

# Grundlagen der Elektrotechnik



## Drehstrom- und Synchron- Maschinen

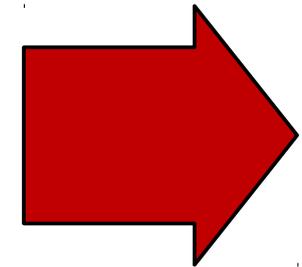
TH-Köln 2020

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

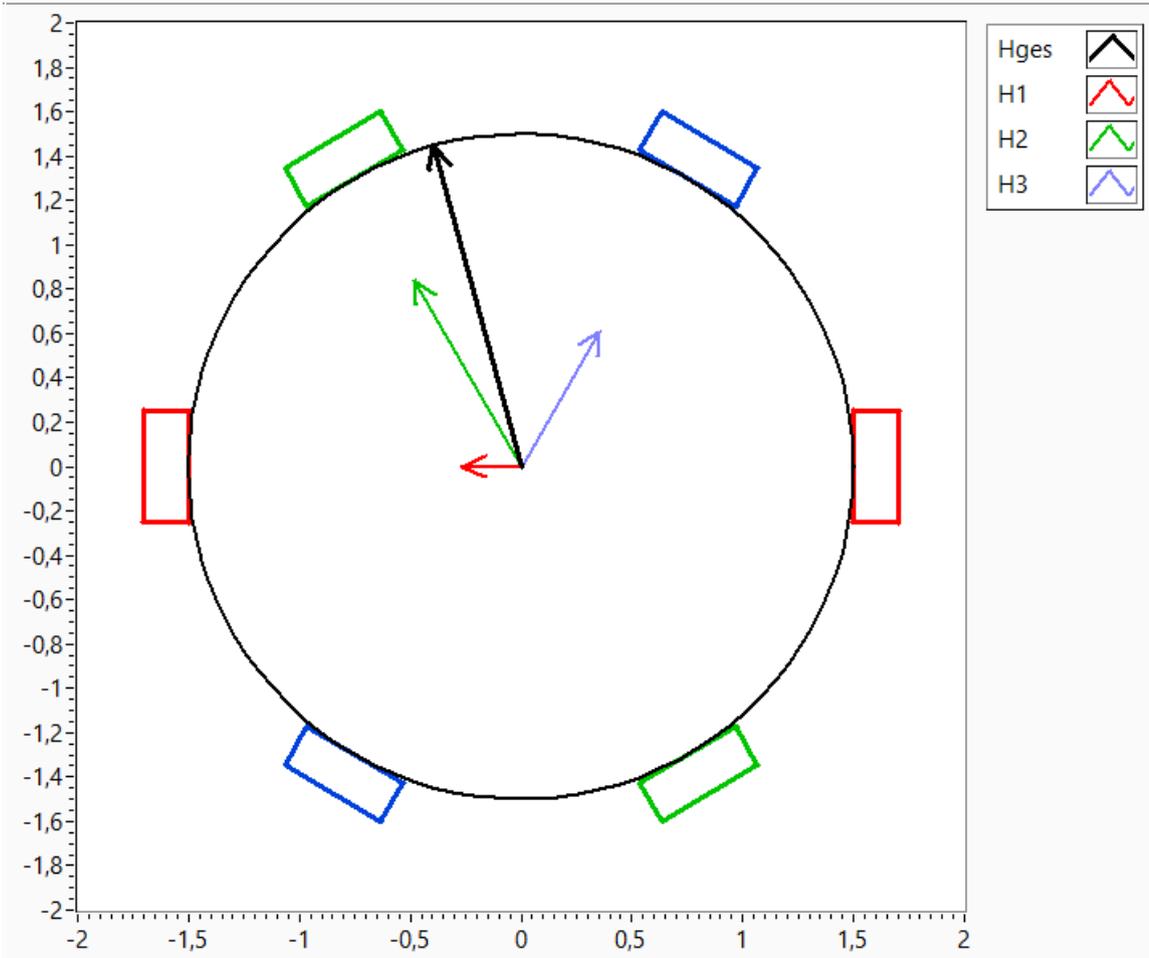
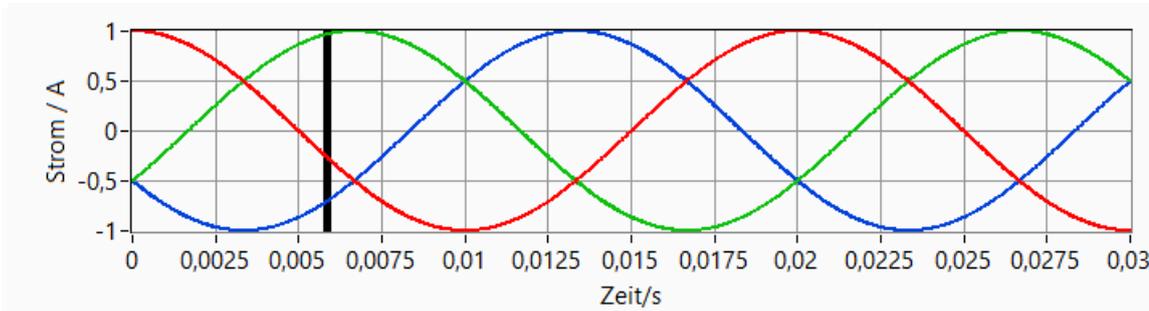
# Drehstrom- und Synchron-Maschinen

