

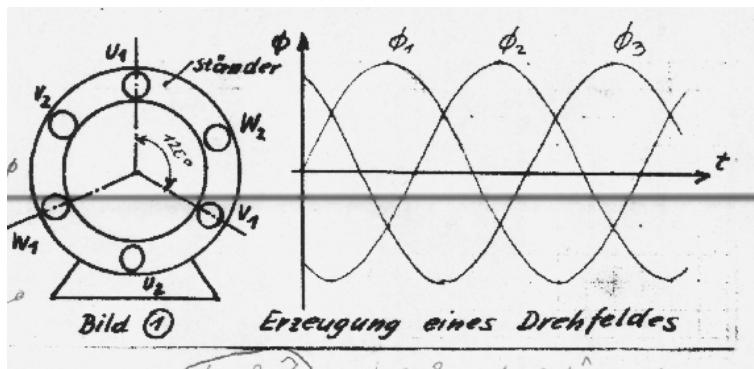
Asynchronmotor

Erzeugung eines magnetischen Drehfeldes:

Zwei Möglichkeiten:

A: Drehung eines Elektro- oder Dauermagneten

B: Durch zeitliche Überlagerung von Wechselfeldern mit räumlich und zeitlich versetzten Flüssen. (z.B. Drehstrom)



Das Feld Φ_{ges} hat sich um den Winkel ϕ mit $\omega = 2\pi f$ weitergedreht. Die Größe von Φ_{ges} ist dabei konstant geblieben.: $\Phi_{\text{ges}} = 3/2 \Phi$

Zusammenhang zwischen Drehzahl und Frequenz:

$$f = p \cdot n \quad p \dots \text{Polpaarzahl}$$
$$n_s = 60f/p \quad n_s \dots \text{Synchrondrehzahl}$$

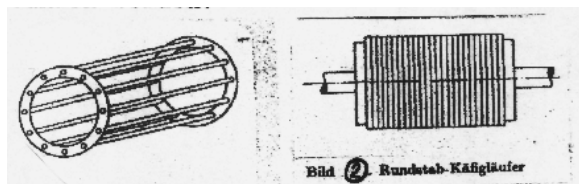
Verschiedene Typen von Asynchronmotoren:

A: Kurzschlussläufer (Käfigläufer)

Aufbau:

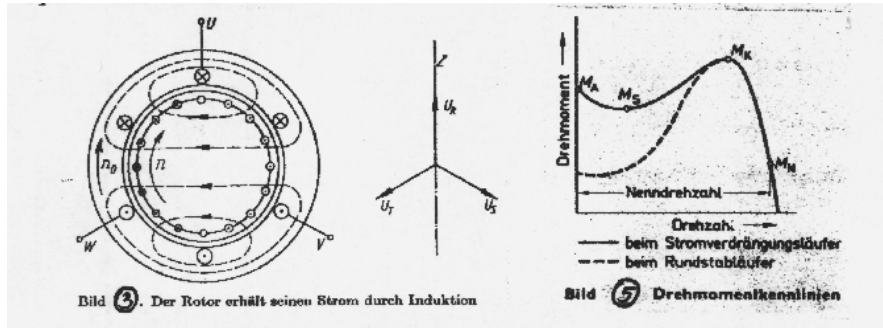
Ständer (Stator): Drehstromwicklung zur Erzeugung eines magnetischen Drehfeldes.

Rotor (Läufer): In den Nuten befinden sich dicke Kupfer oder Aluminiumstäbe, die an den Enden über Kurzschlussringe miteinander verbunden sind.



Wirkungsweise:

Das mit der Synchrondrehzahl n_s umlaufende Drehfeld induziert in den Stäben des vorerst noch stillstehenden Läufers eine Spannung. Dadurch fließt ein Strom in den kurzgeschlossenen Stäben. Damit ergibt sich eine Kraftwirkung und ein entsprechendes Drehmoment.



Die Läuferdrehzahl n muss kleiner als die Synchrondrehzahl sein. Bei $n=n_s$ würde keine Spannung mehr induziert werden, da keine Feldlinien von den Läuferstäben geschnitten werden, damit wäre der Strom null und somit auch das Moment.

Schlupf: Prozentuale Drehzahldifferenz: $s = ((n_s - n) / n_s) * 100$ in %

Je stärker die Belastung, desto größer der Schlupf, damit höher Strom und größeres Drehmoment.

Vorteile: Niedriger Preis, hohe Betriebssicherheit, wartungsfrei, keine empfindlichen Drehbaren Teile

Nachteile: Hoher Einschaltstrom und geringes Anlaufmoment.

