

SIMODRIVE 611/
SIMOVERT MASTERDRIVES MC
Allgemeiner Teil für Synchronmotoren

SIEMENS

SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES

Allgemeiner Teil für Synchronmotoren

Projektierungshandbuch

Vorwort

Elektrische Angaben

1

Mechanische Angaben

2

Projektierung

3

Elektrische Anschlüsse

4

Motorkomponenten

5

Anhang

A

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Vorwort

Informationen zur Dokumentation

Die vorliegende Druckschrift ist Bestandteil der für die Umrichtersysteme SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES entwickelten Technischen Kundendokumentation. Alle Schriften sind einzeln erhältlich. Das gesamte Dokumentationsverzeichnis über alle Werbeschriften, Kataloge, Übersichten, Kurzbeschreibungen, Betriebsanleitungen und Technischen Beschreibungen mit Bestellnummer, Bestelladresse und Preis erhalten Sie bei Ihrer zuständigen Siemens-Niederlassung.

Diese Druckschrift enthält aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sämtliche Detailinformationen zu allen Typen des Produkts und kann auch nicht jeden denkbaren Fall der Aufstellung, des Betriebes oder der Instandhaltung berücksichtigen.

Außerdem weisen wir darauf hin, dass der Inhalt dieser Druckschrift nicht Teil einer früheren oder bestehenden Vereinbarung, Zusage oder eines Rechtsverhältnisses ist oder dieses abändern soll. Sämtliche Verpflichtungen von Siemens ergeben sich aus dem jeweiligen Kaufvertrag, der auch die vollständigen und allein gültigen Gewährleistungsregelungen enthält. Diese vertraglichen Gewährleistungsregelungen werden durch die Ausführungen dieser Druckschrift weder erweitert noch beschränkt.

Aufbau der Dokumentation

Tabelle 1 Projektierungshandbücher, einzelne Teile

Titel	Bestellnummer (MLFB)	Sprache
Synchronmotoren, Allgemeiner Teil für SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES MC	6SN1197-0AD07-0AP□	deutsch
Synchronmotoren, Motorenteil 1FK7 für SINAMICS S120 inkl. Allgemeiner Teil	6SN1197-0AD16-0AP□	deutsch
Synchronmotoren, Motorenteil 1FT6 für SINAMICS S120 inkl. Allgemeiner Teil	6SN1197-0AD12-0AP□	deutsch
Synchronmotoren, Motorenteil 1FK7 für SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES MC	6SN1197-0AD06-0AP□	deutsch
Synchronmotoren, Motorenteil 1FK6 für SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES MC	6SN1197-0AD05-0AP□	deutsch
Synchronmotoren, Motorenteil 1FT6 für SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES MC	6SN1197-0AD02-0AP□	deutsch
Synchronmotoren, Motorenteil 1FT5 für SIMODRIVE	6SN1197-0AD01-0AP□	deutsch

Zielgruppe des Projektierungshandbuchs

Das Projektierungshandbuch wendet sich an Planer und Projektoren. Es unterstützt Sie bei der Auswahl der Motoren, der Berechnung der Antriebskomponenten, die Zusammenstellung des erforderlichen Zubehörs, sowie bei der Auswahl der Netz- und motorseitigen Leistungsoptionen.

Technical Support

Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an folgende Hotline:

Tel.:	+49 (0) 180 5050-222
Fax:	+49 (0) 180 5050-223
Internet:	http://www.siemens.de/automation/support-request

Bei Fragen zur Dokumentation (z. B. Anregungen, Korrekturen) senden Sie bitte ein Fax oder eine E-Mail an folgende Adresse:

Fax:	+49 (0) 9131 98-63315
Faxformular:	siehe Korrekturblatt am Schluss der Druckschrift
E-Mail:	Motioncontrol.docu@siemens.com

Informationen zu Produkten

Aktuelle Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie im Internet unter folgender Adresse:

<http://www.siemens.com/motioncontrol>

Sicherheitstechnische Hinweise



Gefahr

Die Inbetriebnahme ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine, in welche die hier beschriebenen Komponenten eingebaut werden sollen, den Bestimmungen der Richtlinie 98/37/EG entspricht.

Nur entsprechend qualifiziertes Personal darf an den SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräten und den Synchronmotoren die Inbetriebsetzung durchführen.

Dieses Personal muss die zum Produkt gehörende Technische Kundendokumentation berücksichtigen und die vorgegebenen Gefahren- und Warnhinweise kennen und beachten.

Beim Betrieb elektrischer Geräte und Motoren stehen zwangsläufig die elektrischen Stromkreise unter gefährlicher Spannung.

Bei Betrieb der Anlage sind gefährliche Achsbewegungen möglich.

Alle Arbeiten in der elektrischen Anlage müssen im spannungslosen Zustand durchgeführt werden.

SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräte sind zum Betrieb an niederohmig geerdeten Energie-Versorgungsnetzen (TN-Netze) vorgesehen.



Warnung

Der einwandfreie und sichere Betrieb dieser Geräte und Motoren setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Für die Ausführung von Sondervarianten der Geräte und Motoren gelten zusätzlich die Angaben in den Katalogen und Angeboten.

Zusätzlich zu den Gefahren- und Warnhinweisen in der gelieferten Technischen Kundendokumentation sind die jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlagenspezifischen Bestimmungen und Erfordernisse zu berücksichtigen.



Vorsicht

Die Motoren können Oberflächentemperaturen von über +100° C aufweisen.

Deshalb dürfen keine temperaturempfindlichen Teile z. B. Leitungen oder elektronische Bauelemente am Motor anliegen oder am Motor befestigt werden.

Es ist darauf zu achten, dass bei der Montage die Anschlussleitungen

- nicht beschädigt werden
- nicht unter Zug stehen und
- nicht von rotierenden Teilen erfasst werden können.

Vorsicht

SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräte mit Synchronmotoren werden im Rahmen der Stückprüfung einer Spannungsprüfung entsprechend EN 50178 unterzogen. Während der Spannungsprüfung der elektrischen Ausrüstung von Industriemaschinen nach EN 60204-1, Abschnitt 19.4 müssen alle Anschlüsse der SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräte abgeklemmt / abgezogen werden, um eine Beschädigung der SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräte zu vermeiden.

Motoren sind gemäß dem mitgelieferten Schaltbild anzuschließen. Ein direkter Anschluss der Motoren an das Drehstromnetz ist nicht zulässig und führt zur Zerstörung der Motoren.

Hinweis

SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräte mit Synchronmotoren erfüllen im betriebsmäßigen Zustand und in trockenen Betriebsräumen die Niederspannungs-Richtlinie 73/23/EWG.

SIMODRIVE und SIMOVERT MASTERDRIVES-Geräte mit Synchronmotoren erfüllen in den Konfigurationen, die in der zugehörigen EG-Konformitätserklärung angegeben sind, die EMV-Richtlinie 89/336/EWG.

EGB-Hinweise



Vorsicht

Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB) sind Einzelbauteile, integrierte Schaltungen oder Baugruppen, die durch elektrostatische Felder oder elektrostatische Entladungen beschädigt werden können.

Handhabungs-Vorschriften für EGB:

Beim Umgang mit elektronischen Bauelementen ist auf gute Erdung von Mensch, Arbeitsplatz und Verpackung zu achten!

Elektronische Bauelemente dürfen von Personen nur in EGB-Bereichen mit leitfähigem Fußboden berührt werden, wenn

- diese Personen über EGB-Armband geerdet sind und
- diese Personen EGB-Schuhe oder EGB-Schuh-Erdungsstreifen tragen.

Elektronische Baugruppen sollten nur dann berührt werden, wenn dies unvermeidbar ist.

Elektronische Baugruppen dürfen nicht mit Kunststoffen und Bekleidungsteilen mit Kunststoffanteilen in Berührung gebracht werden.

Elektronische Baugruppen dürfen nur auf leitfähigen Unterlagen abgelegt werden (Tisch mit EGB-Auflage, leitfähiger EGB-Schaumstoff, EGB-Verpackungsbeutel, EGB-Transportbehälter).

Elektronische Baugruppen dürfen nicht in die Nähe von Datensichtgeräten, Monitoren oder Fernsehgeräten gebracht werden. Abstand zum Bildschirm > 10 cm).

An elektronischen Baugruppen darf nur gemessen werden, wenn

- das Messgerät geerdet ist (z. B. über Schutzleiter), oder
 - vor dem Messen bei potentialfreiem Messgerät der Messkopf kurzzeitig entladen wird (z. B. metallblankes Steuerungsgehäuse berühren).
-

Funktionsanforderungen

Die entsprechenden Normen, Vorschriften sind direkt den Funktionsanforderungen zugeordnet.

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	iii
1	Elektrische Angaben	1-1
1.1	Definitionen	1-1
2	Mechanische Angaben	2-1
2.1	Definitionen	2-1
2.2	Auswahl der Motorschutzart	2-5
2.3	Kühlung	2-7
3	Projektierung	3-1
3.1	Software zur Projektierung	3-1
3.1.1	NCSD-Konfigurator	3-1
3.1.2	Projektierungstool PFAD Plus	3-2
3.2	Projektierungsablauf	3-4
3.3	Dimensionierung	3-5
3.3.1	1. Klärung der Art des Antriebs	3-5
3.3.2	2. Festlegung der Randbedingungen und Einbindung in die Automatisierung	3-5
3.3.3	3. Festlegung des Lastfalls, Berechnung des max. Lastmomentes, Festlegung des Motors ...	3-6
4	Elektrische Anschlüsse	4-1
4.1	Leistungsleitung	4-1
4.2	Bestellbezeichnungen für Leistungsleitungen	4-3
4.2.1	Übersicht	4-3
4.2.2	Konfektionierte Leistungsleitung ohne Bremsleitung	4-5
4.2.3	Konfektionierte Leistungsleitung mit Bremsleitung	4-6
4.2.4	Leistungsleitung Meterware ohne Bremsleitung	4-6
4.2.5	Leistungsleitung Meterware mit Bremsleitung	4-7
4.2.6	Signalleitung	4-7
4.2.7	Abschirmung	4-8
5	Motorkomponenten	5-1
5.1	Einflüsse der Anbauart und angebaute Komponenten	5-1
5.2	Abtriebskupplungen	5-2
5.3	Ankerkurzschlussbremsung	5-4
5.4	Haltebremse	5-7
5.5	Thermischer Motorschutz	5-11
A	Anhang	A-1
A.1	Literaturverzeichnis	A-1
	Index	Index-1

Elektrische Angaben

1.1 Definitionen

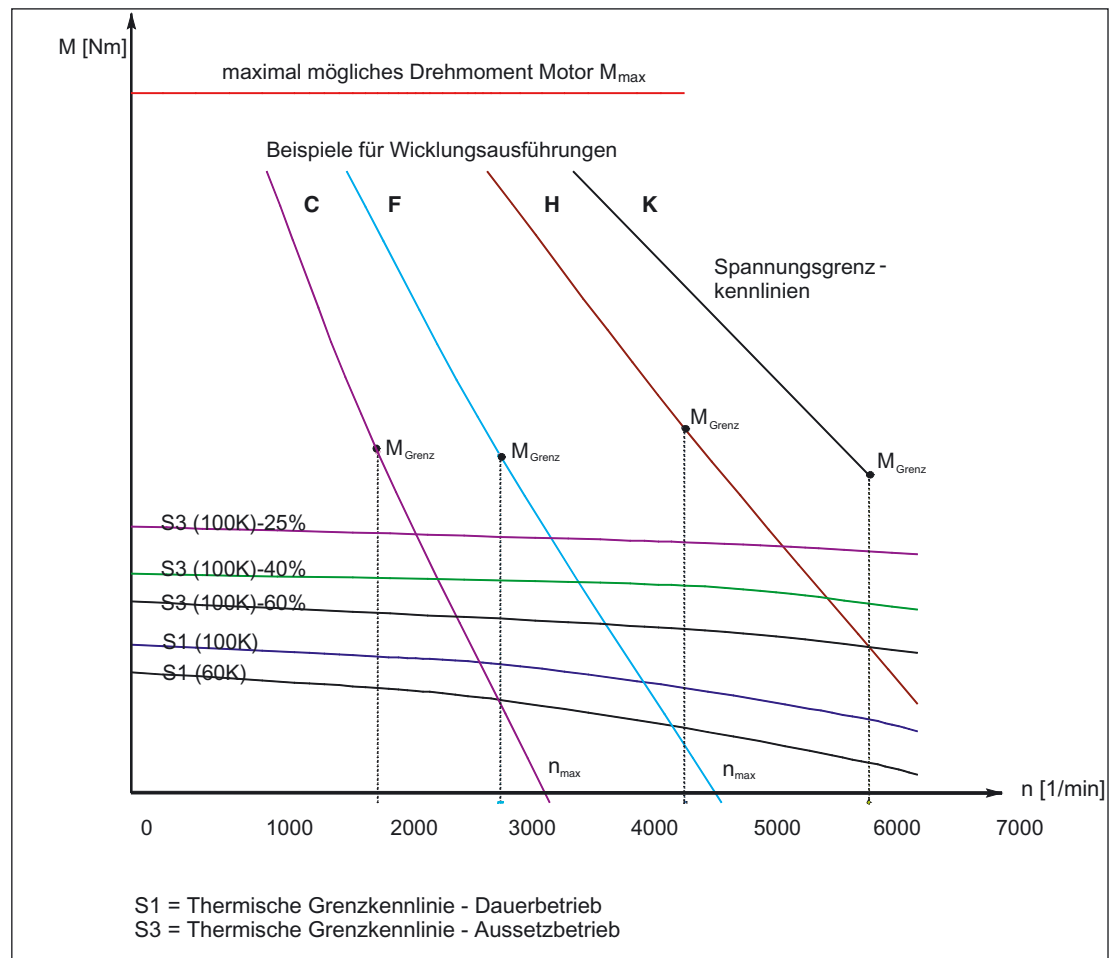


Bild 1-1 Drehzahl-Drehmoment-Diagramm, Beispiele für verschiedene Wicklungsausführungen

100 K-, 60 K-Werte

100 K bzw. 60 K ist die mittlere Wicklungsübertemperatur in Kelvin.

105 K entspricht einer Ausnutzung nach Wärmeklasse F.

60 K liegt in der Ausnutzung innerhalb der Wärmeklasse B. Die 60 K-Ausnutzung wird verwendet :

- wenn die Gehäusetemperatur aus Sicherheitsgründen unter 90 °C liegen muss
- oder die Erwärmung der Welle sich ungünstig auf die angebaute Maschine auswirkt

Für alle Angaben gilt generell eine zulässige Umgebungstemperatur von 40 °C bei selbstgeköhlten und fremdbelüfteten Motoren, bei wassergeköhlten Motoren eine K hlmittemperatur von 35 °C.

Drehmomentcharakteristik

Innerhalb einer Baugröße sind mehrere Ankerkreisausf hrungen (unterschiedliche Bemessungsdrehzahl n_N) möglich. Eine hohe Überlastfähigkeit ist im gesamten Drehzahlstellbereich gegeben.

Die folgenden Begrenzungen gelten grundsätzlich für alle Kombinationen Synchronmotor-Umrichtermodul.

