
- Arbeitsbremse mit Reibbelag. Bremse ist zur Verrichtung von Reibarbeit konzipiert und eignet sich nur mit Einschränkungen (im übertragbaren Drehmoment) als Haltebremse.

2 Bremsmomente

2.1 Das übertragbare Drehmoment M_4 (Haltemoment)

Das übertragbare Drehmoment ist das Moment, welches unmittelbar vor dem Losreißen der Bremse erreicht wird.

Bauart und Betriebsbedingungen führen dazu, daß das übertragbare Drehmoment M_4 den folgenden Schwankungen unterliegt:

2.1.1 Fertigungsbedingte Schwankungen sind u.A.:

- Toleranzen im magnetischen Verhalten der Werkstoffe
- Geometrische Toleranzen
- Schwankungen der Federkräfte
- Prozeßschwankungen bei der Oberflächenbehandlung
- Prozeßschwankungen im Einlaufvorgang

2.1.2 Betriebsbedingte Schwankungen:

Die physikalischen Eigenschaften des Permanent-Magnetmaterials führen dazu, daß die Remanenz bei erhöhter Temperatur des Magneten reduziert wird. Dies hat in Abhängigkeit von Magnetmaterial und Auslegung des Magnetkreises Momenteneinbußen zur Folge.

Durch das Verschleiß der Bremse unterliegen die Reibflächen einer stetigen Veränderung. Diese Veränderung schlägt sich in einer Schwankung des Reibwerts mit den damit verbundenen Momentenschwankungen nieder.

Langjährige Erfahrungen zeigen, daß die Momententoleranz bedingt durch Schwankungen von **Temperatur** (max. 120°C Magnettemperatur) und **Reibwert** bei folgenden Richtwerten liegt:

- Konstruktion „E“ bis +/- 50 % (Ausführung mit Ferrit-Dauermagneten)
- Konstruktion „H“ bis +/- 30 % (Ausführung mit Seltenerde-Neodym-Dauermagneten)

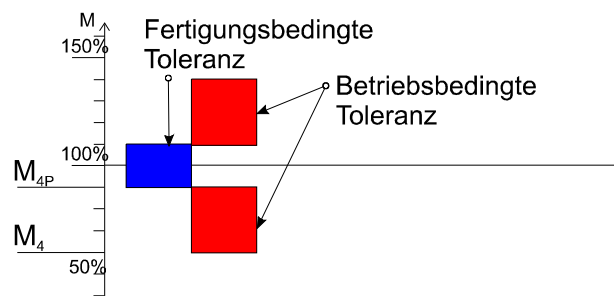


Bild 3 Exemplarische Momentenschwankungen für M_4

Das kleinste übertragbare Drehmoment M_4 wird in der Regel ermittelt in dem vom Prüfmoment M_{4P} die betriebsbedingten Toleranzen abgezogen werden (vgl. Bild 3). Konstruktionsbedingt und in Abhängigkeit vom Einsatzfall können Abweichungen vom genannten Toleranzbereich auftreten. Maßgeblich ist daher das auf der Offertzeichnung angegebene Moment M_4 .

Prüfkriterium für M_4 ist das Erreichen des in der Offertzeichnung zugesicherten Prüfmoments M_{4P} . Soweit nicht anders angegeben bezieht sich das Prüfmoment auf 20°C Magnet- und Spulentemperatur in eingelaufenem Neuzustand.

2.1.3 Prüfung der Bremse mit M_{4P}

Aus der Definition des übertragbaren Moments ergibt sich, daß M_{4P} unmittelbar vor dem Losreißen gemessen werden müssen.

Ein Weiterdrehen der Bremse nach dem Losreißen kann Störungen in der Reibfläche führen.

Folgende Randbedingungen sind bei der Messung zu beachten:

- Neuzustand der Bremse nach vorschriftsmäßigem Einlauf.
- Magnettemperatur 20°C (+/- 10°C)

Wird das Moment bei einer Relativbewegung der Reibflächen zu einander gemessen, so ist das Meßverfahren mit dem Hersteller abzustimmen.