- Drehstrommaschinen
  - Drehfeld mit konstanter Amplitude
  - Wechselrichterantrieb
  - Anlaufstrom, Stern-Dreiecks-Schaltung
- Synchronmaschine
  - Motor und Generator
  - Typen magnetischer Erregung
  - Beispiel-Fotos

# Drehstrom-Maschinen



# Drehfeld



■ Überlagerung örtlich fester Wechselfelder:

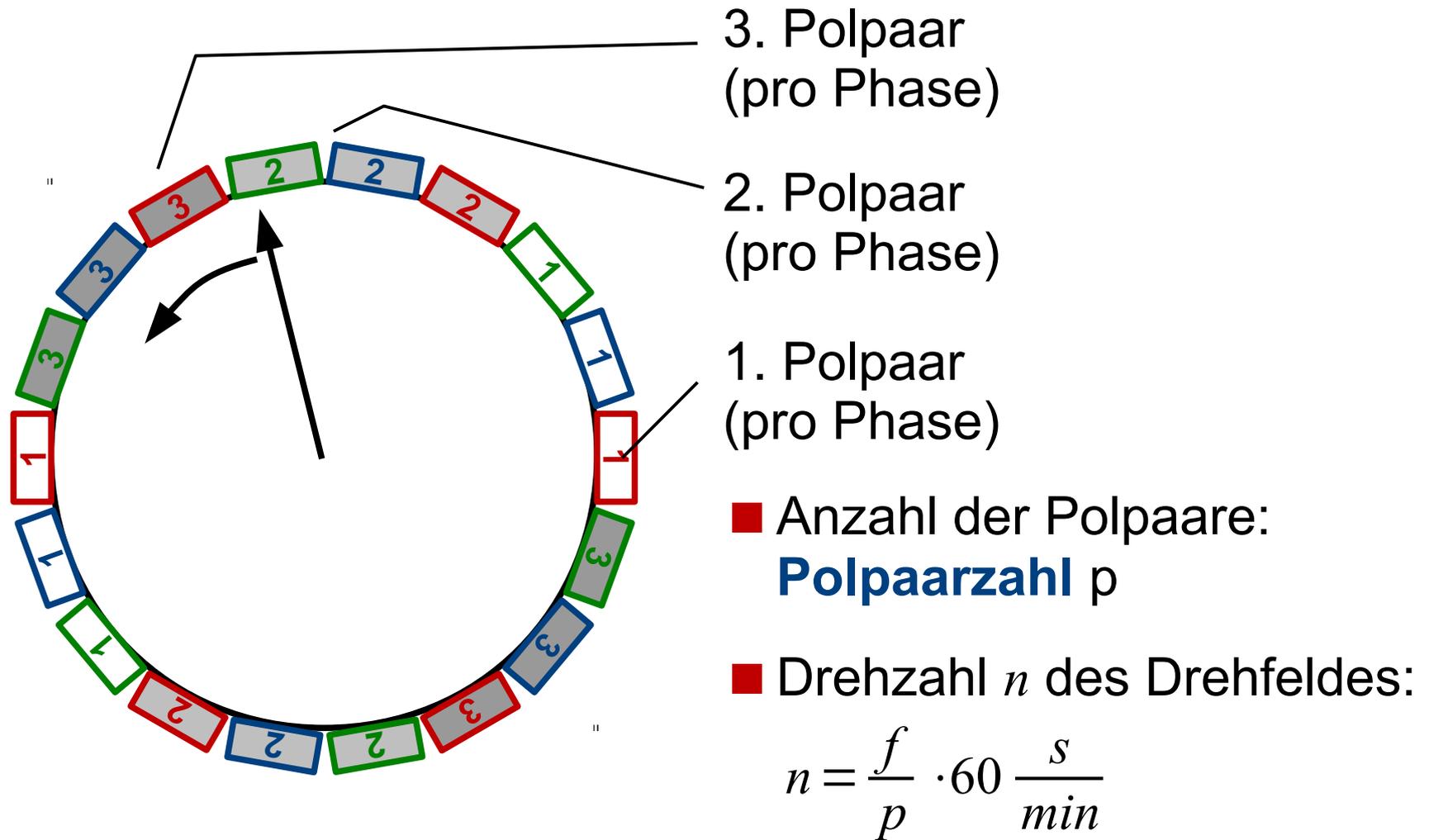
**Drehfeld** mit

■ Konstante Magnetfeld-Amplitude

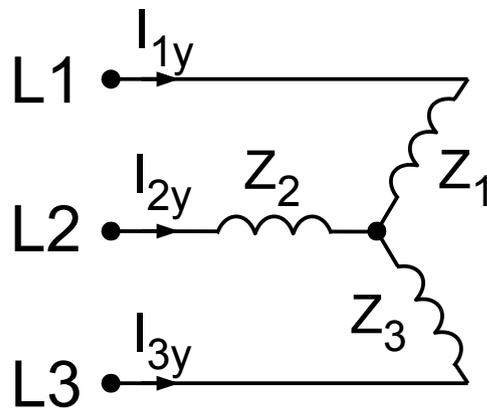
■ Gleichmäßige Drehung

➔ Wie rotierender Magnet!

# Polpaarzahl und Drehzahl



# Typische Schaltungen

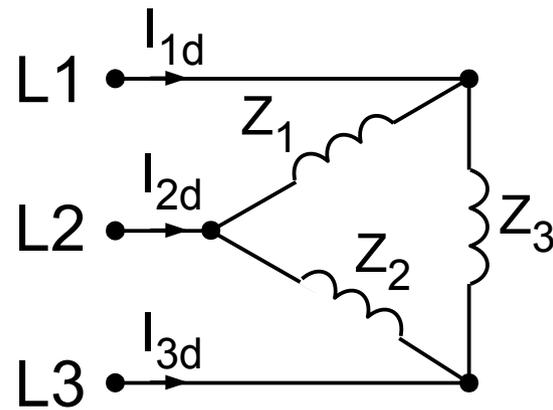


■ **Problem:** Hoher Anlaufstrom

■ **Anlauf** in Sternschaltung

● Niedrige Spannung

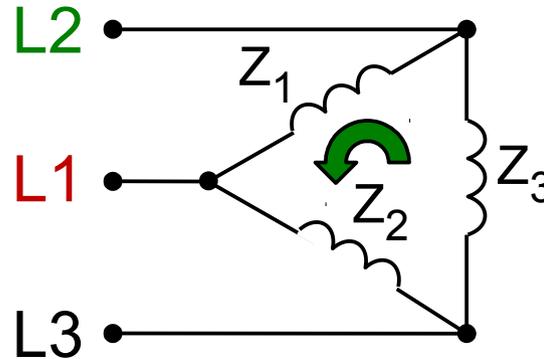
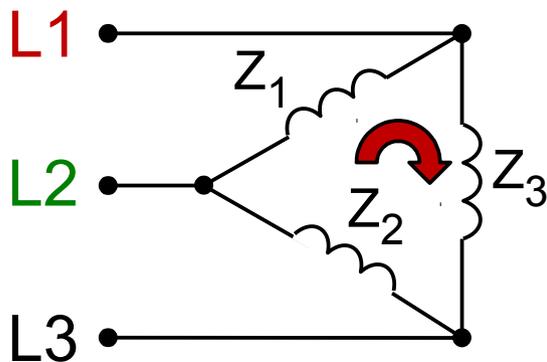
● Geringere Leistung:  $P_Y = 1/3 \cdot P_D$



