

7. EMS-Übung

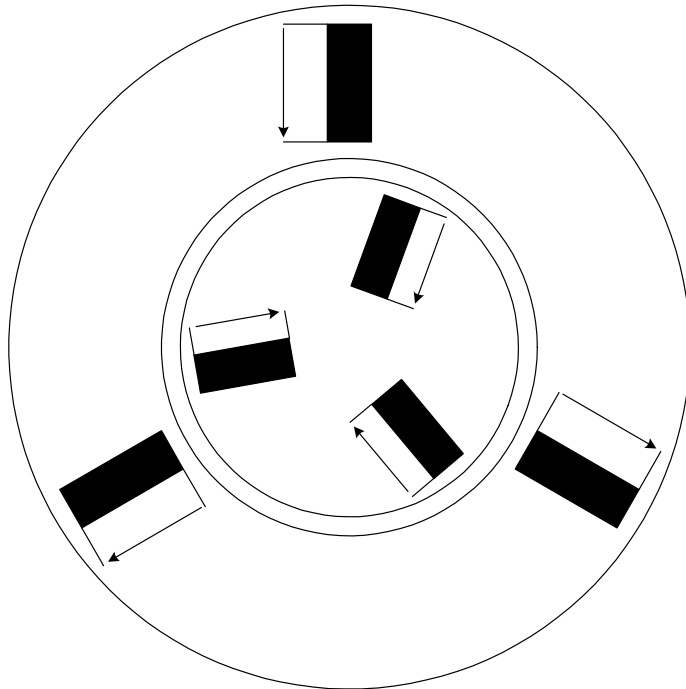
10.12.2010

Dipl.-Ing. Tobias Gemaßmer

Elektrotechnisches Institut (ETI)

Asynchronmaschine

Aufbau Asynchronmaschine



- Drehstromwicklung im Stator, wie bei der Synchronmaschine
- Drehstromwicklung auf dem Rotor beim Schleifringläufer
- oder Stäbe beim Kurzschlussläufer
- Generierung des Läufermagnetfelds durch das Statorfeld

Läufertypen



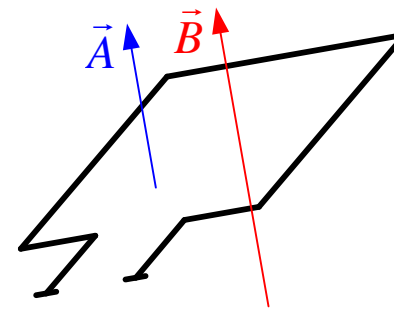
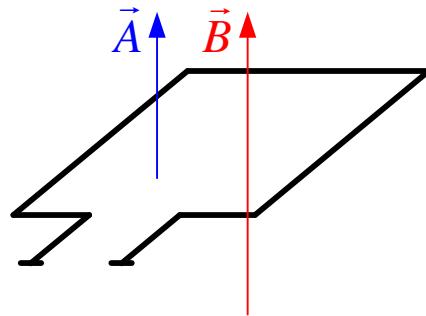
- Kurzschlussläufer

Schleifringläufer



Induzierte Spannungen in Rotorwicklung

- Rotierendes Magnetfeld durch Ständerwicklung

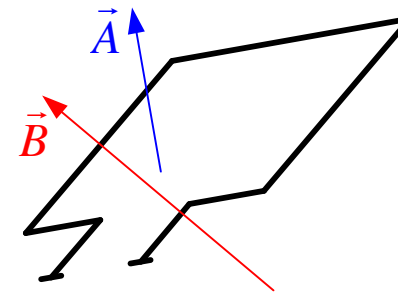
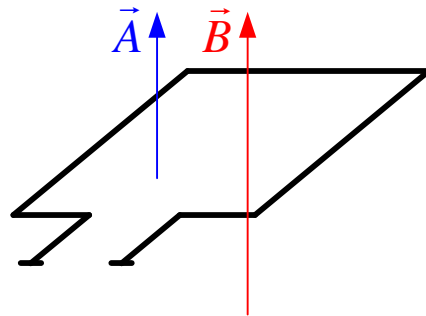


