

Gleichstrommotoren - Technik

Obwohl konventionelle Gleichstrommotoren in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr von modernen bürstenlosen DC- und AC-Motoren mit elektronischer Ansteuerung verdrängt wurden, gibt es doch nach wie vor Anwendungen, bei denen der klassische Gleichstrommotor mit mechanischem Kommutator vor allem vom wirtschaftlichen Aspekt her die erste Wahl bleibt.

Beim Wirkungsgrad können mit Permanentmagneten ausgerüstete Gleichstrommotoren ohnehin mit jedem neueren Antrieb mithalten: 70% bis 85% sind bei kleinen Motoren (je nach Baulänge und Nenndrehzahl) ohne Weiteres möglich und üblich.

Vor allem bei Anwendungen, die nur mit einer einzigen Drehzahl am Gleichstromnetz laufen müssen, ist für den Betrieb nur ein Schalter, also überhaupt keine Elektronik erforderlich. Das macht den Antrieb preiswert und einfach. Die Technik ist überall auf der Welt bekannt, so dass Wartung oder Reparatur leicht möglich ist.

Die Kohlebürsten des Gleichstrommotors unterliegen zwar einem gewissen Verschleiß, doch kommt bei vielen Anwendungen über die gesamte Lebensdauer wenig Motorlaufzeit zu Stande. Häufig müssen die Bürsten überhaupt nie gewechselt werden, der Nachteil des Verschleißes wirkt sich also gar nicht negativ aus.

Ist die Anwendung genau bekannt, so kann oft durch Auswahl eines angepassten Werkstoffes für die Bürsten gepaart mit bestimmten Behandlungen bei der Herstellung (Imprägnierungen) der Verschleiß gemindert und die Lebensdauer dadurch wesentlich erhöht werden. Wir arbeiten hier mit namhaften, deutschen Herstellern von Kohlebürsten eng zusammen und können jeden Werkstoff rasch beschaffen.

Auch bei geregelten Antrieben hat der konventionelle Gleichstrommotor Vorteile: Weil er nur einen einzigen Stromkreis besitzt und durch den direkten Zusammenhang zwischen Motorstrom und Drehmoment lassen sich elektronische Regelungen sehr leicht und kostengünstig realisieren.

Der Gleichstrommotor weist zudem im Vergleich zu allen anderen Motortypen ein besonders hohes Anlaufdrehmoment auf, so dass ein sicherer Start des Antriebs auch bei sich ändernden Last- oder Reibungsbedingungen stets gewährleistet ist.



Übersicht

Motorfamilien

Aufbau

Alle Typen sind Gleichstrommotoren mit Permanentmagneterregung. Sie haben Magnetsegmente aus Hartferrit in einem Gehäuse aus gezogenem Präzisionsstahlrohr. Die Lagerschilde sind aus Aluminium-Halbzügen komplett spanend bearbeitet oder aus bearbeiteten Alu-Guss-Rohlingen.

In der sog. „Kohlehalterversion“ sind die Bürsten von außen zugänglich und mit Schraubkappen verschlossen. Schutzart max. IP 54. Bei der „Bürstenringversion“ sind die Bürsten von außen nicht zugänglich, können jedoch (je nach Motorausführung) über Gewindebohrungen von außen in ihrem Verschleiß beobachtet werden. Die Bohrungen sind ansonsten mit Verschlusschrauben dicht verschlossen. In der Bürstenringversion können Schutzarten bis IP 68 realisiert werden. Zum Tausch der Bürsten muss das B-seitige Lagerschild demontiert werden.

Baureihe

GP 45



GP 60



Bauart

- geschlossen

- geschlossen

Kohlebürsten

- Bürstenring,
2-polig, 5x6 mm²

- Kohlehalter oder Bürstenring,
2-polig, 5x4, 5x6 mm²

Einsatzbeispiele

- Gerätebau, Reha-Technik

- Gerätebau

Gehäuseaußendurchmesser mm

- 45

- 60

Aktive Eisenlänge mm

- 35, 70

- 30, 50

Drehmomentbereich Nm bei S1 (S3)

- 0,1 - 0,2 (0,15 - 0,3)

- 0,15 - 0,25 (0,25 - 0,35)

Drehzahlbereich U/min.

- 0 - 6000

- 0 - 10.000

Mech. Leistung W (ca.) bei 3000 U/min.

