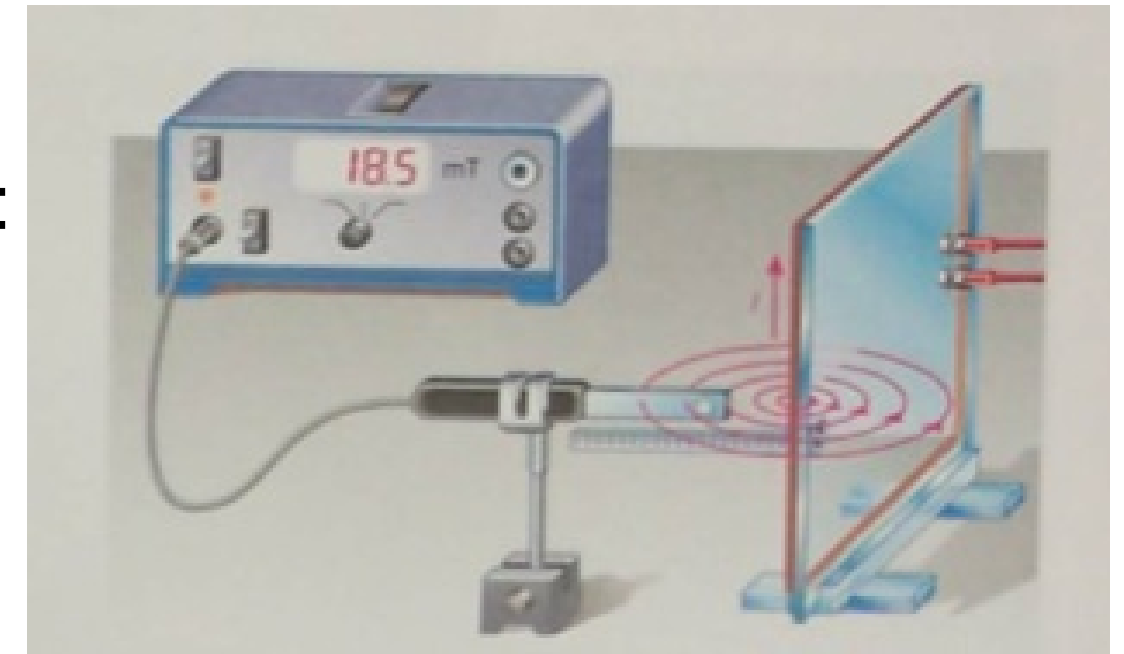


Magnetfelder von Leitern und Spulen

Die Feldlinien um einen stromdurchflossenen Leiter sind konzentrische Kreise, d.h. B ist entlang eines Kreises konstant; je größer der Abstand r zum Leiter, desto kleiner B:

$$B \sim \frac{I}{r} \quad \longrightarrow \quad B \sim \frac{I}{2\pi r}$$

$$\Rightarrow B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi r}$$



Die Proportionalitätskonstante μ_0 heißt magnetische Feldkonstante.

