

Technische Ausführungen zu den Motoren.

Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie

Der Gleichstrommotor wandelt elektrische in mechanische Leistung um. Diese Umwandlung erfolgt infolge von Verlusten aber nicht zu 100%. Verluste entstehen durch Reibung und Erwärmung des Motors. Das Verhältnis von abgegebener mechanischer Leistung zu aufgenommener elektrischer Leistung bestimmt den Wirkungsgrad und ist abhängig vom anstehenden Lastdrehmoment.

Leistung	$P_{\text{auf}} = U_N \times I_N$		$P_{\text{ab}} = P_N = (\pi / 30000) \times (n_N \times M_N)$
Wirkungsgrad	$\eta = P_{\text{ab}} / P_{\text{auf}} < 1$		

Die Anordnung von Magnetkreis und Wicklung bestimmt, wie der Motor elektrische Leistung in mechanische Leistung umwandelt. Die Spannungskonstante k_E und Drehmomentkonstante k_M sind relevante Größen, die diesen Vorgang charakterisieren.

Die Spannungskonstante beinhaltet den Zusammenhang von Drehzahl zu induzierter Spannung U_{ind} in der Wicklung. Es gilt $n = (1 / k_E) \times 10^3 \times U_{\text{ind}}$, d.h., die induzierte Spannung ist proportional zur Drehzahl.

Die Drehmomentkonstante beinhaltet den Zusammenhang von Drehmoment M und Strom I . Es gilt $M = k_M \times (I_N - I_0)$, d.h., der Strom ist proportional zum Drehmoment.

Die Spannungskonstante und Drehmomentkonstante sind abhängig voneinander. Es gilt $k_M = 3 / \pi \times k_E$

Motorkennlinien

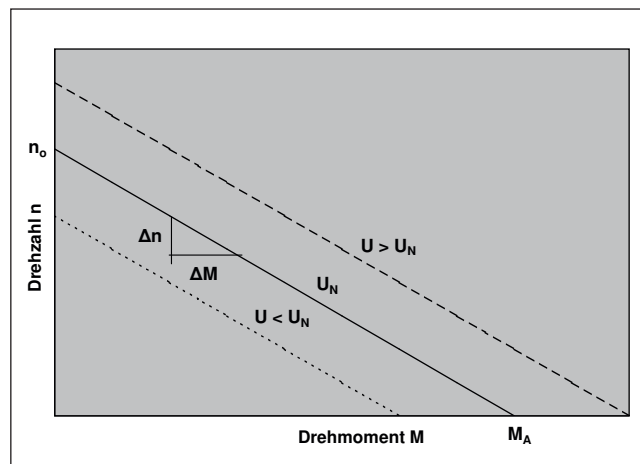
Für jeden Motor kann bei Kundenbedarf eine Drehzahl- und Strom-Kennlinie erstellt werden. Die Kennlinien können speziell für die in ihrer Applikation auftretende Temperatur berechnet werden. Wenn gewünscht, können auch die Toleranzbänder mit angegeben werden.

Drehzahl-Kennlinie

Spannung $U = \text{const}$
Die Drehzahl nimmt mit steigendem Drehmoment ab. Die Kennlinie kann mittels Leerlaufdrehzahl n_0 und Anhaltmoment M_A beschrieben werden.

Leerlaufdrehzahl und Anhaltmoment ändern sich proportional zu Spannung, d.h., eine geänderte Spannung bewirkt eine Parallelverschiebung der Kennlinie.

Die Drehzahlregelkonstante $R_m = n_0 / M_A = \Delta n / \Delta M$ kennzeichnet die Steigung der Kennlinie. Mittels der Kennliniensteigung können Motoren miteinander verglichen werden. Je kleiner die Steigung desto unempfindlicher reagiert die Drehzahl auf Drehmomentänderungen.



