

Magnetfelder im Detail – das Biot-Savart-Gesetz

Gerhard Deyke, Hamburg

Illustrationen von Alexander Friedrich



© Kim/Adobe Stock

Schon vor gut 200 Jahren entdeckte der Physiker H. C. Oersted, dass vom Strom durchflossene Leiter beliebiger Gestalt in ihrem Umfeld ein Magnetfeld erzeugen. Er stellte allerdings auch fest, dass jedes Magnetfeld eine unterschiedliche Stärke bzw. verschiedene magnetische Flussdichten besitzt. In dem vorliegenden Beitrag werden zunächst wichtige Begriffe wie die „Stärke“ eines Magnetfeldes und die magnetische Flussdichte wiederholt und darauf aufbauend erklärt, wie diese Größen auf Grundlage der Arbeiten von Laplace, Biot und Savart berechnet werden können. Dabei stehen den Jugendlichen am Ende der Einheit reichhaltige Aufgaben zur Verfügung, anhand derer Sie das erworbene Wissen anwenden können.

Magnetfelder im Detail – das Biot-Savart-Gesetz

Oberstufe (weiterführend)

Gerhard Deyke, Hamburg

Illustrationen von Alexander Friedrich

Hinweise	1
M1 Magnetfelder und magnetische Flussdichte	2
M2a Anwendung I – Spule mit einer Windung	5
M2b Anwendung II – Helmholtzspulen	8
Lösungen	10

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

was man unter dem Begriff der magnetischen Flussdichte versteht und welche Besonderheiten in einem Magnetfeld hierbei vorhanden sind. Des Weiteren wird eine grundlegende Gleichung des Elektromagnetismus behandelt – das Biot-Savart-Gesetz. Hierbei erlernen die Schülerinnen und Schüler den theoretischen Hintergrund dieses Gesetzes und die Anwendung innerhalb von kontextbezogenen Aufgaben. Dadurch wird der Nutzen und die Wichtigkeit dieses Gesetzes hervorgehoben.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt







Thema	Material	Methode
Magnetfelder und Magnetische Flussdichte	M1	AB
Anwendungen des Biot-Savart-Gesetzes	M2a–M2b	AB

Kompetenzprofil:

Inhalt:	Berechnung der magnetischen Flussdichte einer flachen Kreisspule und eines Helmholtz-Spulenpaares, Anwendung des Biot-Savart-Gesetzes unter Verwendung der Linearen Algebra
Medien:	Programmierbarer Taschenrechner (CAS), Computer mit Berechnungssoftware
Kompetenzen:	Erläutern von Gültigkeitsbereichen von Modellen und Theorien und Beschreiben von Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten (S2), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren (S7), Beurteilen der Eignung von physikalischen Modellen und Theorien für die Lösung von Problemen (E8)

© RAABE 2022

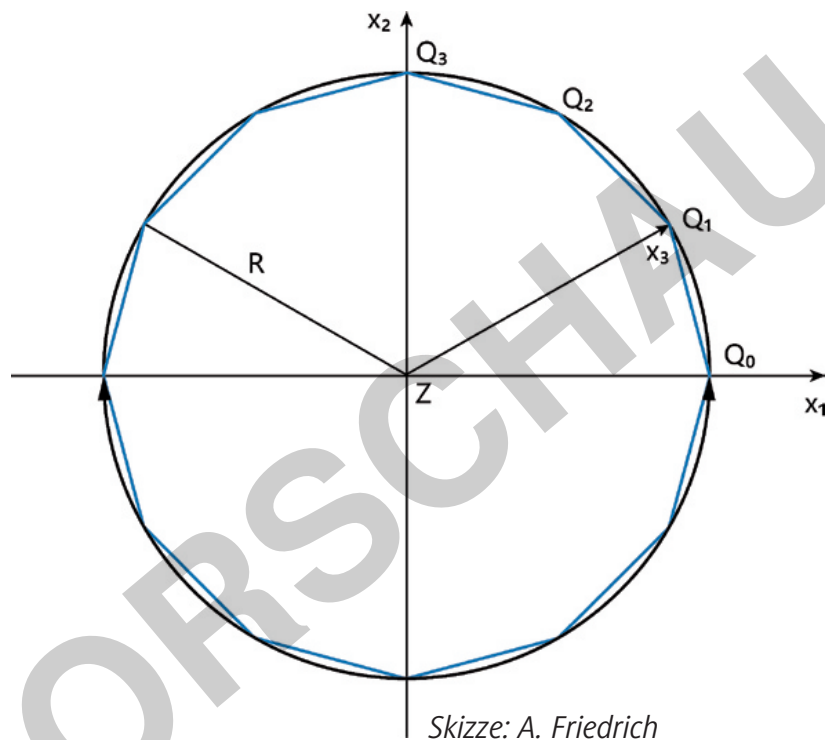
Erklärung zu den Symbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
	Dieses Symbol markiert Wichtiges und Merksätze.	
	Dieses Symbol markiert Tipps.	
	Dieses Symbol markiert Aufgaben, bei denen die Lernenden einen Taschenrechner für die Lösung nutzen sollen.	

Anwendung I – Spule mit einer Windung

M2a

Gegeben ist eine Spule mit nur einer Windung, welche in einem Kreis angeordnet ist. Dieser Kreis besitzt den Radius R , durch welchen der Strom I fließt. Beschrieben werden kann die Kreisspule durch ein regelmäßiges n -Eck (in der folgenden Abbildung mit $n = 12$). Des Weiteren wird ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem genutzt, wobei der Kreismittelpunkt Z im Koordinatenursprung liegt. Der Kreis befindet sich dabei in der x_1 - x_2 -Ebene.



© RAABE 2022

Der Radius des Kreises ist $R = 20$ cm und der Aufpunkt P befindet sich auf der x_3 -Achse mit den Koordinaten $P = (0 \mid 0 \mid d)$, wobei $d = 25$ cm groß ist. Für die Beschreibung eines Kreises mit 20 cm sind als gute Näherung $n = 72$ Ecken erforderlich. Durch den Leiterkreis fließt ein Strom von $I = 3$ A. Als Startpunkt auf dem Leiterkreis wird $Q_0 = (R \mid 0 \mid 0)$ angenommen.

Hinweis: Der erste Vektor $\Delta \vec{\ell}_1$ ist der Vektor $\vec{Q}_0 \vec{Q}_1$. Dabei kann Q_1 als Bildpunkt von Q_0 beschrieben werden, welcher bei einer Drehung um den Koordinatenursprung mit einem Winkel $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ entsteht. Entsprechend fließt ein Strom von Q_0 in Richtung Q_1 .

