

Fahrzeugmechatronik I

Aktoren



Prof. Dr.-Ing. Steffen Müller

M. Sc. Osama Al-Saidi

Fachgebiet Kraftfahrzeuge • Technische Universität Berlin

Asynchronmaschine

Allgemein

1885: Erfindung des Drehfeldes und der mehrsträngigen Wicklung durch den Italiener Galileo Ferraris und den Jugoslawen Nicola Tesla.

1889: Michael von Dolivo Dobrowolsky, Mitarbeiter der AEG erbaut den ersten dreisträngigen Asynchronmotor mit Käfigläufer.
(ca. 25 Jahre nach dem Gleichstrommotor von Siemens).

80% aller elektrischen Maschinen sind heute Asynchronmaschinen.
95% davon besitzen sogenannte Käfigläufer.

Vorteile:

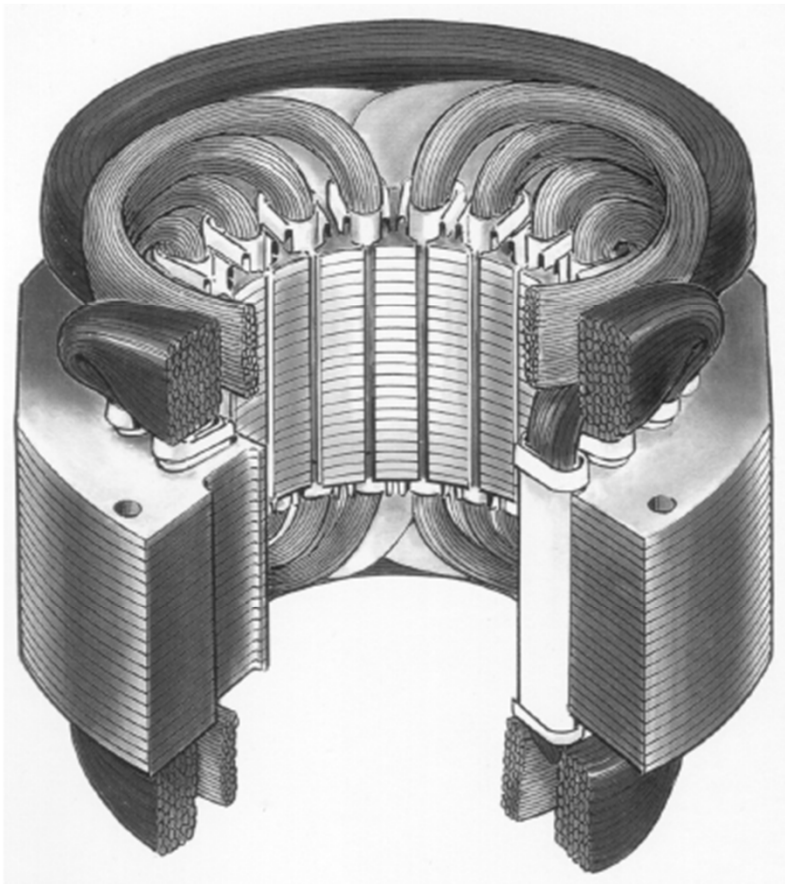
- Einfacher und robuster Aufbau,
- sehr preiswert wegen weitgehender Normung,
- kein Bürstenverschleiß

Nachteile:

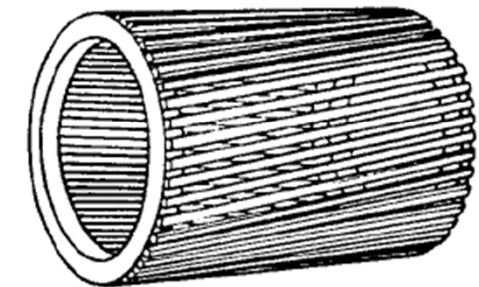
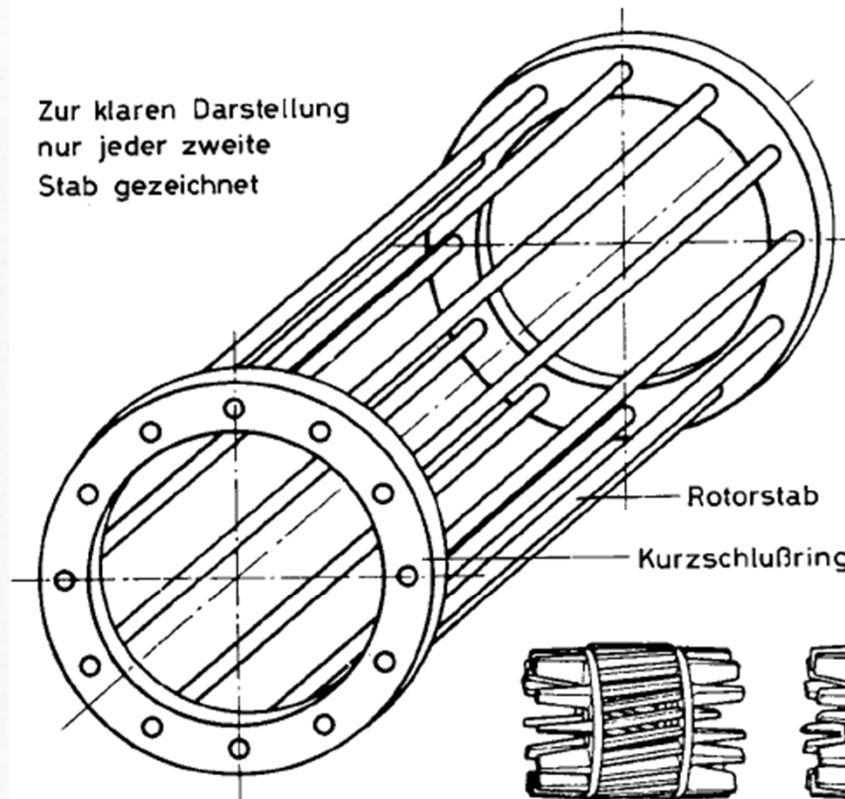
- Drehzahl an Netzfrequenz gebunden und lastabhängig (gilt auch für GM)
(Drehzahlregelung notwendig)
- mäßiger bis schlechter Wirkungsgrad im Vergleich zur GM.

Asynchronmaschine

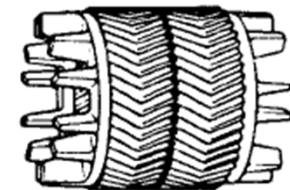
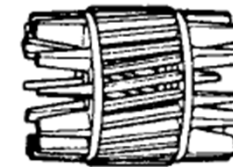
Bauarten – Käfig- bzw. Kurzschlussläufer