2.2 Das Schaltmoment M_1

Entsprechend Bild 2 wird als Schaltmoment das während eines Bremsvorgangs momentan wirkende Moment bezeichnet. Das Moment ist drehzahlabhängig und nähert sich bei kleinen Drehzahlen dem übertragbaren Moment M_4 an.

Die folgende Kurve zeigt den Drehmoment-/ Drehzahlverlauf einer Beispielbremse:

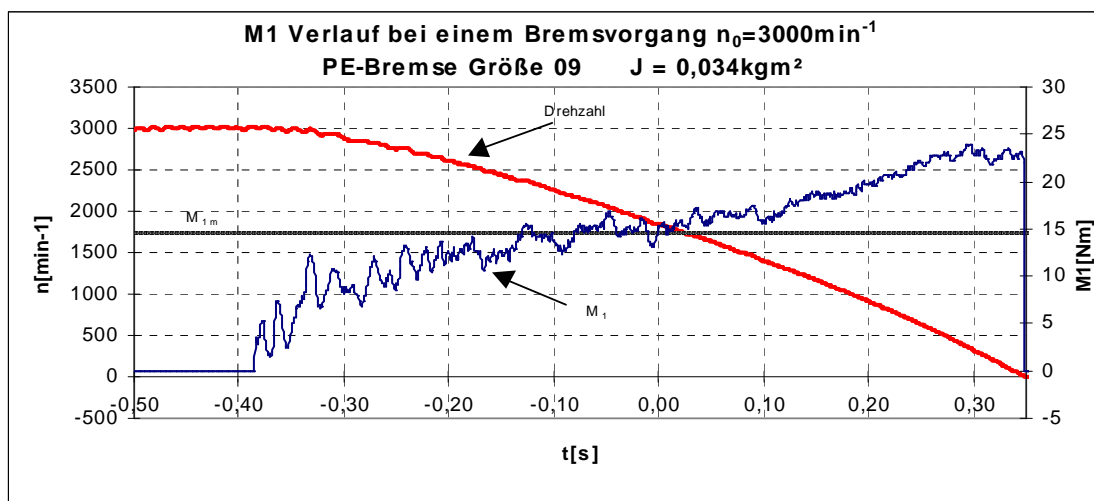


Bild 4 Exemplarischer Momentenverlauf M_1

Angaben zu dem dynamischen Bremsmoment beziehen sich generell auf das mittlere Moment M_{1m} , das aus der Bremszeit t_3 gebildet wird:

$$M_{1m} = \frac{J \cdot n}{9,55 \cdot t_3}$$

Das Moment M_{1m} wird unter Berücksichtigung der kundenspezifischen Randbedingungen vom Hersteller bestimmt. Das Moment unterliegt in Bezug auf die Schwankungsbreite den selben Einflußfaktoren wie das oben dargestellte übertragbare Drehmoment.

Die Angabe eines M_1 vom Hersteller bezeichnet das kleinste mittlere Dynamische Moment, das unter Einbeziehung von Temperaturgang, Reibwertschwankungen und Fertigungsschwankungen bei den gegebenen Größen n, J und M_6 erreicht wird.

2.3 Drehen gegen die geschlossene Bremse

Das drehen gegen die geschlossene Bremse nach der Inbetriebnahme ist in keinem Fall zulässig.

2.4 Auslegung der Bremse bei Absicherung der Haltefunktion ($Z \leq 5$ Mio.)

Aus dem auftretenden Lastmoment ist das notwendige übertragbare Drehmoment zu bestimmen. Bei unsicheren Lastannahmen empfehlen wir den Sicherheitsfaktor 2.

$$M_4 \geq S \cdot -M_6$$

2.5 Auslegung der Bremse bei Verrichtung von Reibarbeit ($Z \geq 2000$)

Soll Reibarbeit verrichtet werden, sind zusätzlich zu Punkt 2.3. folgende Kriterien zu erfüllen:

2.5.1 Dynamische Auslegung

Das Lastmoment muß kleiner sein, wie das minimale dynamische Moment, daß die Bremse aufbringen kann. Andernfalls reicht die Verzögerungswirkung der Bremse nicht aus um einen Stillstand zu erreichen.

$$M_1 \geq S \cdot -M_6$$

Soll eine Masse in einer bestimmten Zeit oder in einem bestimmten Weg abgebremst werden ist zusätzlich das Massenträgheitsmoment des **Gesamtsystems** zu berücksichtigen.

$$t_{3gef} \leq t_3 = \frac{J \cdot n}{9,55(M_1 + M_6)} \quad \text{beziehungsweise: } M_1 > \frac{J \cdot n}{9,55 \cdot t_3} - M_6$$

Die angegebenen Formeln beziehen sich auf idealisierte, lineare Zusammenhänge und können daher nur zur Abschätzung dienen.

2.5.2 Thermische Auslegung

Die Bremse kann durch eine zu hohe Schaltarbeit und durch mehrmalige kurz aufeinander folgende Bremsvorgänge (Schaltleistung) thermisch überfordert werden. Dies führt bis hin zum Ausfall der Bremse. Es ist daher zu gewährleisten, daß sowohl die auftretende Arbeit als auch die Bremsleistung unter den von uns zugesicherten Maximalwerten liegen:

$$W_{\max} > \frac{M_{1m}}{M_{1m} + M_6} \cdot \frac{J \cdot n^2}{182,5};$$

$$P_{\max} > W \cdot Z$$

Die Formeln sind linearisiert und können nur der Abschätzung dienen.

3 Einbau- und Einsatzbedingungen

3.1 Montage, Luftspalt & Verschleiß

Der Bremseneinbau (siehe Bild 5) hat spannungsfrei montiert so zu erfolgen, daß bei gelüfteter Bremse der Nennluftspalt s sichergestellt ist. Deformierungen der PE-Bremse z. B. durch den Anbau sind nur nach Absprache mit dem Hersteller zulässig.

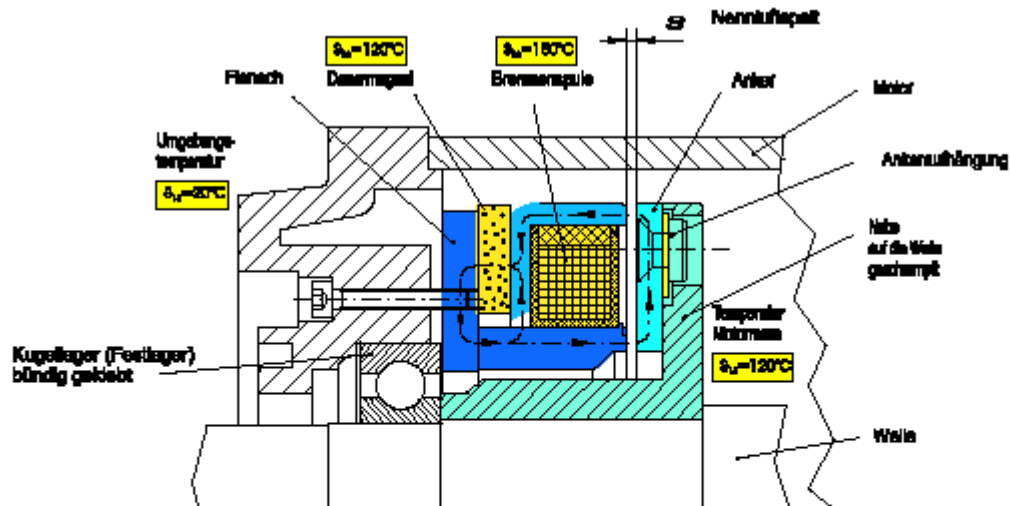


Bild 5 Montage der Bremse und Beispiel für zul. Temperaturen

Der Anker darf zur Nabe nicht gewaltsam axial verspannt werden, d. h. bei der Demontage ist die Bremse zu lüften, so daß eine Überdehnung der Segmentfedern ausgeschlossen ist.