Synchronlauf:

Keine Änderung des Magnetfelds in Leiterschleife => keine induzierte Spannung => kein Strom => kein Drehmoment

Induzierte Spannungen in Rotorwicklung

- Rotierendes Magnetfeld durch Ständerwicklung



Asynchronlauf:

Flussänderung in Leiterschleife => induzierte Spannung => Stromfluss => Drehmoment

Rotorfrequenz

- Im asynchronen Betrieb wird im Rotor ein Drehspannungssystem induziert mit der Frequenz:

$$f_R = f_S - pn$$

- Die im Rotor induzierte Spannung treibt einen Strom durch die Rotorwicklung der zur Bildung des Drehmoments an der Welle führt.

Schlupf

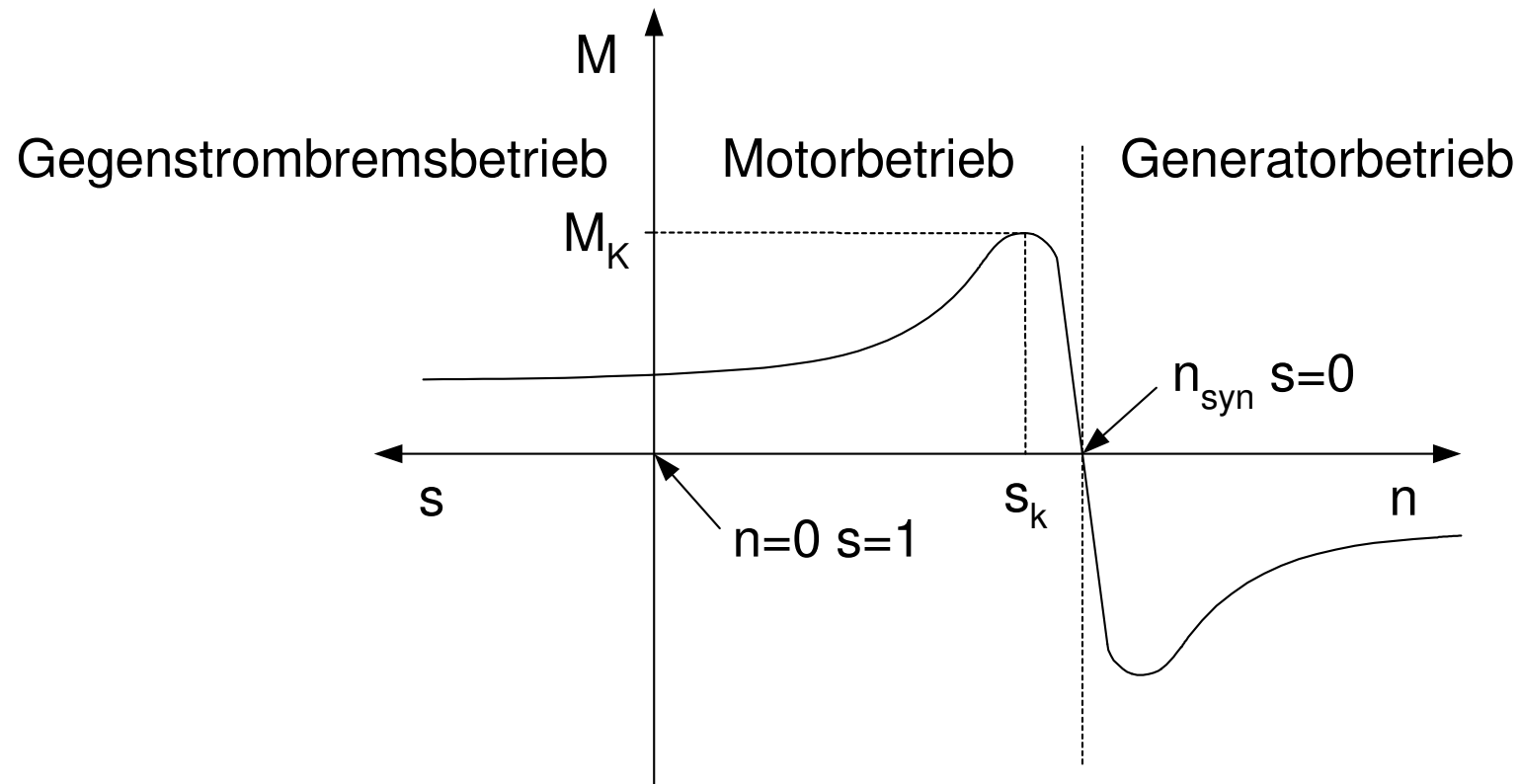
- Bezieht man f_R auf die Frequenz des Ständerfelds f_S erhält man den Schlupf s :