■ **Betrieb** in Dreieckschaltung

● Hohe Spannung

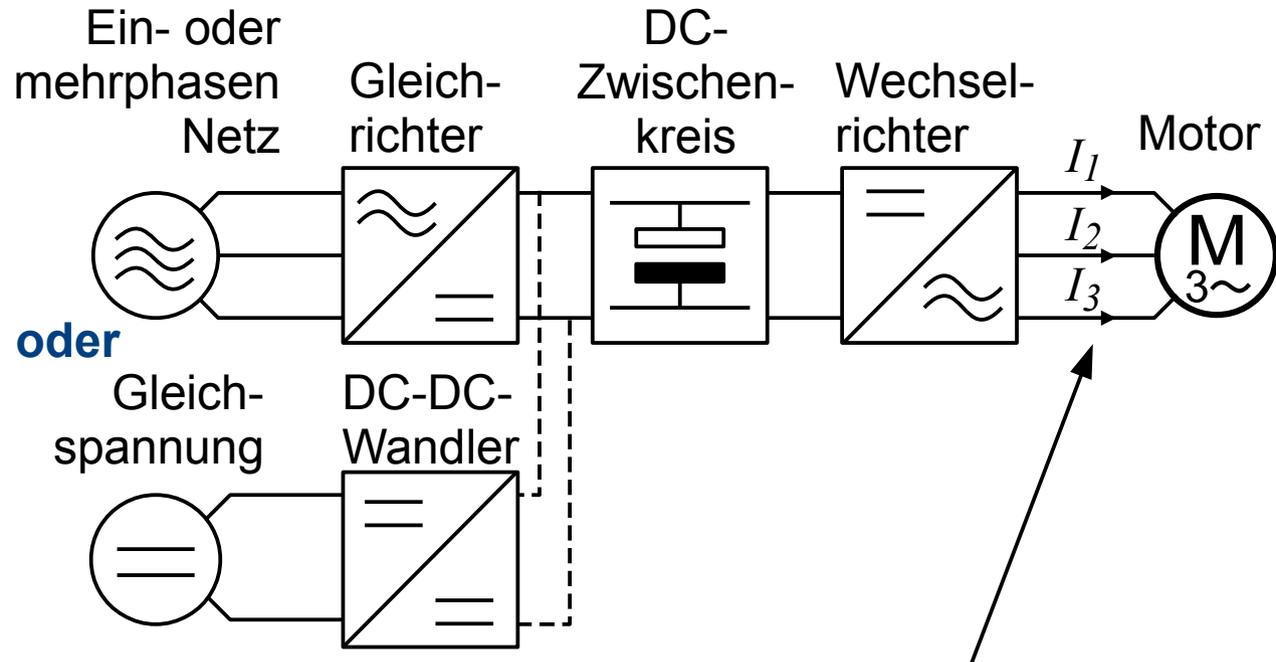
● Größere Leistung



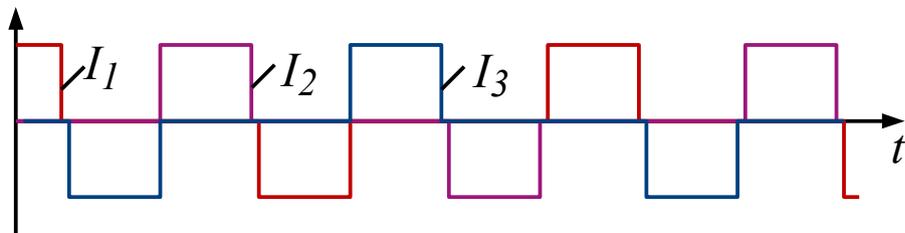
■ **Problem:**  
Falsche Drehrichtung

➔ Zwei beliebige  
Phasen vertauschen.

