

Bild 2.12 Schematischer Aufbau eines Reihenschlussmotors mit zwei getrennten Erregerwicklungen

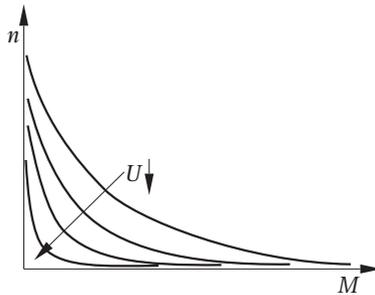


Bild 2.13 Typisches Kennlinienfeld eines Universalmotors mit der Darstellung der Drehzahl als Funktion des Drehmoments und der angelegten Spannung als Parameter

## 2.3 Drehstrommotoren

Die asynchronen und die synchronen Drehstrommotoren besitzen im Ständer den gleichen prinzipiellen Aufbau und erfordern zur Darstellung ihres physikalischen Verhaltens eine Reihe gleicher Begriffe. Dies gilt insbesondere für den Aufbau der Drehstromwicklungen. Davon wird auch im Wesentlichen die Drehzahl der Maschinen bestimmt, denn sie können so gestaltet werden, dass sie mit einer unterschiedlichen Anzahl von Polen ausgestattet sind. Die Synchrondrehzahl berechnet sich aus der angelegten Drehfeldfrequenz und der Polpaarzahl der Wicklung nach der Beziehung:

$$n = 60 \cdot \frac{f}{p} \quad (2.1)$$

Drehstrommotoren sind wegen ihrer dreiphasigen Versorgung besonders für große Leistungen geeignet.

Das Ständergehäuse kann sowohl eine Schweißkonstruktion als auch gegossen sein. Es nimmt das aktive, aus gegeneinander isolierten Dynamoblechen bestehende Blechpaket auf. Längs der Bohrung erhält das Blechpaket Nuten zur Aufnahme der dreisträngigen Drehfeldwicklung. Bei Motoren kleiner bis mittlerer Leistung sind Nuten meist halb geschlossen, sodass die Wicklungen der Drähte einzeln eingeträufelt werden müssen. Bei Maschinen mit großen Leistungen und höheren Spannungen benutzt man offene Nuten und fertigt Formspulen an, die anschließend in diese Nuten eingelegt werden.

### 2.3.1 Drehstromasynchronmotoren

Drehstromasynchronmotoren können mit Käfigläufer oder Schleifringläufer ausgestattet werden. Wegen des einfacheren Aufbaus und der Steuerung und Regelung über Frequenzumrichter kommen heute fast ausschließlich Käfigläufer zum Einsatz. Gegenüber Gleichstrommotoren mit mechanischer Kommutierung haben sie den Vorteil des wesentlich einfacheren und robusteren Aufbaus. Als Verschleißteile sind nur die beiden Lager für den Läufer vorhanden. Damit sind sie auch preisgünstiger und bedürfen nur einer geringen oder keiner Wartung. Weiterhin zeichnen sie sich durch einen geräuscharmen Betrieb aus. Als Nachteil ist ihre lastabhängige Drehzahl zu werten, wenn sie an einem Netz mit konstanter Drehfeldfrequenz betrieben werden.

Drehstromasynchronmotoren werden angeboten für den Anschluss an ein Netz mit der Spannung 230 V/400 V als Drehstromnormmotoren (siehe Normenreihe DIN VDE 0530) für Leistungen von 90 W bis 200 kW in verschiedenen Schutzarten (geschützt gegen Spritzwasser und Staub). Das erzeugbare Drehmoment steigt mit der Polpaarzahl proportional an. Spezialausführungen erreichen bei Spannungen von 3,6 kV bis 10 kV zum Antrieb von Kreiselpumpen in Kraftwerken Leistungen von 5,8 MW bis 16 MW bei Bemessungsdrehzahlen von  $1450 \text{ min}^{-1}$  oder  $2950 \text{ min}^{-1}$ . Die Leistung kann bei vierpoligen Maschinen bei normaler Luftkühlung maximal 30 MW erreichen.

Bild 2.14 zeigt den schematischen Aufbau eines Drehstromasynchronmotors in Dreieckschaltung und in Sternschaltung. In Bild 2.15 ist der charakteristische Kennlinienverlauf dargestellt. Man erkennt unterhalb der Bemessungsleistung die Drehzahlabhängigkeit von der anzutreibenden Last und das Kippmoment. Ferner ist erkennbar, dass der Kennlinienverlauf sehr stark bestimmt ist durch die anliegende Spannung.