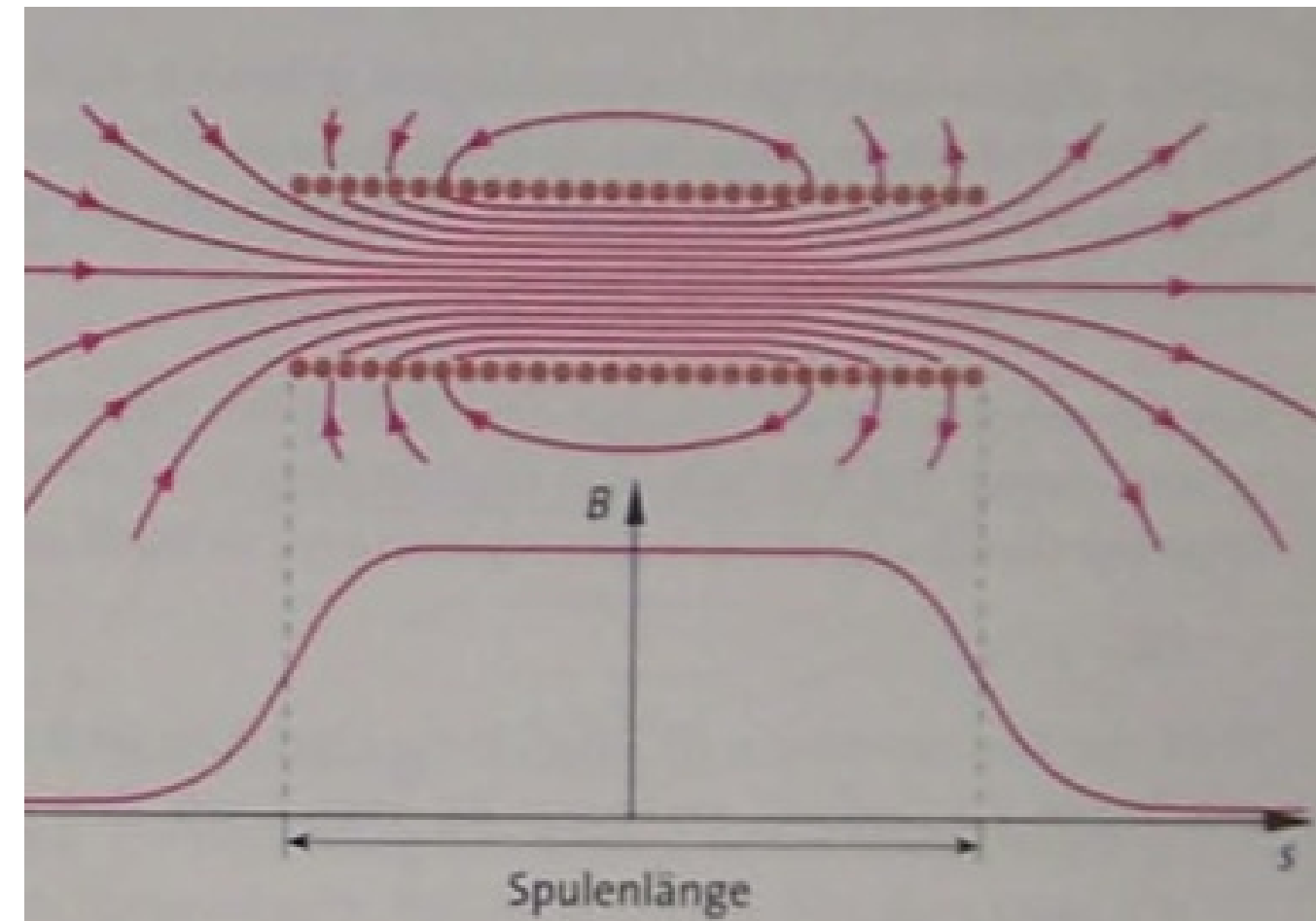
Für das Magnetfeld einer langen Spule ($d \ll l$) gilt:

$$B = \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{l}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$$

(Vgl.: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$)