$$s = \frac{f_R}{f_S}$$

- Dieser kann auch über die Drehzahl ausgedrückt werden:

$$s = \frac{n_{syn} - n}{n_{syn}} \quad \text{mit} \quad n_{syn} = \frac{f_S}{p}$$

Kennlinie



Typische Kennlinie einer Asynchronmaschine

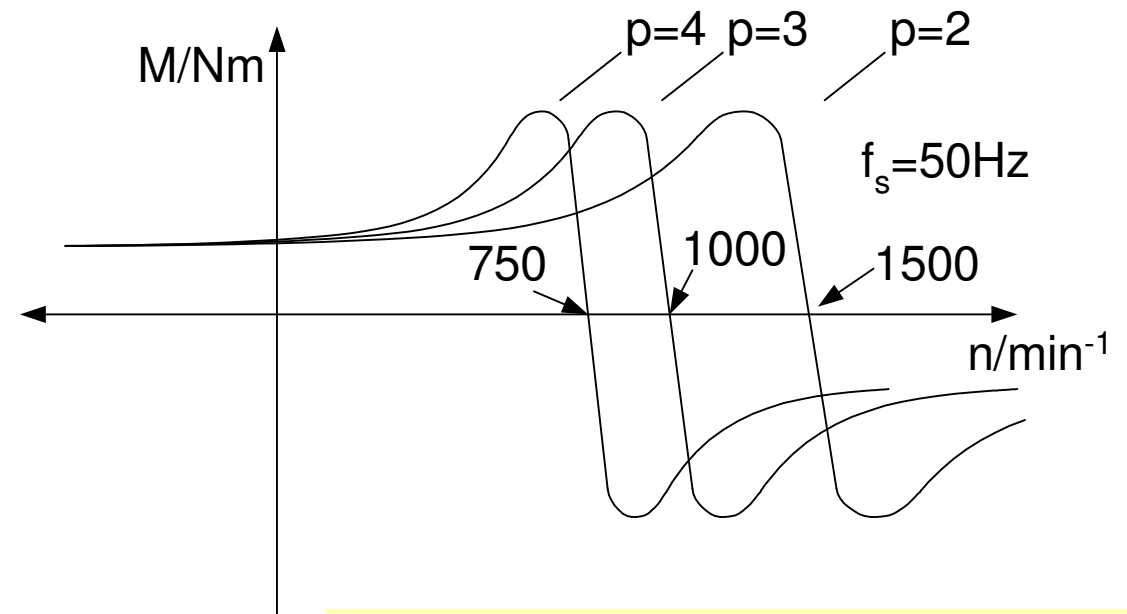
Kloss'sche Formel

- Der Verlauf der Kennlinie wird beschrieben durch die Kloss'sche Formel:

$$\frac{M_i}{M_k} = \frac{2}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}$$