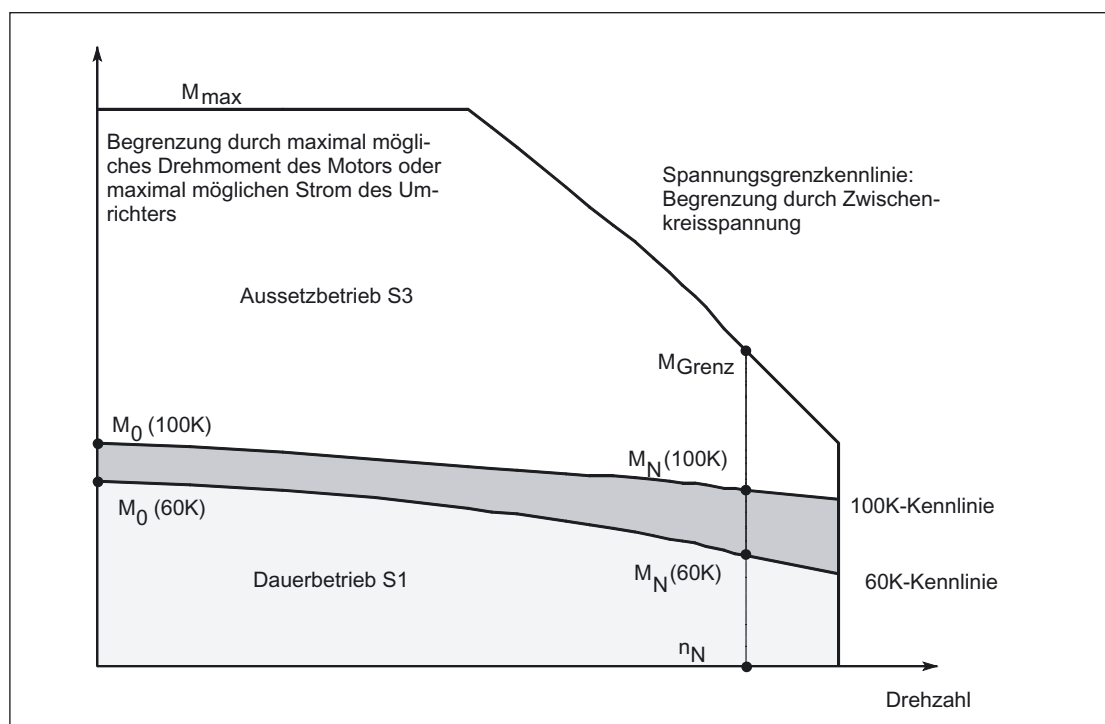


Bild 1-2 Drehmomentcharakteristik der Synchronmotoren

Thermische Grenzkennlinie

Entspricht in den Diagrammen der S1 (100 K)-Kennlinie. Darf auch im Aussetzbetrieb im geometrischen Mittel nicht überschritten werden.

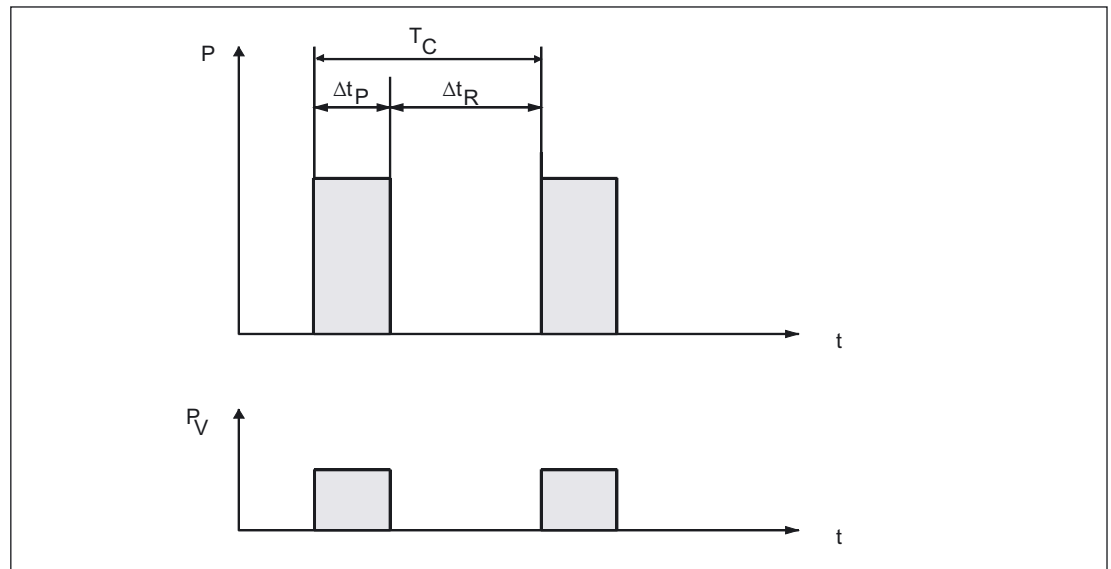


Bild 1-3 Periodischer Aussetzbetrieb - Betriebsart S3

- P = Belastung
 P_V = elektrische Verluste
 t = Zeit
 T_C = Spieldauer 10 min (falls nicht anders angegeben)
 Δt_P = Betriebszeit mit konstanter Belastung
 Δt_R = Stillstandszeit mit stromlosen Wicklungen
Relative Einschaltdauer = $\Delta t_P / T_C = 25\%, 40\%, 60\%$

Spannungsgrenzkennlinien

Mit steigender Drehzahl erhöht sich in gleichem Maße auch die Gegenspannung des Motors. Für das Einprägen des Stromes steht nur die Differenz von der Zwischenkreisspannung zu der steigenden Gegenspannung des Motors zur Verfügung. Dies begrenzt die Höhe des einprägbaren Stromes bei hohen Drehzahlen.



Warnung

Ein Dauerbetrieb rechts von der Spannungsgrenzkennlinie und im Bereich oberhalb der S1-Kennlinie ist für den Motor thermisch unzulässig (siehe Bild "Drehmomentcharakteristik der Synchronmotoren").

Die Spannungsgrenzkennlinie eines Motors mit Bemessungsdrehzahl 6000 1/min liegt weit über der des gleichen Motortyps mit 2000 1/min. Allerdings benötigt dieser Motor für gleiches Drehmoment einen wesentlich höheren Strom. Daher ist es sinnvoll die Bemessungsdrehzahl so zu wählen, dass diese nicht zu weit über der für die Anforderung erforderlichen Maximaldrehzahl liegt. Die Größe des Umrichtermoduls (Strombedarf) lässt sich auf diese Weise minimieren.

Tabelle 1-1 Kennbuchstabe Wicklungsausführung

Bemessungsdrehzahl n_N [1/min]	Wicklungsausführung (10. Stelle der Bestellnummer)
1200	A
1500	B
2000	C
2500	D
3000	F
4000	G
4500	H
6000	K

Verschiebung der Spannungsgrenzkennlinie

Achtung

Die Verschiebung der Spannungsgrenzkennlinie gilt nur bei linearen Grenzkennlinien wie z. B. bei den Motoren 1FK6 und 1FK7.

Um bei einer Umrichter Ausgangsspannung (U_{Mot}) ungleich 340 V, 380 V oder 425 V die Grenzen des Motors zu kennen, muss die betroffene eingezeichnete Spannungsgrenzkennlinie für die jeweilige neue Ausgangsspannung ($U_{\text{Mot, neu}}$) verschoben werden.

Der Grad der Verschiebung ergibt sich wie folgt:

Auf der x-Achse (Drehzahl) ergibt sich bei einer Ausgangsspannung von $U_{\text{Mot, neu}}$ eine Verschiebung um den Faktor:

$$\frac{U_{\text{Mot, neu}}}{U_{\text{Mot}}}$$

$U_{\text{Mot, neu}}$ = neue Umrichter Ausgangsspannung
 U_{Mot} = Umrichter Ausgangsspannung aus der Kennlinie für 340 V, 380 V oder 425 V

Achtung

Die Verschiebung der Spannungsgrenzlinie ist nur möglich, wenn die Bedingung $U_{\text{Mot, neu}} > U_{\text{IN}}$ erfüllt ist.

Die induzierte Spannung U_{IN} ist auf dem Motorleistungsschild angegeben.

$$U_{\text{IN}} = k_E \cdot n_N / 1000$$

Berechnen des neuen Grenzdrehmomentes mit der neuen Grenzkennlinie

$$M_{\text{Grenz, neu}} = \frac{U_{\text{Mot, neu}} - U_{\text{iN}}}{U_{\text{Mot}} - U_{\text{iN}}} \cdot M_{\text{Grenz}}$$

Der Wert M_{Grenz} wird auf der Grenzkennlinie für U_{Mot} abgelesen (Wert bei Bemessungsdrehzahl).

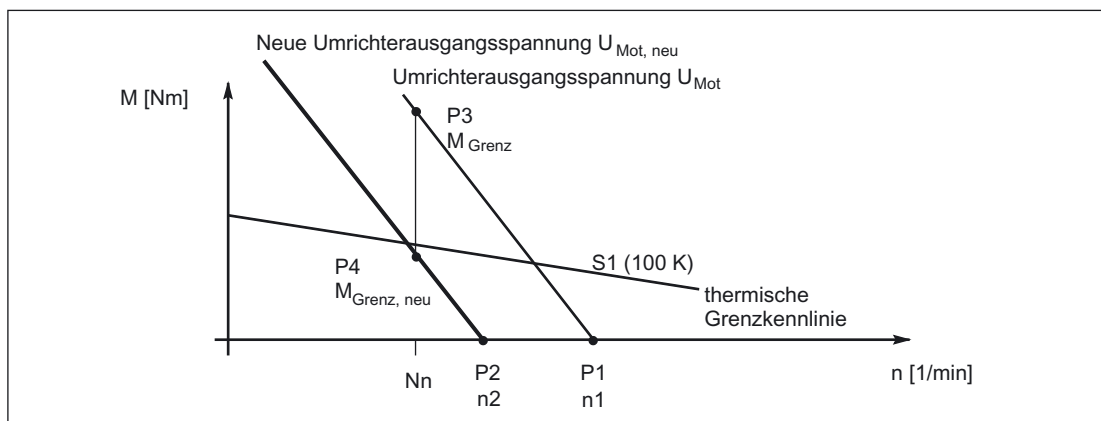


Bild 1-4 Verschiebung der Spannungsgrenzkennlinie vom U_{Mot} nach $U_{\text{Mot, neu}}$

P1 Durchtritt bei n_1 [1/min] von der für U_{Mot} gegebenen Spannungsgrenzkennlinie auf der x-Achse (Drehzahl).

P2 Verschiebung vom Durchtritt der Spannungsgrenzkennlinie auf der x-Achse von n_1 nach n_2 .

$$n_2 [1/\text{min}] = n_1 \cdot \frac{U_{\text{Mot, neu}}}{U_{\text{Mot}}}$$

P3 M_{Grenz} auf der für U_{Mot} gegebenen Spannungsgrenzkennlinie ablesen.

Berechnung von $M_{\text{Grenz, neu}}$:

$$M_{\text{Grenz, neu}} = \frac{U_{\text{Mot, neu}} - U_{\text{iN}}}{U_{\text{Mot}} - U_{\text{iN}}} \cdot M_{\text{Grenz}}$$

P4 $M_{\text{Grenz, neu}}$

Mit den Punkten P2 und P4 ergibt sich die verschobene Spannungsgrenzkennlinie.

Beispiel zur Verschiebung der Spannungsgrenzkennlinie mit Motor 1FK7032-5AK71

$U_{\text{Mot, neu}} = 290 \text{ V}$; $U_{\text{IN}} = 6 \cdot 42 \text{ V}$; Berechnung mit $U_{\text{Mot}} = 425 \text{ V}$

Bedingung: $U_{\text{Mot, neu}} > U_{\text{IN}}$ erfüllt.

Berechnung P1: $n_1 = \frac{425}{42} \cdot 1000 \text{ 1/min} = 10120 \text{ 1/min}$

Berechnung P2: $n_2 = \frac{290}{425} \cdot 10120 \text{ 1/min} = 6905 \text{ 1/min}$

Berechnung P3: M_{Grenz} für $= 425 \text{ V}$ und $n_N = 6000 \text{ 1/min}$ ablesen

Berechnung P4: $M_{\text{Grenz, neu}} = \frac{290 - 252}{425 - 252} \cdot 3 \text{ Nm} = 0,66 \text{ Nm}$

Punkte P2 und P4 eintragen und verbinden. Diese Linie ist die neue Umrichter Ausgangsspannung $U_{\text{Mot, neu}}$.

Bemessungsdrehzahl n_N

Durch die Bemessungsdrehzahl wird im Drehmoment-Drehzahldiagramm der für den Motor charakteristische Drehzahlbereich festgelegt.

Stillstandsrehmoment M_0

Thermisches Grenzdrehmoment bei Stillstand des Motors entsprechend der Ausnutzung nach 100 K bzw. 60 K. Es kann bei $n = 0$ unbegrenzt lange abgegeben werden. M_0 ist immer größer als das Bemessungsdrehmoment M_N .

Stillstandsstrom I_0

Motorstrangstrom, um das jeweilige Stillstandsrehmoment zu erzeugen.

Bei 1FT6 und 1FK-Motoren sind die sinusförmigen Effektivströme angegeben.

Bemessungsdrehmoment M_N

Thermisch zulässiges Dauerdrehmoment im S1-Betrieb bei Bemessungsdrehzahl des Motors.

Bemessungsstrom I_N

Effektiver Motorstrangstrom, um das jeweilige Bemessungsdrehmoment zu erzeugen.

Maximalstrom $I_{\text{max, eff}}$

Diese Stromgrenze ist durch den magnetischen Kreis festgelegt. Eine kurzzeitige Überschreitung kann zur irreversiblen Entmagnetisierung des Magnetmaterials führen.

Maximaldrehzahl $n_{\max, \text{mech}}$

Die maximal zulässige mechanische Betriebsdrehzahl ist $n_{\max}$. Sie ergibt sich durch Fliehkräfte und Reibungskräfte im Lager.

Maximaldrehmoment $M_{\max}$

Drehmoment, das bei maximal zulässigem Strom erzeugt wird.

Für hochdynamische Vorgänge steht kurzzeitig das Maximaldrehmoment zur Verfügung.

Das Maximaldrehmoment wird durch Regelungsparameter begrenzt. Eine Erhöhung des Stroms führt zur Entmagnetisierung des Läufers.

Optimale Drehzahl n_{opt}

Drehzahl, bei der die optimale Leistung des Motors abgegeben wird (siehe nachfolgendes Bild).

Optimale Leistung P_{opt}

Leistung, die bei der optimalen Drehzahl erreicht wird.

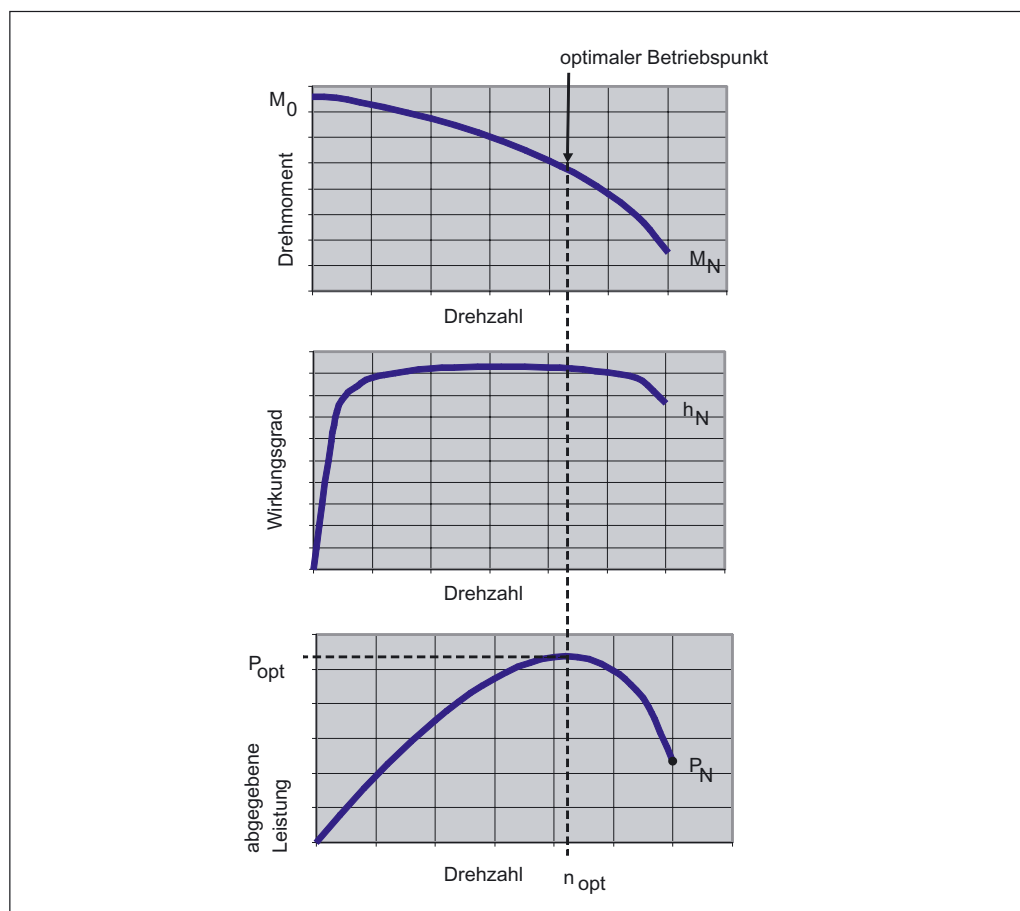


Bild 1-5 Optimaler Betriebspunkt

Typische M/I-Kennlinie

Die individuellen Kennlinien der einzelnen Motorreihen 1FT□ und 1FK□ wurden in "typische Achshöhenbereiche" zusammengefasst.

