



## 13.2.7 Stromwendermotoren

### 13.2.7.1 Aufbau von Gleichstrommotoren

Der **Ständer** eines Gleichstrommotors besteht aus einem Jochring aus Stahl, ausgeprägten Hauptpolen mit Polkernen und Polschuhen aus Elektroblech und der auf den Polkernen sitzenden **Erregerwicklung** (Feldwicklung) (**Bild 1**).

Bis zu Bemessungsleistungen von 20 kW werden auch permanent erregte Gleichstrommotoren gebaut. Bei diesen sind die Erregerwicklungen und ihre Polkerne durch Dauermagnete ersetzt.

Bei Motoren ab etwa 1 kW Leistung sind zwischen den Hauptpolen die **Wendepole** aus Stahl oder Elektroblech mit der Wendepolwicklung angeordnet. In den Polschuhen der Hauptpole dieses Motors können zusätzlich noch **Kompensationswicklungen** untergebracht sein.

Es werden auch Gleichstrommotoren ohne ausgeprägte Pole gebaut. Bei ihnen besteht der Ständer aus einem Blechpaket mit gleichmäßig verteilten Nuten wie bei einem Drehstrommotor. In den Nuten befinden sich die Erregerwicklung und die Wendepolwicklung. Ständer in geblecheter Ausführung sind erforderlich bei Gleichstrommotoren, die über Stromrichtergeräte (**Seiten 267 bis 269**) versorgt werden.

Der **Läufer** (**Bild 2**) wird bei Gleichstrommotoren auch **Anker** genannt. Er trägt die **Ankerwicklung**, die in die Nuten des Ankerblechpakets eingelegt ist. Die Blechung ist notwendig, da der Ankerstrom ständig umgepolt wird (**Seite 517**) und es somit zu Wirbelströmen im Ankereisen kommt.

Die Ankerwicklung ist durch Löten oder Punktschweißen mit den einzelnen Lamellen des **Stromwenders**, der auch als **Kollektor**<sup>1</sup> oder **Kommutator**<sup>2</sup> bezeichnet wird, verbunden. Die Lamellen sind gegeneinander durch Glimmer isoliert. Die Stromzufuhr auf den Stromwender erfolgt über **Kohlebürsten** (**Seite 614**), die durch eine spezielle Bürstenhalterung getragen werden. Sie ist am Ständer befestigt und besteht aus der Bürstenbrücke mit dem Bürstenbolzen, die den **Bürstenhalter** tragen. Über eine Feder erhalten die Bürsten den erforderlichen Anpressdruck zum Stromwender (**Bild 3**).

Ein Beispiel für ein Leistungsschild eines Gleichstrommotors zeigt **Bild 4**.

Die Kohlebürsten verschleifen beim Betrieb und müssen regelmäßig kontrolliert und gegebenenfalls ausgetauscht werden.