Zur klaren Darstellung
nur jeder zweite
Stab gezeichnet



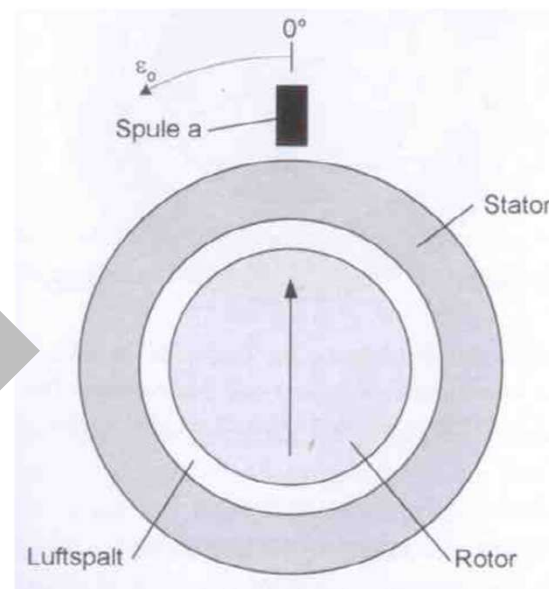
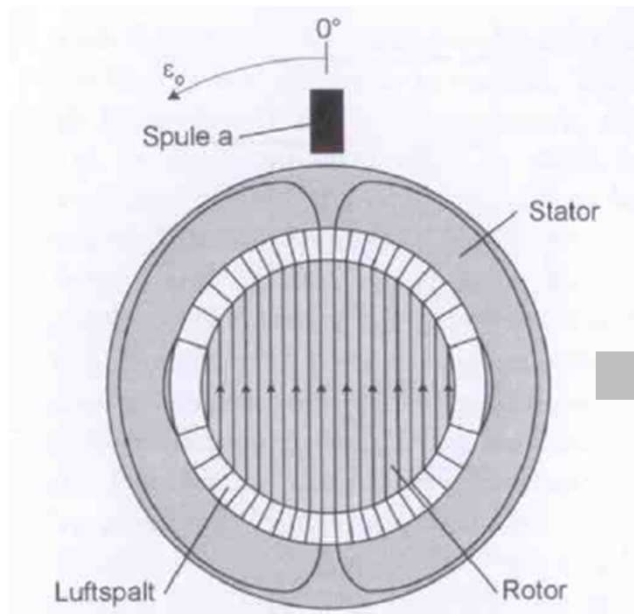
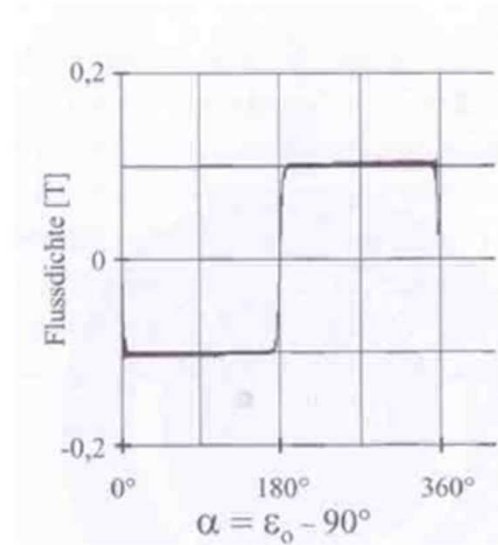
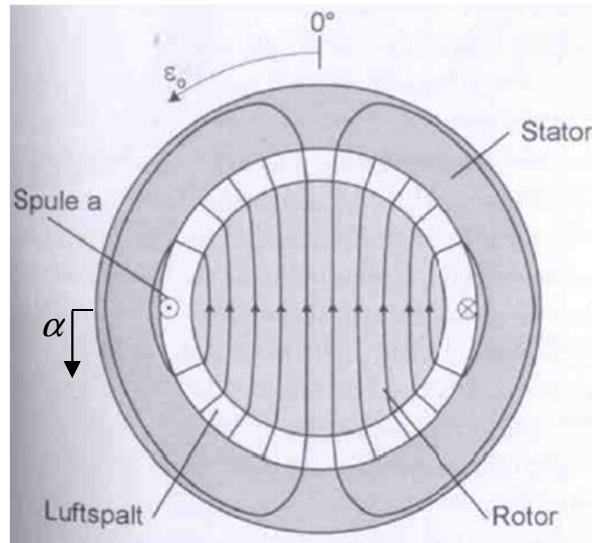
Hartgelöteter oder geschweißter
Kupferkäfig



Aluminium – Druckgußkäfige

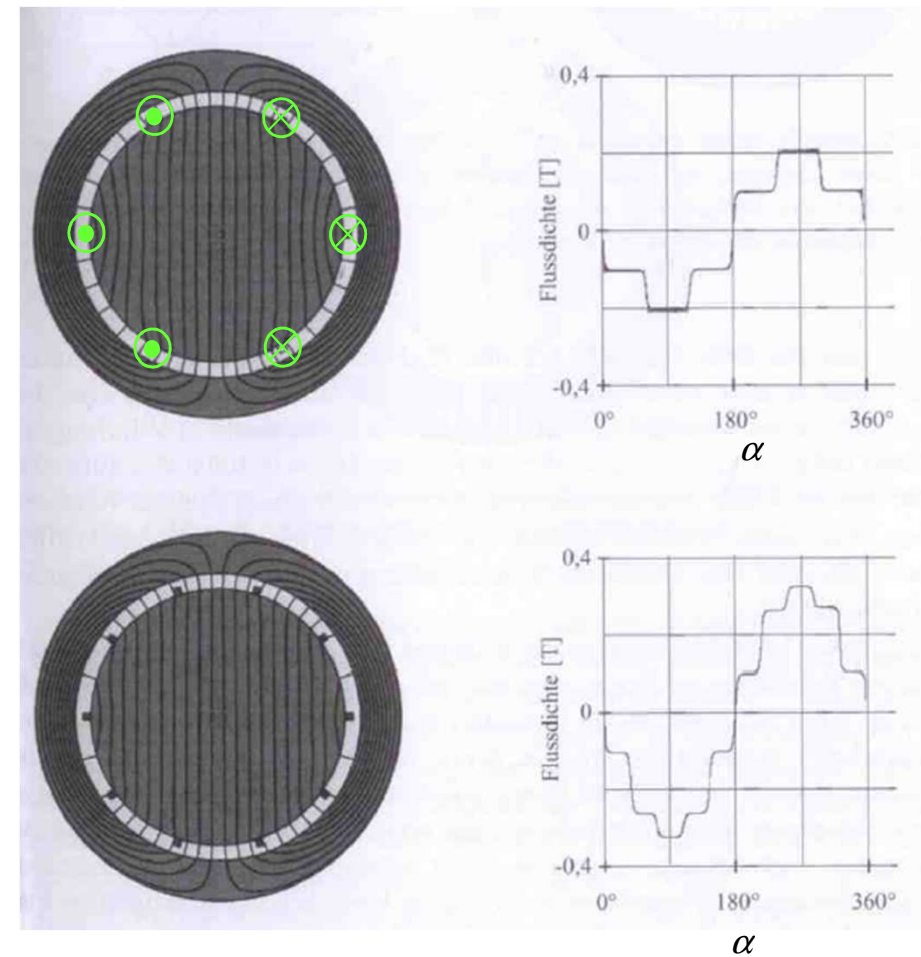
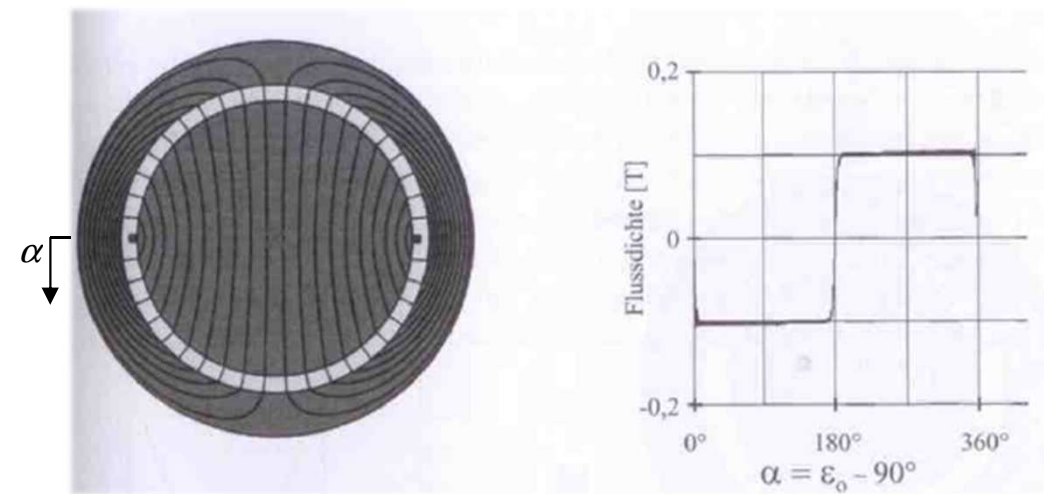
Asynchronmaschine