Ursache des hohen Einschaltstromes: Geringer Widerstand im Läuferkreis: Steht der Läufer noch still, so ist die Frequenz im Läufer groß (50 Hz). Daher wird eine hohe Spannung induziert. hoher Strom

Anlassen von Kurzschlussläufern

A: Stern Dreieck Anlauf

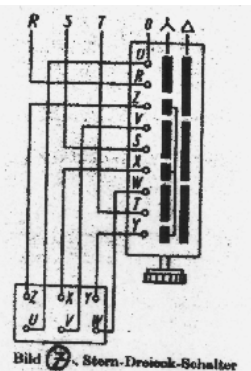
2.3. Anlassen von Kurzschlussläufern:

a) Stern-Dreieck-Anlauf :

Bei 380/220 V Netzen wird ab ca. 5 kW Anlauf vorgeschrieben.

Vorteil: Beim Einschalten Sternschaltung Dadurch nur 1/3 des Einschaltstromes der Direkteinschaltung. Erst bei Erreichen der Nennndrehzahl wird auf Dreieck umgeschaltet.

Nachteil: Auch das Anlaufmoment beträgt nur 1/3 des Momentes bei der Direkteinschaltung.



Stern – Dreieck – Einschaltung eines Stromverdrängungsläufer:

$$I_{\text{ein}} = 1,7 * I_{\text{nenn}}$$

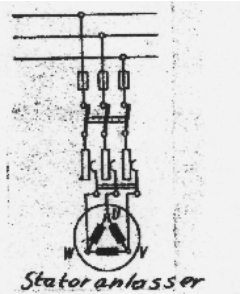
$$M_{\text{anl}} = 0,8 * M_{\text{nenn}}$$

B: Anlassvorrichtung

b) Anlaßvorrichtung:

Entweder wird der Einschaltstrom über Vorwiderstände im Statorkreis begrenzt.
(Statoranlasser)

Bei größeren Leistungen wird die Spannung über einen eigenen Stelltransformator (Anlaßtrafo) von ca. 1/3 der Nennspannung langsam gesteigert, sodaß der Anlaufstrom zwischen 1,5 - 2-fachen Nennstrom liegt.



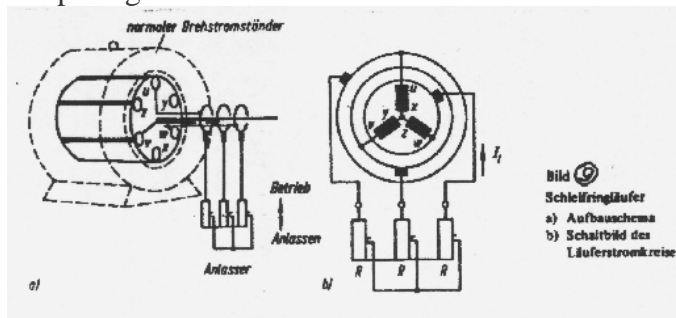
Die Grenze der Anwendbarkeit des Kurzschlußläufers ist dort gegeben, wo unter Last angefahren werden muß. Für diese Fälle muß der Schleifringläufer eingesetzt werden, oder Kurzschlußläufer mit Frequenzumformer.

B: Schleifringläufer

Aufbau:

Ständer: Wie Kurzschlussläufer

Rotor: Der Läufer enthält eine normale Dreiphasenwicklung, die in Stern geschaltet ist. Die Wicklungsanfänge U, V, W sind an Schleifringe geführt, die über Bürsten mit dem dreiphasigen Anlasswiderstand verbunden sind.

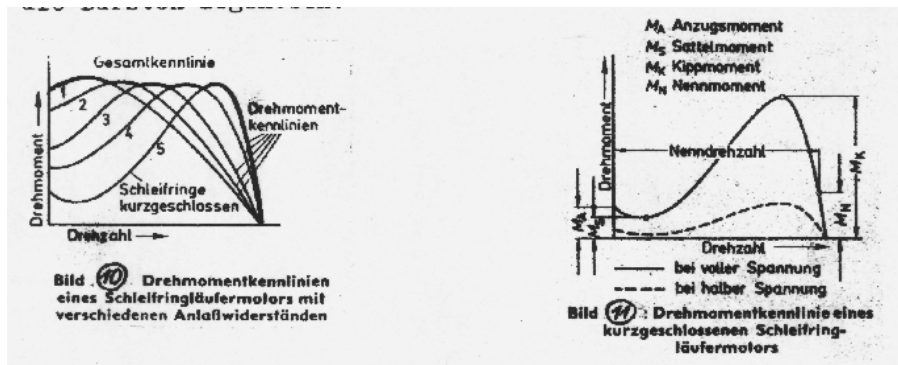


Wirkungsweise:

Beim Einschalten wird in dem noch stillstehenden Läufer eine hohe Spannung induziert. Durch den großen Läuferwiderstand (Anlasswiderstand auf Maximalwert) bleibt der Einschaltstrom klein. Der Anlasswiderstand wird so verringert, dass der Anlassspitzenstrom etwa das 1,5 fache des Nennstromes nicht übersteigt.

Dadurch wird nicht nur der Einschaltstrom klein gehalten sondern auch ein großes Anlaufmoment erreicht (Vollastanlauf ist möglich).

Im Betrieb werden die Anlasswiderstände kurzgeschlossen und die Bürsten aufgehoben.