Die linke Kennlinie der entsprechenden Achshöhe kann als "best case", die rechte Kennlinie kann als "worst case" betrachtet werden.

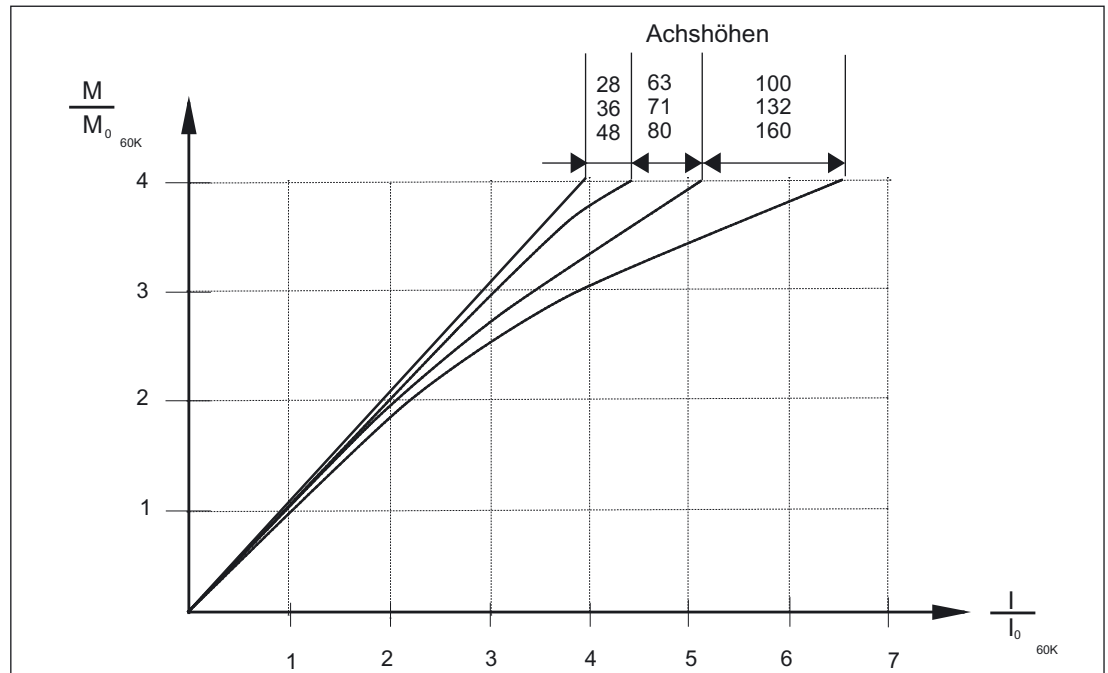


Bild 1-6 Charakteristischer Verlauf der Drehmoment-Strom-Kennlinie bei verschiedenen Achshöhen für selbstgekühlte Motoren bei gleicher Erwärmung

Drehmomentkonstante k_T (Wert bei 100 K mittlerer Wicklungsübertemperatur)

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom bei 20 °C Umgebungstemperatur.

Berechnung:

$$k_T = M_{0,100K} / I_{0,100K}$$

Die Konstante gilt bis ca. $2 \cdot M_0$

(bei 60 K und selbstgekühlten Motoren)

Hinweis

Für die Projektierung der notwendigen Bemessungs- und Beschleunigungsströme gilt diese Konstante nicht (Motorverluste!).

Ebenso müssen die statische Belastung und die Reibungsdrehmomente in die Rechnung aufgenommen werden.

Spannungskonstante k_E (Wert bei 20 K mittlerer Wicklungsübertemperatur)

Wert der induzierten Motorspannung bei einer Drehzahl von 1000 1/min bei 20 °C Umgebungstemperatur.

Bei 1FK□ /1FT6 ist die verkettete effektive Motorklemmenspannung angegeben.

Wicklungswiderstand R_{Str}

Angegeben ist der Strangwiderstand einer Phase bei Raumtemperatur von 20 °C. Die Wicklung ist in Sternschaltung ausgeführt.

Induktivität L_D

Angegeben ist die Drehfeldinduktivität.

Elektrische Zeitkonstante T_{el}

Quotient aus Drehfeldinduktivität und Wicklungswiderstand. $T_{el} = L_D/R_{Str}$

Thermische Zeitkonstante T_{th}

Beschreibt den Temperaturanstieg des Motorgehäuses bei sprunghafter Erhöhung der Motorbelastung auf zulässiges S1-Drehmoment. Nach T_{th} hat der Motor 63 % seiner Endtemperatur erreicht.

Mechanische Zeitkonstante T_{mech}

Die mechanische Zeitkonstante ist durch die Tangente an eine theoretische Hochlaufkurve im Ursprung gegeben.

$$T_{mech} = 3 \cdot R_{Str} \cdot J_{Mot}/k_T^2 \text{ [s]}$$

J_{Mot} = Trägheitsmoment des Servomotors [kgm²]

R_{Str} = Widerstand von einer Phase der Ständerwicklung [Ohm]

k_T = Drehmomentkonstante [Nm/A]

Trägheitsmoment J

Das Trägheitsmoment des Motors ist in den Motorenteilen beschrieben.

Wellentorsionssteifigkeit C_T

Angegeben ist die Wellentorsionssteifigkeit von Mitte Rotorblech-Paket bis Mitte Wellenende.

Bremswiderstand R_{opt}

R_{opt} entspricht dem extern zur Motorwicklung in Reihe geschalteten optimalen Widerstandswert je Strang bei der Ankerkurzschlussbremsung.

Bremsmoment $M_{b, opt}$

$M_{b, opt}$ entspricht dem mittleren optimalen Bremsmoment, das durch den vorgeschalteten Bremswiderstand R_{opt} erreicht wird.

Toleranzangaben

(Darüber hinausgehende Datenangaben unterliegen der Messgenauigkeit)

Tabelle 1-2 Toleranzangaben der Motorlistendaten

Motorlistendaten		typ. Wert	theoretischer Wert
Stillstandsstrom	I_0	$\pm 3 \%$	$\pm 7,5 \%$
Elektrische Zeitkonstante	T_{el}	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$
Drehmomentkonstante	k_T	$\pm 3 \%$	$\pm 7,5 \%$
Spannungskonstante	k_E	$\pm 3 \%$	$\pm 7,5 \%$
Wicklungswiderstand	R_{Str}	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$
Massenträgheitsmoment	J_{Mot}	$\pm 2 \%$	$\pm 10 \%$

Mechanische Angaben

2.1 Definitionen

Bauformen (Nach IEC 60034-7)

Standard bei 1FK□-Motoren:

IM B5

Standard bei 1FT□-Motoren: AH 28 bis 100:

IM B5

AH 132 bis 160 :

IM B5, IM B35 (siehe Katalog)

Die Motoren sind ohne gesonderte Bestellung auch in folgenden Bauformen einsetzbar:

bei 1FK□

AH 28 bis 100

IM V1, IM V3

bei 1FT□

AH 28 bis 100

IM V1, IM V3

bei 1FT□

AH 132 bis 160

IM V15, IM V36

Die Bauformen IM V1, IM V3, IM V15 und IM V36 sind nur bei einem Teil des Produktspektrums der 1FT6-Reihe erhältlich (siehe Katalog).

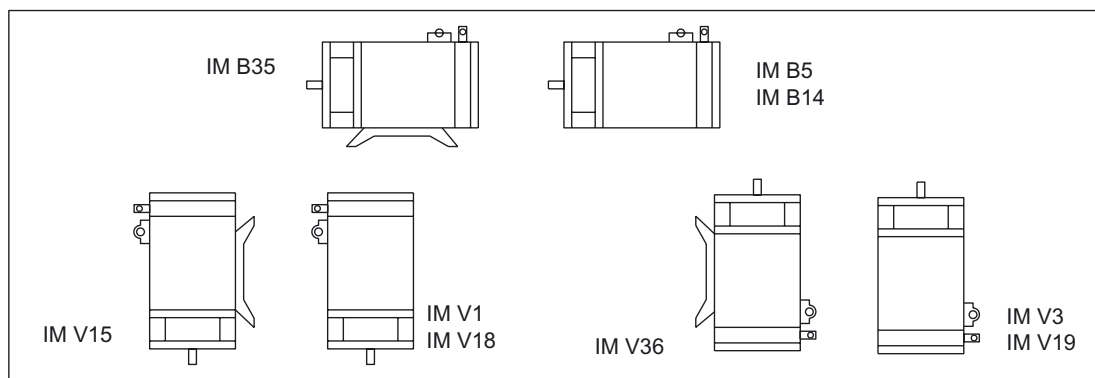


Bild 2-1 Bauformen

Hinweis

Bei der Projektierung der Bauform IM V3, IM V19 und IM V36 muss auf die zulässigen Axialkräfte (Gewichtskraft der Abtriebsselemente) und besonders auf die notwendige Schutzart geachtet werden.

Bei folgenden Bauformen sind Gewindeeinsätze in den Bohrungslochern enthalten: IM B14, IM V18 und IM V19

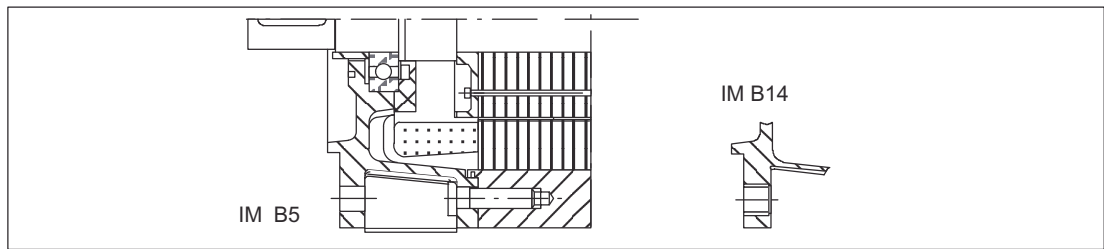


Bild 2-2 Bauform IM B5/IM B14 (mit metrischem Gewindeeinsatz)

Oberflächentemperatur

An den Synchronmotoren können Oberflächentemperaturen $> 100\text{ °C}$ auftreten. Bei Bedarf muss ein Berührungsschutz vorgesehen werden.

Lagerung

Die Lager sind beidseitig abgedichtet und dauergeschmiert. Die Lager sind betriebsmäßig für eine minimale Umgebungstemperatur von -15 °C ausgelegt.

Hinweis

Es wird empfohlen, die Lager nach etwa 20 000 Betriebsstunden, jedoch spätestens nach 5 Jahren, zu erneuern.

Wellenende

Die zylindrischen Wellenenden nach DIN 748, IEC 60072 können wahlweise mit oder ohne Passfedernut bestellt werden. Für schnelle Beschleunigungsvorgänge und Reversierbetrieb ist die kraftschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen zu bevorzugen.

Mechanisches Freidrehen

Ein mechanisches Freidrehen der Achse an der B-Seite des Motors ist nicht möglich. Ein Freidrehen von Hand ist an der mechanisch zugänglichsten Stelle (z. B. Kugelrollspindel) zu bewerkstelligen.

Rundlauf toleranz, Koaxialität und Planlauf

Die Motoren sind nach DIN 42955, IEC 60072 geprüft.

Geräusche (nach DIN 45635)

Die Geräusche gelten für Betrieb an SIMODRIVE 611 und SIMOVERT MASTERDRIVES MC.

Tabelle 2-1 Geräusche

Achshöhe	Messflächenschalldruckpegel im Leerlauf dB (A) bei Drehzahl 0 1/min bis n_N		
	Selbstgekühlt	Fremdbelüftet	Wassergekühlt
28,36	55	–	–
48	55	–	–
63	70	–	70
80	70	70	70
100	70	70	70
132	70	74	70
160	–	74	70

Schwingstärke (nach EN 60034-14, IEC 60034-14)

Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Motor allein. Das aufstellungsbedingte Systemverhalten kann zu Erhöhung dieser Werte am Motor führen.

Die Drehzahlen von 1800 1/min und 3600 1/min und die zugehörigen Grenzwerte sind nach EN 60034-14 festgelegt. Die Drehzahlen von 4500 1/min und 6000 1/min und die angegebenen Werte sind vom Motorenhersteller festgelegt worden.

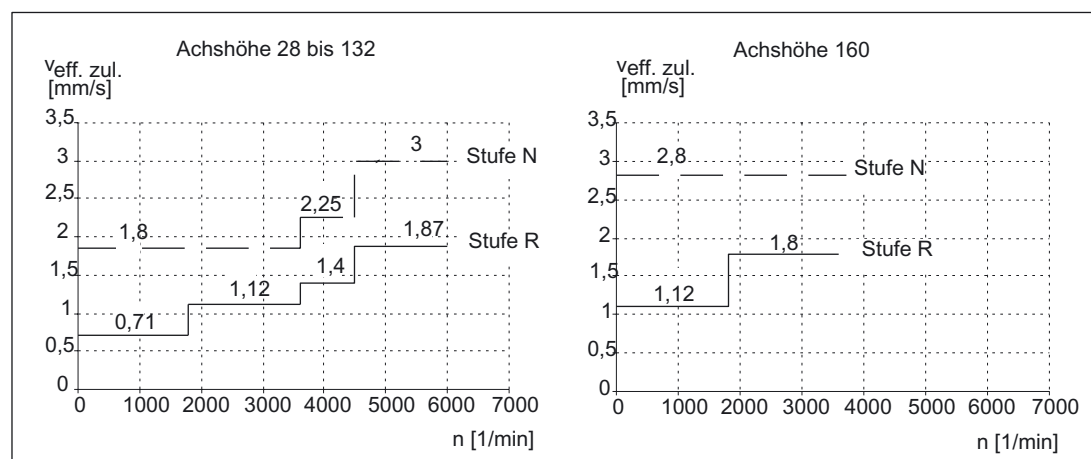


Bild 2-3 Kennlinien der Schwingstärkestufen-Grenzwerte

Rüttelbetrieb, Schockbeanspruchung

Mit Rücksicht auf eine einwandfreie Funktion und eine lange Lagerlebensdauer sollen die angegebenen Schwingwerte nach DIN ISO 10816 nicht überschritten werden.

Tabelle 2-2 Schwingwerte

Schwinggeschwindigkeit V_{eff} (mm/s) nach DIN ISO 10816	Frequenz f (HZ)	Beschleunigung a (m/s^2)
4,5	10	0,4
4,5	250	10

Abweichend von der genannten Norm dürfen die Motoren 1FK702□ bis 1FK710□ und 1FT602□ bis 1FT610□ unter Einschränkung der Lebensdauer mit höherer Belastung betrieben werden. Hierbei ist nur ein Betrieb außerhalb der Anbaueigenfrequenz zulässig.

Spitzenbeschleunigung	Axial 20 m/s^2	Radial 50 m/s^2
Dauer des Schocks	3 ms	3 ms

Wuchtung (nach DIN ISO 8821) bei Motoren mit Passfeder

Motoren mit Paßfeder in der Welle sind halbkeilgewuchtet. Ein Massenausgleich der vorstehenden Passfederhälfte bei den Abtriebs-elementen ist zu berücksichtigen.

Querkraft-/Axialkraftbeanspruchung

Beschreibung und Diagramme siehe entsprechende Projektierungsanleitung des Motors.

Anstrich

Tabelle 2-3 Anstrich für 1FT□ und 1FK□

1FT□	1FK□
Anthrazit (ähnlich RAL 7016) Zweikomponenten-Epoxidharzlack; Bei Einsatz in subtropischen Regionen ist keine zusätzliche Lackierung erforderlich.	ohne Lackierung Option: mit Lackierung (Anthrazit) Bei Einsatz in subtropischen Regionen und bei See-Transport müssen die Motoren mit einer Lackierung bestellt werden, um eine Korrosionsbildung am Statorpaket zu verhindern.

Schutzart (nach EN 60034-5)

Die Motoren können in verschiedenen Schutzarten ausgeführt werden. Siehe Tabelle "Auswahl der Motorschutzarten"

Bei Motoren mit Fremdbelüftung kann der Fremdlüfter nur in Schutzart IP54 geliefert werden. Alle Dichtungen sind aus Fluor-Kautschuk (FPM).