Strom-Kennlinie

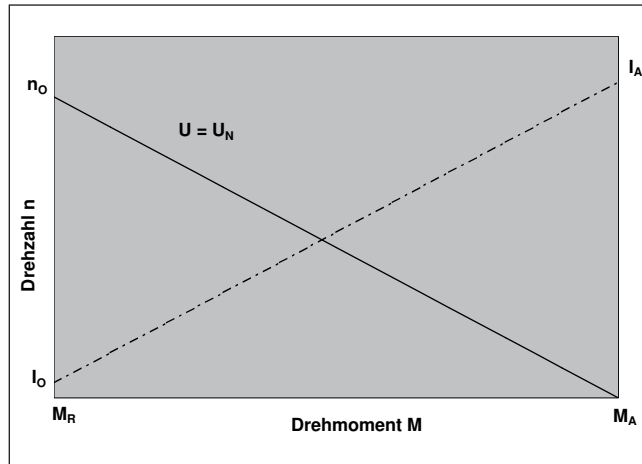
Strom und Drehmoment sind zueinander äquivalent. Ein höheres Drehmoment bedingt einen höheren Strom. Die Kennlinie kann mittels Leerlaufstrom I_0 und Anlaufstrom I_A beschrieben werden.

Der Leerlaufstrom wird bedingt durch die Reibung.

$$M_R = k_M \times I_0$$

Die maximale Stromaufnahme ist begrenzt durch den Anschlusswiderstand, der durch die Wicklung vorgegeben ist.

Für den Anlaufstrom I_A gilt: $I_A = M_A / k_M$



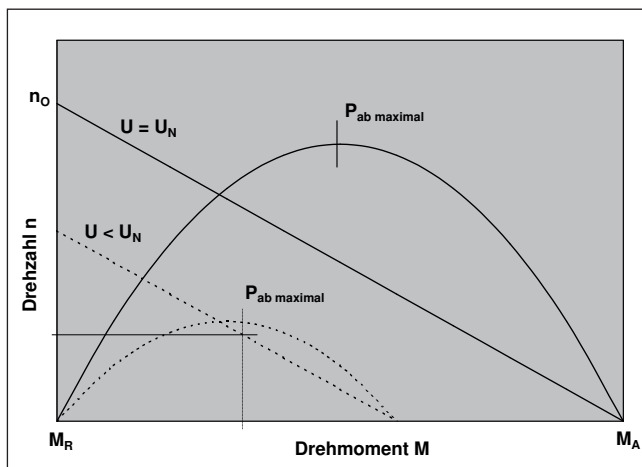
Abgabeleistung-Kennlinie

$$P_{ab} = P_N = (\pi / 30000) \times (n_N \times M_N)$$

Die Abgabeleistung entspricht im Diagramm der Fläche des Rechtecks unter der Drehzahl-Kennlinie.

Die maximale Abgabeleistung wird bei $1/2 \times n_0$ bzw. $1/2 \times M_A$ erreicht.

Die Leistungskurve entspricht einer Parabel, deren Maximalwert quadratisch von der Motorspannung abhängt.



Wirkungsgrad-Kennlinie

$$\eta = (\pi / 30000) \times (n \times M) / (U \times I)$$

Der Wirkungsgrad gibt das Verhältnis von abgegebener zu aufgenommener Leistung an.

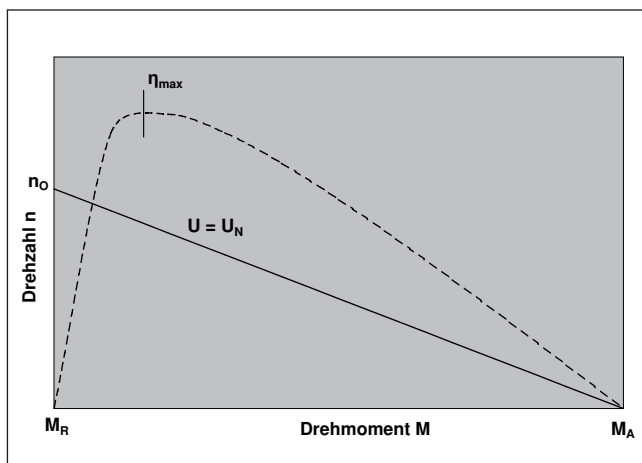
Bei konstanter Spannung nimmt der Wirkungsgrad mit zunehmender Drehzahl und abnehmenden Drehmoment zu.