„Ausblick“ $\left[c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \right]$



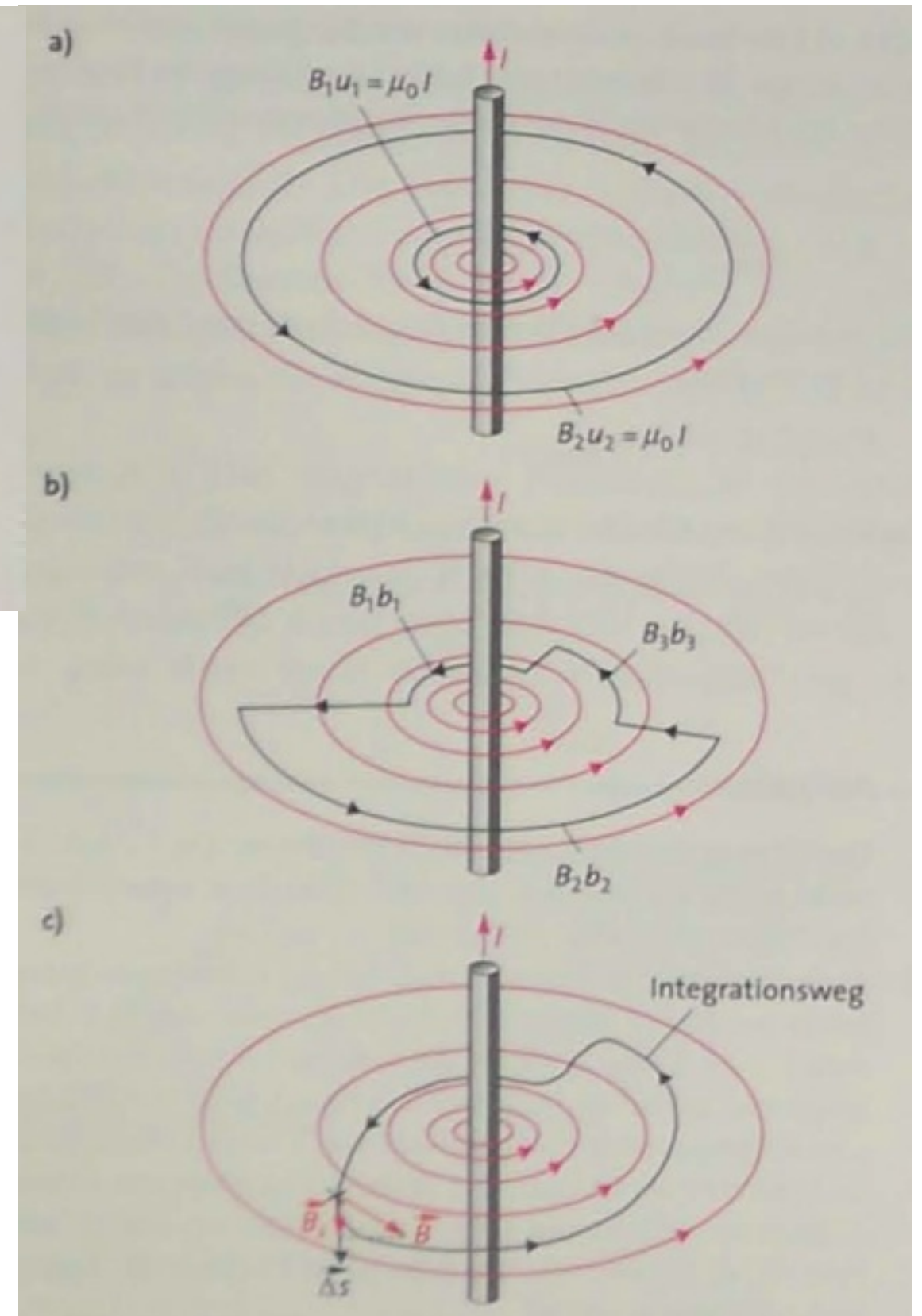
Das Amperesche (Durchflutungs-) Gesetz

Ampère'sches Durchflutungsgesetz: Das über einen geschlossenen Weg längs des Randes einer Fläche gebildete Linienintegral der magnetischen Feldstärke B ist proportional zur Summe der umlaufenden, senkrecht durch die Fläche hindurchtretenden Ströme:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \sum I_i$$

(Skalarprodukt)

(Das Amperesche Gesetz ist (in einer erweiterten Form) eine der 4 Maxwellgleichungen, die axiomatisch die gesamte Elektrodynamik begründen.)