<sup>1</sup> von colligere (lat.) = zusammenfassen

<sup>2</sup> von commutare (lat.) = verändern, umwandeln

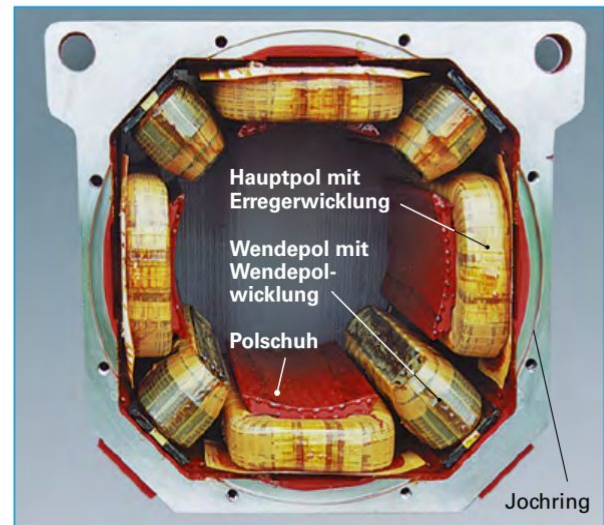


Bild 1: Ständer eines Gleichstrommotors

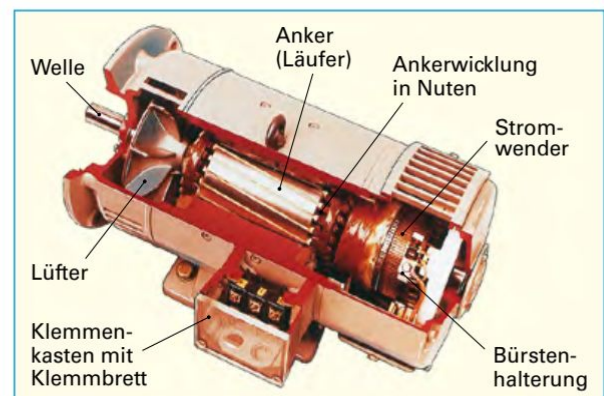


Bild 2: Gleichstrommotor

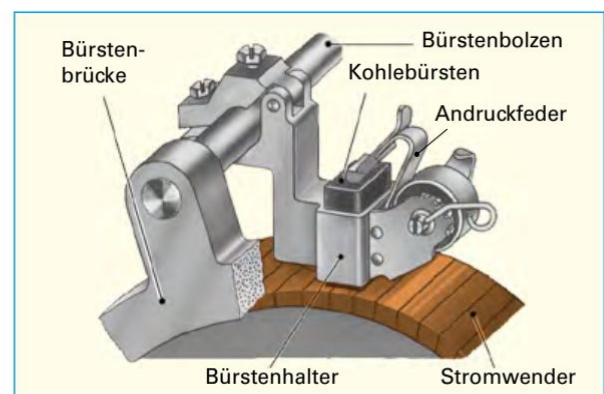


Bild 3: Bürste mit Halter und Bürstenbrücke

Hersteller GmbH			
Typ XYZ			
GS-Motor	Nr. 80		
220 V	30 A		
5,5 kW	S1		
2980 min <sup>-1</sup>			
Erreger	220 V		
Th.Cl.155	IP 54	0,3	t
DIN EN 60034			

Bild 4: Leistungsschild eines Gleichstrommotors



### 13.2.7.2 Wirkungsweise

Befindet sich der stromdurchflossene Anker (vereinfacht als Leiterschleife) im Magnetfeld des Ständers, entsteht ein Drehmoment (Seite 91). Die Stromzufuhr auf die Leiterschleife erfolgt über Kohlebürsten (Seite 516) die zwei voneinander isolierte Schleifringhälften (Lamellen des Stromwenders) kontaktieren. Die Richtung des entstehenden Drehmoments (Motorregel, Seite 91), hängt von der Richtung des Ständermagnetfelds und der Stromrichtung in der Leiterschleife ab (Bild 1a).

Die Leiterschleife dreht sich in die waagerechte Lage. In diesem Bereich ist die Kraftwirkung auf die Leiterschleife null. Aufgrund des Schwungs (träge Masse) dreht sie sich jedoch weiter und die Lamellen des Stromwenders kontaktieren die jeweils andere Kohlebürste. Die Stromrichtung in der Leiterschleife kehrt sich um, sodass das Drehmoment weiter in Drehrichtung wirken kann (Bild 2).

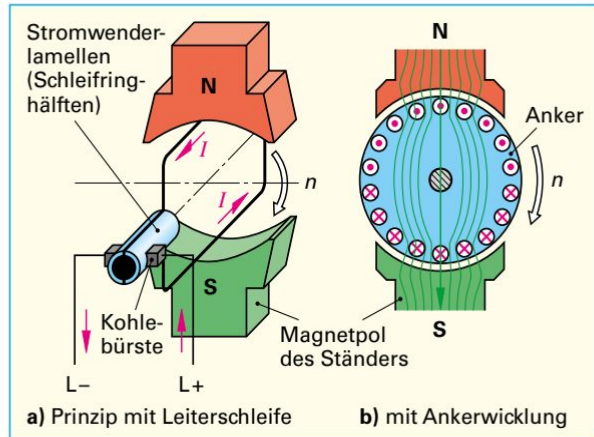
Das Drehmoment der Leiterschleife schwankt zwischen null und einem Maximum. Um ein gleichmäßig hohes Drehmoment zu erzielen, werden viele Leiterschleifen auf den Läuferumfang verteilt und zur Ankerwicklung zusammenschaltet (Bild 1b).