Drehzahlverstellung: Polumschaltung

- Polumschaltung:
- Verschieben des synchronen Punktes
- Gleiches Kipp- und Anfahrmoment (ideal)
- Grobe Abstufung
- Aufwendige Wicklung



Anwendung:

Werkzeugmaschinen

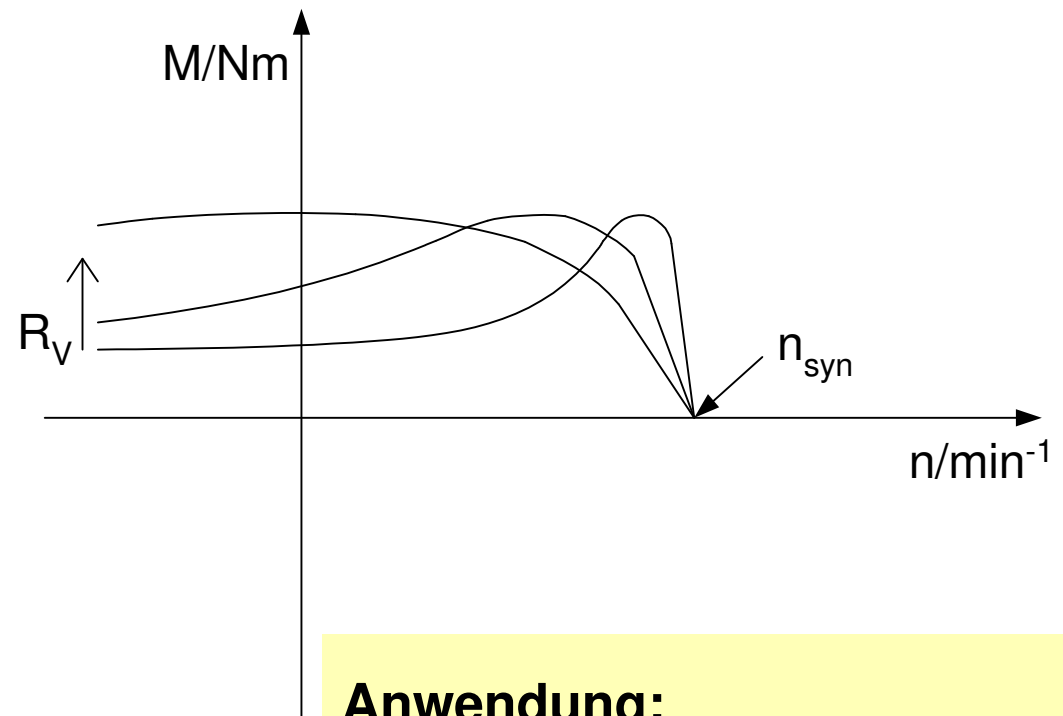
Windkraftanlagen

Läuferwiderstand

- Scheren der Kennlinie um synchronen Punkt

$$\frac{s'}{s} = \frac{R_R + R_V}{R_R}$$

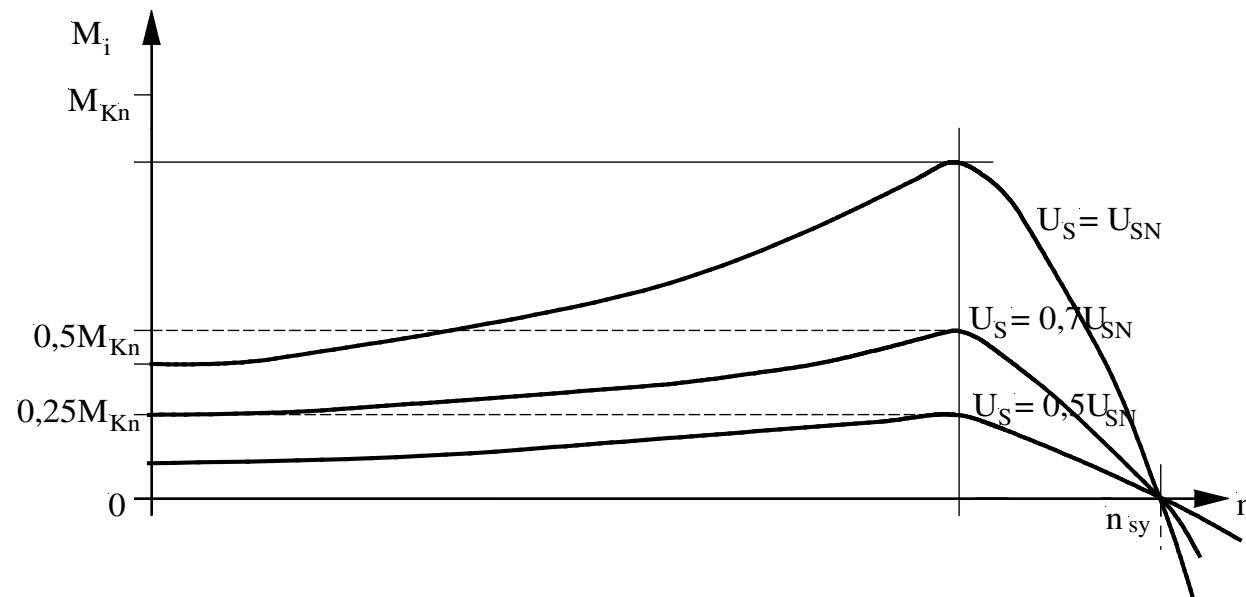
- + Feine Stufung möglich
- + Einfaches Verfahren
- Hohe Verluste