Infolge Verschleiß vergrößert sich der Luftspalt. Bei Überschreiten des Maximalluftspaltes bei warmer Bremse wird die Verknüpfung (Bremswirkung) nicht mehr eingeleitet.

Die Komponenten der Bremse werden vor Verlassen des Werkes optimal auf einander abgestimmt. Ein Austausch des Ankers gegen ein gleichartiges Teil ist daher nicht möglich.

3.2.1 Temperaturen

Die Magnettemperatur von 120 °C darf nicht überschritten werden, da andernfalls die Gefahr einer dauerhaften Entmagnetisierung besteht.

Weiterhin ist zu gewährleisten, daß die Spulentemperatur im angebauten Zustand bei 100% ED in der für die Spule angegebenen Wärmeklasse liegt. Wenn keine abweichenden Angaben geliefert werden haben die verwendeten Spulen die Wärmeklasse F. Es darf dann die Wicklungstemperatur von $\vartheta_{21} = 150^{\circ}\text{C}$ nicht überschritten werden.

Temperaturen bei einer praktischen Anwendung (PE-Bremse dauerbestromt mit U_N - ohne Schaltarbeit) sind beispielhaft in Bild 5 dargestellt.

3.2.2 Einsatztemperaturen

Folgende Temperatureinsatzbedingungen für die PE-Einscheiben-Bremse müssen beachtet werden:

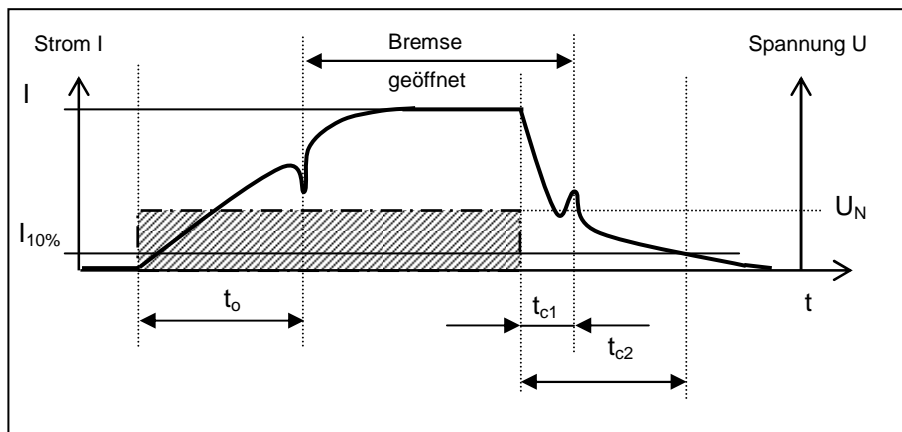
- Einsatztemperatur im Dauerbetrieb von +120°C bis – 5°C
- Einsatztemperatur für Dauerlagerung von +55°C bis –25°C
- Einmalige Lagertemperatur von max. 24 Stunden von +70°C bis –40°C
- Maximale Betriebstemperatur bei Inbetriebnahme des Gesamtsystems mit integrierter Bremse von +40°C bis +5°C

3.2.3 Schaltzeiten für den Haltebetrieb (statisch)

Die Schaltzeiten wurden bisher nach DIN VDE 0580 definiert.

Die Schaltzeiten sind für den Haltebetrieb (statisch) definiert, d.h. VDE 0580 ist nicht anwendbar.

Die Ansprechschaltzeiten werden über den Stromverlauf ermittelt.



Begriffe:

- | | | |
|----------|-----------------------|--|
| t_o | Öffnungszeit (open) – | Bremse mechanisch offen |
| t_{c1} | Schließzeit (close) – | Bremse mechanisch geschlossen |
| t_{c2} | Aktivierungszeit – | Bremse mechanisch geschlossen und Haltemoment weitgehend aufgebaut |

Je nach Art der Schutzbeschaltung verlängert sich die Schließ- und Aktivierungszeit.