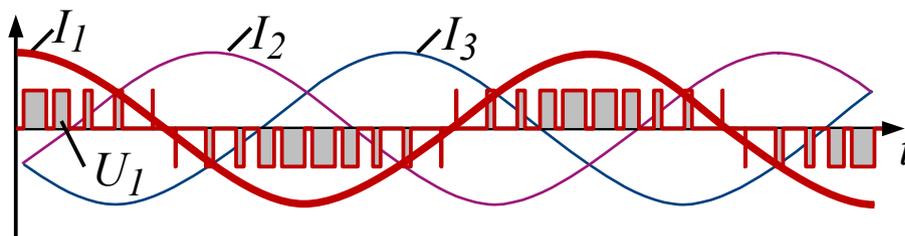
# Wechselrichter-Antrieb



- Beliebige Drehfrequenz
- Elektronische Regelung
  - Drehzahl
  - Drehmoment

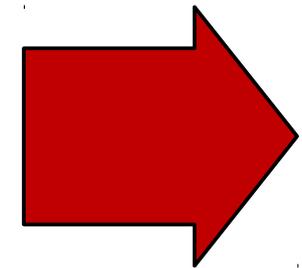


- Blockströme
  - Einfache Schaltung
  - Pulsierendes Drehfeld



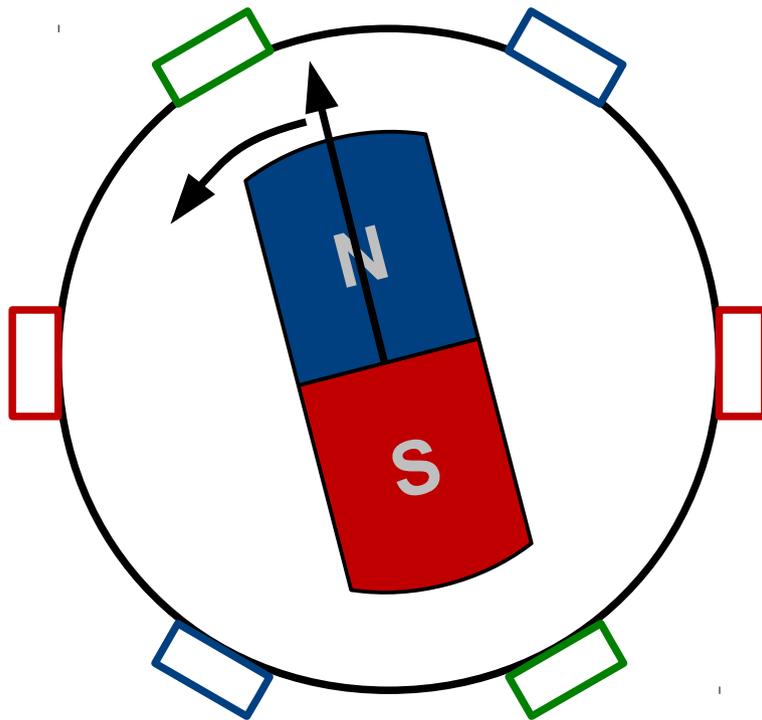
- Sinusförmige Ströme
  - Pulsweitenmodulation
  - Geräuscentwicklung

# Synchron-Maschine



# Synchron-Maschine als Motor

Drehstrom-Netzspannung liegt an:  
➔ Strom erzeugt Drehfeld



- Rotor richtet sich an Drehfeld aus



- Rotor-Drehzahl = Drehfeld-Drehzahl

bei Netzbetrieb:

- Konstante Drehzahl

- Kein selbständiger Anlauf als Motor



Betrieb mit Wechselrichter:

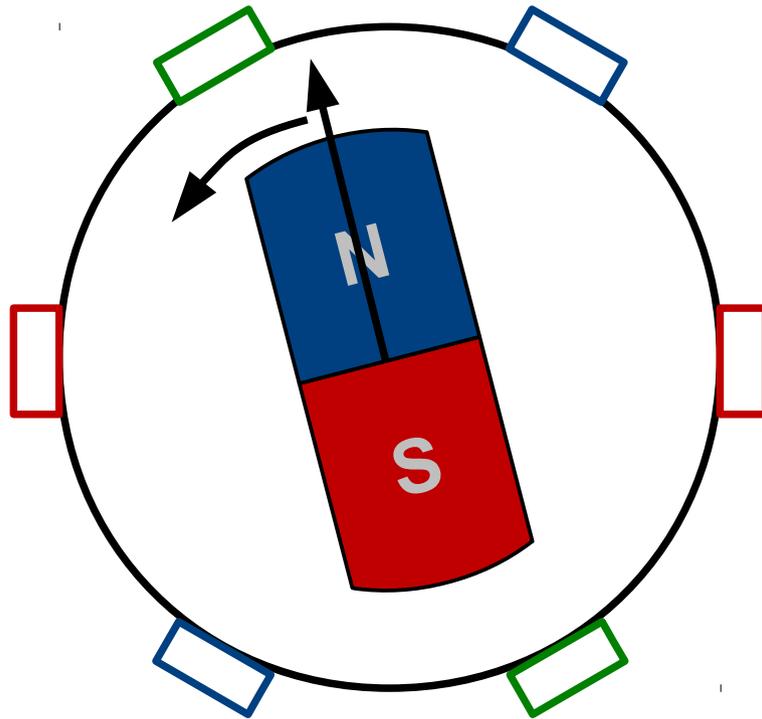
- Beliebige Drehzahl

- Selbständiger Anlauf

# Synchronmaschine als Generator

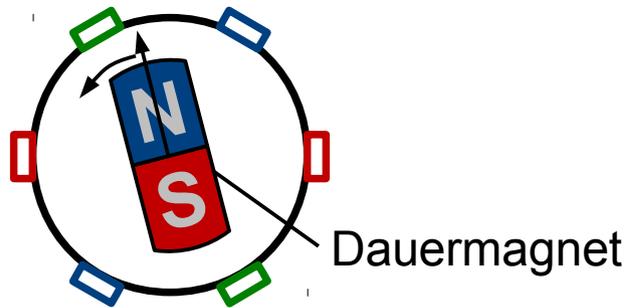
Magnet dreht sich:

➔ Magnetfeld induziert Spannungen  
in den Wicklungen



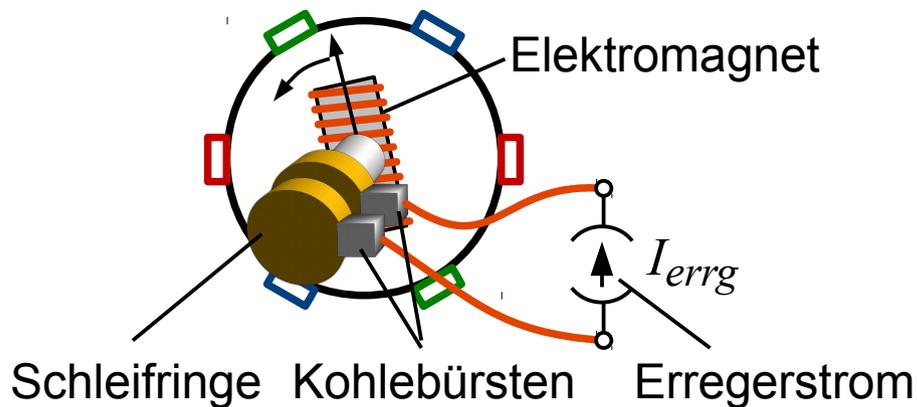
- Vorwiegend als Generator
- Betrieb
  - am Stromnetz
  - oder
  - Inselbetrieb