B-Feld bei konstantem Spulenstrom



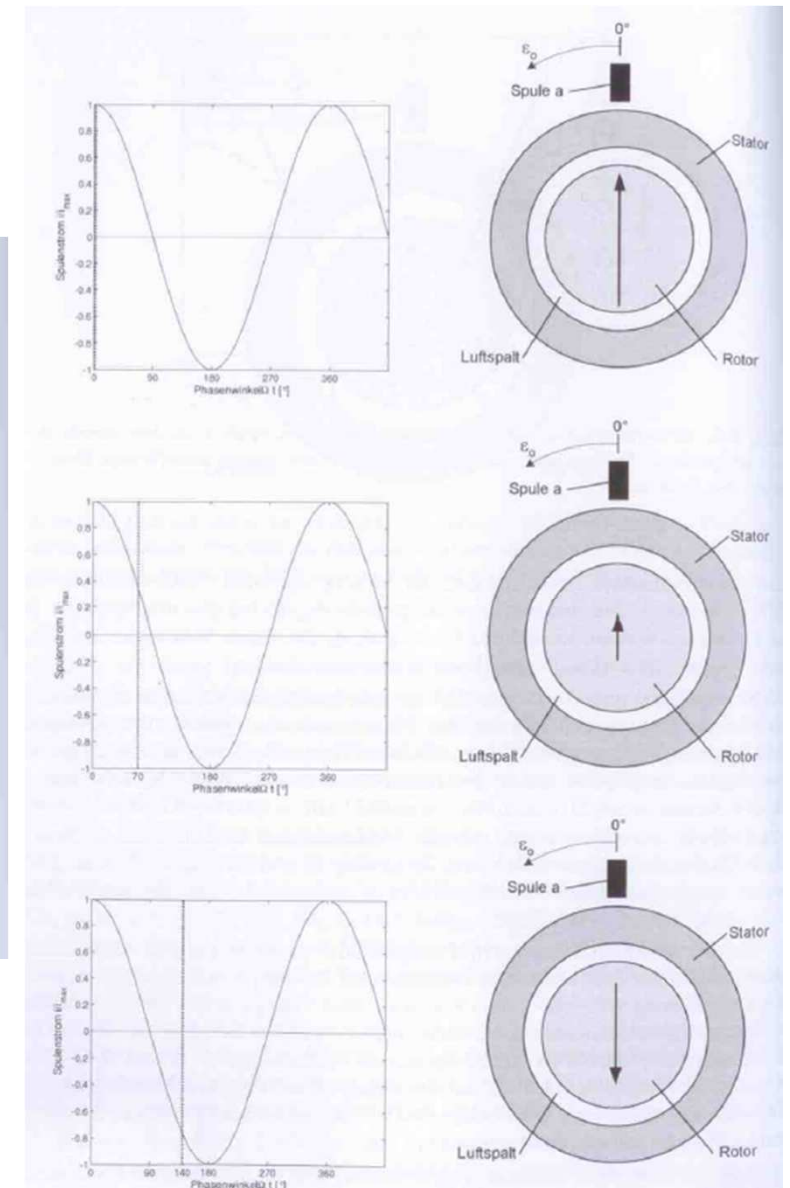
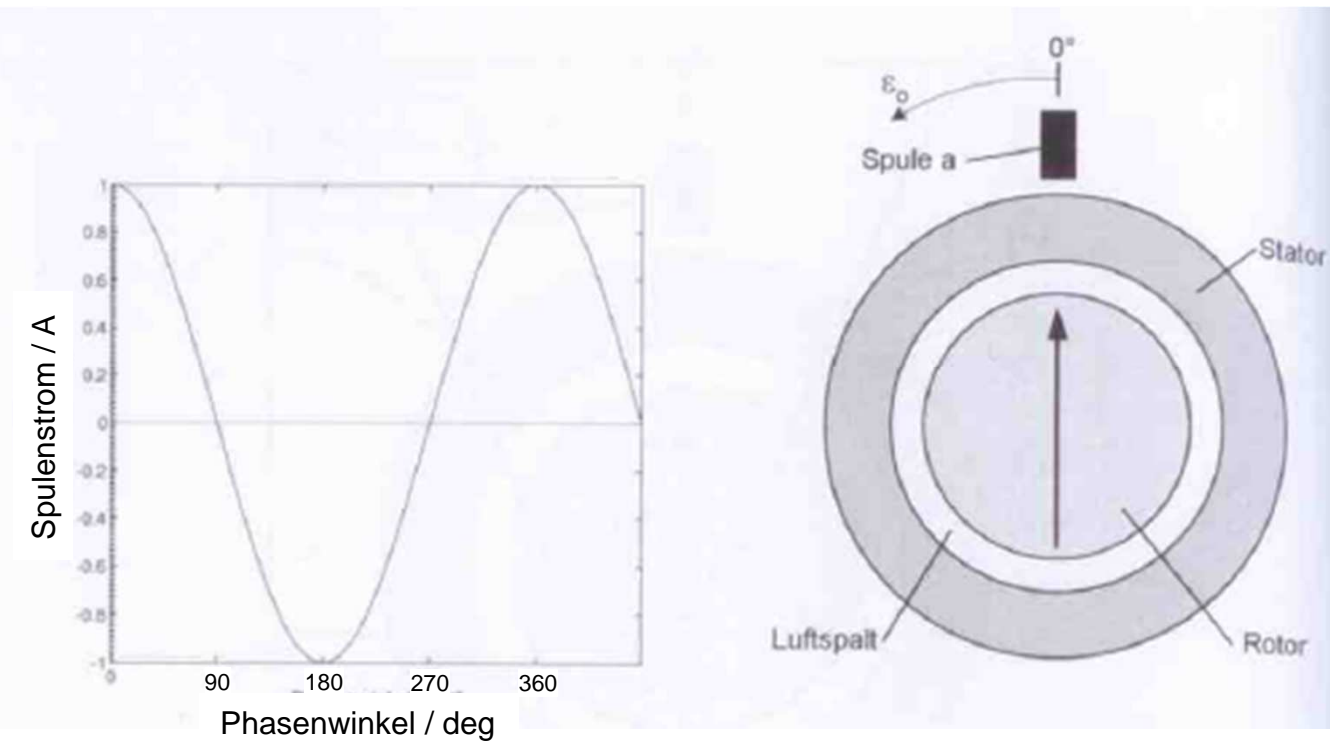
Asynchronmaschine

B-Feld bei konstantem Spulenstrom – Über den Umfang verteilte Strangwicklung



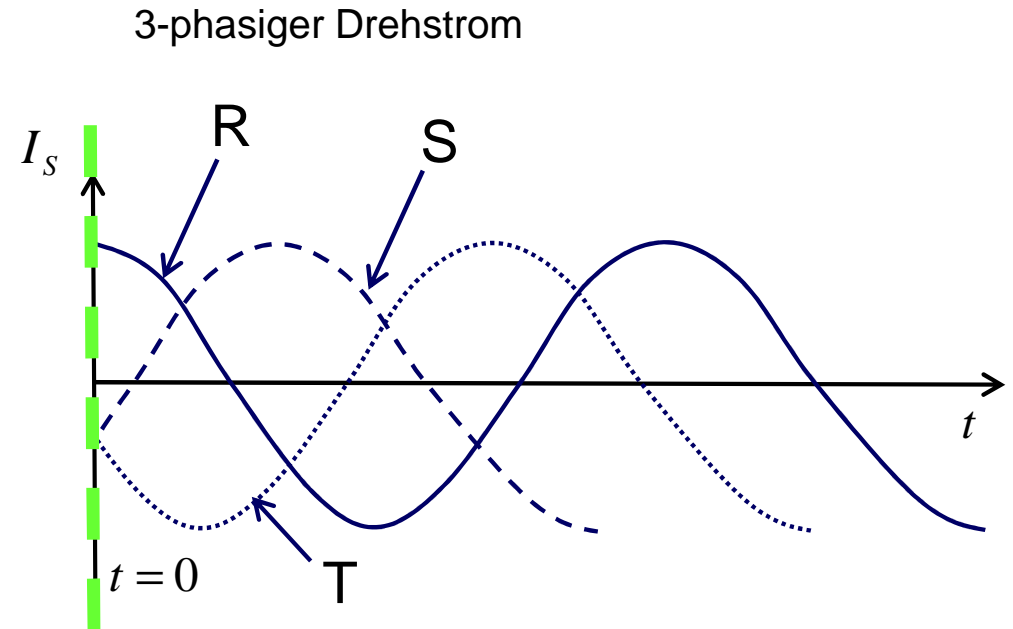
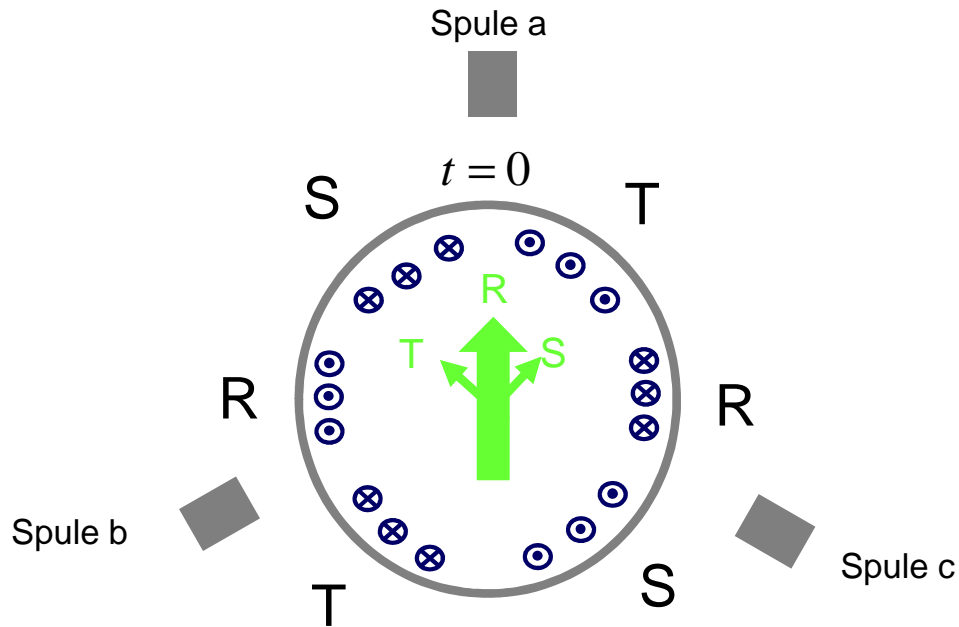
Asynchronmaschine