S. 247, 1 u. 3:

$$1 \quad B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r} = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

$$3 \quad B = \mu_0 \cdot \bar{I} \frac{n}{l} \Leftrightarrow \mu_0 = \frac{B \cdot l}{n \bar{I}} \\ = 1,306 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

1. Durch einen langen Leiter fließt ein Strom von $I = 6 \text{ A}$. Berechnen Sie die magnetische Feldstärke B in einem Punkt, der $2,5 \text{ cm}$ vom Leiter entfernt ist.
2. Zwei parallele, im Abstand von 10 cm verlaufende gerade Leiter werden in entgegengesetzter Richtung von den Strömen $I_1 = 15 \text{ A}$ und $I_2 = 25 \text{ A}$ durchflossen. Berechnen Sie die magnetische Feldstärke B in einem Punkt in der von den Leitern aufgespannten Ebene, der a) von beiden Leitern gleich weit entfernt ist, b) 2 cm von Leiter 1 und 8 cm von Leiter 2 entfernt ist, c) 2 cm von Leiter 1 und 12 cm von Leiter 2 entfernt ist. d) Bestimmen Sie, in welchen Punkten die magnetische Feldstärke null ist.
3. In einer Spule ($l = 70 \text{ cm}$, $n = 300$) wird bei der Stromstärke $I = 1,5 \text{ A}$ die magnetische Feldstärke $B = 840 \mu\text{T}$ gemessen. Berechnen Sie die magnetische Feldkonstante.

$$\frac{\text{Tm}}{\text{A}} = \frac{\text{Nm}}{\text{AmA}} = \frac{\text{N}}{\text{A}^2} = \\ \left(B = \frac{F}{\bar{I} \cdot l} \right) \quad \parallel \quad \frac{\text{NmS}}{\text{A}^2 \text{mS}} = \frac{\boxed{\text{J S}}}{\text{C Am}} = \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Anwendungen des Ampereschen Gesetzes

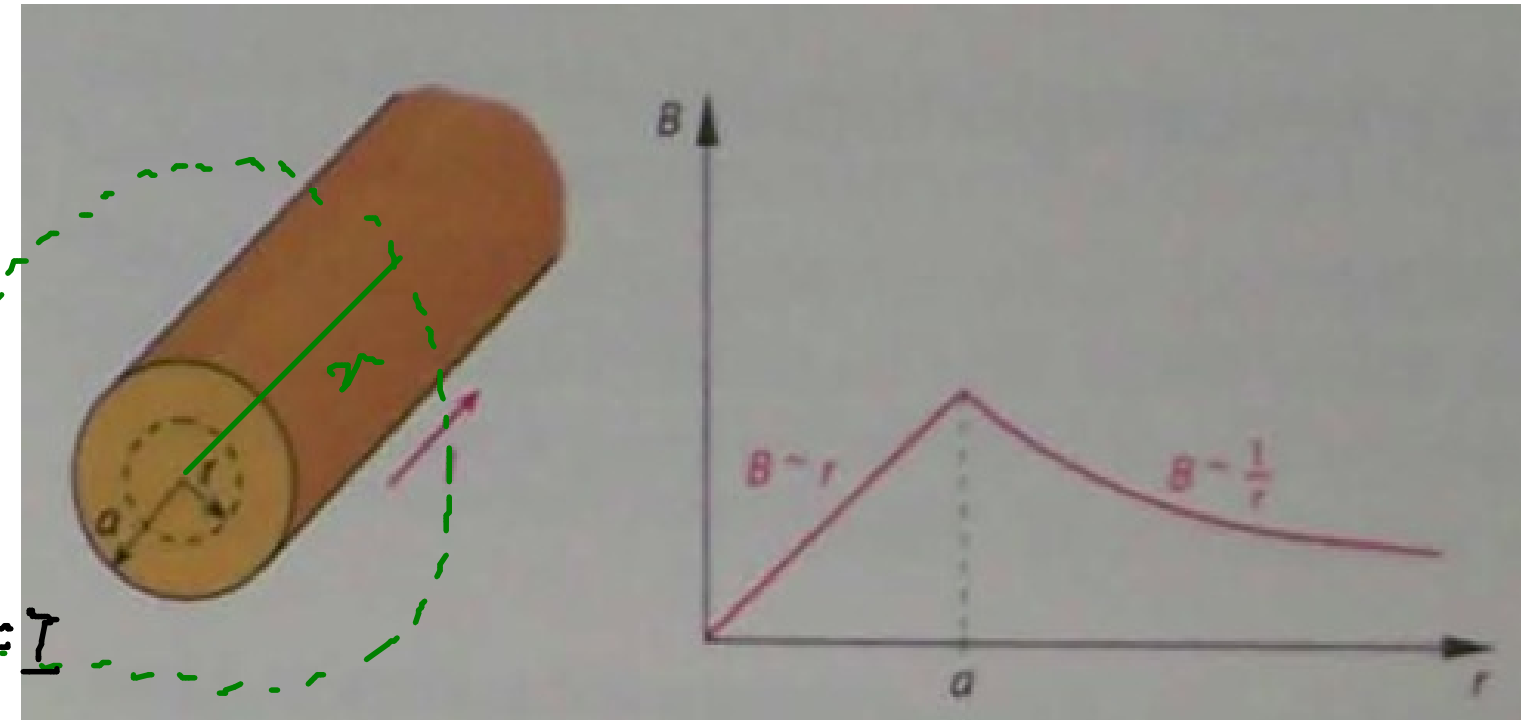
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{ges}$$

