

## 4. Magnetisches Feld

### Aufgabe 4.1

Zwei Stromschienen, Hin- und Rückleitung eines Versorgungsnetzes, verlaufen in einer Schaltanlage 1 m parallel mit einem Abstand von  $a = 20$  cm. Durch einen Kurzschluss in der Schaltanlage fließt in beiden Schienen ein Kurzschlussstrom  $I_{KS} = 30$  kA.

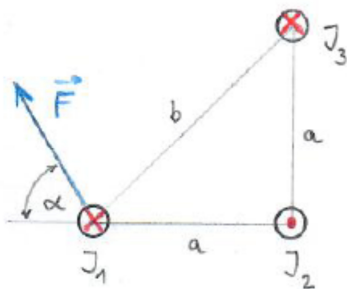
Berechnen Sie die Kraft, die zwischen den Stromschienen auftritt.

[Ergebnis:  $F = 900$  N]

### Aufgabe 4.2

Drei lange, gerade, parallel verlaufende Leiter (1, 2 und 3) bilden Eckpunkte eines gleichschenkligen, rechtwinkligen Dreiecks (siehe Bild). Die Katheten dieses Dreiecks haben eine Länge von je  $a = 100$  mm. Der Leiter 1 führt den Strom  $I_1 = 100$  A. Auf diesen Leiter wird von den beiden anderen stromführenden Leitern je Meter Leitungslänge eine Kraft von  $F = 0,01$  N ausgeübt. Sie hat die im Bild angegebene Richtung mit  $\alpha = 60^\circ$ . Die Permeabilitätszahl beträgt  $\mu_r = 1$ .

Welche Werte haben die beiden Ströme  $I_2$  und  $I_3$ ?

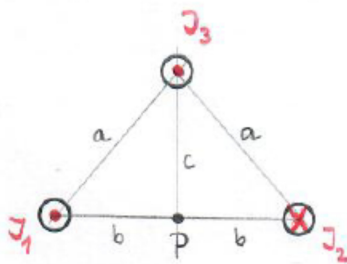


[Ergebnis:  $I_2 = 68,5$  A und  $I_3 = 86,0$  A]

### Aufgabe 4.3

Drei lange, gerade, parallel verlaufende Leiter bilden die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks mit  $a = 120$  mm und  $2b = 160$  mm (siehe Bild). Die fließenden Ströme betragen  $I_1 = 65$  A,  $I_2 = 110$  A und  $I_3 = 45$  A. Ihre Richtungen sind im folgenden Bild ersichtlich.

- Welche magnetische Feldstärke  $H$  herrscht im Punkt P in der Mitte zwischen den beiden unteren Leitern?
- Welcher Winkel  $\alpha$  besteht zwischen der Richtung dieser Feldstärke und der Waagrechten (der Linie b)?

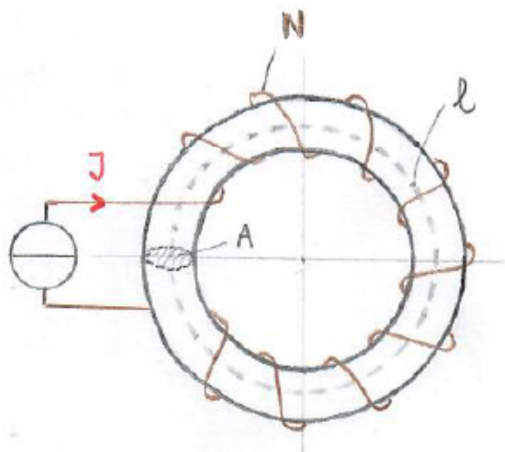


[Ergebnis: a)  $H = 357$  A/m, b)  $\alpha = 77,0^\circ$ ]

**Aufgabe 4.4**

Auf einem Keramikring (Permeabilitätszahl  $\mu_r = 1$ ) mit dem mittleren Ringumfang  $l = 400 \text{ mm}$  ist eine aus  $N = 600$  Windungen bestehende Spule, gleichmäßig am Umfang verteilt, aufgebracht (siehe Bild). Die von einer Windung eingeschlossene Fläche beträgt  $A = 700 \text{ mm}^2$ . Die Spule ist mit einer Stromquelle verbunden, die den Strom  $I = 2,5 \text{ A}$  liefert.

- Welche magnetische Feldstärke  $H$  und welche magnetische Flussdichte  $F$  herrschen in der Ringmitte?
- Wie groß ist der im Ring erzeugte magnetische Fluss  $\phi$ ?

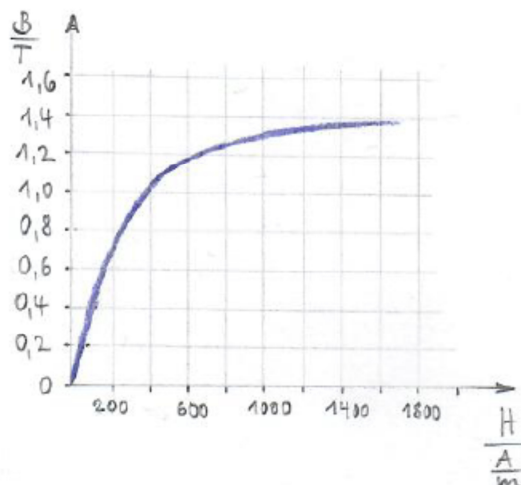
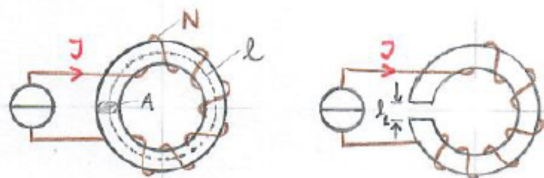