2.2 Auswahl der Motorschutzart

Schutzart

Die Schutzartbezeichnung nach EN 60034-5 und IEC 60034-5 wird mit Hilfe der beiden Buchstaben IP und zwei Ziffern beschrieben (z. B. IP64). Die zweite Ziffer der Schutzartbezeichnung steht für den Schutz vor Wasser, die erste Ziffer gibt den Schutz gegen Fremdkörper an.

Da in Werkzeugmaschinen und Transfermaschinen meist ölhaltige, kriechfähige und/oder aggressive Kühlschmiermittel eingesetzt werden, ist der Schutz gegen Wasser alleine nicht ausreichend. Die Schutzartbezeichnung ist hier nur als Richtwert zu betrachten. Wir verwenden, aufgrund unserer jahrelangen praktischen Erfahrung Dichtsysteme, die die IEC-Vorgaben bei weitem übertreffen und den Beanspruchungen an der Werkzeugmaschine gewachsen sind.

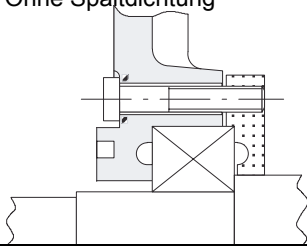
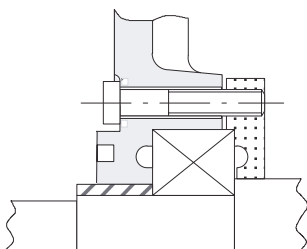
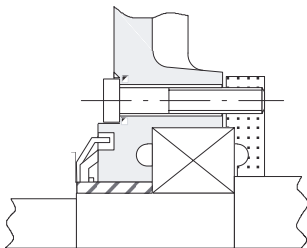
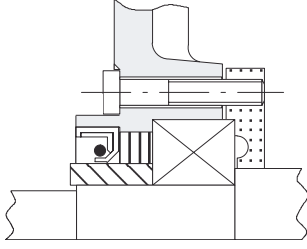
Die Tabelle ist eine Entscheidungshilfe für die Auswahl der erforderlichen Schutzart bei Servomotoren. Bei Bauformen IM V3/IM V19 ist stehende Flüssigkeit am Flansch nur bei IP67 zulässig.

Tabelle 2-4 Auswahl der Motor-Schutzart

Flüssigkeiten	allg. Werkstatt- umgebung	Wasser; allg. Kühlschmiermittel (95 % H ₂ O; 5 % Öl); Öl	Kriechöl; Petroleum; aggressive Kühl- schmiermittel
Einwirkung			
trocken	IP64	-	-
mit Flüssigkeit angereicherte Umgebung	-	IP64 ¹⁾	IP67 ²⁾
Sprühnebel	-	IP65	IP67
Spritzen	-	IP65	IP68
Strahl	-	IP67	IP68
Schwall; kurzzeitiges Eintauchen; ständiges Überfluten	-	IP67	IP68

- 1) IP67 bei Ausführung mit Haltebremse und mit Öl als Kühlmittel
- 2) IP 64 bei Trockenlauf an Wellenaustritt

Tabelle 2-5 Übersicht Abdichtung Motorwelle

Schutzart EN 60034-5	Abdichtung der Welle durch	Anwendungsbereich
IP64 (bei 1FK□)	Ohne Spaltdichtung 	Keine Feuchtigkeitseinwirkung im Bereich der Welle und des Flansches zulässig. Hinweis: Stehende Flüssigkeit am Flansch ist bei IP64 nicht zulässig. Wellenaustritt ist nicht staubdicht.
IP64 (bei 1FT□)	Spaltdichtung 	Keine Feuchtigkeitseinwirkung im Bereich der Welle und des Flansches zulässig. Hinweis: Stehende Flüssigkeit am Flansch ist bei IP64 nicht zulässig. Wellenaustritt ist nicht staubdicht.
IP65 (nur bei 1FT6)	Gamma-Ring 	Abdichtung des Wellenaustritts gegen Spritzwasser bzw. Kühlschmiermittel. Der Trockenlauf des Gamma-Ringes ist zulässig. Lebensdauer 20 000 h (Richtwert). Stehende Flüssigkeit am Flansch ist bei IP65 nicht zulässig.
IP65 ¹⁾ bei 1FK□ IP67 ²⁾ (bei 1FT□)	Radial-Wellendichtung DIN3760 	Für Getriebearbau (bei nicht abgedichteten Getrieben) zur Abdichtung gegen Öl. Zur Gewährleistung der Funktionssicherheit ist eine ausreichende Schmierung und Kühlung der Dichtlippe durch das Getriebeöl erforderlich. Lebensdauer 5000 h - 10000 h (Richtwert) Durch den Trockenlauf eines Radial-Wellendichtringes wird die Funktionalität sowie die Lebensdauer beeinträchtigt.
IP68 ²⁾ (nur bei 1FT6)	Siehe IP 67; zusätzlich wird an den mechanischen Schnittstellen am Gehäuse ein vernetzendes Dichtmittel verwendet.	Siehe IP 67

1) Bei 1FK7 AS Flansch IP67

2) Bei 1FT6 Sperrluftanschluss im Deckel der B-Seite (kann als zusätzliche Abdichtmaßnahme bei Betrieb in Umgebung mit extremer Feuchtigkeit verwendet werden)

2.3 Kühlung

Kühlvarianten

Die Motoren 1FT□ und 1FK□ können mit folgenden Kühlvarianten geliefert werden:

Tabelle 2-6 Kühlvarianten der Motoren 1FT□ und 1FK□

Motortypen	Selbstkühlung	Fremdbelüftung	Wasserkühlung
9. Stelle der Motoren-Bestellnummer (MLFB)	A	S	W
1FT6 AH 28, 36, 48	X		
1FT6 AH 63	X		X
1FT6 AH 80, 100, 132, 160	X	X	X
1FK□	X		

Selbstkühlung/Fremdbelüftung

Betriebstemperaturbereich: -15 °C bis +40 °C (ohne Einschränkung).

Die entstehende Verlustwärme wird durch Strahlung und natürliche Konvektion abgeführt, deshalb muss durch geeigneten Anbau des Motors eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet werden.

Alle Listendaten beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von 40 °C, einen thermisch nicht isolierten Aufbau und einer Aufstellungshöhe bis 1000 m über NN.

Bei abweichenden Bedingungen (Umgebungstemperatur > 40 °C oder Aufstellungshöhe > 1000 m über NN) müssen die zulässigen Drehmoment/Leistungen mit Hilfe der Faktoren aus der folgenden Tabelle bestimmt werden (Drehmomenten-/Leistungsreduzierung nach EN 60034-6).

Umgebungstemperatur und Aufstellungshöhe werden auf 5 °C bzw. 500 m aufgerundet.

Tabelle 2-7 Reduzierung der Leistung in Abhängigkeit der Aufstellungshöhe und der Umgebungstemperatur

Aufstellungs- höhe über NN [m]	Umgebungstemperatur in °C					
	< 30	30–40	45	50	55	60
1000	1,07	1,00	0,96	0,92	0,87	0,82
1500	1,04	0,97	0,93	0,89	0,84	0,79
2000	1,00	0,94	0,90	0,86	0,82	0,77
2500	0,96	0,90	0,86	0,83	0,78	0,74
3000	0,92	0,86	0,82	0,79	0,75	0,70
3500	0,88	0,82	0,79	0,75	0,71	0,67
4000	0,82	0,77	0,74	0,71	0,67	0,63

Projektierung

3.1 Software zur Projektierung

3.1.1 NCSD-Konfigurator

Intelligente Auswahlhilfe zur Konfiguration von SINUMERIK und SIMODRIVE Komponenten

Kundenspezifische Anlagen können von der Auswahl der CNC-Steuerung über die Zuordnung von Bedienkomponenten bis hin zur Antriebsauslegung einfach und schnell zusammengestellt werden.

Nutzen

- Einfache Baumstruktur und übersichtliche Navigation
- Variable Modulauswahl und -reihenfolge
- Konfiguration von Teilkomponenten und Gesamtanlagen
- Optimierung der Bestellung durch sofortige Neuberechnung bei Konfigurationsänderungen
- Ständige Prüfung aller ausgewählten Komponenten auf Konsistenz und Zulässigkeit im zusammenwirken
- Generierte Stückliste kann in den interaktiven Katalog CA 01 übernommen werden
- Komplettierung der Stückliste durch freie Eingabe von Bestellnummern
- Sprachen: Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch inklusive

Die Auswahl von CNC-Steuerung, Bedienkomponenten, HMI-Software, SIMATIC S7-300-Peripherie, Umrichtersystem, Motoren und Messsystem erfolgt durchgängig. Motoren können über die Bestellnummer oder über einen Motorassistenten an Hand von Drehzahl, Drehmoment bzw. Leistung ausgewählt werden. Dem Motor wird das passende Leistungsteil sowie die Leitungen automatisch zugeordnet. Die Leitungslänge kann dann applikationsabhängig festgelegt werden.

Der NCSD-Konfigurator informiert u. a. aktuell über:

- Aufbau der SINUMERIK-Komponenten
- Aufbau des SIMODRIVE-Verbandes
- Motordaten und Optionen für Motorkerntypen
- Zwischenkreisleistung und -kapazität
- Bewertungspunkte (Elektronik- und Ansteuerpunkte)
- Verlustleistungsberechnung für Schaltschrankkomponenten

Software-Pflegeservice, Reparaturservicevertrag, Dokumentation und Wartungsverträge für die einzelnen Komponenten sind ebenso im NCSD-Konfigurator implementiert.

Den NCSD-Konfigurator erhalten Sie:

- zusammen mit dem interaktiven Katalog CA 01 oder
- ständig aktualisiert im Internet unter:

www.siemens.com/sinumerik

3.1.2 Projektierungstool PFAD Plus

Mit dem Projektierungsprogramm PFAD Plus lassen sich frequenzumrichter gespeiste Antriebe in Drehstromtechnik für die Gerätereihe SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control und Motion Control einfach und zeitsparend projektieren.

Das Programm ist ein leistungsstarkes Engineering Tool, das den Anwender in allen Projektierungsschritten von der Einspeisung bis zum Motor unterstützt.

Dabei werden durch eine menügeführte Auswahl und Auslegung der Frequenzumrichter die Systemkomponenten sowie der erforderliche Motor für eine Antriebsaufgabe ermittelt. Automatisch eingeblendete Hinweise garantieren eine fehlerfreie Planung.

Ein umfassendes Hilfesystem unterstützt zusätzlich den Einsteiger bei der Bedienung des Programms. PFAD Plus führt den Projektierungsingenieur, ausgehend von den mechanischen Anforderungen der Arbeitsmaschine und der Antriebsaufgabe, durch eine logische und einfach zu bedienende Prozedur von Dialogen zu einer sicheren, reproduzierbaren und wirtschaftlichen Antriebsprojektierung. Die technischen Daten der ermittelten Frequenzumrichter und Motoren, die gewählten Systemkomponenten und das notwendige Zubehör werden ausführlich aufgelistet.

PFAD Plus gestattet die Projektierung von Antrieben ausgehend von einer Lastkennlinie bzw. von einem Lastspiel und ermöglicht die Projektierung von Applikationen wie

- Fahr- und Hubwerk,
- Drehwerk,
- Spindelantrieb
- Achswickler und
- Schubkurbel.

PFAD Plus umfasst eine komfortable grafische Anzeige des Verlaufs von

- Drehmoment, Drehzahl, Leistung, Strom, Geschwindigkeit und Beschleunigung über der Zeit und
- Drehmoment über der Drehzahl.

Netzurückwirkungen werden berechnet und grafisch angezeigt.

Die Projektierungsergebnisse lassen sich auf Datenträger speichern, auf Papier ausdrucken oder über die Zwischenablage in andere Anwenderprogramme zur weiteren Bearbeitung kopieren.

PFAD Plus ist in den Benutzeroberflächen deutsch/englisch erhältlich.

Die Demo-Version von PFAD Plus kann unter folgender Internet-Adresse heruntergeladen werden:

<http://www.siemens.com/motioncontrol>

(Produkte&Systeme/Antriebssysteme/Software), oder Sie benutzen das Fax-Formular im Anhang des Handbuchs.

Die Vollversion von PFAD Plus beziehen Sie unter der Bestell-Nr. 6SW1710-0JA00-2FC0 über Ihre Siemens-Geschäftsstelle.

3.2 Projektierungsablauf

Motion-Control

Servoantriebe sind für die Ausführung von Bewegungsaufgaben optimiert. Sie führen Linear- oder Rotationsbewegungen innerhalb eines festgelegten Fahrzyklusses durch. Alle Bewegungsvorgänge sollen zeitlich optimal durchgeführt werden.

Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an Servoantriebe:

- Hohe Dynamik, d. h. kurze Anregelzeiten
- Überlastfähig, d. h. hohe Beschleunigungsreserve
- Großer Stellbereich, d. h. hohe Auflösung für genaues Positionieren.

Die nachfolgende Projektierung gilt für Synchron- und Asynchronmotoren.

Genereller Ablauf einer Projektierung

Grundlage der Projektierung ist die Funktionsbeschreibung der Maschine. Die Festlegung der Komponenten ist an physikalische Abhängigkeiten gebunden und wird üblicherweise in folgenden Schritten durchgeführt:

	Schritt	Beschreibung der Projektierungsaktivität
Siehe folgendes Kapitel	1.	Klärung der Art des Antriebs/Einspeiseart
	2.	Festlegung der Randbedingungen und Einbindung in die Automatisierung
	3.	Festlegung des Lastfalls, Berechnen des max. Lastmomentes, Festlegung des Motors
Siehe Umrichter-katalog	4.	Festlegung des SIMOVERT MASTERDRIVES MC Motor Modules
	5.	Wiederholung der Schritte 3. und 4. für weitere Achsen
	6.	Berechnung der erforderlichen Zwischenkreisleistung und Festlegung des SIMOVERT MASTERDRIVES MC Line Modules
	7.	Bestimmung der netzseitigen Leistungsoptionen (Hauptschalter, Sicherungen, Netzfilter, usw.)
	8.	Bestimmung der erforderlichen Regelungsperformance und Auswahl der SIMOVERT MASTERDRIVES MC Control Unit, Festlegung der Komponentenverdrahtung
	9.	Festlegung weiterer Systemkomponenten
	10.	Berechnung des Strombedarfs für die DC-24-V-Versorgung der Komponenten und Bestimmung der Stromversorgungen (SITOP Geräte, Control Supply Modules)
	11.	Bestimmung der Komponenten für die Verbindungstechnik
	12.	Aufbau der Komponenten des Antriebsverbandes

3.3 Dimensionierung

3.3.1 1. Klärung der Art des Antriebs

Die Motorauswahl erfolgt auf Basis des erforderlichen Drehmomentes, das durch die Anwendung wie z. B. Fahrtriebe, Hubtriebe, Vorschubantrieb oder Hauptspindelantriebe definiert ist. Weiterhin sind Getriebe zur Bewegungswandlung oder zur Anpassung von Motordrehzahl und Motordrehmoment an die Lastverhältnisse zu berücksichtigen.

Für die Ermittlung des vom Motor aufzubringenden Drehmomentes müssen neben dem Lastmoment, das von der Anwendung bestimmt wird, u. a. folgende mechanische Daten bekannt sein:

- Bewegte Massen
- Durchmesser des Antriebsrades bzw. Durchmesser
- Steigung der Spindel, Getriebeübersetzungen
- Angaben über Reibungswiderstände
- mechanischer Wirkungsgrad
- Verfahrwege
- maximale Geschwindigkeit
- maximale Beschleunigung und maximale Verzögerung
- Taktzeit.

3.3.2 2. Festlegung der Randbedingungen und Einbindung in die Automatisierung

Grundsätzlich ist zu entscheiden, ob Synchron- oder Asynchronmotoren eingesetzt werden sollen.

Synchronmotoren sind zu bevorzugen, wenn es auf geringes Bauvolumen, kleines Läuferträgheitsmoment und damit auf höchste Dynamik ankommt.

Mit Asynchronmotoren werden hohe Maximaldrehzahlen im Feldschwäcbereich erreicht. Asynchronmotoren stehen auch bei größeren Leistungen zur Verfügung.

Es ist ebenfalls festzulegen, ob die Antriebe als Einachsantriebe oder im Verbund als Mehrachsantriebe betrieben werden sollen.

Bei der Projektierung ist vor allem zu berücksichtigen:

- die Netzform, bei Einsatz bestimmter Motortypen und/oder Netzfiltern an IT-Netzen (nicht geerdete Netze)
- die Ausnutzung des Motors nach Bemessungswerten für Wicklungsübertemperatur 60 K oder 100 K
- die Umgebungstemperaturen und die Aufstellhöhe der Motoren und Antriebskomponenten.

