

Aufgabe:	1/ 13	2/ 26	3/ 14	4/ 7	
Punkte:					
Gesamt:					

**Prüfungsbedingungen und wichtige Hinweise**

1. Tragen Sie in den Kopfbogen die von Ihnen geforderten Angaben ein!
2. Überprüfen Sie die Ihnen vorliegende Klausur auf Vollständigkeit!
3. Das Auseinanderheften ist untersagt und wird als Betrugsversuch gewertet.
4. Mobiltelefone sind während der Klausur auszuschalten, ihre Benutzung ist untersagt. Zuwiderhandlungen werden als Betrugsversuch gewertet.
5. Nutzen Sie die Blattrückseiten für Nebenrechnungen. Von Ihnen ohne unsere Zustimmung angefügte Seiten werden nicht gewertet.
6. Bei Fragen mit Auswahlmöglichkeit ist/sind die richtige/n Antwort/en durch einen Kreis um den entsprechenden Buchstaben zu kennzeichnen. Es können alle Antworten richtig, alle falsch bzw. nur einzelne Antworten richtig sein.

## Aufgabe 1

### 1.1)

Es soll ein zweipoliger mit Wasserstoff gekühlter Turbogenerator mit der Bemessungsscheinleistung 800MVA gebaut werden. Aus vergleichbaren Baureihen ist der Ausnutzungsfaktor  $c_s = 12 \text{ kVA} \cdot \text{min} / \text{m}^3$  bekannt. Die Umfangsgeschwindigkeit bei 3000 U/min soll kleiner 189 m/s sein.

Berechnen Sie die ideale Ankerlänge  $l_i$ .

$$V_u = \pi \cdot D \cdot u$$

$$\hookrightarrow D = \frac{V_u}{\pi \cdot u} \Rightarrow D = \frac{189 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 \text{ s}}{\pi \cdot 3000 \frac{\text{U}}{\text{min}}} = 1,2 \text{ m}$$

$$\frac{S}{n_0} = c_s \cdot D^2 \cdot l_i$$

$$\hookrightarrow l_i = \frac{S}{n_0 \cdot c_s \cdot D^2} = 15,4 \text{ m}$$

### 1.2)

Für eine neue wirkungsgradgesteigerte Asynchronmotorenreihe haben Sie einen Prototyp mit den Daten:

$$\begin{aligned} p &= 2 & f &= 50 \text{ Hz} & D &= 150 \text{ mm} \\ P_{\text{mech}} &= 7,5 \text{ kW} & l &\approx l_i &= 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

erfolgreich geprüft.

a) Wie groß ist die Esson'sche Ausnutzungsziffer?

$$C_{\text{mech}} = \frac{P_{\text{mech}}}{\frac{n_0}{p} \cdot D^2 \cdot l_i} = \frac{7,5 \cdot 10^3 \text{ W}}{\frac{3000}{2} \frac{\text{U}}{\text{min}} (150 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 \cdot 140 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \Rightarrow 1,587 \text{ kW} \cdot \frac{\text{min}}{\text{m}^3}$$

b) Erstellen Sie aus diesen Daten bei einem konstanten  $c_{\text{mech}}$  und  $D$  eine Maschinenreihe mit den nach IEC standardisierten Leistungen entsprechend der Tabelle (Annahme: gleicher Bohrungsdurchmesser). Tragen Sie die Synchrondrehzahlen und die Maschinenlängen (= ideeller Luftspaltlänge) in die Tabelle ein.

2p	2	4	6	8
$n_0$ in U/min	3000	1500	1000	750
P in kW	15	7,5	5,5	4,0
l in mm	140	140	154	149

## Aufgabe 2

### 2.1)

Welche Aussagen bezüglich der Anteile der Ummagnetisierungsverluste sind richtig? (ankreuzen)

☒  $p_h \sim B^2 \cdot f$  (spezifische Hystereseverluste)

b)  $p_w \sim B \cdot f^2$  (spezifische Wirbelstromverluste)

c)  $p_h \sim B^2 \cdot f^2$  (spezifische Hystereseverluste)

☒  $p_w \sim B^2 \cdot f^2$  (spezifische Wirbelstromverluste)

### 2.2)

Welche zwei Möglichkeiten kennen Sie, die Wirbelstromverluste in den Magnetkreisen elektrischer Maschinen bei konstanter Induktion (magnetischer Flussdichte) und konstanter Frequenz zu reduzieren?