- 30 - 90

- 50 - 110

Elektrischer Anschluss

- Litzenanschluss axial

- Litze, Kabel, Klemmenkasten hinten

Schutzarten

- IP 41

- IP 44, 54 (65)

Bauformen

- B14

- B14

Optionen

- -

- Drehgeber

Wellen	Alle Motorwellen standardmäßig aus Wellenstahl C45, auf Wunsch in rostfreier Qualität (z.B. 1.4104).
Lagerung	A- und B-seitig Rillenkugellager (Lagerspiel C3) mit Weitemperaturbereichsfett -40° bis 140° C, auf Wunsch Festlagerung A-seitig.
Kohlebürsten	Metallbürsten mit 40% bzw. 50% Kupfer für die 12 V und 24 V-Typen; bzw. Bürsten aus Elektrographit für höhere Spannungen. Mögliche Abmessungen siehe unten.

GP 76



- geschlossen
- Kohlehalter oder Bürstenring, 2-polig, 6,4x10, 8x12, 6,4x12,5 mm²
- Fahrzeugtechnik, Gerätebau, Reha-Technik
- 76
- 45, 55, 65 (90)
- 0,35 - 0,6 (0,5 - 0,8)
- 0 - 6000
- 110 - 250
- Kabel, Klemmenkasten seitlich
- IP 44 - 68
- B3/B14
- Drehgeber, Tacho, Haltebremse

GP 90



- geschlossen
- Bürstenring, 2-polig, 6,4x10, 8x12,5 mm²
- Fahrzeugtechnik, Getriebebau, Anlagenbau
- 90
- 50, 75, 100
- 0,8 - 1,3 (1,5 - 2)
- 0 - 6000
- 250 - 600
- Kabel, Klemmenkasten seitlich
- IP 44 - 68
- B3/B5/B14
- Drehgeber, Tacho, Haltebremse

GP 115



- geschlossen
- Kohlehalter oder Bürstenring, 4- oder 2-polig, 6,4x12,5, 8x16 mm²
- Fahrzeugtechnik, Hebeteknik, Getriebebau
- 115
- 30 bis 120
- 0,8-3,0 (1,25-4,0)
- 0 - 6000
- 250-1250
- Kabel, Klemmenkasten seitlich
- IP 44 - 68
- B3/B5/B14
- Drehgeber, Tacho, Haltebremse, Eigenlüfter

Optionen

Der Elektrische Anschluss kann über Litzen, über Anschlusskästen oder auch über ein Anschlusskabel (seitlich oder axial hinten mit Kabelverschraubung) ausgeführt werden. Auch ein Anschluss über Steckverbinder ist möglich.

Bei den kleinen Motordurchmessern (GP 45, GP 60) gibt es einen kleinen Kunststoff-Klemmenkasten, der axial hinten auf der B-Seite sitzt. Bei den größeren Motordurchmessern (GP 76, GP 90 und GP 115) ist der Klemmenkasten ähnlich wie bei Normmotoren seitlich oder oben am Motor befestigt.

Die Motoren sind ab GP 76 in Fußausführung (B3) oder Flanschausführung (B5/B14) erhältlich. Flanschabmessungen und Wellenaustritt werden individuell nach Kundenwunsch gefertigt.

Die Motoren der Baureihe GP 115 sind geschlossen oder eigenbelüftet mit einem an der B-Seite befestigtem Lüfterrad mit Haube (Ausführung „L“) erhältlich.

Die Baureihen GP 45 bis GP 90 sind 2-polig aufgebaut mit 2 Kohlebürsten. Die Motoren der Reihe GP 115 sind für Nennspannungen bis ca. 100V 4-polig mit 4 Kohlebürsten, bei darüber hinausgehenden Spannungen sind sie 2-polig ausgeführt.

Die Motoren können auch mit Haltebremsen aller Fabrikate geliefert werden.

Federdruckbremsen werden auf der B-Seite des Motors außen angebracht. Permanentmagnet-Haltebremsen (Fabrikat Kendrion Binder) werden im Innern des Motors am A-seitigen Flansch platziert. Bei dieser Ausführung lassen sich höhere Schutzarten realisieren.