Weitere Randbedingungen sind durch die Einbindung der Antriebe in eine Automatisierungsumgebung wie SIMATIC oder SIMOTION gegeben.

Für Motion-Control- und Technologiefunktionen (z. B. Positionieren), sowie für Gleichauffunktionen kommt das entsprechende Automatisierungssystem z. B. SIMOTION D zum Einsatz.

Die Anbindung der Antriebe an das überlagerte Automatisierungssystem erfolgt über PROFIBUS.

3.3.3 3. Festlegung des Lastfalls, Berechnung des max. Lastmomentes, Festlegung des Motors

Die Grundlage für die Festlegung der Motoren sind die motortypspezifischen Grenzkurven.

Diese beschreiben den Momentenverlauf über der Drehzahl und berücksichtigen die Grenzen des Motors auf der Basis der Netzspannung und Funktion der Einspeisung.

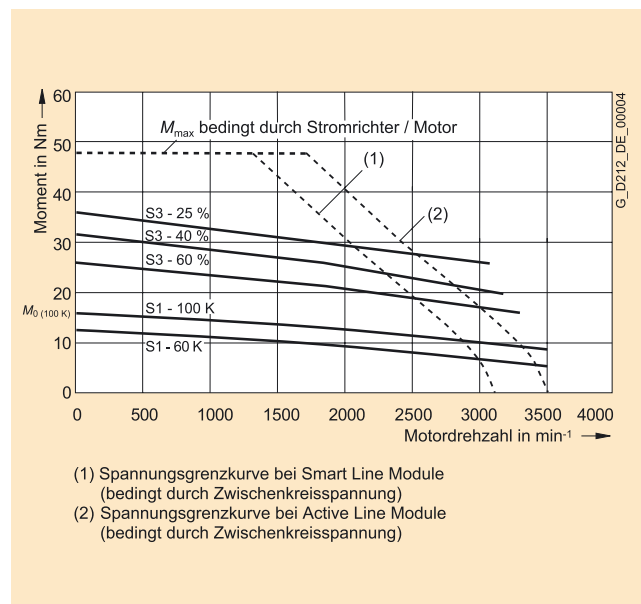


Bild 3-1 Grenzkurven für Synchronmotoren (Beispiel)

Die Festlegung des Motors erfolgt entsprechend dem Lastfall, der von der Anwendung vorgegeben wird. Für die verschiedenen Lastfälle sind unterschiedliche Kennlinien zu verwenden.

Folgende Betriebsfälle sind definiert:

- Lastspiele mit konstanter Einschaltdauer
- Lastspiele mit unterschiedlicher Einschaltdauer
- Lastspiel.

Das Ziel ist, charakteristische Arbeitspunkte von Drehmoment und Drehzahl zu finden, anhand derer die Motorfestlegung je nach Lastfall durchgeführt wird.

Nach der Festlegung des Betriebsfalles und dessen Spezifikation wird das maximale Motordrehmoment berechnet. Im Allgemeinen ergibt sich dies während der Beschleunigungsphase. Hier addieren sich das Lastmoment und das zum Beschleunigen des Motors benötigte Moment.

Anschließend erfolgt eine Verifikation des maximalen Motordrehmomentes mit den Grenzkurven der Motoren.

Bei der Festlegung des Motors müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Einhaltung der dynamischen Grenzen, d. h. alle Drehmoment-Drehzahl-Punkte des Lastfalles müssen unterhalb der relevanten Grenzkurve liegen.
- Die thermischen Grenzen müssen eingehalten werden, d. h. bei Synchronmotoren muss das effektive Motordrehmoment bei der sich aus dem Lastspiel ergebenden mittleren Motordrehzahl unterhalb der S1-Kurve (Dauerbetrieb) liegen. Bei Asynchronmotoren muss der Effektivwert des Motorstromes innerhalb eines Lastspiels kleiner als der Motorbemessungsstrom sein.
- Bei Synchronmotoren ist zu beachten, dass das maximal zulässige Motordrehmoment bei höheren Drehzahlen von der Spannungsgrenzkurve reduziert wird. Zusätzlich sollte zur Sicherheit vor Spannungsschwankungen ein Abstand von 10% zur Spannungsgrenzkurve eingehalten werden.
- Beim Einsatz von Asynchronmotoren wird das zulässige Motordrehmoment im Feldschwächbereich von der Kippgrenze reduziert. Hier sollte ein Abstand von 30% eingehalten werden.
- Beim Einsatz eines Absolutwertgebers reduziert sich wegen der thermischen Grenzen des Gebers das Bemessungsdrehmoment des Motors um 10%.

Lastspiele mit konstanter Einschaltdauer

Bei Lastspielen mit konstanter Einschaltdauer liegen spezifische Anforderungen an den Drehmomentverlauf als Funktion der Drehzahl vor,
z. B. $M = \text{konstant}$, $M \sim n^2$, $M \sim n$ oder $P = \text{konstant}$.

Diese Antriebe arbeiten typischerweise an einem stationären Arbeitspunkt. Für diesen erfolgt eine Grundlastauslegung. Das Grundlastmoment muss unterhalb der S1-Kurve liegen.

Für kurzzeitige Überlastfälle (z. B. beim Anfahren) erfolgt eine Überlastauslegung. Das Spitzenmoment muss unterhalb der Spannungsgrenzkurve bei Synchronmotoren bzw. unterhalb der Kippgrenze bei Asynchronmotoren liegen.

Zusammenfassend stellt sich die Auslegung wie folgt dar:

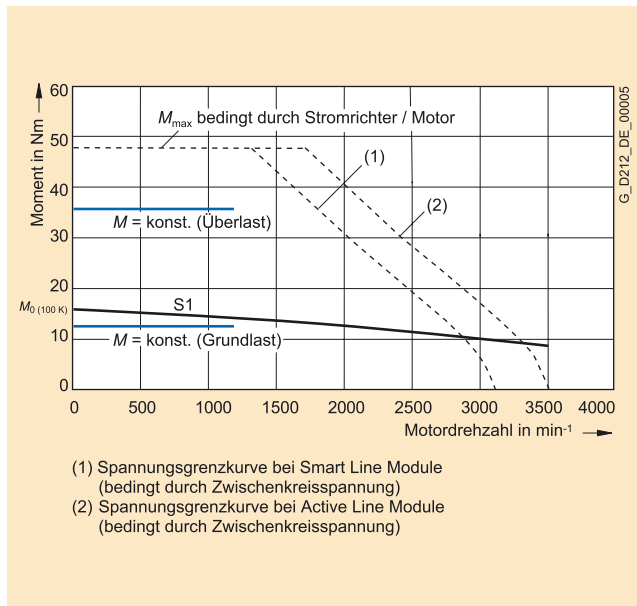


Bild 3-2 Motorauswahl für Lastspiele mit konstanter Einschaltdauer (Beispiele)

Lastspiele mit unterschiedlicher Einschaltdauer

Neben dem Dauerbetrieb (S1) sind bei Lastspielen mit unterschiedlicher Einschaltdauer standardisierte Aussetzbetriebsarten (S3) festgelegt. Dabei handelt es sich um einen Betrieb, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine Zeit mit konstanter Belastung und eine Pause umfasst.

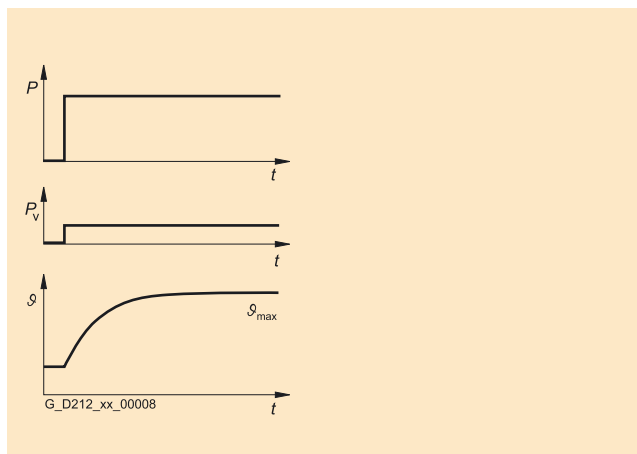


Bild 3-3 Betriebsart S1 (Dauerbetrieb)

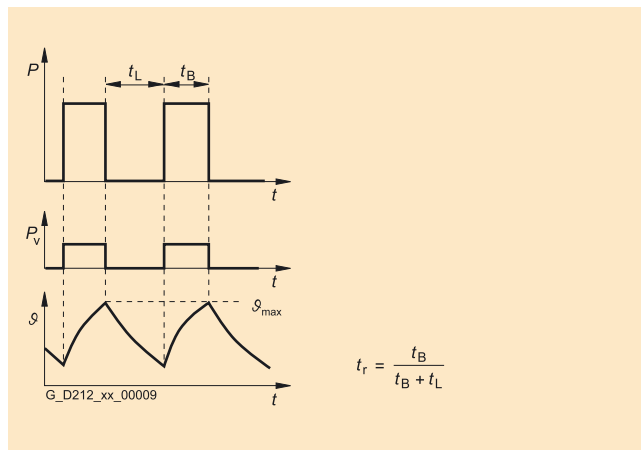


Bild 3-4 Betriebsart S3 (Aussetzbetrieb ohne Einfluss des Anlaufvorgangs)

Es werden üblicherweise feste Größen für die relative Einschaltdauer eingesetzt:

- S3 – 60%
- S3 – 40%
- S3 – 25%

Für diese Spezifikationen stehen entsprechende Motorkennlinien bereit. Das Belastungsmoment muss unterhalb der entsprechenden thermischen Grenzkurve des Motors liegen. Eine Überlastauslegung ist bei Lastspielen mit unterschiedlicher Einschaltdauer berücksichtigt.

Zusammenfassend stellt sich die Festlegung des Motors wie folgt dar:

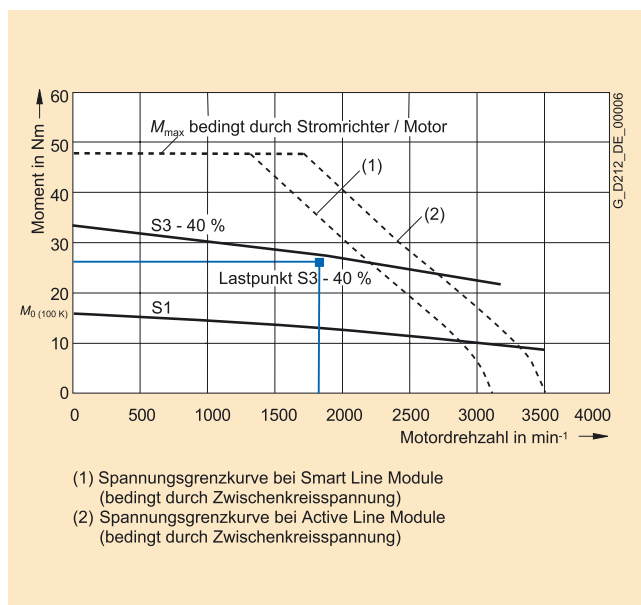


Bild 3-5 Motorauswahl für Lastspiele mit unterschiedlicher Einschaltdauer am Beispiel eines Synchronmotors

Lastspiel

Ein Lastspiel legt den Verlauf der Motordrehzahl und des Drehmomentes über der Zeit fest.

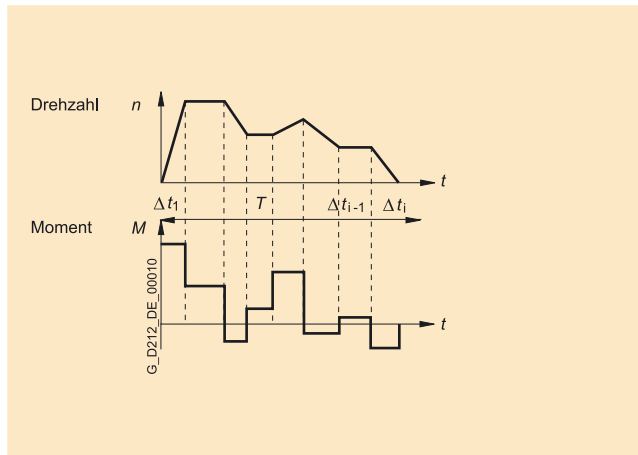


Bild 3-6 Beispiel für ein Lastspiel

Für jeden Zeitabschnitt wird ein Lastmoment vorgegeben. Zusätzlich zum Lastmoment muss bei Beschleunigungsvorgängen das mittlere Lastträgheitsmoment und Motorträgheitsmoment berücksichtigt werden. Gegebenenfalls ist ein Reibmoment, das entgegen der Bewegungsrichtung wirkt, vorzusehen.

Zur Ermittlung des Last- bzw. Beschleunigungsmomentes, das vom Motor aufgebracht werden muss, ist die Getriebeübersetzung und der Getriebewirkungsgrad zu berücksichtigen. Eine höhere Getriebeübersetzung wirkt sich günstig auf die Positioniergenauigkeit bezüglich der Geberauflösung aus. Bei gegebener Auflösung des Motorgebers wird mit steigender Getriebeübersetzung eine höhere Auflösung der zu erfassenden Maschinenposition erzielt.

Weitere Informationen zur Betrachtung der Getriebe finden Sie bei den Motorenbeschreibungen.

Für das Motormoment in einem Zeitabschnitt Δt_k gilt:

$$M_{\text{Mot}, i} = (J_M + J_G) \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{\Delta n_{\text{Last}, i}}{\Delta t_i} \cdot i + \left(J_{\text{Last}} \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{\Delta n_{\text{Last}, i}}{\Delta t_i} + M_{\text{Last}, i} + M_R \right) \cdot \frac{1}{i \cdot \eta_G}$$

Die Motordrehzahl beträgt:

$$n_{\text{Mot}, i} = n_{\text{Last}, i} \cdot i$$

Das effektive Moment ergibt sich zu:

$$M_{\text{Mot}, \text{eff}} = \sqrt{\frac{\sum M_{\text{Mot}, i}^2 \cdot \Delta t_i}{T}}$$

Die mittlere Motordrehzahl berechnet sich zu:

$$n_{\text{Mot, mittel}} = \frac{\sum \frac{n_{\text{Mot, k, A}} + n_{\text{Mot, k, E}}}{2} \cdot \Delta t_i}{t_e}$$

J_M	Trägheitsmoment Motor
J_G	Trägheitsmoment Getriebe
J_{Last}	Trägheitsmoment Last
N_{Last}	Lastdrehzahl
i	Getriebeübersetzung
η_G	Getriebewirkungsgrad
M_{Last}	Lastmoment
M_R	Reibmoment
T	Zykluszeit, Taktzeit
A;E	Anfangswert, Endwert im Zeitabschnitt Δt_i
t_e	Einschaltdauer

Das effektive Moment M_{eff} muss unterhalb der S1-Kurve liegen.

Das maximale Moment M_{max} ergibt sich während des Beschleunigungsvorganges und muss unterhalb der Spannungsgrenzkurve bei Synchronmotoren bzw. unterhalb der Kippgrenze bei Asynchronmotoren liegen.

Zusammenfassend stellt sich die Auslegung wie folgt dar:

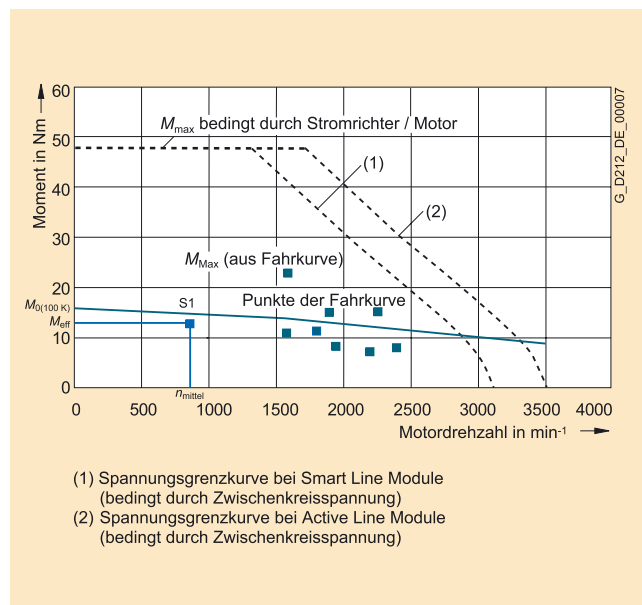


Bild 3-7 Motorauswahl nach Lastspiel (Beispiel)

Motorauswahl

Durch Variation kann jetzt ein Motor gefunden werden, der die Bedingung des Betriebsfalls gerade erfüllt.