- Bleidichte kleiner machen
- Siliziumgehalt erhöhen / verringern d. Leitwerts

**2.3)**

Für eine vierpolige Gleichstrommaschine ist der Magnetkreis nachzurechnen. Welchen Hauptintegrationsweg würden Sie in Bild 1 wählen?

- a) Zeichnen Sie die Abschnitte des gewählten Hauptintegrationsweges in das Bild 1 ein.

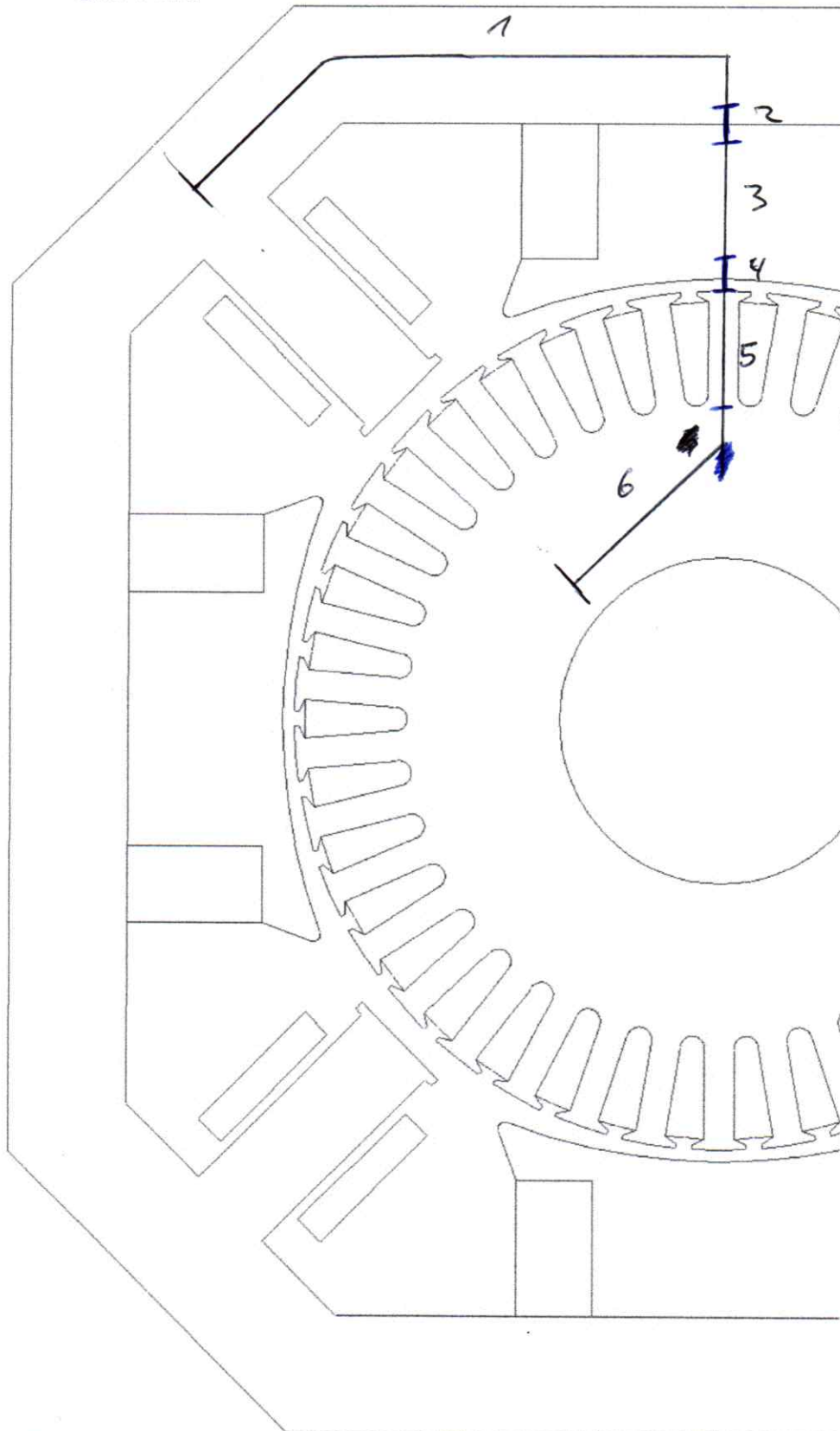
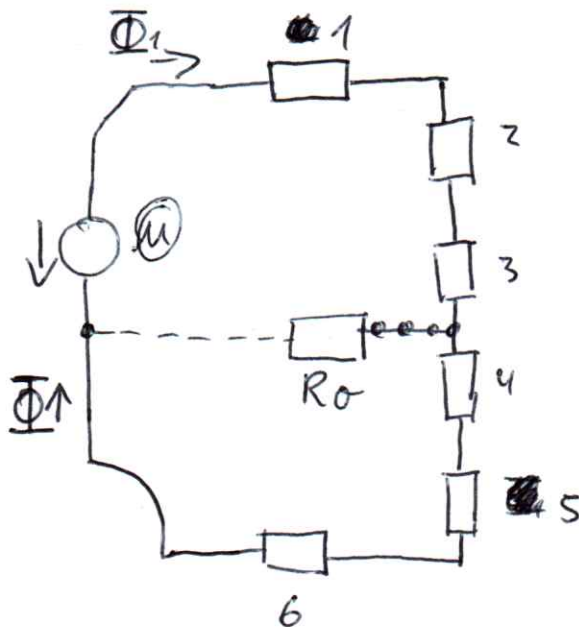