Vorteil: Vollastanlauf möglich

Nachteil: Höherer Preis, geringe Erhöhung der Störanfälligkeit

Verwendung: Vollastanlauf bei größeren Leistungen $M_{anl}=2,5 M_{nenn}$
 Weiches Anfahren (Fahrstühle)
 Große Schwungmassen (Zentrifugen)

Drehzahlsteuerung von Asynchronmotoren

1. Polumschaltung: Drehzahlsteuerung nur in Stufen (Meist zwei Drehzahlen)
2. Frequenzänderung: Stufenlose Drehzahlsteuerung über Frequenzumformer
3. Drehrichtungsumkehr: Vertauschen von 2 Phasen
4. Schleifringläufer: Durch Änderung der Anlasswiderstände Drehzahlsteuerung im begrenzten Bereich möglich.

Die Asynchronmaschine als Generator

Die Drehzahl wird so eingestellt, dass der Schlupf $s < 0$ wird, das heißt der Läufer dreht sich schneller als das Ständerdrehfeld rotiert. Die Maschine benötigt für den Magnetisierungsstrom Blindleistung, die aus dem Netz durch die Synchrongeneratoren geliefert wird.

Arbeitet die Maschine vom Netz getrennt (Inselbetrieb) muss die Blindleistung durch eine Kondensatorbatterie zur Verfügung gestellt werden. Die Kondensatorblindleistung muss mindestens so groß wie die induktive Motorblindleistung sein.

Bremsbetrieb der Asynchronmaschine

Man unterscheidet zwischen Verlustbremsung, wobei Energie in Wärme umgewandelt wird und Nutzbremung mit Energierücklieferung ans Netz. (Siehe Generatorbetrieb des ASM)

1. Gleichstrombremsung:

Für den rascheren Stillstand wird die Ständerwicklung vom Netz getrennt und an eine Gleichstromquelle angeschlossen. Durch das feststehende Magnetfeld wird in der Läuferwicklung ein Bremsmoment hervorgerufen. Die Maschine arbeitet als Generator. Bei Schleifringläufern wird die Bremswirkung über Widerstände verändert.

2. Gegenstrombremsung

Vertauscht man im Motorbetrieb während des Laufes 2 Zuleitungen, so wird der Schlupf bezogen auf die neue Richtung des Drehfeldes $s=2$. Der Motor bremsst und verringert seine Drehzahl von n auf 0. (Abschalten im Stillstand) Beim Schleifringläufer wird durch Zusatzwiderstände das Bremsmoment beeinflusst.

Anwendung bei Hubwerken durch Lastabsenkung. Der ASM bleibt auf Hubrichtung geschaltet und durch Bremswiderstände wird die geeignete Senkgeschwindigkeit eingestellt.

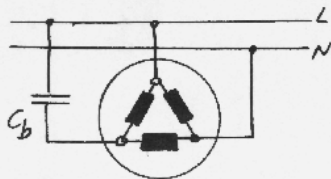
Der ASM am Einphasennetz

Allgemeines: Ein Drehstrommotor läuft als Einphasenmotor weiter, wenn während des Betriebes eine der drei Zuleitungen ausfällt. Die Leistung ist jedoch z.B. bei Sternschaltung nur noch $2/3$ der ursprünglichen Leistung. Dadurch Gefahr der Überlastung \underline{L} Wärme \underline{L} Kippmoment

Bei Stillstand ist von selbst kein Anlauf mehr möglich. (Gefahr der thermischen Überlastung) Anlauf nur mit mechanischer Hilfe möglich.

Drehstrommotor im Einphasenbetrieb

7.2. Drehstrommotor im Einphasenbetrieb:



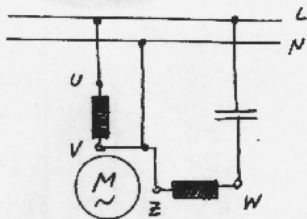
Betrieb mit Hilfe der nebenstehenden Steinmetzschtaltung möglich.

Der über den Betriebskondensator C_b zugeführte Strom hat gegenüber dem in der unmittelbar am Netz liegenden Wicklung eine Phasenverschiebung.

Dadurch entsteht ein magnetisches Drehfeld und der Motor hat etwa 80% seiner Drehstromleistung.

Einphasenwechselstrommotor mit Hilfswicklung (Kondensatormotor)

7.3. Einphasenwechselstrommotor mit Hilfswicklung (Kondensatormotor):



Durch den Kondensator kommt es zu einer Phasenverschiebung des Stromes in der Hilfswicklung gegenüber Hauptwicklungsstrom. Dadurch entsteht wieder ein Drehfeld.

Das Anzusegment ist umso größer, je größer C_b ist. Nachteil ist jedoch auch ein größerer Strom während des Betriebes.

Abhilfe: Trennung des Kondensators in einen Anlaufkondensator C_a , der bei Erreichen der Drehzahl weggeschaltet wird und einem Betriebskondensator C_b .