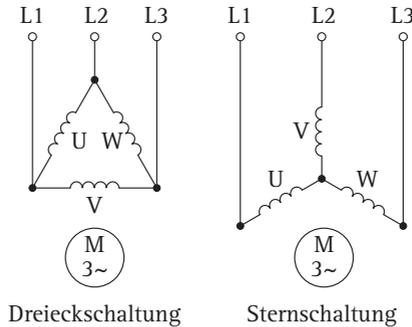


Bild 2.14 Schematischer Aufbau eines Drehstromasynchronmotors in Dreieckschaltung und in Sternschaltung

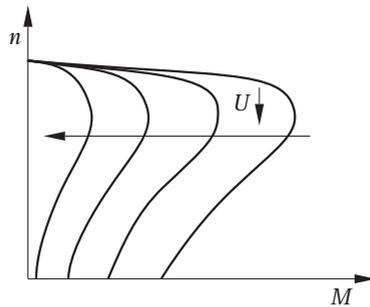


Bild 2.15 Charakteristischer Kennlinienverlauf des Drehstromasynchronmotors

### 2.3.2 Drehstromsynchronmotoren

Die Entwicklung der Drehstromsynchronmaschine ist stark mit dem Ausbau der elektrischen Energieversorgung mit immer größeren Generatoren verbunden. Daneben werden auch immer dort, wo man konstante Drehzahlen benötigt und aus Kostengründen keine Regelungen einsetzbar sind, Synchronmotoren als Antriebe benutzt.

Der Rotor von Synchronmotoren kann unterschiedlich gestaltet sein. Für gleichstromerregte Maschinen gibt es die Vollpol- und die Schenkelpolmaschine. Diese sind in Bild 2.16 schematisch dargestellt. Mit fortschreitender Entwicklung der Magnetwerkstoffe sind diese insbesondere im Bereich kleiner Leistungen heute fast vollständig durch permanentmagneterregte Läufer ersetzt.

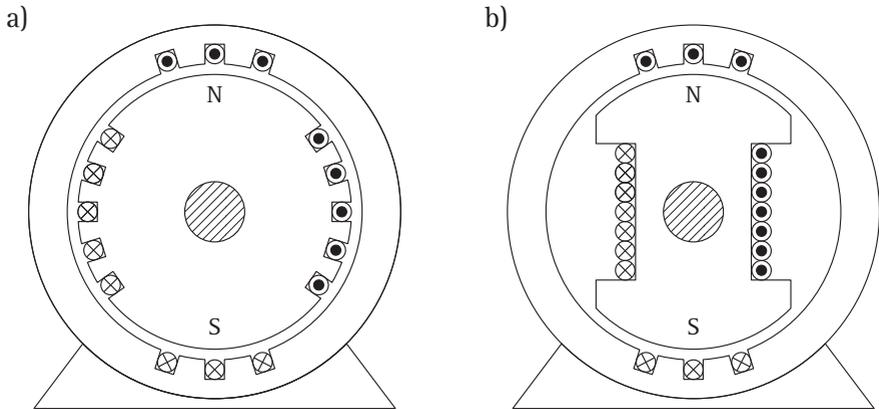


Bild 2.16 Schematischer Aufbau von Vollpol- und Schenkelpolmaschine

- a) Vollpolmaschine
- b) Schenkelpolmaschine

Die Leistung von Synchrongeneratoren geht bis etwa 1 200 MW bei einer Frequenz von 50 Hz. Werden Synchronmotoren am starren Drehstromnetz betrieben, benötigen sie zum asynchronen Anlauf zusätzlich einen Käfigläufer. Erst mit der Entwicklung der Frequenzumrichter haben die Synchronmaschinen mit Permanentmagnet-erregung stark an Bedeutung gewonnen. Mit den Frequenzumrichtern kann man die Drehfeldfrequenz von null bis zur gewünschten Enddrehzahl so langsam steigern, dass die Drehzahl des Motors dieser folgen kann. Synchrondrehstrommotoren für den industriellen Einsatz werden im Leistungsbereich von 0,5 kW bis 10 kW angeboten.

Drehstromsynchronmotoren können, sofern der Leistungsbereich identisch ist, auch überall dort eingesetzt werden, wo Drehstromasynchronmotoren zum Einsatz kommen. Gegenüber den Asynchronmotoren haben sie den Vorteil des geringeren Gewichts bei gleicher Leistung, des besseren Wirkungsgrads und des höheren Anlaufmoments. Als Nachteil ist der höhere Preis zu nennen, der durch die Permanentmagnete verursacht wird. Allerdings ist auch hier zu erkennen, dass diese Preise stark nach unten tendieren.

Die schematische Anordnung von Ständer und Läufer einer permanentmagnet-erregten Drehstromsynchronmaschine zeigt Bild 2.17. In Bild 2.18 ist ein typischer Verlauf der Drehzahl als Funktion des Moments dargestellt. Deutlich ist erkennbar, dass innerhalb des Bemessungsbereichs die Drehzahl nicht lastabhängig ist.