[Ergebnis: a)  $H = 3.750 \text{ A/m}$  und  $B = 4,71 \text{ mT}$ , b)  $\phi = 3,30 \mu\text{Wb}$ ]

**Aufgabe 4.5**

Bei einem Ringkern aus Eisen mit dem Querschnitt  $A = 720 \text{ mm}^2$  beträgt der mittlere Ringumfang  $l = 460 \text{ mm}$  (siehe Bild). Auf dem Kern ist eine aus  $N = 800$  Windungen bestehende Spule aufgebracht, die mit einer Stromquelle verbunden ist. Die Magnetisierungskennlinie des Kernmaterials ist ebenfalls im folgenden Bild dargestellt. Im Kern soll ein magnetischer Fluss  $\phi = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ Wb}$  erzeugt werden.

- Welcher Strom  $I$  ist erforderlich?
- Welcher Strom  $I'$  wäre erforderlich, wenn der Kern aufgetrennt und ein Luftspalt von  $l_L = 0,5 \text{ mm}$  eingefügt wird? (Die mittlere Eisenlänge sein unverändert  $l_E = l = 460 \text{ mm}$ .)

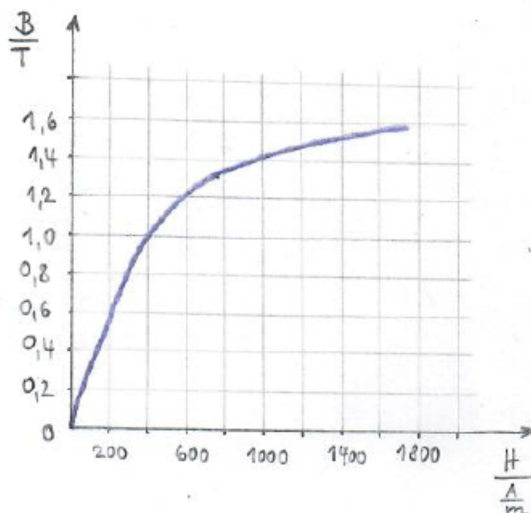
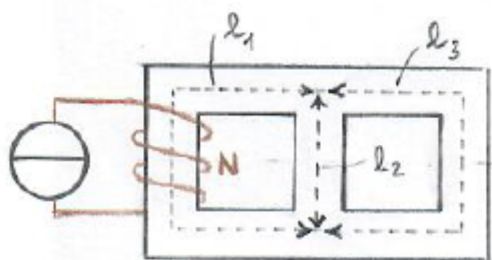


[Ergebnis: a)  $I = 0,32 \text{ A}$ , b)  $I' = 0,89 \text{ A}$ ]

**Aufgabe 4.6**

Bei dem im Bild dargestellten Eisenkern aus Stahlguss ist auf dem linken Schenkel eine Spule mit  $N = 200$  Windungen aufgebracht (siehe Bild). Der Eisenquerschnitt ist an allen Stellen gleich groß und beträgt  $A = 700 \text{ mm}^2$ . Die Eisenweglängen haben die mittleren Werte  $l_1 = l_3 = 280 \text{ mm}$  und  $l_2 = 100 \text{ mm}$ . Im rechten Schenkel soll durch den eingespeisten Spulenstrom  $I$  ein magnetischer Fluss von  $\phi = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$  erzeugt werden. Die Magnetisierungskennlinie des Kernmaterials ist ebenfalls im folgenden Bild dargestellt.

Welcher Strom  $I$  muss in der Spule fließen?

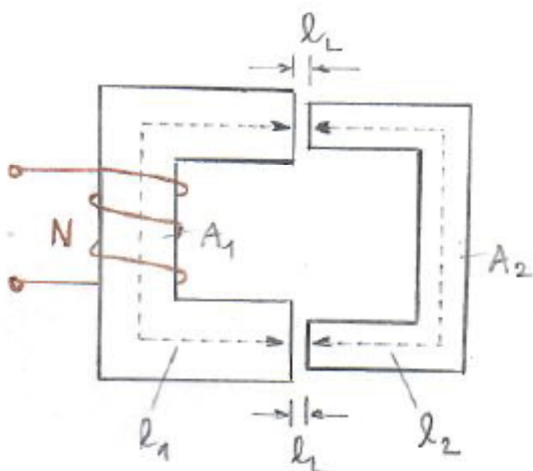


[Ergebnis:  $I = 1,12 \text{ A}$ ]

**Aufgabe 4.7**

Der im Bild dargestellte, aus zwei Teilen bestehende Eisenkern mit der Permeabilitätszahl  $\mu_r = 3.500$  enthält eine aus  $N = 150$  Windungen bestehende Spule. Die Eisenquerschnitte betragen  $A_1 = 600 \text{ mm}^2$  und  $A_2 = 480 \text{ mm}^2$ . Die mittleren Eisenlängen sind  $l_1 = 125 \text{ mm}$  und  $l_2 = 120 \text{ mm}$ . Der auf beiden Seiten eingebrachte Luftspalt hat eine Länge von je  $l_L = 0,15 \text{ mm}$ .

Wie groß ist die Induktivität  $L$  der Spule? (Für die Berechnung kann die Luftspaltfläche  $A_L$  gleich dem Eisenquerschnitt  $A_2$  gesetzt werden.)



[Ergebnis:  $L = 37,4 \text{ mH}$ ]