Magnetfeld innerhalb und außerhalb eines geraden Leiters:

1 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \oint B ds = B \oint ds = B \cdot 2\pi r$

$\vec{B} \parallel d\vec{s}$ $B = \text{konst}$ bei konst Abst

$\mu_0 \cdot I \Leftrightarrow B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$



$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \oint B ds = \mu_0 I_s$ ← vom Weg umschlossener Anteil an $I_{ges} = I$

$\frac{\pi r^2}{\pi a^2} = \frac{I_s}{I} \Leftrightarrow I_s = \frac{r^2}{a^2} \cdot I$

$\Rightarrow B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r} \frac{r^2}{a^2} = \mu_0 \frac{I}{2\pi a^2} \cdot r$ (inn Kabel)

Magnetfeld innerhalb einer langen Spule:

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int_1 \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_2 \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_3 \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_4 \vec{B} \cdot d\vec{s}$

$\mu_0 n_a \cdot I$ weil $\vec{B} \perp d\vec{s}$

$\frac{a}{l} = \frac{n_a}{n} \Leftrightarrow n_a = \frac{a}{l} \cdot n$

$\int_1 \neq 0 = Ba$ (weil $B=0$)

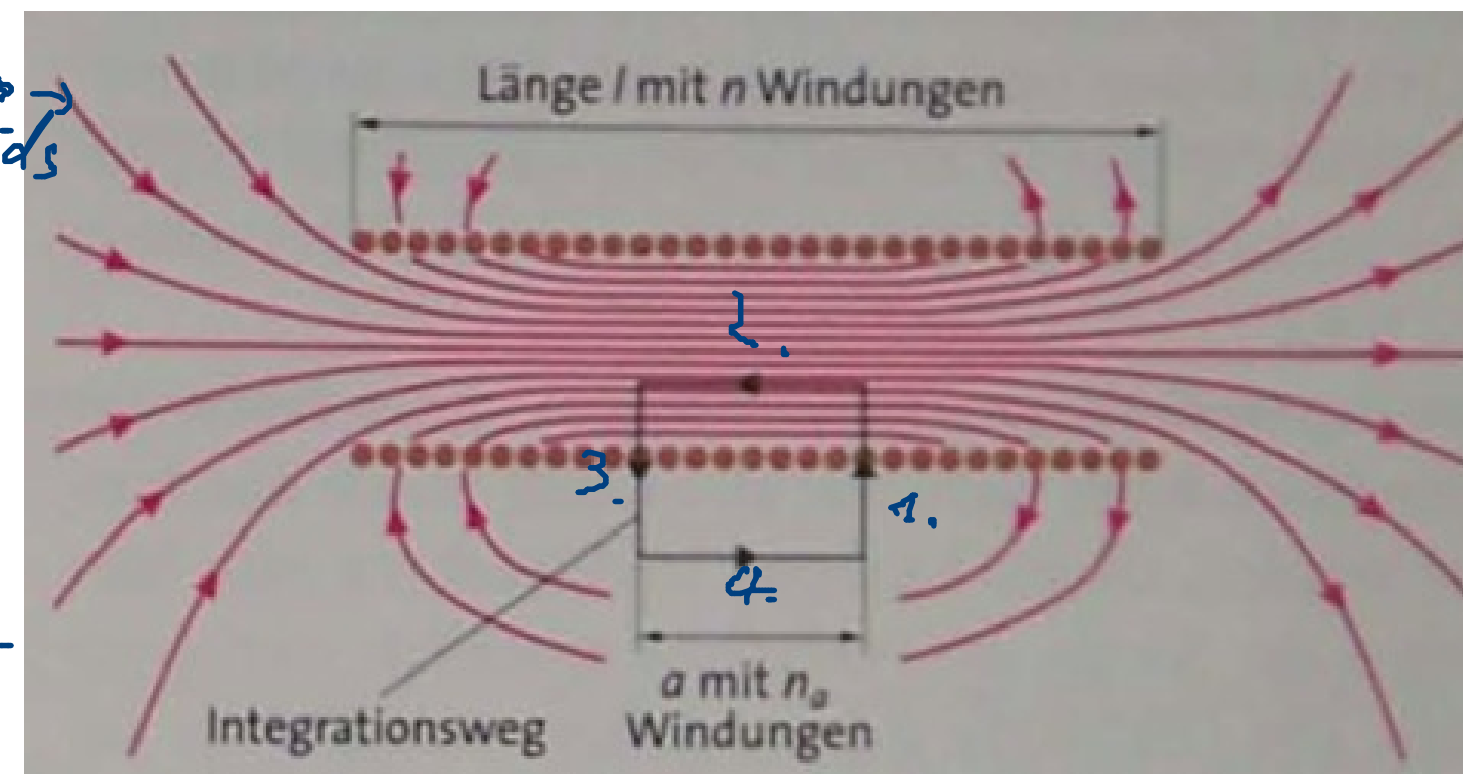
$\int_2 = 0$ (weil $B=0$)