Bild 1

b) Begründen Sie die Wahl des Hauptintegrationsweges (HIW) in einem Satz.

entlang einer charakteristischen Feldlinie  
↳ Symmetrie nutzen

c) Geben Sie das Schaltbild der magnetischen Teilwiderstände und der magnetischen Ursprungsspannung schematisch an.



2.4)

Was verstehen Sie unter dem Begriff Carter'scher Faktor  $k_c$ ? (in einem Satz)

$k_c$  berücksichtigt Induktionseinsparungen  
↳ wegen Nutschlitze vom Leiter

$$\mathcal{S}^* = \mathcal{S}_0 \cdot \underline{k_c}$$



**2.5)**

Welche Möglichkeiten haben Sie die Erregerzeitkonstante einer Gleichstrommaschine bei gleichen Erregerverlusten zu verringern? (ankreuzen)

a) Verringern der Windungszahl der Erregerspule

b) Erhöhen der Bemessungsdrehzahl

☒ c) Vergrößern des Luftspaltes

### Aufgabe 3

#### 3.1)

Welche Methoden zur Berechnung des magnetischen Feldes in elektrischen Maschinen sind Ihnen bekannt?

- Finite-Elemente-Methode
- Widerstands ~~Netzwerke~~ <sup>Netzwerke</sup>
- Abschnittsbildung

#### 3.2)

Erläutern Sie den Begriff Ankerrückwirkung anhand der Gleichstrommaschine.

- Außerquersfeld überlagert sich mit Luftspaltfeld  
↳ Sättigung Polhaute
- Dementsprechend wird Hauptfluss reduziert  
↳ Verschiebung neutrale Zone
- Entgegenwirken durch Wendepole/  
Kompensationswicklung im Hauptpol/  
Erhöhen der Erregerdurchflutung

3.3)

a) Wie wird bei der Leerlaufberechnung der Gleichstrommaschine die Streuung berücksichtigt?

mit dem Streufaktor.

b) Welche Konstruktionsteile werden durch den Streufluss belastet?

- Übergang  
- Ständerjoch  
- Hauptpol

#### Aufgabe 4

4.1)

Welche Aufgabe erfüllt der ideelle Polbedeckungsfaktor bei der Berechnung des Magnetkreises einer Gleichstrommaschine? (ankreuzen)

- a) Beschreibung des Läuferträgheitsmomentes
- b) Berücksichtigen der Einbrüche der Luftspaltinduktion infolge der Nutung
- c) Berücksichtigung der Aufweitung des Luftspaltfeldes an den Stirnseiten der Maschine
- d) er ist ein Zuschlagsfaktor für die Berechnung der Ummagnetisierungsverluste
- ☒ e) er beschreibt das Verhältnis zwischen der mittleren Luftspaltinduktion  $B_{\text{mittel}}$  und der maximalen Luftspaltinduktion  $B_{\text{max}}$

4.2)

Welche Aussage zum ideellen Polbedeckungsfaktor ist richtig? (ankreuzen)

- ☒ a)  $\alpha_i < 1$
- b)  $\alpha_i > 1$