Als zweites wird überprüft, ob die thermischen Grenzen eingehalten werden. Dabei muss der Motorstrom bei Grundlast ermittelt werden. Bei Projektierung nach Lastspiel mit konstanter Einschaltdauer mit Überlast muss der Überlaststrom bezogen auf das geforderte Überlastmoment berechnet werden. Die Berechnungsvorschriften hierzu hängen davon ab, welcher Motortyp (Synchronmotor, Asynchronmotor) und welcher Betriebsfall (Lastspiele mit konstanter Einschaltdauer, Lastspiele mit unterschiedlicher Einschaltdauer, Lastspiel) zum Einsatz kommt.

Schließlich müssen die weiteren Eigenschaften des Motors festgelegt werden. Diese erfolgen als Konfigurationen der Motoroptionen.

Elektrische Anschlüsse

4.1 Leistungsleitung



Vorsicht

Die Synchronmotoren sind nicht zum direkten Anschluss am Netz geeignet und sollten nur mit den zugehörigen Umrichtern SIMODRIVE 611 oder SIMOVERT MASTERDRIVES MC betrieben werden.

Beachten Sie die Leistungsschildangaben, bemessen Sie die Anschlussleitungen ausreichend (Tabellen sind in der Anleitung enthalten) und sorgen Sie für Zugentlastung.

Für sicherheitsrelevante Schaltkreise ist im Einzelfall zu prüfen, ob die internen Steuereinrichtungen im Umrichter für eine galvanische Trennung zum Netz ausreichend sind.

Alle Arbeiten nur im spannungslosen Zustand der Anlage vornehmen!

Querschnitte

Tabelle 4-1 Strombelastbarkeit nach EN 60204-1 für PVC-isolierte Leitungen mit Kupferleiter bei einer Umgebungstemperatur 40 °C und Verlegeart C (Kabel und Leitungen an Wänden und Kabelpritschen) an.

I_{eff} [A]	erforderlicher Querschnitt [mm ²]	Bemerkungen
15,2	1,5	Korrekturfaktoren bezüglich Umgebungstemperatur und Verlegeart sind der EN60204-1 zu entnehmen.
21	2,5	
28	4	
36	6	
50	10	
66	16	
84	25	
104	35	
123	50	
155	70	

Effektivstrom: 1FT6/1FK□: $I_{\text{eff}} = I_0$

Vorsicht

Bei der Projektierung ist zu prüfen, dass die Leistungsleitung an das Leistungsmodul angeschlossen werden kann.

Zuordnung Motor - Leitungsquerschnitt - Klemmenkasten - Leistungsstecker

Die Zuordnung Motor - Leitungsquerschnitt - Klemmenkasten - Leistungsstecker ist in der entsprechenden Projektierungsanleitung des Motors beschrieben.

4.2 Bestellbezeichnungen für Leistungsleitungen

4.2.1 Übersicht

Fertig konfektionierte Leitungen ersparen Montageaufwand und erhöhen die Betriebssicherheit.

Verfügbare Leistungsleitungen für Synchronmotoren:

- Konfektionierte Leitung ohne Bremsleitung mit Gesamtschirm
- Konfektionierte Leitung mit Bremsleitung mit Gesamtschirm
- Leitung Meterware ohne Bremsleitung mit Gesamtschirm
- Leitung Meterware mit Bremsleitung mit Gesamtschirm



Vorsicht

Beachten Sie den Strombedarf des Motors in Ihrer Anwendung! Bemessen Sie die Anschlussleitungen ausreichend entsprechend IEC 60204-1.

Erläuterung der Bestellbezeichnung für Leistungsleitungen

6FX	□	00	□	-	□□□□□	-	□□□	0
	↓		↓		↓		↓↓↓	
	↓		↓		↓			Längenschlüssel
	↓		↓					Typ, Querschnitt, Steckergröße
	↓							2 = Konfektionierte
	↓							8 = Meterware
								5 = MOTION-CONNECT®500
								8 = MOTION-CONNECT®800

Längenschlüssel

Tabelle 4-2 Längenschlüssel für konfektionierte Leitungen

Leitungen, konfektioniert					
Längenschlüssel	6FX2002-.....-	☐	☐	☐	0
	6FX5002-.....-	☐	☐	☐	0
	6F82002-.....-	☐	☐	☐	0
1 m – 99 m		1			
100 m – 199 m		2			
200 m – 299 m		3			
0 m			A		
10 m			B		
20 m			C		
30 m			D		
40 m			E		
50 m			F		
60 m			G		
70 m			H		
80 m			J		
90 m			K		
0 m				A	
1 m				B	
2 m				C	
3 m				D	
4 m				E	
5 m				F	
6 m				G	
7 m				H	
8 m				J	
9 m				K	

Beispiele:

1 m 6FX□00□-□□□□□-1AB0
 2 m 6FX□00□-□□□□□-1AC0
 5 m 6FX□00□-□□□□□-1AF0
 10 m 6FX□00□-□□□□□-1BA0
 15 m 6FX□00□-□□□□□-1BF0
 18 m 6FX□00□-□□□□□-1BJ0
 20 m 6FX□00□-□□□□□-1CA0
 25 m 6FX□00□-□□□□□-1CF0
 50 m 6FX□00□-□□□□□-1FA0
 100 m 6FX□00□-□□□□□-2AA0
 150 m 6FX□00□-□□□□□-2FA0

Längendefinition bei konfektionierten Leitungen

Die Länge einer Leitung wird ohne Stecker angegeben.

Hinweis

Technische Daten und weitere Leitungsausführungen siehe Katalog, Kapitel Verbindungstechnik MOTION-CONNECT.

4.2.2 Konfektionierte Leistungsleitung ohne Bremsleitung

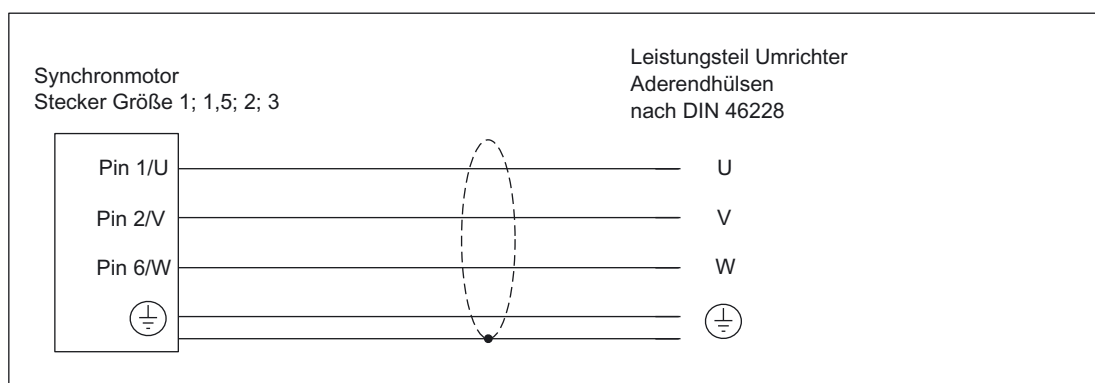


Bild 4-1 Konfektionierte Leistungsleitung ohne Bremsleitung mit Gesamtschirm
Bestellbezeichnung 6FX□002-5CA□□-□□□0

4.2.3 Konfektionierte Leistungsleitung mit Bremsleitung

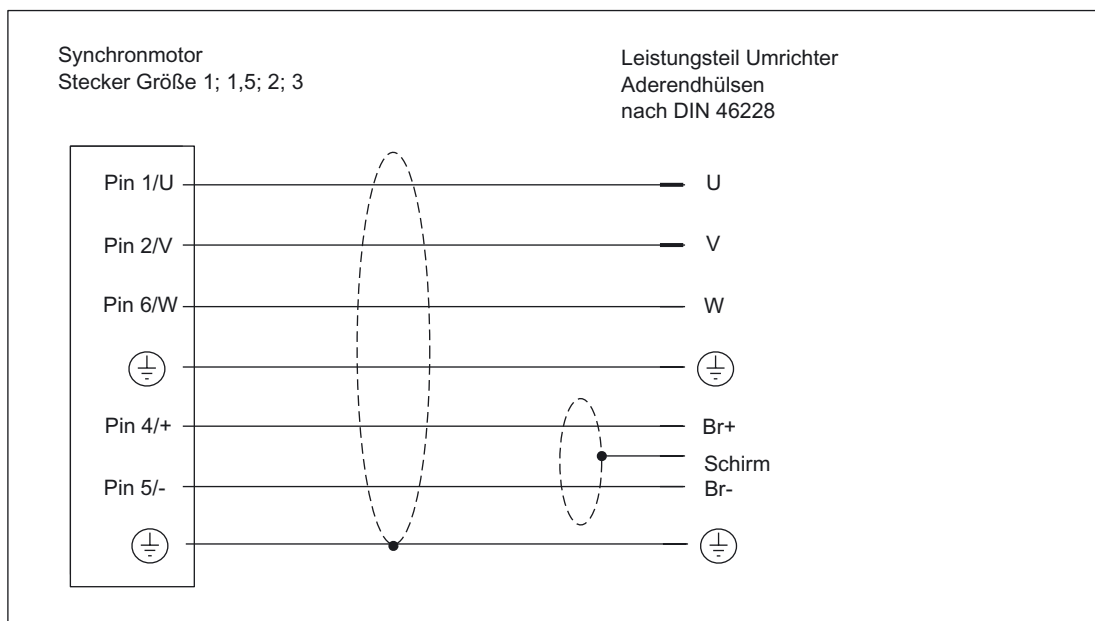


Bild 4-2 Konfektionierte Leistungsleitung mit Bremsleitung mit Gesamtschirm
Bestellbezeichnung 6FX□002-5DA□□-□□□0

4.2.4 Leistungsleitung Meterware ohne Bremsleitung

Bestellbezeichnung

6FX □ 008 - 1□ B□□ - □□□ 0

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ 8 = Meterware

5 = MOTION-CONNECT®500

8 = MOTION-CONNECT®800

4.2.5 Leistungsleitung Meterware mit Bremsleitung

Bestellbezeichnung

6FX □ 008 - 1□ A□□- □□□ 0
 ↓ ↓ ↓ ↓↓↓
 ↓ ↓ ↓ Längenschlüssel
 ↓ ↓ mit Bremsleitung
 ↓ 8 = Meterware
 5 = MOTION-CONNECT®500
 8 = MOTION-CONNECT®800

4.2.6 Signalleitung

Es wird empfohlen, konfektionierte Leitungen von SIEMENS zu verwenden. Neben der Sicherheit der einwandfreien Funktion und der hohen Qualität bieten sie auch Kostenvorteile.

Um Beeinflussungen zu vermeiden, müssen die Signalleitungen getrennt von den Leistungsleitungen verlegt werden.

Hinweis

Die in den Anschlussübersichten genannten maximal technisch möglichen Leitungslängen sind zu beachten.

Die verwendeten Signalleitungen sind in der entsprechenden Projektierungsanleitung des Motors beschrieben.

4.2.7 Abschirmung



Vorsicht

Die Systemverträglichkeit ist nur bei Verwendung von geschirmten Leistungs- und Signalleitungen sichergestellt.

Abschirmungen sind in das Schutzerdungskonzept einzubeziehen. Offene bzw. nicht genutzte Adern/berührbare elektrische Leitungen sind auf Schutz Erde zu legen. Sollten die Bremsenzuleitungen in den SIEMENS-Zubehörleitungen nicht verwendet werden, so sind die Bremsenadern und Schirme auf Schrankmasse zu erden. (Offene Leitungen führen kapazitive Ladungen!)

Motorkomponenten

5.1 Einflüsse der Anbauart und angebauter Komponenten

Durch die Ankopplung des Motors an die Anbaufläche wird ein Teil der Motorverlustleistung über den Flansch abgeführt.

Thermisch nicht isolierter Aufbau

Es gelten folgende Anbaubedingungen für die ausgewiesenen Motordaten:

Tabelle 5-1 Anbaubedingungen thermisch nicht isolierter Aufbau

Achshöhe	Stahlplatte Breite x Höhe x Dicke	Anbaufläche [m ²]
28 bis 48	120 x 100 x 40	0,012
63 bis 160	450 x 370 x 30	0,17

Bei größeren Anbauflächen verbessern sich die Wärmeabfuhrbedingungen.

Thermisch isolierter Aufbau ohne zusätzliche Anbauten

Das Motordrehmoment muss bei selbstgekühlten und fremdbelüfteten Motoren um 5 % bis 10 % reduziert werden. Es wird empfohlen mit den $M_0(60\text{ K})$ -Werten zu projektieren.

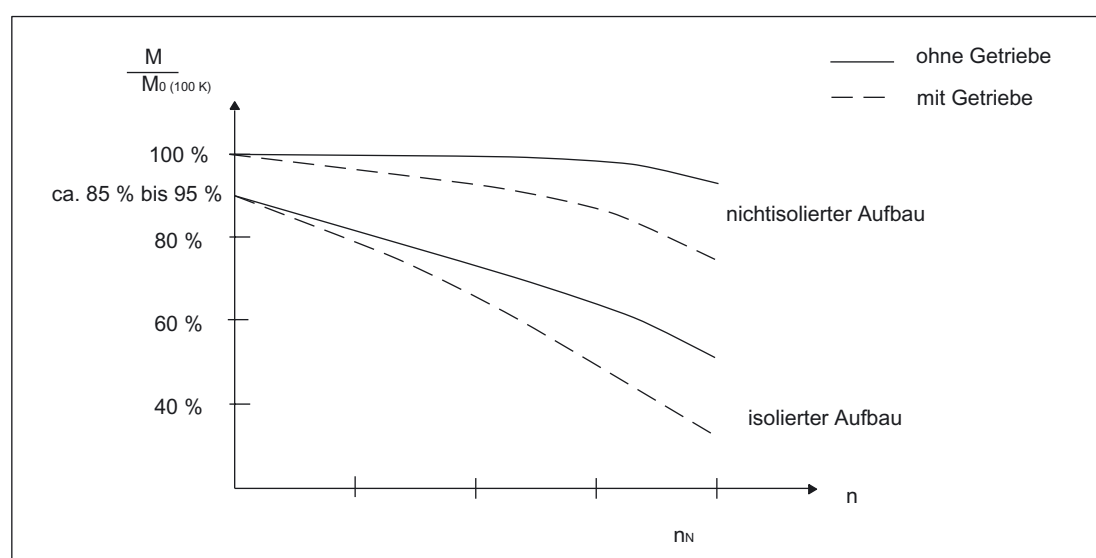


Bild 5-1 S1-Kennlinien

Thermisch isolierter Aufbau mit zusätzlichen Anbauten

- Haltebremse (im Motor integriert)
Keine zusätzliche Momentenreduzierung erforderlich
- Getriebe
Momentenreduzierung ist erforderlich (siehe Bild "S1-Kennlinien")

5.2 Abtriebskupplungen

Nach einer Untersuchung von verschiedenen Abtriebskupplungen für Servomotoren in Verbindung mit den Siemens-Umrichtern wurde festgestellt, dass in vielen Fällen die Ursache für Schwingungsprobleme in den Abtriebskupplungen zu finden ist. Um optimale Abtriebsseigenschaften zu erreichen, sollten ROTEX-GS-Kupplungen der Fa. KTR eingesetzt werden. Die Vorteile der ROTEX-GS-Kupplungen sind:

- 2 bis 4-fache Torsionssteifigkeit eines Riemengetriebes
- keine Zahneingriffe (gegenüber Riemengetriebe)
- geringes Trägheitsmoment
- gutes Regelverhalten

Bezüglich der Befestigung wird die Klemmnabe ohne Passfeder bis zur Kupplungsgröße 38 als ausreichend bis zu den angegebenen übertragbaren Drehmomenten angesehen (siehe entsprechende Projektierungsanleitung des Motors). Es ist zu beachten, dass die Reibschlussmomente gemäß ihrer Zuordnung zu den jeweiligen Motorbaugrößen immer ausreichend bemessen sind. Auch das Beschleunigungsmoment muss übertragen werden können.