- Schleifringläufer erforderlich



Anwendung:
Steinmühlen

Drehzahlverstellung

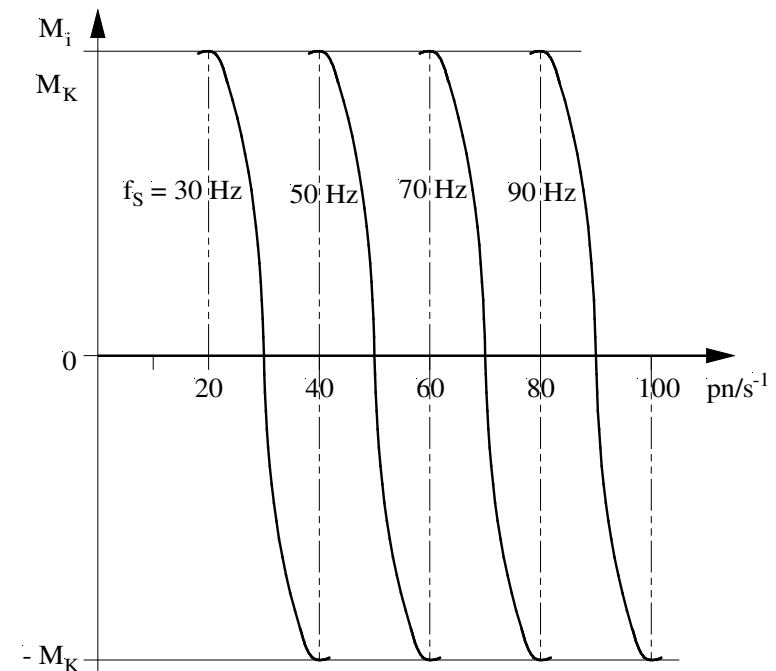
- Verringerung der Statorspannung
 - Drehmoment fällt mit dem Quadrat der Spannung



Anwendung:
Lüfter

Drehzahlverstellung

- Umrichterspeisung der Maschine (Spannung-Frequenz-Steuerung)
- Drehspannungssystem in Amplitude und Frequenz steuerbar
- Verschieben der Kennlinie auf der Drehzahlachse
- + Geringe Verluste
- + stufenlos verstellbar
- hoher Aufwand