**Ankergegenspannung.** Während sich die Leiterschleife im Magnetfeld des Ständers dreht, wird in ihr eine Spannung induziert, die abhängig von der Drehzahl ist (Induktion der Bewegung, Seite 93). Sie wird als **Ankergegenspannung**  $U_i$  bezeichnet, da sie der angelegten Netzspannung  $U$  entgegenwirkt (lenzsche Regel, Seite 94).

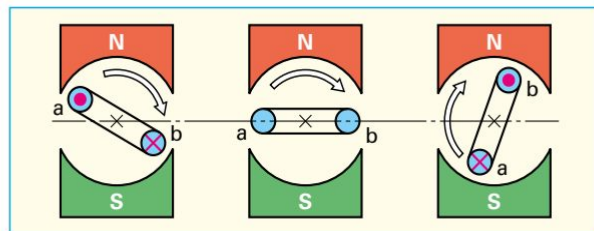
**Ankerstrom.** Die Ankergegenspannung wirkt der angelegten Netzspannung entgegen, sodass am Anker die Spannung  $U - U_i$  anliegt. Zusammen mit dem sehr kleinen Ankerwiderstand  $R_A$  bestimmt sie den Betrag des Ankerstromes (Bild 3).

Für die verschiedenen Belastungssituationen des Motors bestimmt die Ankergegenspannung maßgeblich die Stromaufnahme der Ankerwicklung und damit die Drehmomentbildung.

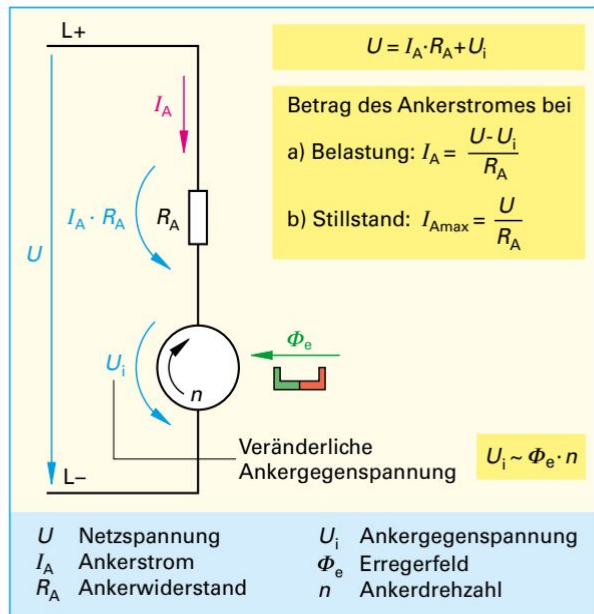
Im Leerlauf ist der Motor nicht belastet und seine Drehzahl ist am größten. Daher erreicht die Ankergegenspannung  $U_i$  ihr Maximum, welches nahezu der Netzspannung  $U$  entspricht. Der Motor nimmt nur einen sehr kleinen Strom auf. Mit zunehmender Belastung sinkt die Drehzahl und somit die Ankergegenspannung, die Stromaufnahme steigt (Bild 4) und der Motor erzeugt nun ein größeres Drehmoment. Beim Einschalten des Motors steht der Anker still. Daher ist die Ankergegenspannung noch null und der Ankerstrom maximal. Dieser Anlassspitzenstrom muss begrenzt werden (Seite 522).



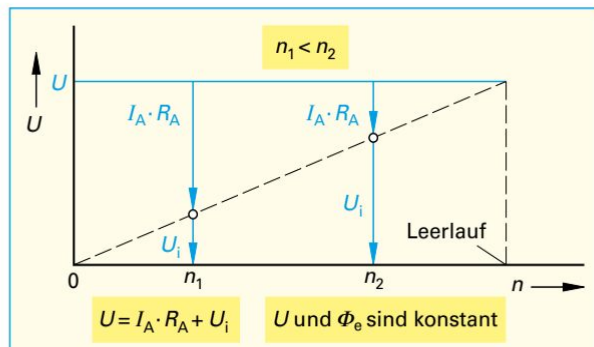
**Bild 1: Ständermagnetfeld und Anker am Beispiel eines Gleichstrommotors**



**Bild 2: Stromwendung in der Leiterschleife**



**Bild 3: Ersatzschaltbild der Ankerwicklung**



**Bild 4: Spannungen der Ankerwicklung**