3.3 Spannungen

Das folgende Bild veranschaulicht die Vorgänge beim kontinuierlichen Erhöhen der Spannung an einer PE-Bremse.

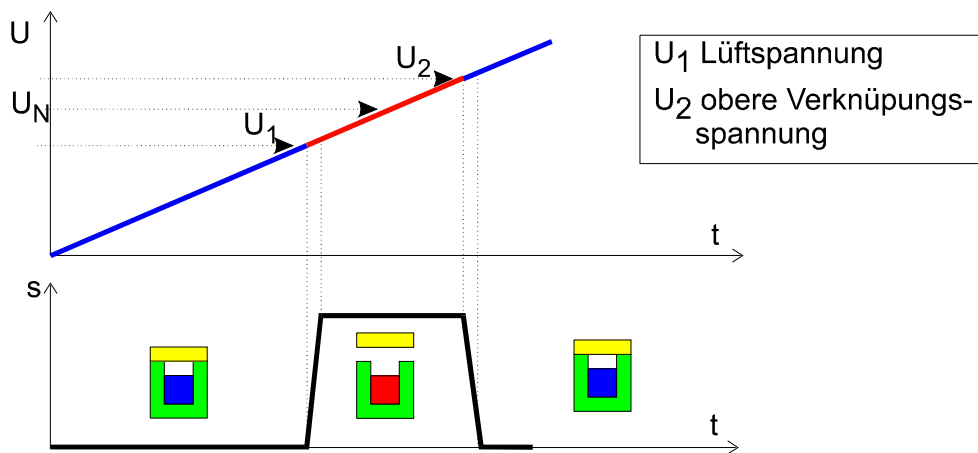


Bild 6 Steuerungsvorgang zur Ermittlung von U_1 und U_2

Eine sichere Funktion der Bremse ist nur dann gewährleistet, wenn die Versorgungsspannung in dem Fenster über der Lüftspannung U_1 und unter der oberen Verknüpfungsspannung U_2 liegt.

Durch Temperatureinfluß auf Magnet und Spule verändert sich das „Lüftfenster“. Um innerhalb der Spannungsschwankungen ein sicheres Funktionieren der Bremse zu gewährleisten müssen von den PE-Bremsen folgende Werte erreicht werden:

- $U_1 =$ Lüftspannung $\leq 0,825 U_N$ bei Konstruktion „E“
 $\leq 0,745 U_N$ bei Konstruktion „H“
- $U_2 =$ obere Verknüpfungsspannung $> 1,120 U_N$ bei Konstruktion „E“
 $> 1,150 U_N$ bei Konstruktion „H“

Die Spannungswerte U_1 und U_2 gelten bei Nennluftspalt s und simulieren eine Betriebstemperatur von -5°C bis 120°C des Dauermagneten sowie eine Wicklungstemperatur von -5°C bis 150°C . Brückenspannung bzw. geglättete Spannung ist bei Bestellung anzugeben, da die Geräte auf die entsprechenden Spannungsverhältnisse abgeglichen werden.

Die definierten Prüfspannungen U_1 und U_2 gelten bei Anbau der Bremse an die Meßvorrichtung des Herstellers und einer Wicklungs- und Dauermagnettemperatur von 20°C .

Abweichende Betriebsbedingungen durch magnetische Einflüsse, abweichende Toleranzen der Nennspannung sowie andere Betriebstemperaturen sind dem Hersteller rechtzeitig bekanntzugeben zur Einleitung von Korrekturmaßnahmen.

Die Messung der Spannungen U_1 und U_2 ist problematisch, da sich die Bremse während der Messung erwärmt und dadurch die Prüfergebnisse verfälscht. Die Spannungen sind daher über den tatsächlichen Kaltwiderstand ($R_{20^\circ\text{C}}$) der Spule in Stromwerte umzurechnen. Die Stromwerte I_1 und I_2 sind dann unabhängig von der Temperatur, solange sich der Magnet nicht erwärmt.