Ab Kupplungsgröße 42 bzw. als Alternative zur Klemmnabe wird die Ausführung mit Spannringnabe empfohlen. Damit kann das Maximalmoment der Kupplung nahezu erreicht werden.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf das Schwingungsverhalten. Die den Motoren zugeordneten Kupplungen lassen höhere Verstärkungen im Drehzahlregelkreis zu und führen so zu möglichen höheren K_v -Werten und gleichförmiger Bewegung.

Bei der ROTEX GS stehen 4 verschiedene Kunststoffzahnkränze mit unterschiedlichen Shorehärten zur Verfügung:

	98 bzw. 95 Shore A (mittel)
alternativ:	92 Shore A
alternativ:	80 Shore A (weich)
alternativ:	64 Shore D (hart)

Die damit mögliche Anpassung an vorhandene Maschinenmassen und Steifigkeit muss im Zusammenhang mit der angebauten Mechanik ermittelt werden.

Bestellung und Auskünfte über Technik, Lieferzeiten und Preise erteilt Fa. KTR.

Adresse:	KTR Kupplungstechnik GmbH Rodder Damm 170 D - 48432 Rheine
Postanschrift:	Postfach 1763 D - 48407 Rheine
Tel. Technik:	+49 (0) 5971 / 798 - 465 (337)
FAX:	+49 (0) 5971 / 798 - 450
Internet:	www.ktr.com

Die Zuordnung der Abtriebskupplungen zu den Motoren finden Sie in der entsprechenden Projektierungsanleitung des Motors.

5.3 Ankerkurzschlussbremsung

Bei Überschreitung der Spannungswerte des Zwischenkreises oder beim Versagen der Elektronik kann bei Transistor-Pulsumrichtern nicht mehr elektrisch gebremst werden. Wenn der austrudelnde Antrieb eine Gefahr hervorrufen würde, kann der Motor über einen Ankerkurzschluss abgebremst werden. Die Ankerkurzschlussbremsung sollte im Verfahrbereich der Vorschubachse spätestens durch die Endschalter ausgelöst werden.

Bei Ermittlung des Auslaufwegs der Vorschubachse sind die Reibung der Mechanik und die Schaltzeiten der Schütze zu berücksichtigen. Um mechanische Schäden zu vermeiden sind am Ende des absoluten Verfahrbereichs mechanische Stoßfänger anzubringen.

Bei Servomotoren mit eingebauter Haltebremse kann gleichzeitig die Haltebremse entregt werden, um dadurch - allerdings etwas verzögert - ein zusätzliches Bremsmoment zu erzeugen.

Vorsicht

In jedem Fall muss erst am Umrichter die Impulslöschung gegeben und ausgeführt sein, bevor ein Ankerkurzschlusschutz ein- bzw. ausgeschaltet wird. Damit wird verhindert, dass die Schützkontakte abbrennen und der Umrichter zerstört wird.



Warnung

Betriebsmäßiges Bremsen muss immer über den Sollwerteingang erfolgen. Weitere Informationen siehe Projektierungsanleitung des Umrichters.

Bremswiderstände

Durch einen Ankerkurzschluss mit einer angepassten äußeren Widerstandsbeschaltung, kann das Bremsdrehmoment des Servomotors im generatorischen Betrieb auf ein Optimum gebracht werden.

Die hierzu extern vorgesehenen Widerstände sind in der entsprechenden Projektierungsanleitung des Motors beschrieben.

Bestelladresse:

Fritzen GmbH & Co.KG
Gottlieb-Daimler-Str. 61
71711 Murr
Deutschland

Tel. :

+49 (0) 7144 / 2724 - 25

Bauleistung

Die Bauleistung der Widerstände kann so ausgelegt werden, dass kurzzeitig (max. 500 ms) eine Oberflächentemperatur von 300° C auftreten kann. Um eine Zerstörung des Widerstandes zu vermeiden, darf max. alle 2 Minuten ein Abbremsvorgang von der Bemessungsdrehzahl erfolgen. Andere Bremszyklen sind bei der Bestellung anzugeben. Maßgebend für die Bemessung ist das Fremdträgheitsmoment und das Eigenträgheitsmoment des Motors.

Zur Bestimmung der Bauleistung ist die Angabe der kinetischen Energie als Bestellangabe erforderlich.

$$W = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2$$

W in [Ws]
J in [kgm²]
 ω in [s⁻¹]

Abbremszeiten und Abbremswege

Die Bremszeit berechnet sich aus folgender Formel:

Bremszeit:	$t_B = \frac{J_{\text{ges}} \cdot n_N}{9,55 \cdot M_B}$	Trägheitsmoment J [kgm ²] Bemessungsdrehzahl n_N [min ⁻¹]
Trägheitsmoment :	$J_{\text{Ges}} = J_{\text{Mot}} + J_{\text{Fremd}}$	Mittleres Bremsmoment M_B [Nm] Bremszeit t_B [s]
Bremsweg:	$s = \frac{1}{2} V_{\text{max}} \cdot t_B$	Bremsweg s [m] Geschwindigkeit V_{max} [m/s]

Achtung

Bei der Ermittlung des Auslaufweges sind z. B. die Reibung (in M_B als Zuschlag einrechnen) der mechanischen Übertragungselemente und die Schaltverzugszeiten der Schütze zu berücksichtigen. Um mechanische Schäden zu vermeiden sind am Ende des absoluten Verfahrbereiches der Maschinenachsen mechanische Stoßfänger anzubringen.

5.3 Ankerkurzschlussbremsung

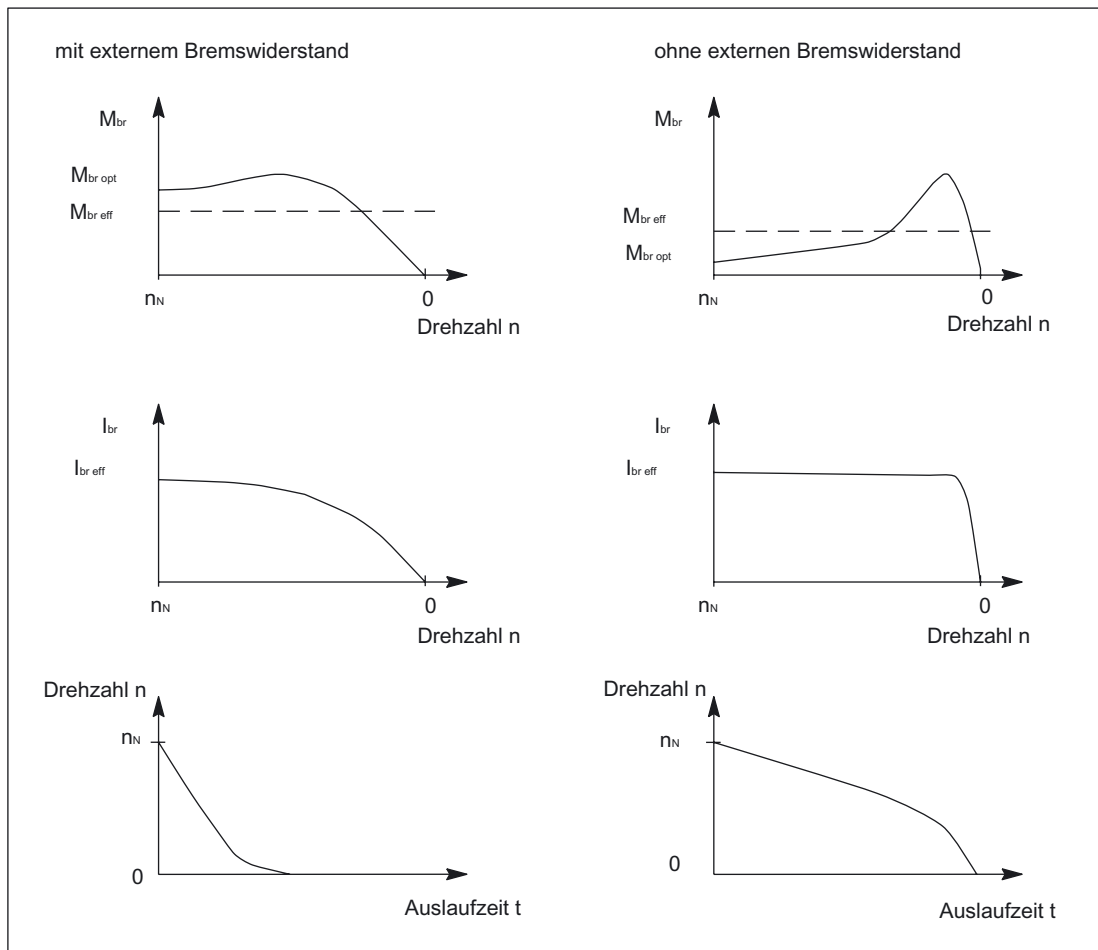


Bild 5-2 Ankerkurzschlussbremsung

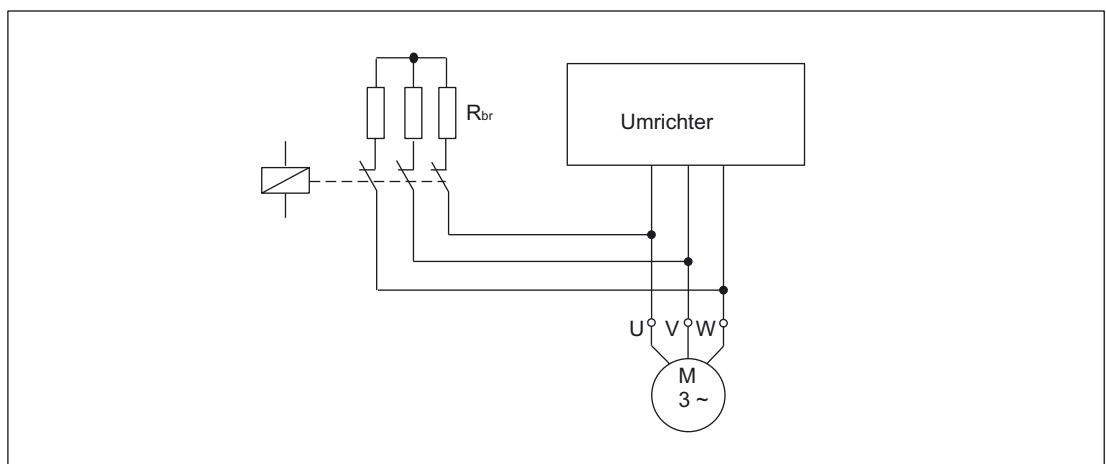


Bild 5-3 Beschaltung (Prinzip) bei Ankerkurzschlussbremsung

5.4 Haltebremse

Eigenschaften

- Die Einbau- bzw. Anbau-Haltebremse wird zum Feststellen der Motorwelle im Motorstillstand verwendet. Die Haltebremse ist **keine** Arbeitsbremse um den drehenden Motor abzubremesen.
- Motoren mit oder ohne Haltebremse können nachträglich nicht umgerüstet werden! Motoren mit Haltebremse werden um den jeweiligen Einbauraum länger (siehe Maßblatt).
- Ein begrenzter Not-Halt-Betrieb ist zulässig. Es können bis zu 2000 Bremsvorgänge mit dem dreifachen Läuferträgheitsmoment als Fremdträgheitsmoment aus Drehzahl 3000 1/min durchgeführt werden ohne dass die Bremse unzulässig verschleißt. Die angegebene Höchstscharbeit je Notbremsung darf nicht überschritten werden.
- Die Bemessungsspannung der Haltebremse beträgt 24 V DC.



Vorsicht

Die Bemessungsspannung beträgt 24 V DC +/- 10%. Spannungen ausserhalb dieses Toleranzbandes können zu Störungen führen.

Durch unzulässigen Verschleiß ist die Bremsenfunktion nicht mehr sichergestellt! Die Überschreitung der oben genannten Not-Halt-Eigenschaften oder der wiederholte kurzzeitige Hochlauf des Motors gegen die noch geschlossene Bremse ist nicht zulässig. Die Schaltzeiten der Bremsen und Relaischaltzeiten sind deshalb bei der Antriebssteuerung bzw. -freigabe zu berücksichtigen.

Bremsenarten

Es kommen Bremsen mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien zum Einsatz:

- Permanentmagnetbremse
- Federdruckbremse

Beide Bremsenarten arbeiten nach dem Ruhestromprinzip.

Funktionsprinzip Permanentmagnetbremse

Das Magnetfeld des Permanentmagneten bewirkt eine Zugkraft auf die Bremsen-Ankerscheibe. Dadurch wird im stromlosen Zustand die Bremse geschlossen und die Motorwelle festgehalten.

Bei 24 V DC Bemessungsspannung an der Bremse baut die stromdurchflossene Spule ein Gegenfeld auf. Dadurch wird die Kraftwirkung der Permanentmagneten neutralisiert. Die Permanentmagnetbremse weist eine torsionssteife Verbindung zum Rotor des Motors auf. Deshalb ist diese Bremse spielfrei.

Vorsicht

Bei Motoren mit integrierter permanentmagneterregter Haltebremse sind keine axialen Kräfte auf das Wellenende zulässig! Dies gilt für Installation und Betrieb.

Funktionsprinzip Federdruckbremse

Bei der Federdruckbremse wirkt anstatt des Magnetfelds des Permanentmagneten eine Federkraft.

Für die Funktion der Federdruckbremse ist es erforderlich, dass die Bremsen-Ankerscheibe axial beweglich ist. Deshalb ist ein Verdrehspiel nicht vermeidbar. Bei geschlossener Bremse kann sich die Motorwelle bis zu 1° bewegen.

Auswirkung bei hängenden Achsen:

Der Motor bremst eine hängende Achse elektrisch ab. Fällt die Bremse ein und wird anschließend der Strom abgeschaltet, ist es möglich, dass die Motorwelle von der Last weiter bewegt wird. Die maximal mögliche Bewegung entspricht dabei dem o.g. Spiel in der Verzahnung. Durch ein angebautes Getriebe wird die Bewegung entsprechend über- bzw. untersetzt.



Gefahr

Der Einsatz von Haltebremsen bei hängenden Achsen ist besonders zu betrachten, da hier ein hohes Gefahrenpotential vorhanden ist.

Bei Motoren mit Federdruckbremse, muss die Eignung der Bremse aufgrund des Verdrehspiels geprüft werden.

Bei Motoren mit Federdruckbremsen sind axiale Kräfte wie bei Ausführung ohne Bremse zulässig.

Schutzbeschaltung der Bremse

Vorsicht

Zur Vermeidung von Abschaltüberspannungen und der dadurch möglichen Beeinflussung des Anlagenumfeldes, muss in die Bremsenzuleitung eine Schutzbeschaltung integriert werden (siehe Bild "Schaltungsvorschlag für die externe Stromversorgung mit Schutzbeschaltung").

Ohne Schutzbeschaltung können im Millisekunden-Bereich Spannungsspitzen bis 1000 V erreicht werden. Bremsspule, Schaltkontakte und elektronische Bauteile können zerstört werden.

Empfindliche elektronische Bauteile (z. B. Logikbauteile) können jedoch bereits durch die niedrigere Abschaltspannung beschädigt werden. Die Leistungsgrenzen der eingesetzten Bauteile sind zu beachten.