# Synchronmaschine: Erregung



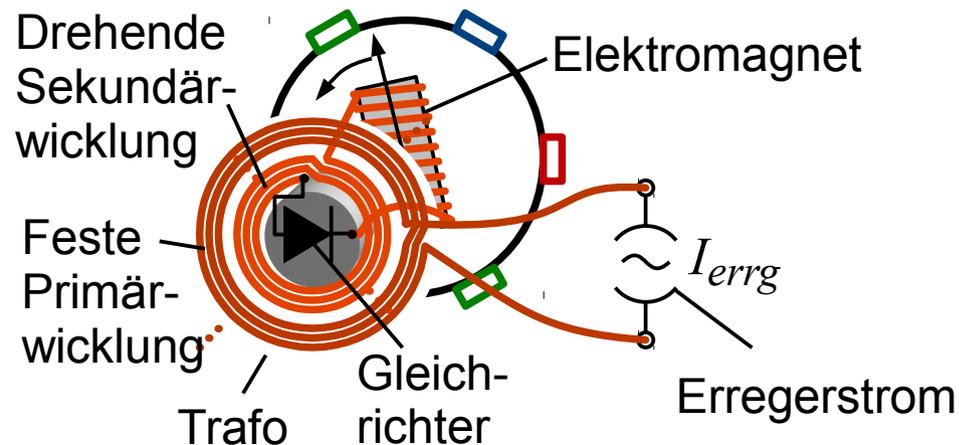
## ■ Permanenterregt

- Für Motoren
- Keine hohen Temperaturen



## ■ Gleichstrom mit Kontaktbürsten

- „Klassische“ Anordnung