Leistungsaufteilung (Motor)

- Die el. zugeführte Wirkleistung ist die Statorleistung P_S

$$P_S = 3U_S I_S \cos \varphi$$

- Die Drehfeldleistung P_D , ist die vom Stator auf den Rotor übertragene Leistung

$$P_D = P_S - P_{VS} = P_S - 3R_S I_S^2 = M_i \Omega_{syn}$$

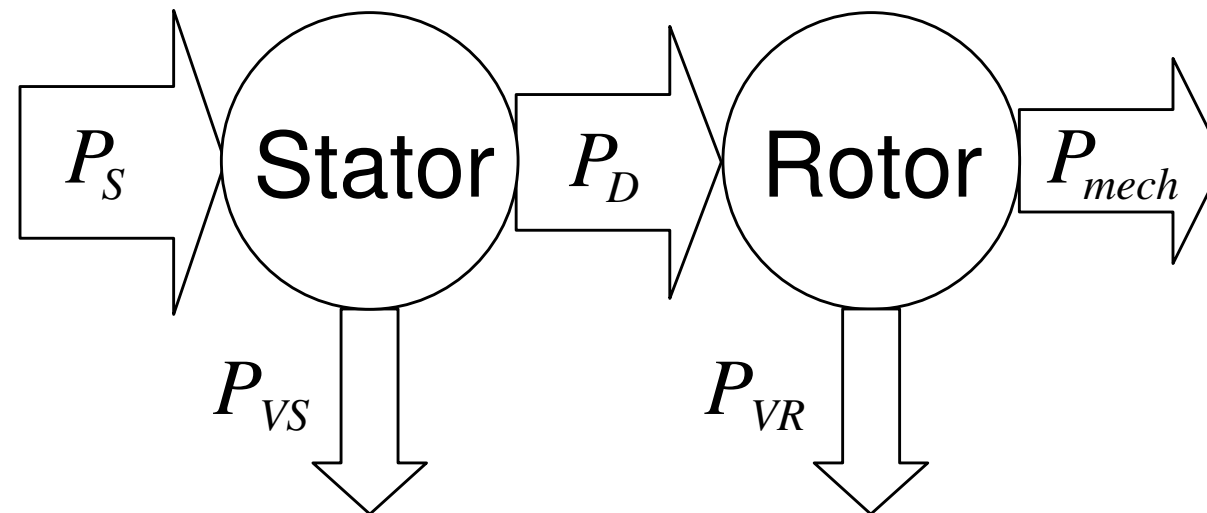
- Im Rotor fallen die vom Schlupf abhängigen Verluste P_{VR} an