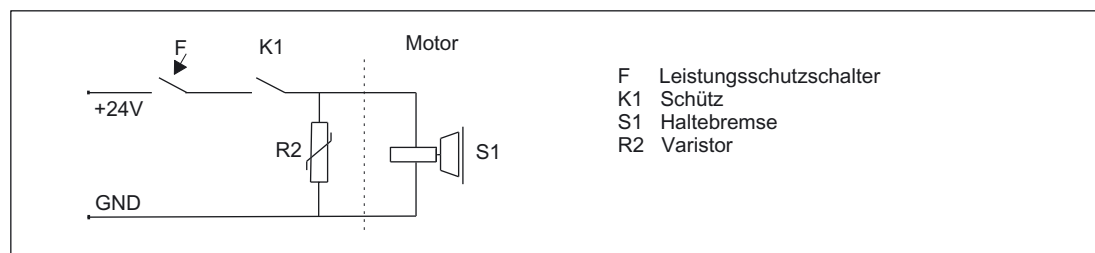


Bild 5-4 Schaltungsvorschlag für die externe Stromversorgung mit Schutzbeschaltung

Tabelle 5-2 Beispiel: Elektr. Bauteile für den Schaltungsvorschlag

Elektr. Bauteil	Beispiele		
F	Leistungsschalter 3RV10, mit in Serie geschalteten Strombahnen. (Gegebenenfalls mit angebaute Hilsschalter 3RV1901 zur Rückmeldung beim Antrieb)	oder	Leistungsschutzschalter 5SX21. (Gegebenenfalls mit angebaute Hilsschalter zur Rückmeldung beim Antrieb)
K1	Hilfsschütz 3RH11	oder	Schütz 3RT10
R2	Varistor SIOVS14K30 (EPCOS)		

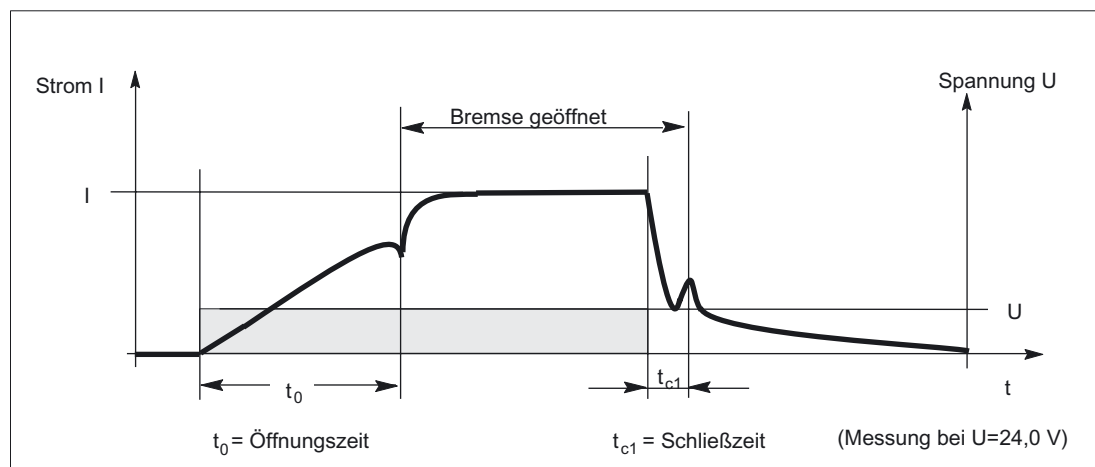


Bild 5-5 Zeitbegriffe für Haltebetrieb

Wichtige Hinweise zur Installation der Anschlussleitung

Die Bremsanschlussleitung ist in der Leistungsleitung enthalten. Die Isolierung zwischen Leistungs- und Bremsanschluss ist für Basisisolierung (VDE 600 V/1000V UL) ausgelegt. Zum Schutz der internen Logikspannung (PELV= Protective Extra Low Voltage) muss das Relais K1 zwischen Spule und Kontakt ebenfalls eine Basisisolierung aufweisen. Die Stromversorgung der Haltebremse darf nicht aus der PELV-Versorgung gespeist werden (siehe Bild "Schaltungsvorschlag für die externe Stromversorgung mit Schutzbeschaltung").

Ermittlung der Mindestspannung

Am motorseitigen Stecker muss die Mindestspannung DC 24 V -10% zur Verfügung stehen um ein einwandfreies Öffnen der Bremse zu gewährleisten. Bei Überschreitung der Maximalspannung DC 24 V +10 % kann die Bremse wieder schließen. Der Spannungsabfall auf der Bremsenzuleitung ist zu berücksichtigen.

Näherungsweise kann der Spannungsabfall für Kupferleitungen wie folgt berechnet werden:

$$dU = 0,042 \cdot (l/q) \cdot I_{\text{Bremse}}$$

l = Leitungslänge in m

q = Bremsaderquerschnitt in mm²

I_{Bremse} = Gleichstrom der Bremse in A

dU = Spannungsabfall auf Bremsenzuleitung in V

Beispiel: Berechnung des Spannungsabfalls für 1FT6084 für mit Bremse EBD 3,5BN

$$I_{\text{Bremse}} = 0,9 \text{ A}, l = 50 \text{ m}, q = 1 \text{ mm}^2$$

$$dU = 0,042 \cdot 50/1 \cdot 0,9 = 1,89$$

d. h. die Spannung auf der Einspeiseseite muss mindestens

$$24 \text{ V} \cdot 0,9 + 1,89 \text{ V} = 23,5 \text{ V betragen.}$$

5.5 Thermischer Motorschutz

Zur Überwachung der Motortemperatur ist in der Ständerwicklung ein temperaturabhängiger Widerstand als Temperaturfühler eingebaut.

Tabelle 5-3 Eigenschaften und Technische Daten

Typ	KTY 84 (Kaltleiter)
Kaltwiderstand (20°C)	ca. 580 Ohm
Warmwiderstand (100°C)	ca. 1000 Ohm
Anschluss	über Signalleitung

Die Widerstandsänderung des KTY 84 verhält sich proportional zur Wicklungstemperaturänderung.

Erfassung und Auswertung wird im Umrichter vorgenommen, dessen Regelung den Temperaturgang der Motorwiderstände berücksichtigt.

Im Fehlerfall wird eine entsprechende Meldung am Umrichter ausgegeben. Bei steigender Motortemperatur wird eine Meldung "Vorwarnung Motorübertemperatur" ausgelöst, die extern ausgewertet werden kann. Wird diese Meldung nicht beachtet, schaltet der Umrichter bei Überschreitung der Motorgrenztemperatur bzw. Abschalttemperatur mit entsprechender Fehlermeldung ab.



Warnung

Falls vom Anwender eine zusätzliche Hochspannungsprüfung durchgeführt wird, sind die Leitungsenden der Temperatursensoren vor der Prüfung kurzzuschließen!

Das Anlegen der Prüfspannung an nur einer Anschlussklemme des Temperatursensors führt zur Zerstörung.

Die Polarität muss beachtet werden.

Der Temperaturfühler ist so ausgeführt, dass die DIN-/EN-Anforderung für "Sichere elektrische Trennung" erfüllt wird.



Vorsicht

Der eingebaute Temperaturfühler schützt die Synchronmotoren vor Überlastungen

Achshöhe 28 bis 48 bis $2 \cdot I_{0\ 60\ K}$ und Drehzahl ≤ 0

ab Achshöhe 63 bis $4 \cdot I_{0\ 60\ K}$ und Drehzahl ≤ 0

Für thermisch kritische Belastungsfälle, z. B. hohe Überlastung im Motorstillstand oder eine Überlast von M_{max} länger als 4 s, ist kein ausreichender Schutz mehr vorhanden.

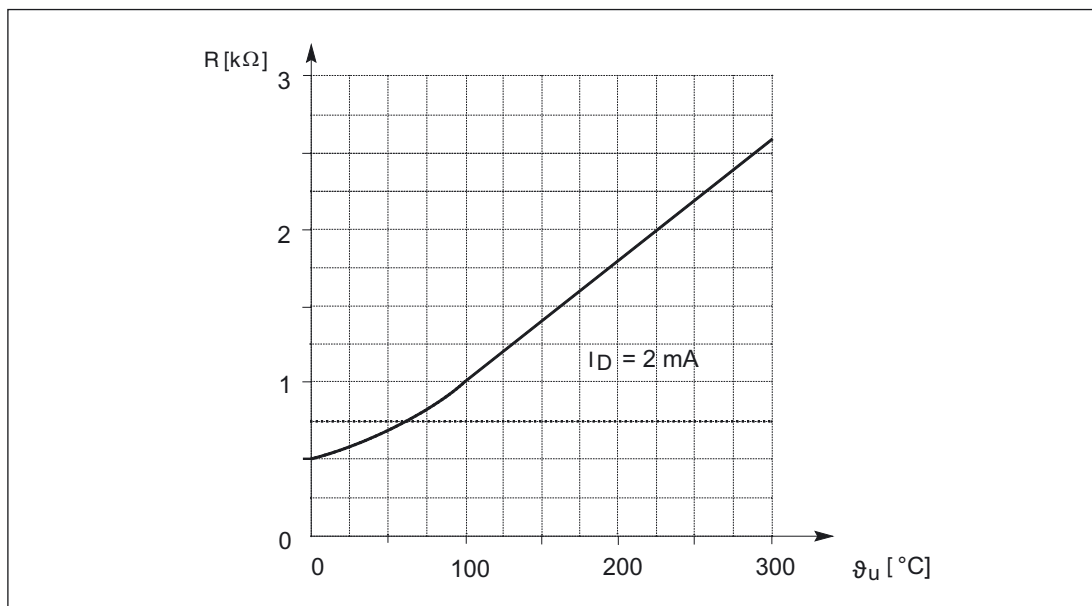


Bild 5-6 Widerstandsverlauf des KTY 84 in Abhängigkeit von der Temperatur

Anhang

A.1 Literaturverzeichnis

Eine monatlich aktualisierte Druckschriftenübersicht mit den jeweils verfügbaren Sprachen finden Sie im Internet unter:

<<http://www.siemens.com/motioncontrol>>
über "Support", "Technische Dokumentation", "Druckschriftenübersicht"

Allgemeine Dokumentation

/D 21.2/	Katalog SINAMICS S120 SINAMICS S120 Servo Control Antriebssystem
/D 21.1/	Katalog SINAMICS S120 SINAMICS S120 Vector Control Antriebssystem
/NC 60/	Katalog SINUMERIK und SIMODRIVE Automatisierungssysteme für Bearbeitungsmaschinen
/NC 61/	Katalog SINUMERIK und SINAMICS Automatisierungssysteme für Bearbeitungsmaschinen
/DA65.3/	Katalog SIMOVERT MASTERDRIVES Synchron- und Asynchronmotoren für SIMOVERT MASTERDRIVES

Elektronische Dokumentation

/CD1/ DOC ON CD
Das SINUMERIK-System
(mit allen SINUMERIK 840D/810D– und SIMODRIVE 611D)

/CD2/ DOC ON CD
Das SINAMICS-System

Hersteller-/Service-Dokumentation

/PJAL/ Projektierungshandbuch Synchronmotoren
SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES MC
Synchronmotoren Allgemeiner Teil

/PFK7S/ Projektierungshandbuch Synchronmotoren
SINAMICS S120
Synchronmotoren 1FK7

/PFT6S/ Projektierungshandbuch Synchronmotoren
SINAMICS S120
Synchronmotoren 1FT6

/PMH2/ Projektierungshandbuch Hohlwellenmesssystem
SINAMICS S120, SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES,
Hohlwellenmesssystem SIMAG H2

/PFK7/ Projektierungshandbuch Synchronmotoren
SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES
Synchronmotoren 1FK7

/PFT6/ Projektierungshandbuch Synchronmotoren
SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES
Synchronmotoren 1FT6

/PFK6/	Projektierungshandbuch Synchronmotoren SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES Synchronmotoren 1FK6
/PFS6/	Projektierungshandbuch Synchronmotoren SIMOVERT MASTERDRIVES Synchronmotoren 1FS6, explosionsgeschützt
/PFU/	Projektierungshandbuch Synchronmotor SINAMICS S120, SIMOVERT MASTERDRIVES, MICROMASTER SIEMOSYN-Synchronmotor 1FU8
/ASAL/	Projektierungshandbuch Asynchronmotoren SIMODRIVE 611, SIMOVERT MASTERDRIVES Asynchronmotoren Allgemeiner Teil
/APH2/	Projektierungshandbuch Asynchronmotoren SIMODRIVE 611 Asynchronmotoren 1PH2
/APH4/	Projektierungshandbuch Asynchronmotoren SIMODRIVE 611 Asynchronmotoren 1PH4
/APH7/	Projektierungshandbuch Asynchronmotoren SIMODRIVE 611 Asynchronmotoren 1PH7
/PPM/	Projektierungshandbuch Hohlwellenmotoren SIMODRIVE 611 Hohlwellenmotoren für Hauptspindelantriebe 1PM6 und 1PM4

/PJFE/	Projektierungshandbuch Synchron-Einbaumotoren SIMODRIVE 611 Synchronmotoren für Hauptspindelantriebe Synchron-Einbaumotoren 1FE1
/PJTM/	Projektierungshandbuch Einbau-Torquemotoren SIMODRIVE 611 Einbau-Torquemotoren 1FW6
/PJLM/	Projektierungshandbuch Linearmotoren SIMODRIVE 611 Linearmotoren 1FN1 und 1FN3
/PMS/	Projektierungshandbuch ECO-Motorspindel SIMODRIVE 611 ECO-Motorspindel 2SP1
/APL6/	Projektierungshandbuch Asynchronmotoren SIMOVERT MASTERDRIVES Asynchronmotoren 1PL6
/APH7M/	Projektierungshandbuch Asynchronmotoren SIMOVERT MASTERDRIVES VC/MC Asynchronmotoren 1PH7
/PKTM/	Projektierungshandbuch Komplett-Torquemotoren SIMOVERT MASTERDRIVES Komplett-Torquemotoren 1FW3

Index

A

Abtriebskupplungen, 5-2
Anbaueinflüsse, 5-1
Ankerkurzschlussbremsung, 5-4
Anstrich, 2-4

B

Bemessungsdrehmoment, 1-7
Bemessungsdrehzahl, 1-7
Bemessungsstrom, 1-7
Berechnung
 Motordrehzahl, 3-10, 3-11
 Motor-Effektivmoment, 3-10
 Motormoment in einem Zeitabschnitt, 3-10
Bremsmoment, 1-11
Bremswiderstand, 1-10, 5-4

D

Drehmomentcharakteristik, 1-2
Drehmomentkonstante, 1-9

E

EGB-Hinweise, vii
Elektrische Zeitkonstante, 1-10

G

Geräusche, 2-3

H

Haltebremse, 5-7
Hotline, iv

I

Induktivität, 1-10

K

Koaxialität, 2-3
Kühlung, 2-7

L

Lager, 2-2
Leistungsleitung, 4-1, 4-3
Leistungsleitungsquerschnitte, 4-1

M

M/I-Kennlinie, 1-9
Maximaldrehmoment, 1-8
Maximaldrehzahl, 1-8
Maximalstrom, 1-7
Mechanische Zeitkonstante, 1-10
Mechanisches Freidrehen, 2-2
Motorauswahl, 3-2
Motor-Effektivmoment, 3-10
Motormoment, 3-10

N

NCSD-Konfigurator, 3-1

O

Oberflächentemperatur, 2-2
Optimale Drehzahl, 1-8
Optimale Leistung, 1-8

P

PFAD Plus, 3-2
Planlauf, 2-3
Projektierung, 3-2
Projektierungsablauf, 3-4
Projektierungssoftware, 3-2

R

Rundlauf toleranz, 2-3
Rüttelbetrieb, Schockbeanspruchung, 2-4

S

Schutzart, 2-4
Schwingstärke, 2-3
Sicherheitstechnische Hinweise, v
Signalleitungen, 4-7
Spannungsgrenzkennlinie, 1-4
Spannungskonstante, 1-10
Standard-Projektierungen, 3-2
Stillstands drehmoment, 1-7
Stillstandsstrom, 1-7

T

Technical Support, iv
Temperaturfühler, KTY 84, 5-11
Thermische Grenzkennlinie, 1-3
Thermische Zeitkonstante, 1-10
Thermischer Motorschutz, 5-11
Toleranzangaben, 1-11
Trägheitsmoment, 1-10

W

Wellenende, 2-2
Wellentorsionssteifigkeit, 1-10
Wicklungswiderstand, 1-10
Widerstandsverlauf, 5-12
Wuchtung, 2-4

An

SIEMENS AG

A&D MC MS

Postfach 3180

D-91050 Erlangen

Tel.: +49 (0) 180 / 5050 - 222

Fax.: +49 (0) 9131 / 98 – 63315 (Dokumentation)

email: motioncontrol.docu@siemens.com

Vorschläge

Korrekturen

Für Druckschrift:

Synchronmotoren

Allgemeiner Teil

Hersteller-/Service-Dokumentation

Absender

Name

Anschrift Ihrer Firma/Dienststelle

Straße

PLZ:

Ort:

Telefon:

/

Telefax:

/

Projektierungshandbuch

Bestell-Nr.: 6SN1197-0AD07-0AP4

Ausgabe: 11.2005

Sollten Sie beim Lesen dieser Unterlage auf Druckfehler gestoßen sein, bitten wir Sie, uns diese mit diesem Vordruck mitzuteilen.

Ebenso dankbar sind wir für Anregungen und Verbesserungsvorschläge.

Vorschläge und/oder Korrekturen



Siemens AG
Automation & Drives
Motion Control Systems
Postfach 3180, D - 91050 Erlangen
Bundesrepublik Deutschland

www.siemens.com/motioncontrol

© Siemens AG 2005
Änderungen vorbehalten
Bestell-Nr.: 6SN1197-0AD07-0AP4

Gedruckt in der Bundesrepublik Deutschland