B-Feld bei harmonischem Spulenstrom



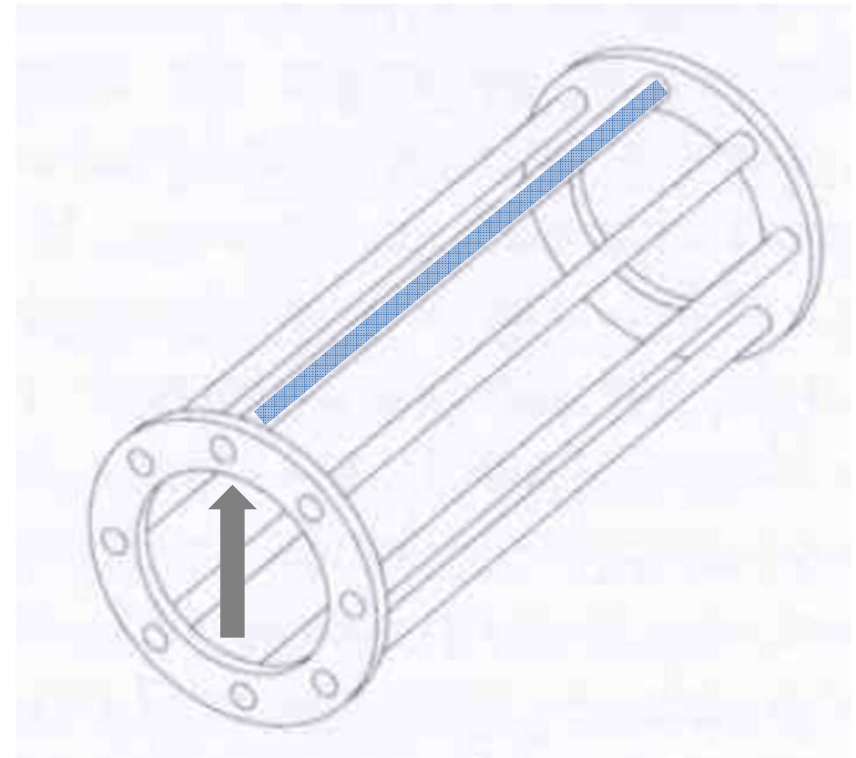
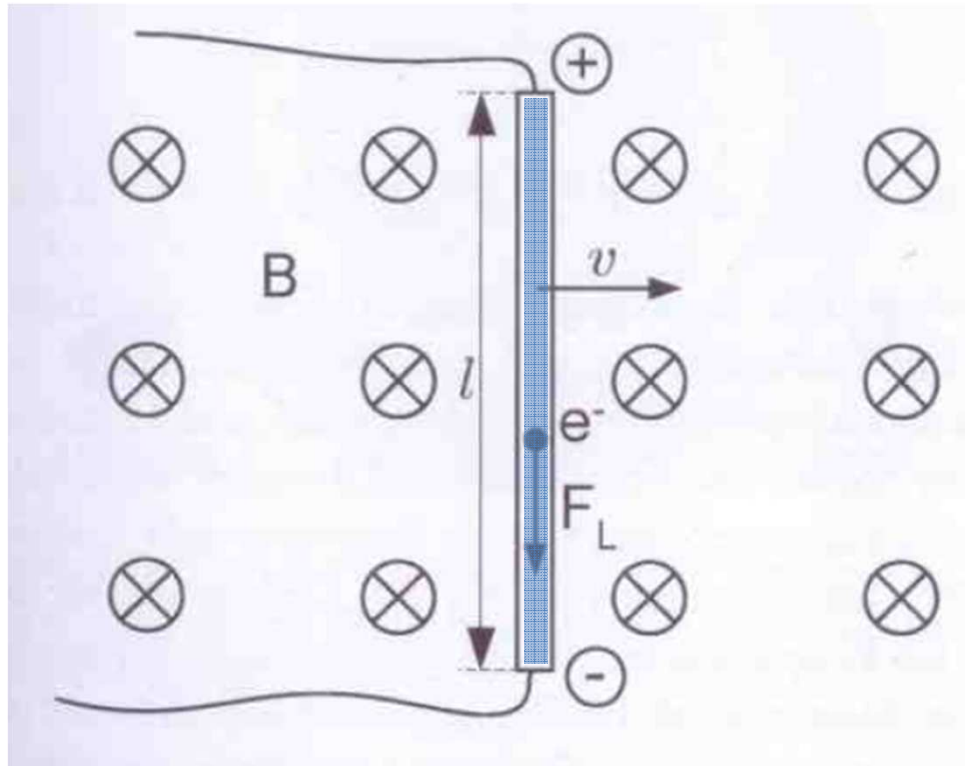
Asynchronmaschine