$$P_{VR} = sP_D = 3R'_R I_R'^2$$

- An der Welle liegt die mechanische Leistung P_{mech} an

$$P_{mech} = P_D - P_{VR}$$

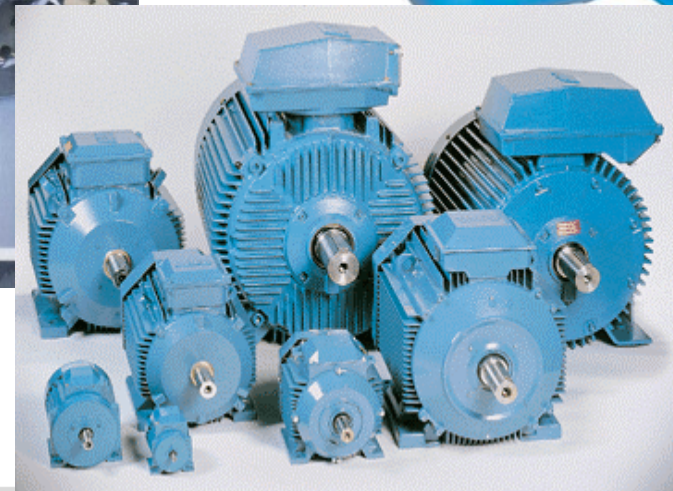
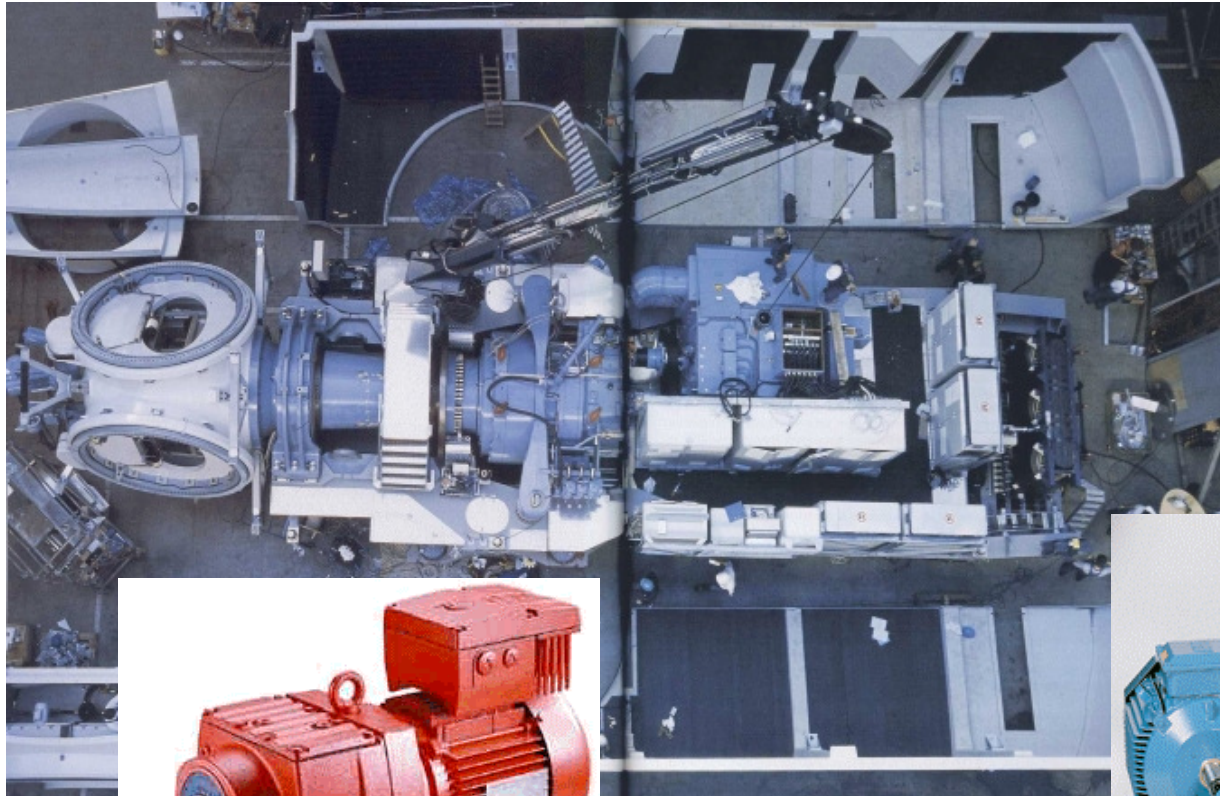
Leistungsaufteilung (Motor ohne Reibungsverluste)



$$P_S = 3U_S I_S \cos \varphi \quad P_D = P_S - P_{VS} = P_S - 3R_S I_S^2 = M_i \Omega_{syn}$$

$$P_{VR} = sP_D = 3R'_R I_R'^2 \quad P_{mech} = P_D - P_{VR} = (1-s)P_D = M_i \Omega$$

Anwendungen



Die nächsten Übungen
am 16.12.2010 und 23.12.2010 finden
im EAS Hörsaal des ETI (Geb. 11.10) statt.