Bei kleinen Drehmomenten überwiegen die Reibverluste, der Wirkungsgrad nimmt steil zu Null hin ab.

Der maximale Wirkungsgrad tritt auf bei:

$$\eta_{max} = (1 - (I_0 / I_A)^{1/2})^2$$

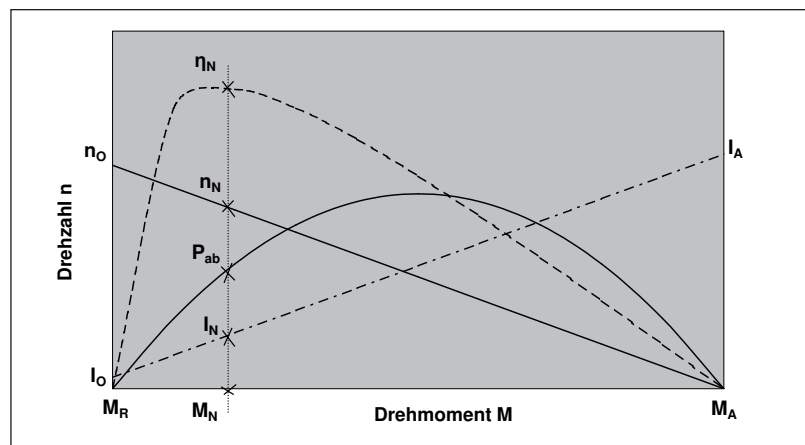
D.h., der maximale Wirkungsgrad tritt ca. bei $1/7$ von M_A auf.



Grenzen des Motors

Grenzdrehzahl:	maximal zulässige Drehzahl, ist durch das Kommutierungssystem und die Unwucht des Motorrotors gegeben, letzteres begrenzt die Lebensdauer der Lager.
Dauerstrom / Dauerdrehmoment:	ist gegeben durch die zulässige Temperatur der Motorwicklung, da anderenfalls die Temperatur die Wicklungsisolierung beschädigen kann, was einen Kurzschluss zur Folge hätte
Dauerbetrieb:	vorgegeben durch Grenzdrehzahl und Dauerdrehmoment
Kurzzeitbetrieb:	Überschreitung von einigen Sekunden bis max. 1 Minute des Dauerbetriebsbereiches

Bei Fragen zu dieser Thematik oder für weitere Informationen kontaktieren Sie uns bitte direkt.



Ausführungen zu den Getrieben

Bühler fertigt Stirnradgetriebe, Schneckengetriebe und Planetengetriebe für Drehmomente von 10 mNm bis 10 Nm.

Die Zahnräder werden aus Kunststoff, Messing, Neusilber, Stahl oder Sintereisen gefertigt, Getriebegehäuse aus Kunststoff, Aluminium oder Zinkdruckguss.

Als Lager findet vorrangig Sinterbronze Verwendung, des Weiteren kommen aber auch Kunststofflager zum Einsatz.

Je nach Einsatzfall beträgt die Lebensdauer einige Stunden oder einige Tausend Stunden.

Im Katalog werden für jeden Getriebetyp Nenndrehmomente angegeben. Bei kleinen Übersetzungen wird das Nenndrehmoment durch den Arbeitsbereich des Motors bestimmt, bei großen Übersetzungen (z.B. ab $i > 100$) bestimmt die Belastbarkeit der Zahnräder das Nenndrehmoment.

Getriebemotoren sind i.allg. nicht blockierfest, weder mechanisch (Getriebe) noch thermisch (Motor). Je nach Einsatzfall ist eine Abschaltung über Endschalter oder eine Strombegrenzung erforderlich.

Die Getriebemotoren sind bei Nenndrehmoment nicht dauerbetriebsfähig. Die Dauerbetriebsfähigkeit liegt bei ca. 50% des Nenndrehmoments.