$\int_3 = 0$ (weil $B=0$)

$\int_4 = 0$ (weil $B=0$)

$Ba = \mu_0 \frac{a}{l} n \cdot I$

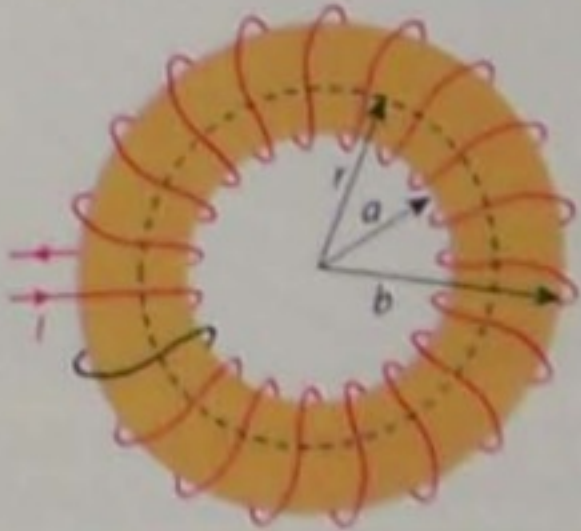
$\Leftrightarrow B = \mu_0 \frac{n}{l} I$





Anwendungen des Ampereschen Gesetzes

2. Ein gerades Koaxialkabel besteht aus einem Innenleiter und einer konzentrischen zylindrischen Abschirmung mit dem Radius R . Innenkabel und Abschirmung seien an einem Ende miteinander verbunden, am anderen Ende an eine Spannungsquelle angeschlossen. Bestimmen Sie die Feldstärke B im Raum zwischen a) Abschirmung und Innenkabel und b) außerhalb der Abschirmung.
3. Wird eine lange, bewegliche Spule mit ihren Endflächen zusammengefügt, entsteht eine Ringspule, ein sogenanntes *Toroid*. Leiten Sie mit dem Durchflutungsgesetz eine Formel zur Berechnung der magnetischen Feldstärke B in einer Ringspule mit n Windungen her. Zeigen Sie, dass außerhalb der Spule die Feldstärke null ist.



Elektromagnetische Induktion

<-- 10.2.2013