- Gleichmäßiges Drehmoment
- Nachteil: Verschleiß

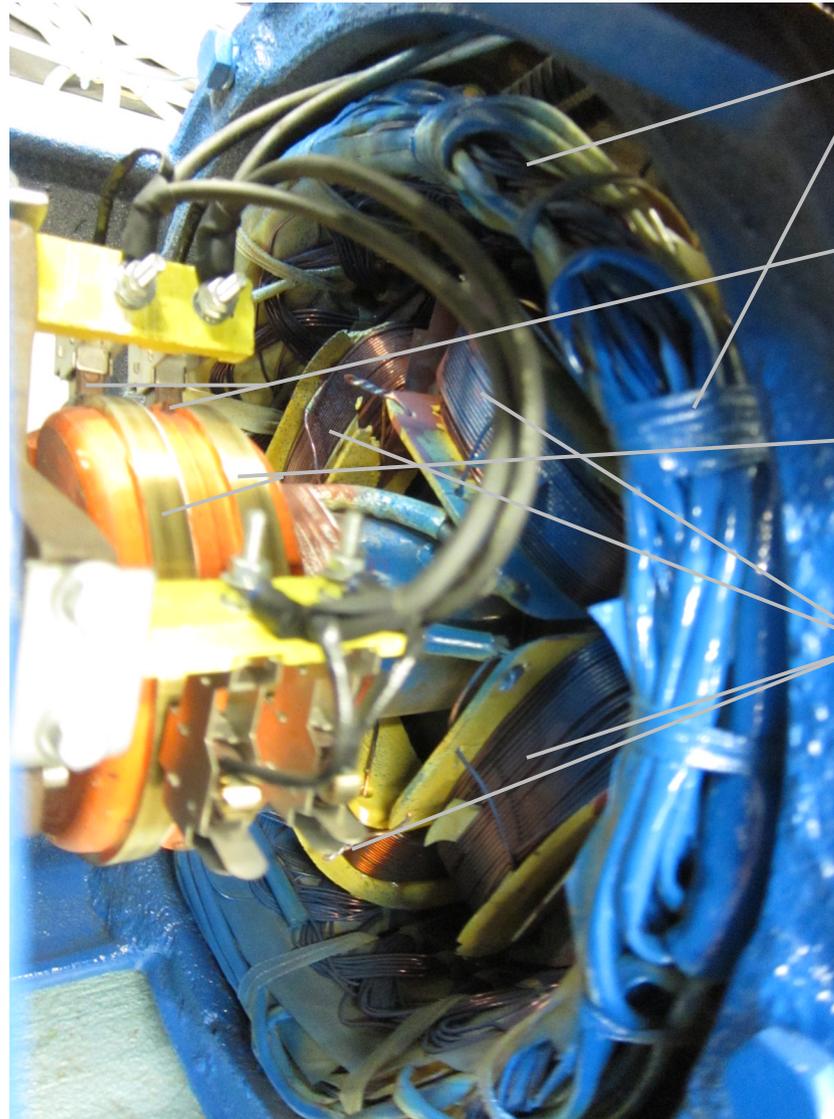
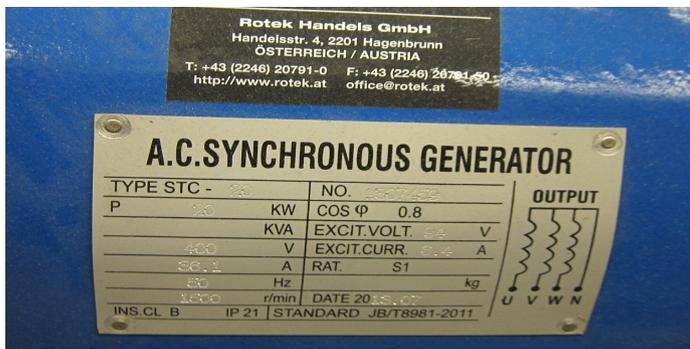
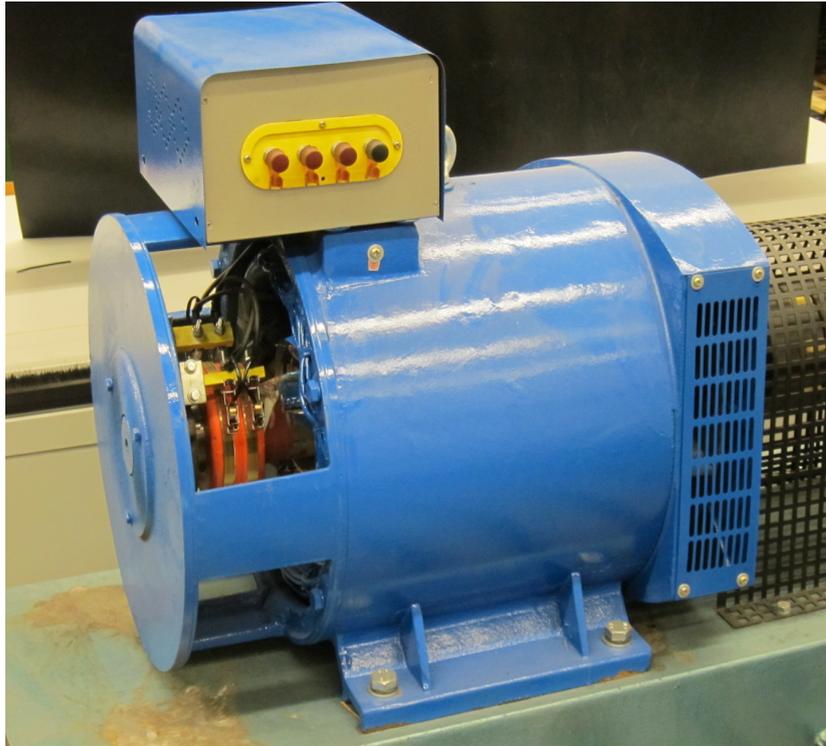