Elektromagnetische Auslegung

Die mechanische Leistung bei anderen Nenndrehzahlen als 3000 U/min. kann in etwa drehzahlproportional angenommen werden. Insbesondere bei niedrigen Spannungen (12V, 24V) lassen sich die Nenndrehzahlen nicht mehr beliebig auslegen, da bei den dabei nötigen geringen Windungszahlen eine Änderung um eine Windung bereits einen großen Drehzahlsprung bewirkt. Z.B. 4 Windungen statt 5 Windungen --> Nenndrehzahl erhöht sich auf $5/4=1,25$ (entspricht 25%).

Der Wirkungsgrad des Motors hängt stark vom Betriebspunkt ab. Normalerweise werden die Motoren so ausgelegt, dass der Nennpunkt im Bereich des optimalen Wirkungsgrads liegt. Bei kleineren Nenndrehzahlen verringert sich der Wirkungsgrad deutlich, Drehzahlen unter 1800 U/min. sollten soweit möglich vermieden werden.

Die Motoren mit größerer Eisenlänge haben einen besseren Wirkungsgrad, da das nicht aktive Kupfer in den Wickelköpfen bezogen auf das gesamte Kupfer weniger ins Gewicht fällt.

Bei üblichen Nenndrehzahlen von ca. 3000 U/min. kann bei den kurzen Motoren in etwa von einem Wirkungsgrad von 65-70%, bei den mittleren von 70-75% und bei den jeweils längsten von 75-85% ausgegangen werden.

Die in der Tabelle angegebenen Maximalströme sind durch die Querschnitte jeweils eingesetzten Kohlebürsten bedingt. Der ungefähre Motornennstrom lässt sich rechnerisch ermitteln:

$$\text{Nennstrom} = \frac{\text{Motorleistung}}{(\text{Wirkungsgrad} \times \text{Nennspannung})}$$

Insbesondere bei kleinen Nennspannungen kann der so ermittelte Nennstrom größer als der zulässige Maximalstrom sein. In diesem Falle muss ein anderer (größerer) Motortyp ausgewählt werden.



GP 76
mit IMS-Planetengetriebe



GP 60
mit axial angebautem Klemmenkasten



GP 90
mit Haltebremse

Motorauswahl

Nachfolgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die Zuordnung von Motortypen und Leistungsdaten:

Motortyp	Spannungsbereich	Maximalstrom Kohlehalter/ Bürstenring	Betriebs-Drehmoment	Betriebsart	ca. Leistung bei 3000 U/min
GP 45.70	24 - 48V	-/6A	0,2Nm	S1	60W
			0,3Nm	S3	90W
GP 60.30	24 - 200V	4A/6A	0,15Nm	S1	50W
			0,25Nm	S3	80W
GP 60.50	24 - 200V	4A/6A	0,25Nm	S1	80W
			0,35Nm	S3	110W
GP 76.45	12 - 230V	16A/13A	0,35Nm	S1	110W
			0,5Nm	S3	150W
GP 76.55	12 - 230V	16A/20A	0,5Nm	S1	150W
			0,6Nm	S3	190W
GP 76.65	12 - 230V	16A/20A	0,6Nm	S1	190W
			0,8 Nm	S3	250W
GP 90.50	12 - 230V	-/20A	0,8Nm	S1	250W
			1,3Nm	S3	400W
GP 90.75	12 - 230V	-/20A	1,3Nm	S1	400W
			1,6Nm	S3	500W
GP 90.100	12 - 230V	-/25A	1,6Nm	S1	500W
			1,9Nm	S3	600W
GP 115.30	12 - 230V	55A/55A	0,8Nm	S1	250W
			1,25Nm	S3	370W
GP 115.30L			1,25Nm	S1	370W
GP 115.50	12 - 230V	55A/55A	1,25Nm	S1	370W
			1,6Nm	S3	500W
GP 115.50L			1,6Nm	S1	500W
GP 115.70	12 - 230V	55A/55A	1,6Nm	S1	500W
			2,0Nm	S3	650W
GP 115.70L			2,0Nm	S1	650W
GP 115.90	12 - 230V	55A/55A	2,0Nm	S1	650W
			2,4Nm	S3	750W
GP 115.90L			2,4Nm	S1	750W
GP 115.110	12 - 230V	55A/55A	2,4Nm	S1	750W
			3,2Nm	S3	1000W
GP 115.110L			3,2Nm	S1	1000W
GP 115.120	12 - 230V	55A/55A	3,2Nm	S1	1000W
			4,0Nm	S3	1250W
GP 115.120L			4,0Nm	S1	1250W