Erzeugung eines Drehfeldes durch den Stator



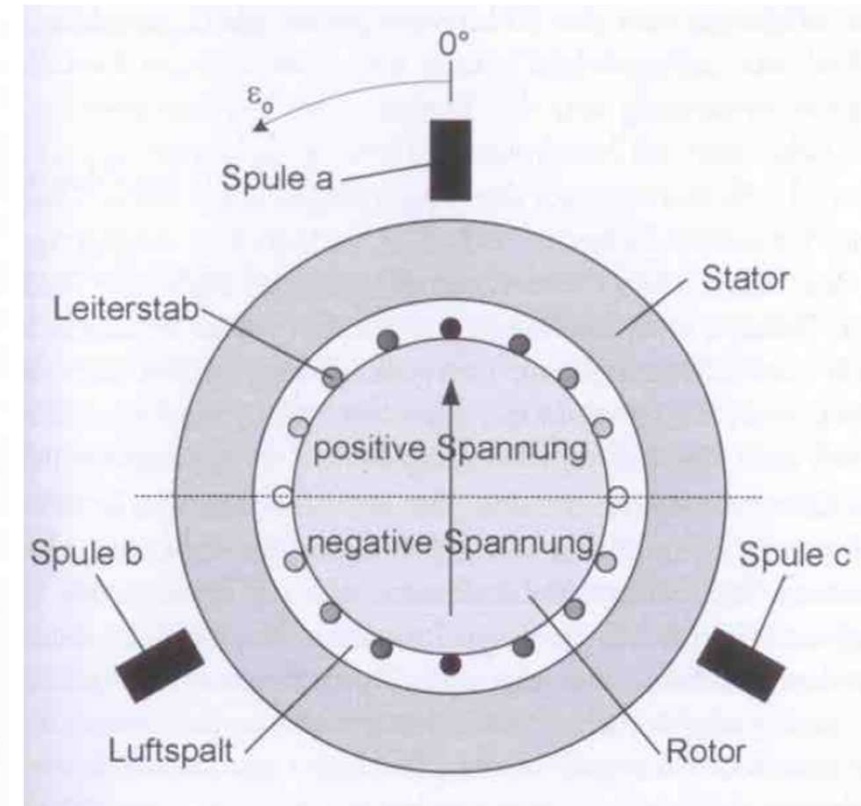
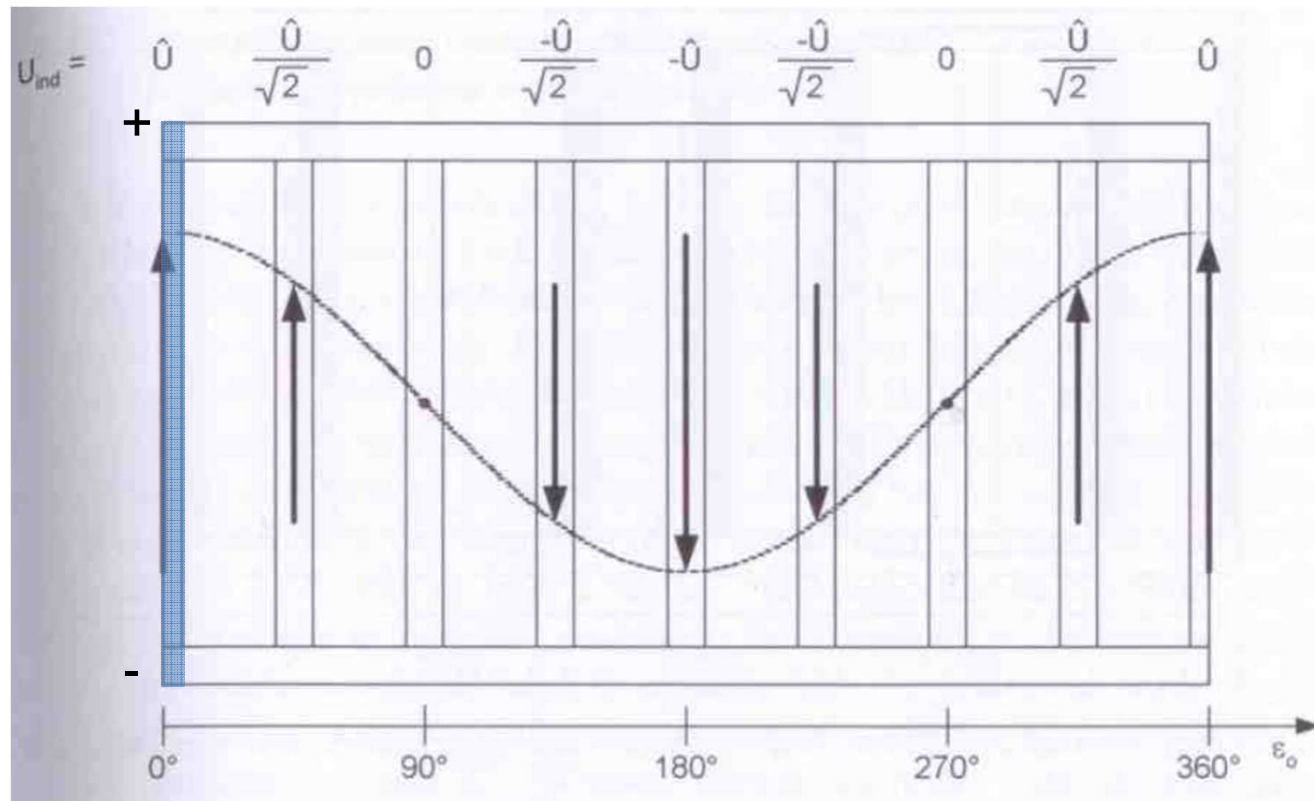
Asynchronmaschine

Spannungsinduktion im Käfig (Rotor)



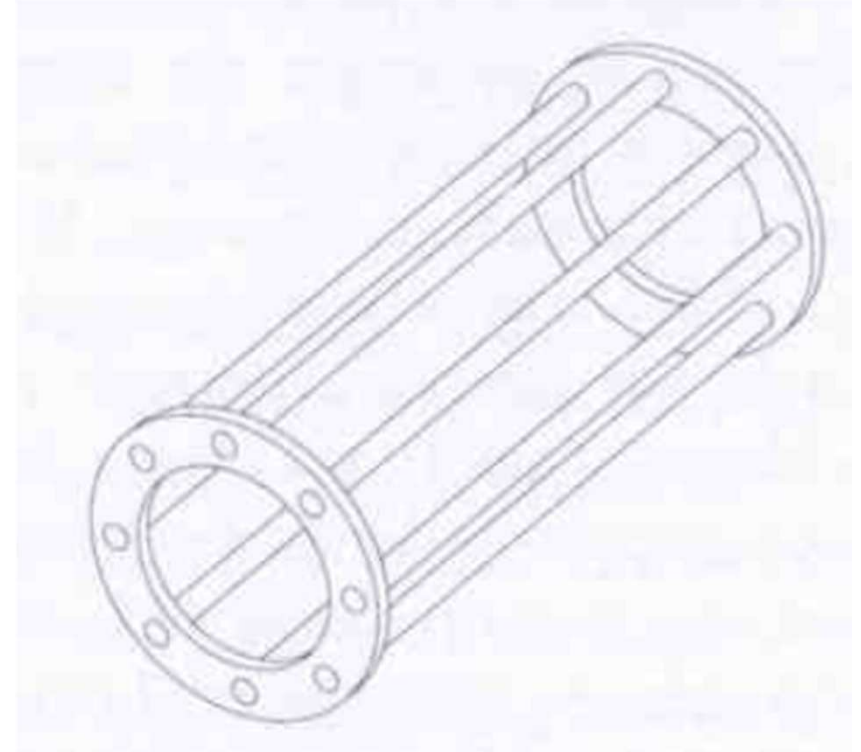
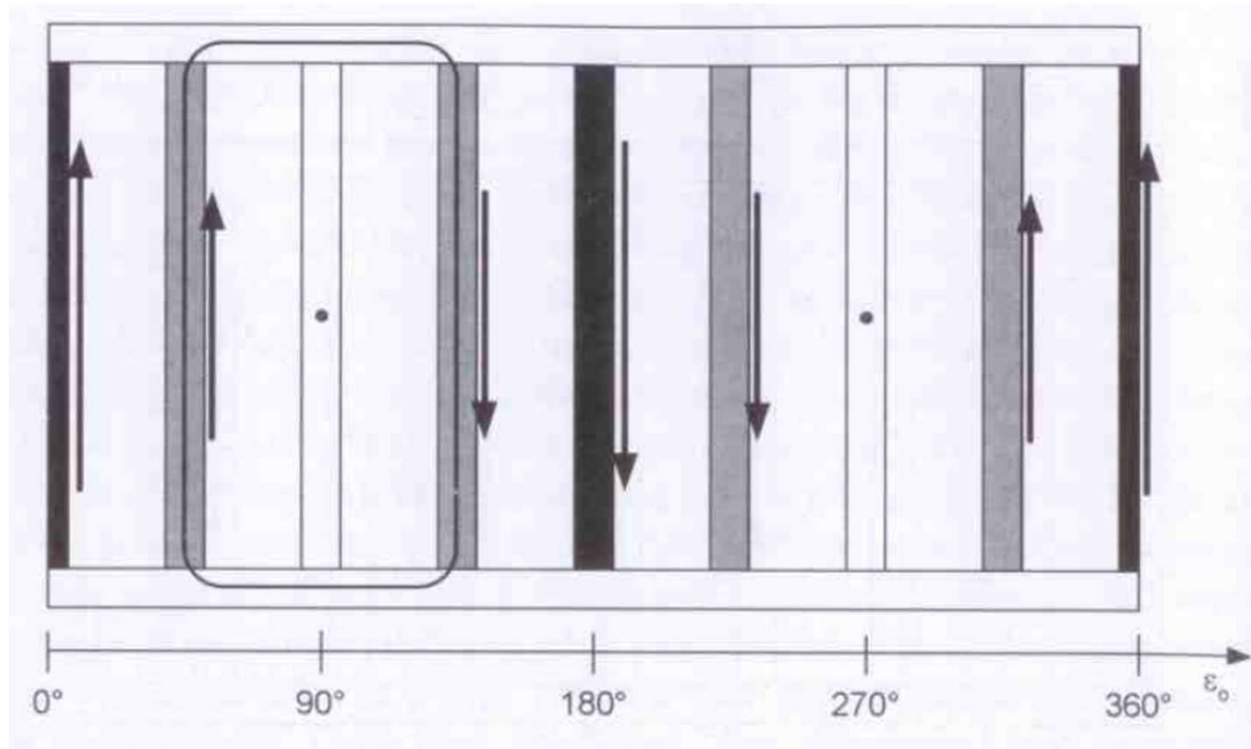
Asynchronmaschine