Der Anwender garantiert, dass die festgelegte Spannungsart, (geglättet/ gebrückt) als Basis für alle interne und externe Prüfprozesse, sowie für das Betreiben der Bremse, zur Anwendung kommt.

3.4 Montageablauf PE-Bremse

Permanentmagnetbremsen sind elektromagnetisch öffnende Systeme. Der Anlieferungszustand ist ein in sich geschlossenes System von Grundgerät und Anker. Beide Teile dürfen niemals mit gleichartigen Teilen eines anderen Systems einer Permanentmagnetbremse ausgetauscht werden.

Es ist nicht erlaubt, die Reibfläche der Pole und der Anker mit den Händen zu berühren.

Es ist ebenfalls nicht erlaubt, die Bremse während des Montageprozesses zu reinigen, sowie mit chemischen Mitteln in Kontakt zu bringen.

Die Bremse wird über den Flansch zentriert. Dies kann am Außendurchmesser bzw. am Innendurchmesser erfolgen. Die Befestigung ist so vorzunehmen, dass keine externen Biegemomente am Bremsenflansch wirksam werden. Eine Deformierung der Bremse stört die Funktionsfähigkeit des Gerätes.

Die Befestigungsfläche muss folgenden Anforderungen genügen:

- Planlaufabweichung 0,1 mm (Messradius = 100 mm)
- Der Werkstoff, an welchem die Bremse befestigt wird, muss gut wärmeleitend sein.
- Der Einfluss von fremden Magnetfeldern über magnetisch leitende Teile ist auszuschließen.

Der Anker mit Stahlfeder und Flanschnabe wird auf die Welle aufgeschoben. Das Anschlagen des Ankers am Kugellagerinnenring bzw. durch axiale Fixierung auf der Welle erfolgt durch Stiftschrauben. Diese sind in die Flanschnabe integriert und werden verklebt. Bei der Verwendung von Klebstoffen ist äußerste Sorgfalt notwendig. Es ist zu vermeiden, dass der Stahlanker mit Klebstoff in Verbindung kommt. Die Fixierung der Flanschnabe erfolgt im bestromten Zustand des Gerätes. Durch die Bestimmung der axialen Lage des Ankers erfolgt die Einstellung des Luftspaltes. Der Luftspalt ist gerätespezifisch festgelegt und wird durch den Hersteller bekannt gegeben. Bitte vermeiden sie das Aufschlagen des Ankers auf die Polflächen. Aus diesem Grund darf der Anker von der ungelüfteten Bremse nicht abgehoben werden. Die Reibflächen von Bremse und Anker sind unbedingt fett- und ölfrei zu halten. Nach erfolgter Montage muss das Gerät einem Einlaufvorgang unterzogen werden, sowie einem statischen Momententest. Die Einlaufbedingungen werden durch den Hersteller festgelegt. Das Prüfmoment bei 20°C kann in der Ofertzeichnung nachgesehen werden bzw. ist im Punkt 3.5 Einlaufbedingungen nochmal erwähnt.

Dieser Einlaufvorgang in Verbindung mit dem Prüfen gegen das statische Prüfmoment M4P ist zwingend erforderlich, um die zugesicherten Eigenschaften sowie die Funktionalität des Gerätes zu gewährleisten.

3.5 Einlaufbedingungen

Zum Angleichen und Abstimmen der Reibflächen ist grundsätzlich ein Einlaufvorgang notwendig. Die Bremsmomente gelten erst nach abgeschlossenem Einlauf. Der Einlauf ist abgeschlossen, wenn ein geeignetes Tragbild vorhanden ist und das Prüfmoment erreicht wird. Der Einlauf kann vom Hersteller durchgeführt werden.

Durch den Montagevorgang der Bremse geht die Abstimmung der Reibpaarung teilweise verloren. Ein erneuter „Kurzeinlauf“ ist daher auch bei werksseitigem Einlaufen erforderlich. Die Daten für die Einlaufbedingungen können beim Hersteller erfragt werden.