## ■ Kontaktlos (Bürstenlos)

- Wartungsarm
- Extra Übertragungswicklungen als Trafo

# Reale Synchronmaschine

20 kW Synchron-Generator



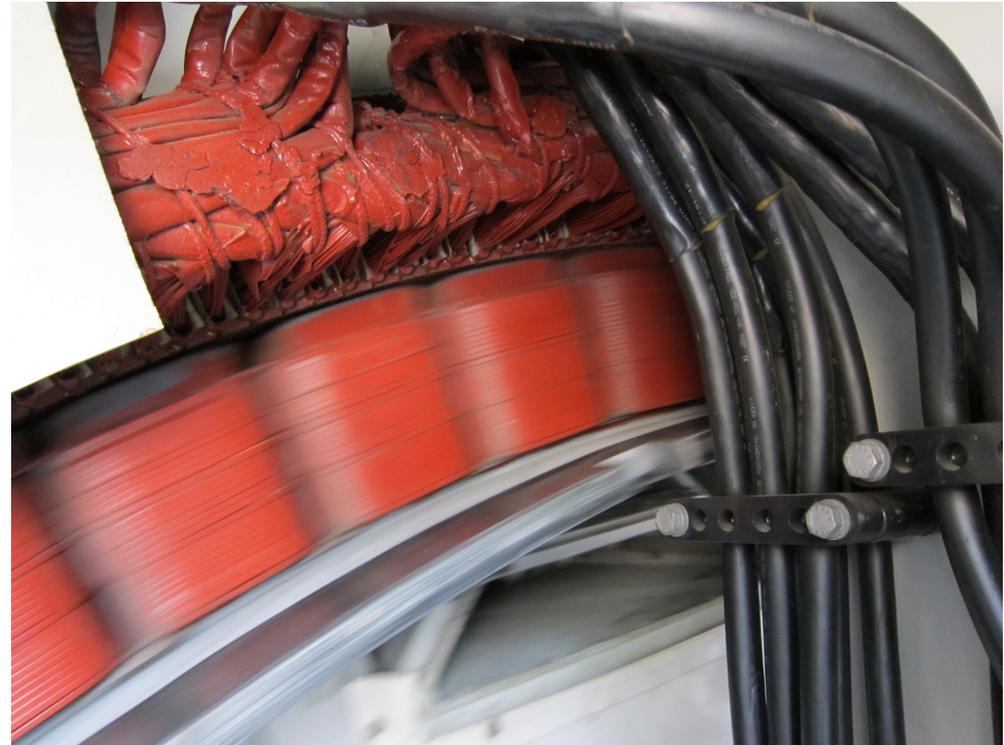
- Stator-Wicklungen
- Kontaktbürsten
- Schleifringe
- Erreger-Wicklungen: 2 Polpaare

# Synchronmaschine: Schenkelpolgenerator

Historischer Generator bei Zeche Adolf



Multi-Pol-Generator 1,5 MW Enercon Windrad



# Kontakt

## **Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt**

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,  
Fakultät für Informations-, Medien- und  
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

**[eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de](mailto:eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de)**

<https://www.th-koeln.de/>

[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)

