14 Eine eisenfreie, schlanke Spule besitzt eine einzige Wicklungslage von $4\ cm$ Durchmesser und eine Länge von $40\ cm$. Die Windungen des Kupferdrahtes (Isolationsdicke vernachlässigbar) von $0{,}5\ mm$ Durchmesser berühren sich. Welche Flussdichte herrscht in der Spulenmitte, wenn an den Enden der Spule eine Spannung von $50\ V$ liegt?

Bemerkung: Gesetz von Biot-Savart
Integriert man diese Gleichung und multipliziert mit dem N fachen Strom, dann wird ein Feld ausgewiesen, das viel zu gross ist. Der Grund: Die erste Wicklung und die letzte Wicklung erzeugen in der Achse nicht einfach das zweifache einer Schleife, weil die Distanz der Schleifen gross ist.

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \qquad I = \frac{U}{R} \qquad R = \rho\frac{l}{A} \qquad l = \pi D \qquad A = \frac{\pi d^2}{4}$$

L: Länge der Spule D: Spulendurchmesser d: Drahtdurchmesser l: Drahtlänge

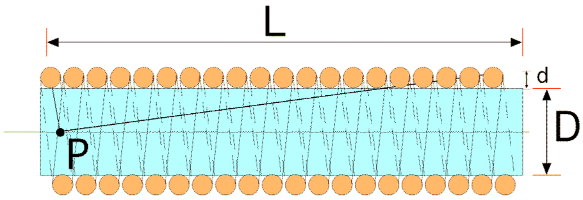
$n = \frac{L}{d}$ Anzahl Windungen

Die Integration n mal genommen für n Ströme führt sehr vereinfacht auf:

$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi}\frac{L}{d}\cdot\frac{U\cdot d^3}{4\rho DL}\cdot\frac{4}{D} = \frac{\mu\mu_0}{\pi}\cdot\frac{U\cdot d^2}{4\rho D^2}$$

$$\rho_{cu} = 1{,}724\cdot 10^{-8}\Omega \qquad weich \qquad \Rightarrow B = 0{,}142\ T$$

$$\rho_{cu} = 1{,}771\cdot 10^{-8}\Omega \qquad hart \qquad \Rightarrow B = 0{,}138\ T$$



Stromstärke

$$I = \frac{U}{R} = \frac{UA}{\rho l} = \frac{U\pi d^2}{4\pi\rho D} = \frac{Ud^2}{4\rho D}$$

Hier die richtige Rechnung:
L = Länge der Spule, D= Durchmesser der Spule

$$B(r) = \mu\mu_0\frac{N}{\sqrt{L^2+D^2}}I \qquad Falls: D << L \Rightarrow \qquad B(r) = \mu\mu_0\frac{N}{L}I$$

$$U = RI = \rho\frac{l_\Omega}{A_\Omega}I \qquad \Rightarrow I = \frac{UA_\Omega}{\rho\cdot l_\Omega} = \frac{U\cdot\pi\cdot d^2}{\rho\cdot l_\Omega\cdot 4}; \qquad l_\Omega = N\pi D = \frac{L}{d}\pi D$$

$$I = \frac{UA_\Omega}{\rho\cdot l_\Omega} = \frac{U\cdot\pi\cdot d\cdot d^2}{\rho\cdot L\pi D\cdot 4} = \frac{U\cdot d^3}{\rho\cdot L\cdot D\cdot 4} \qquad N = \frac{L}{d}$$

$$B(r) = \mu\mu_0\frac{N}{L}I = \mu\mu_0\frac{L}{d}\frac{1}{L}\frac{U\cdot d^3}{\rho\cdot L\cdot D\cdot 4} = \mu\mu_0\frac{U\cdot d^2}{4\cdot\rho\cdot L\cdot D} \qquad \Rightarrow \qquad \underline{\underline{B(r) = 1{,}46\cdot 10^{-2}\ T}}$$