Die Prüfung des übertragbaren Drehmoments nach der Montage kann erst nach erfolgtem Kurzeinlauf vorgenommen werden. Es muß dabei das Prüfmoment M_{4p} erreicht werden.

Folgende Einlaufbedingungen gelten in Verbindung mit dem erforderlichen Prüfmoment.

Größe/ Version	Drehzahl n min ⁻¹	Rutschzeit t ₃ s	Schaltzahl Z h ⁻¹	Einlaufzeit t _E S	M _{4p} Prüfmoment
03H	300	0,15	12000	300	0,7
04E	300	0,15	12000	300	1,7
04H	300	0,30	6000	300	2,8
06E	250	0,20	9000	300	3,6
06H	250	0,20	9000	300	5,2
07E	200	0,25	7500	300	8
07H	200	0,10	18000	120	14
09E	100	0,25	7500	240	17
09H	100	0,15	12000	180	30
11E	100	0,30	6000	300	34
11H	100	0,25	7500	240	58
14E	100	0,30	6000	240	57
14H	100	0,40	4500	240	100
16E	100	0,45	4000	300	100
16H	100	0,45	4000	300	160
21E	100	0,45	4000	300	160
21H	100	0,45	4000	300	300

3.6 Schutzbeschaltung

Zur Dimensionierung von Schutzbeschaltungen ist von der freiwerdenden Abschaltenergie der Bremse auszugehen.

Bremsengröße (Grundgeräte)	03	04	06	07	09	11	14	16	21
Abschaltenergie W_M [Ws]	0,04	0,09	0,2	0,35	0,7	1,5	2,0	3,0	5,0

$$L = 2 \cdot W_M \left(\frac{U_N}{P_N} \right)^2, W_M = \frac{1}{2} L \cdot I_N^2, I_N = \frac{P_N}{U_N}$$

Je nach Art der Schutzbeschaltung verlängern sich die Verknüpfungszeiten t_1 .

EMV-Richtlinien sind vom Anwender sicherzustellen.

3.7 Schockbelastung

Eine Dauerschockbelastung der PE-Bremse von 6g über die Lebensdauer von 20 000 Betriebsstunden ist zulässig.

Der Anwender garantiert über die Schnittstelle zum System die Schockbelastung von 6g.

Für kundenspezifische Anwendungen gelten nachfolgend genannte Test- und Prüfbedingungen.

Sinusweep nach DIN EN 60068-2-6

Frequenz: 10Hz – 2000Hz

Frequenzänderung: 1 Oktave/min

Beschleunigung: 20g

Hub: 1,5 mm bis 41,0Hz

Bremse unbestromt

Schnittstelle Anker-, Nabenbefestigung, Stecker obliegt der Kundenzulassung, nach Bestätigung des Systemtests wird die Bremse für 20G zugelassen.

Der Systemhersteller des Motors bestimmt die Schockbelastung unter Beachtung der Schnittstelle zur Bremse.

4 Prüfung und Inbetriebnahme

Um Daten und Meßergebnisse der QS des Herstellers sowie des Anwenders nachvollziehen zu können, sind die Meß- und Prüfmethode sowie die Meßvorrichtungen anzugleichen. Es ist darauf zu achten, daß Meßvorrichtungen magnetische Einflüsse ausschließen.

Abweichungen zwischen den Meßbedingungen des Herstellers und den Einbaubedingungen des Anwenders sind rechtzeitig zu ermitteln und dem Hersteller mitzuteilen.

Vor jeder Inbetriebnahme des Gesamtsystems besonders nach längerer Lagerung ist eine Überprüfung des Prüfmoments M_{4p} der Bremse vorzunehmen (siehe Punkt 3.5).

Sollte das Prüfmoment nicht erreicht werden ist gemäß 3.5 ein Kurzeinlauf von mindestens 15 Sekunden vorzunehmen. Das Prüfmoment ist anschließend erneut zu prüfen.

HINWEIS: Die Prüf- und Inbetriebnahme Vorschriften sind den Systemhersteller bzw. Anwender bekannt zu geben.