Spannungsinduktion im Käfig (Rotor)



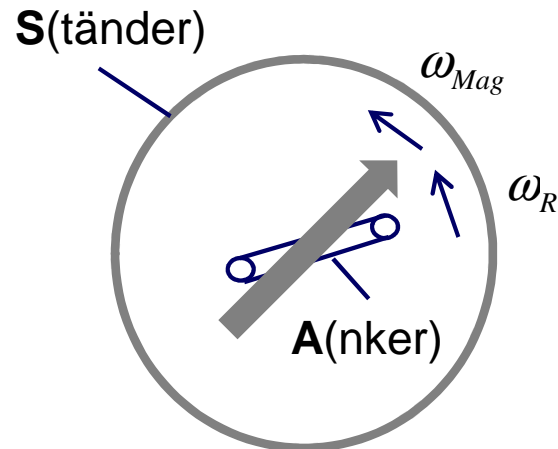
Asynchronmaschine

Stromfluss und Lorentzkraft im Käfig (Rotor)



Asynchronmaschine

Entstehung des Drehmomentes



$$\text{Schlupf } s = \frac{\omega_{Mag} - \omega_R}{\omega_{Mag}}$$

c - Maschinenkonstante

$n_{A/S}$ - Anzahl der Windungen

U_{S0} - Amplitude der Wechselspannung

Drehstrom erzeugt umlaufendes Magnetfeld



Relativgeschw. zwischen Rotor/Stator induziert Spannung in kurzgeschlossener Ankerspule (ohne Herleitung)

$$U_{A0} = c \frac{n_A}{n_S} U_{S0} s$$

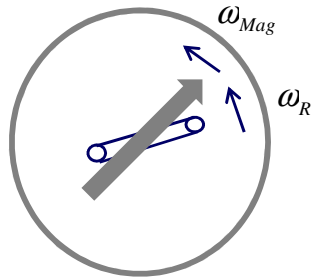


Induzierte Spannung erzeugt Lorenzkraft bzw. Drehmoment auf Anker

$$F_L = I l B$$

Asynchronmaschine

U_{A0} bei verschiedenen Betriebszuständen



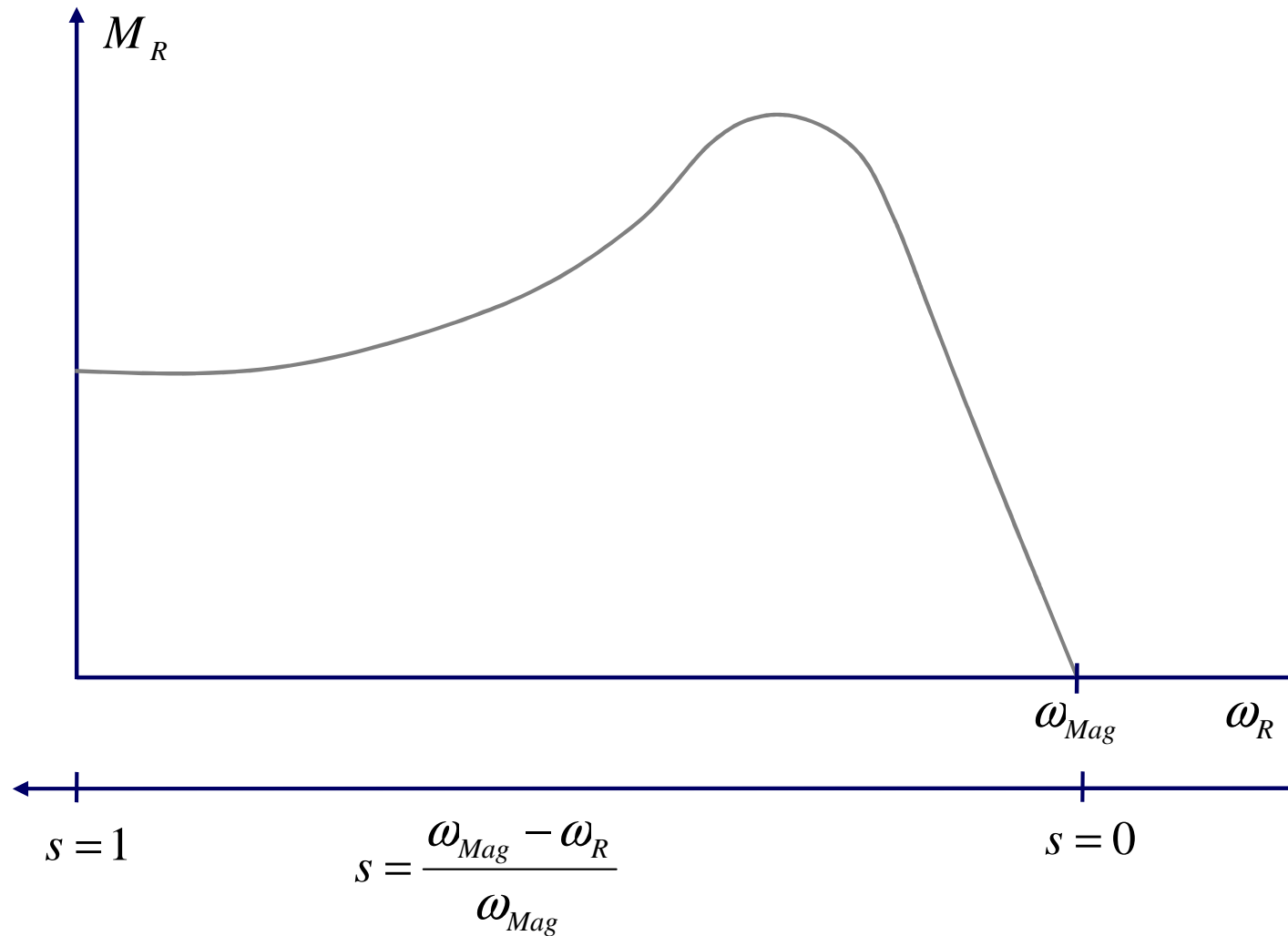
$\omega_{Mag} = const.$

Schlupf $s = \frac{\omega_{Mag} - \omega_R}{\omega_{Mag}}$

Leistungsform	ω_R	s	U_{A0}
Stillstand	$\omega_R = 0$		
Asynchroner Betrieb	$0 < \omega_R < \omega_{Mag}$		
Synchron-drehzahl	$\omega_R = \omega_{Mag}$		