5 Sicherheitshinweise

5.1 Störfaktoren

Die Permanent-Magnetbremse ist keine Sicherheitsbremse, in dem Sinn daß durch unbeeinflussbare Störfaktoren eine Drehmomentreduzierung auftreten kann.

Insbesondere ist zu beachten:

- Korrosion an den Reibflächen, sowie Dämpfe, Ausdünstungen und Ablagerungen vermindern die Bremswirkung.
- Schmiermittel dürfen nicht auf die Reibfläche gelangen.
- Überspannungen und zu hohe Temperaturen können die Permanentmagnete dauerhaft schwächen und damit die Bremse unbrauchbar machen.
- Bei einem Verschleiß oberhalb s_{max} ist ein Einfallen der Bremse nicht mehr gewährleistet. In diesem Fall erfolgt kein Bremsen.

5.2 MTBF-Zeiten (1990-2004)

- **Gesamtproduktionsstückzahl (1990-2004) : 2,98 Mio. Stück**
- Bekannte Ausfälle innerhalb der Lebensdauer – bevor Verschleißerscheinungen eingetreten sind – gesamt 886 Stück – nachweisliche Ausfälle/ Rückläufer aus dem Feld.

<u>Ausfallursache</u>	<u>Anzahl Geräte</u>
Drehen gegen die geschlossene Bremse	26
Federbruch am Anker	10
Spule Masseschluss /erhöhte Schockbelastung	310
Niet / Schraube am Anker gerissen	17
Kunststoffersetzung	66
mangelnde Isolationsfestigkeit	56
thermische Überhitzung durch Materialmängel	190
Nabenbefestigung/Nut - Gewindestift DIN 916	18
Kabelbruch am Litzenausgang	14
Fett/Schmiermittel auf dem Bremsbelag/Polfläche	22
fehlerhafte Lüftspannung / Fahren gegen die geschlossene Bremse	62
Filzring gerissen - Belag auf der Polfläche	95
<u>Summe</u>	<u>886</u>

Die Zulassung beträgt 5 Mio. Schaltungen im Haltebetrieb.

Die statistisch ermittelte Lebensdauer beträgt auf Grundlage von 10 Jahren Erfahrung mindestens 20 000 Betriebsstunden.

Zusammengefasst ergibt sich eine durchschnittliche jährliche MTBF-Zeit für ein Jahr wie folgt:

2,98 Mio. Bremsen/ 14 Jahre = 212 000 Bremsen pro Jahr

886 Ausfälle/ 14 Jahre = 63 Ausfälle Bremsen pro Jahr

0,212 Mio. Stück/ 63 x 365 Tage x 24 Stunden = 29,47 Mio. Stunden

6 UL/CSA – verwendete Materialien

In allen Typen werden unabhängig von Struktur und Umfang nur Materialien nach UL/CSA verwendet. Die Geräte besitzen keine eigene Zulassung.

Materialübersicht:

Nr.	Benennung	Werkstoff	UL-Listung	Temperatur RTI °C
1	Spulenkörper	Durethan AKV 30 H	Card A050 v.30.03.95	125
2	Cu. Lackdraht	WS 200	E 103936	180
3	Leitung AWG 18-26 rot	Radox 155	UL 3266/ CSA AWM 1 A/B	130
4	Leitung AWG 18-26 blau	Radox 155	UL 3266/ CSA AWM 1 A/B	130
5	Bandage	PT. 20-20	E178430	150
6	Umhüllung	Durethan B30 S	UL-Card A03.02.92	105
7	Leitung AWG 18-26 rot	Nexans	AWM Style 10556 (E48408)	150
8	Leitung AWG 18-26 blau	Nexans	AWM Style 10556 (E48408)	150

7 Umweltbedingungen

Innerhalb der Einzelteile sowie bei der Montage werden nur Stoffe und Materialien gemäß Umweltrichtlinie DIN EN ISO 14001 und der RoHS Directive 2002/95/EC verarbeitet.

Alle Bremsen sowie deren Einzelteile entsprechen dieser Richtlinie.