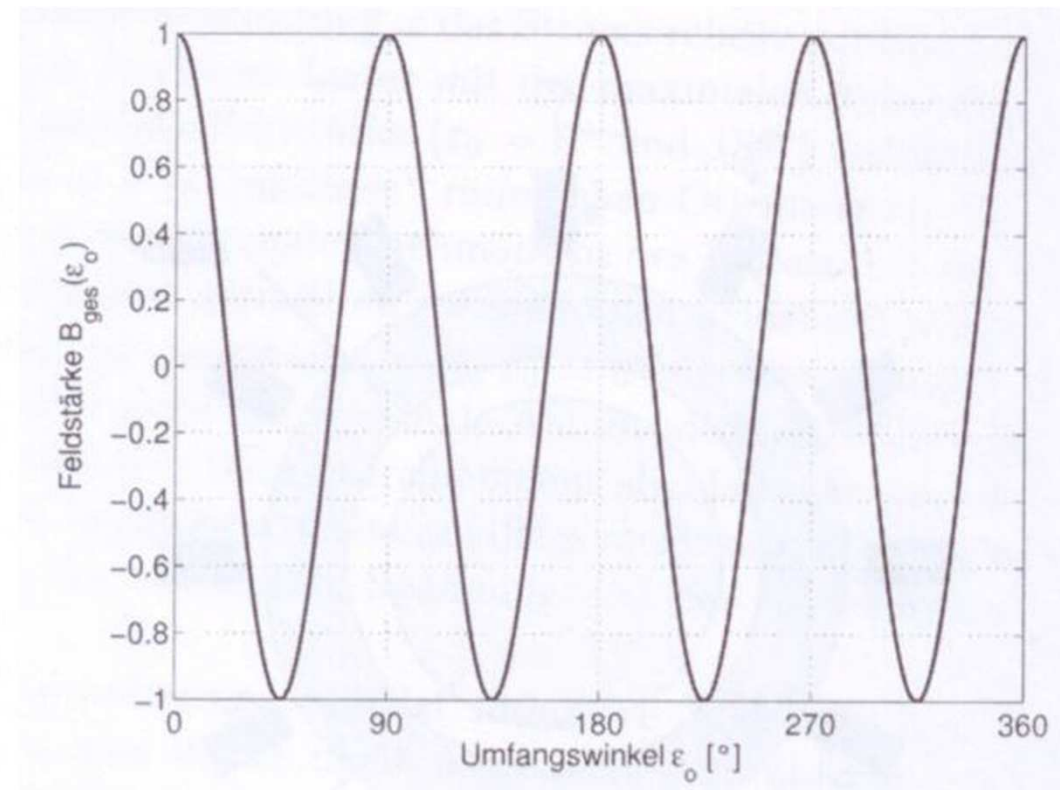
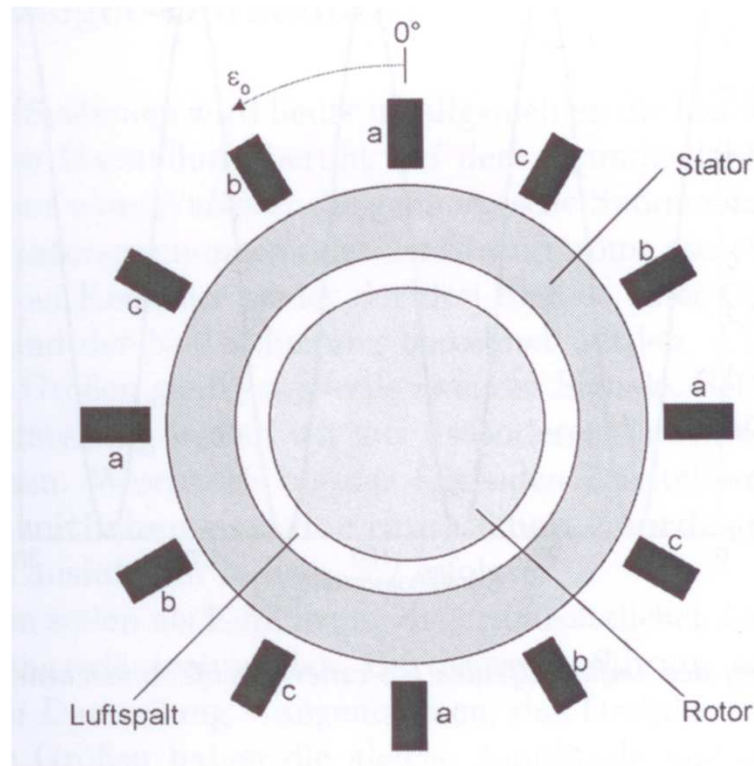
Asynchronmaschine

M- ω Kennlinie des Asynchronmotors



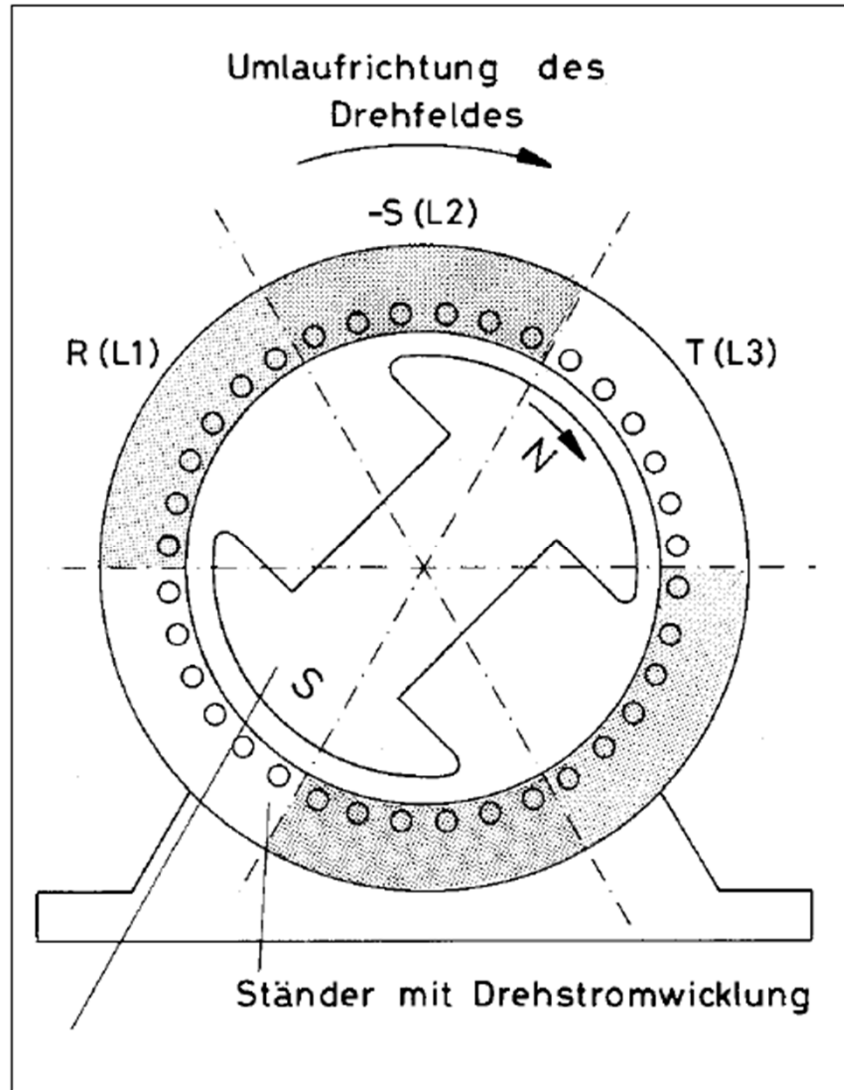
Asynchronmaschine

Einfluss der Polpaarzahl



Synchronmaschine (permanentterregt – BLDC)

Funktionsprinzip



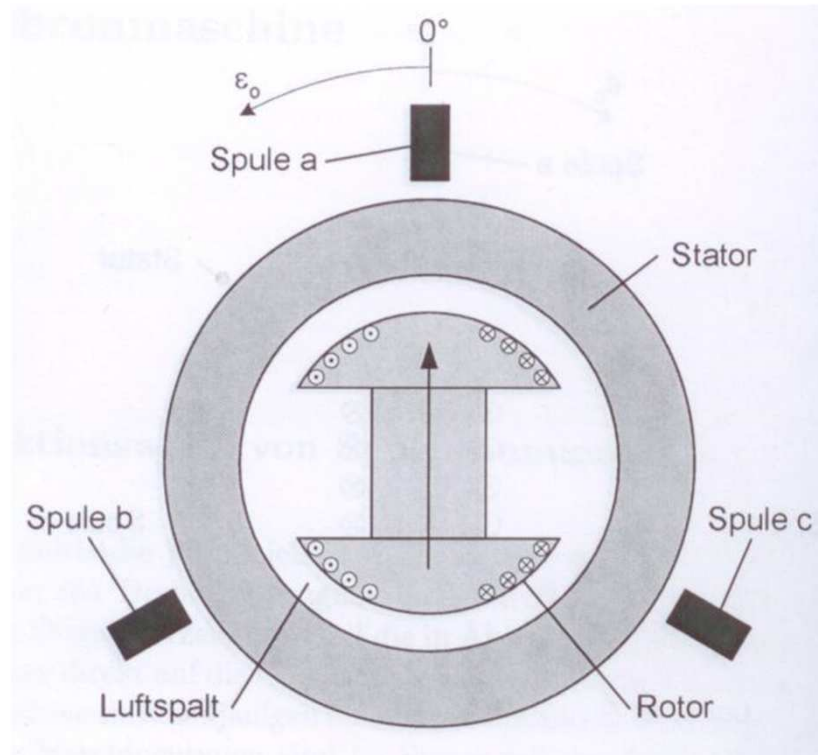
Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad
- geringes Massenträgheitsmoment
- wartungsarm

Nachteile:

- Magnetmaterial teuer
- hoher Regelaufwand

Synchronmaschine (permanentterregt – BLDC) Funktionsprinzip

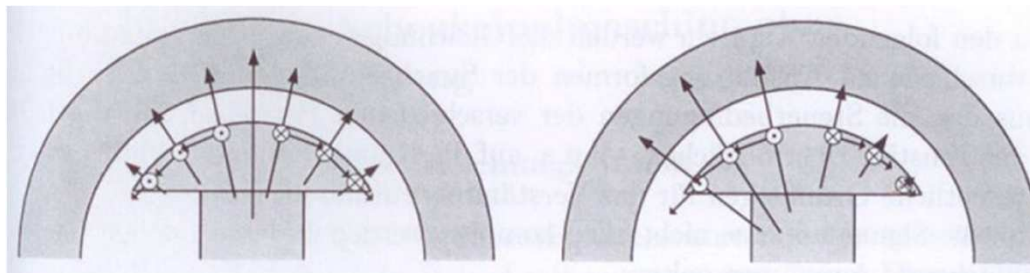


Rotormagnetfeld erzeugt
umlaufende Oberflächenströme
(Strombelag) auf den Köpfen
des Schenkelpolrotors



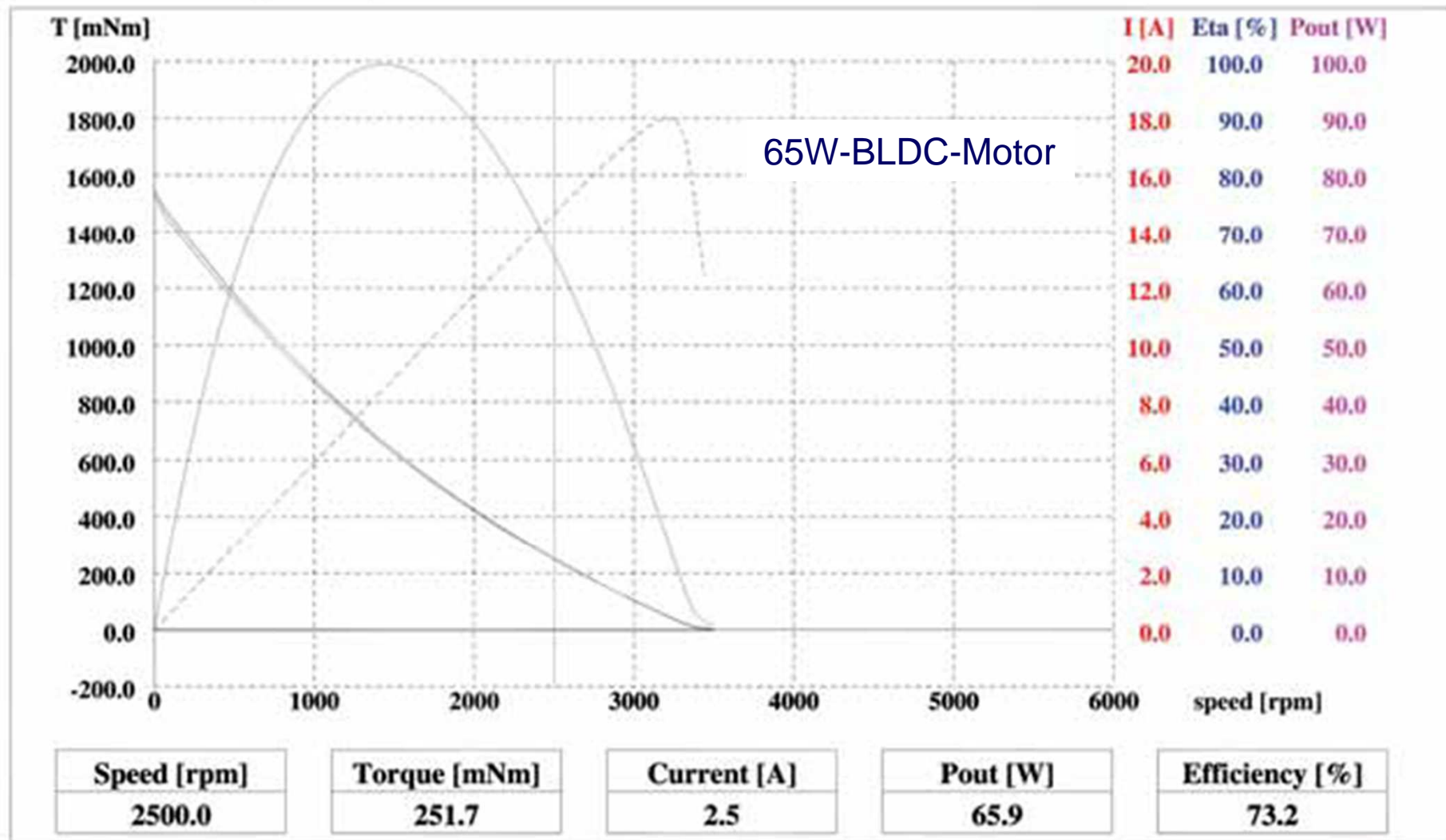
Strombelag und B-Feld des
Stators ergeben Lorentzkraft

- 0 bei 0° Differenz B-Feld
Stator-Rotor
- Maximal bei 90° Differenz



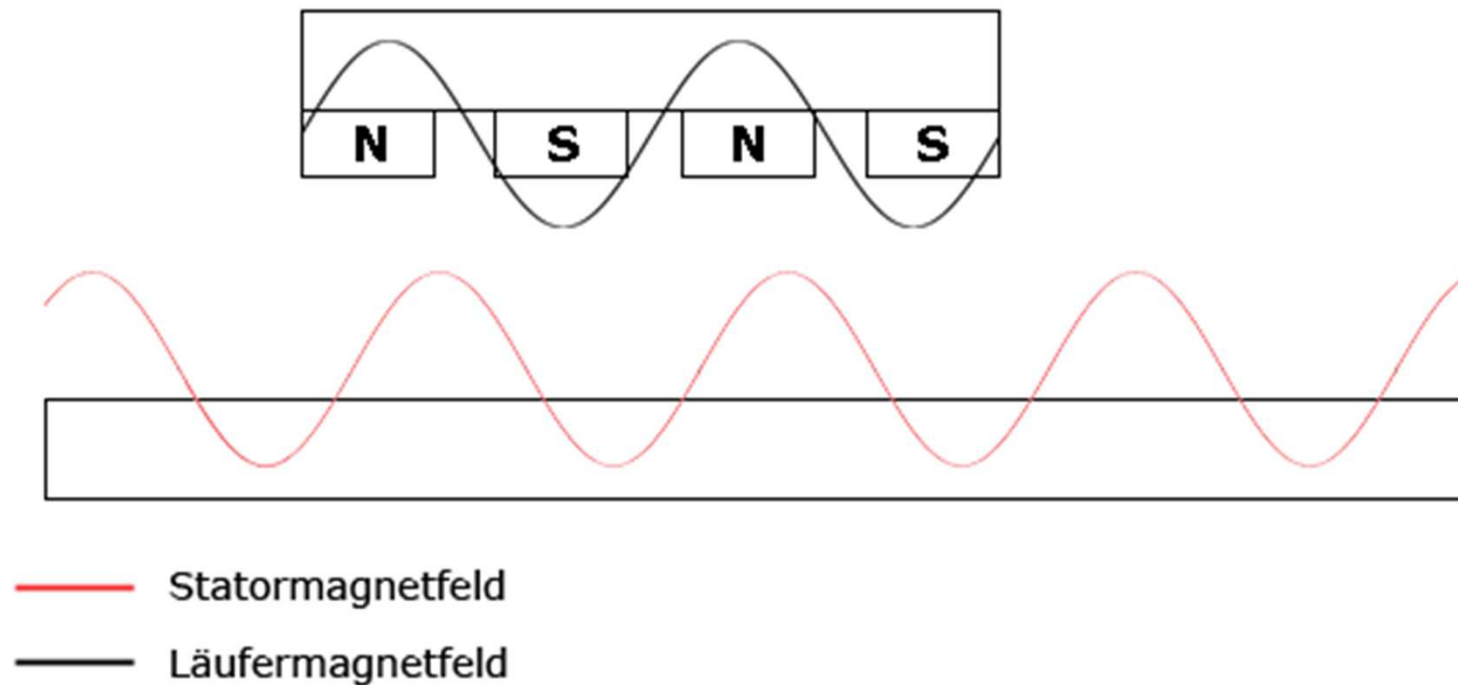
Synchronmaschine (permanentterregt – BLDC) Kennlinien

Torque / speed - characteristic



Synchronmaschine (permanentterregt – BLDC)

Funktionsprinzip (synchron)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!