

Abitur

**MEHR  
ERFAHREN**

Physik

Gymnasium · Gesamthochschule  
Niedersachsen

*Das musst du können!*

**STARK**

Abitur **MEHR  
ERFAHREN**

Physik

Gymnasium · Gesamthochschule  
Niedersachsen

*Das musst du können!*



**STARK**

# Inhalt

Vorwort

Stoffübersicht (eA)

<b>1</b>	<b>Statisches elektrisches Feld</b> .....	<b>1</b>
1.1	Elektrische Feldstärke und elektrisches Potenzial .....	1
1.2	Homogenes elektrisches Feld – Plattenkondensator .....	4
1.3	Radiales Feld – Coulombgesetz .....	8
<b>2</b>	<b>Statisches magnetisches Feld</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Bewegung geladener Teilchen in Feldern</b> .....	<b>14</b>
3.1	Geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld .....	14
3.2	Geladene Teilchen im homogenen magnetischen Feld .....	16
3.3	Geladene Teilchen im E- und B-Feld – Anwendungen .....	18
<b>4</b>	<b>Elektromagnetische Induktion</b> .....	<b>23</b>
4.1	Induktionsgesetz .....	23
4.2	Lenz'sche Regel – Selbstinduktion .....	25
<b>5</b>	<b>Schwingungen und Wellen</b> .....	<b>29</b>
5.1	Mechanische Schwingungen .....	29
5.2	Elektromagnetische Schwingungen – Schwingkreis .....	31
5.3	Wellenphänomene .....	35
5.4	Elektromagnetische Wellen .....	36
<b>6</b>	<b>Eigenschaften von Quantenobjekten</b> .....	<b>44</b>
6.1	Teilchencharakter von Photonen .....	44
6.2	Wellencharakter von Quantenobjekten .....	47
6.3	Verhalten von Quantenobjekten .....	49

<b>7</b>	<b>Physik der Atomhülle</b> .....	<b>53</b>
7.1	Linienpektren .....	53
7.2	Eindimensionaler Potenzialtopf .....	55
7.3	Röntgenstrahlung .....	58
7.4	Experimentelle Befunde – Anwendungen .....	60
<b>8</b>	<b>Kernphysik</b> .....	<b>64</b>
8.1	Kernaufbau .....	64
8.2	Radioaktivität.....	68
	Stichwortverzeichnis .....	75

**Autor:** Florian Borges

Ausführliche Erläuterungen sowie viele Übungsaufgaben finden Sie in unseren Abitur-Trainingsbänden, eine zusammenhängende Darstellung des Prüfungsstoffs in unseren Abitur-Wissensbänden:

- Abitur-Training Physik 1 und 2 inkl. Lernvideos (Bestell-Nr. 943028V bzw. 943038V)
- Abitur-Wissen Elektrodynamik (Bestell-Nr. 94331)
- Abitur-Wissen Aufbau der Materie (Bestell-Nr. 94332)

Die offiziellen Prüfungsaufgaben (grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau) der letzten Jahre mit Lösungen und viele nützliche Hinweise zu Ablauf und Anforderungen des Zentralabiturs enthält der Abiturprüfungsband Physik Niedersachsen (Bestell-Nr. 35300).

# Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses handliche Buch bietet Ihnen einen **Leitfaden** zu allen wesentlichen Inhalten, die Sie im Physikabitur in Niedersachsen benötigen. Es führt Sie systematisch durch den Abiturstoff der Themenbereiche Elektrizität, Schwingungen und Wellen, Quantenobjekte, Atomhülle und Atomkern. Das Buch eignet sich dabei besonders zur Auffrischung und Wiederholung des Prüfungsstoffs kurz vor dem Abitur.

- Zu Kapitelbeginn sind wichtige **Anwendungsgebiete** zu dem behandelten Stoff (Experimente, Naturphänomene, Technik) zusammengestellt, die Gegenstand von Prüfungsaufgaben sein können.
- **Definitionen** und **Regeln** sind durch einen grauen Balken am Rand gekennzeichnet, wichtige **Begriffe** durch Fettdruck hervorgehoben.
- Den jeweiligen Lerninhalt veranschaulichen viele **Abbildungen**.
- Passgenaue **Beispiele**  verdeutlichen, wie sich die Theorie zur Lösung wichtiger Standardaufgaben anwenden lässt.
- Unter der Überschrift **Weitere typische Aufgabenstellungen** finden Sie zusätzliche Tipps und Lösungsskizzen zu Fragestellungen, die typischerweise in der Abiturprüfung auftauchen.
- Das **Stichwortverzeichnis** führt schnell und treffsicher zum gesuchten Lernstoff.

Viel Erfolg bei der Abiturprüfung!



Florian Borges



## 2 Statisches magnetisches Feld

### Anwendungsgebiete:

- ❶ Technik: Elektromagnet; Gleichstromelektromotor; Drehspulinstrument; Ablenkspulen
- ❷ Natur: Erdmagnetfeld; Van-Allen-Gürtel

Magnetische Felder werden durch **Feldlinien** beschrieben, die in jedem ihrer Punkte tangential zum dortigen magnetischen Kraftvektor verlaufen. Magnetische Feldlinien

- sind stets geschlossen, haben also keinen Anfangs- oder Endpunkt;
- kreuzen und berühren sich nicht;
- verlaufen (außerhalb eines Magneten) vom Nord- zum Südpol;
- sind lokal umso dichter, je stärker dort das Magnetfeld ist.

Magnetfelder entstehen in der Gegenwart von **Dauermagneten** (bestehend aus Eisen, Kobalt, Nickel oder Legierungen daraus) oder in der Umgebung eines **stromdurchflossenen** Leiters. Die den magnetischen Feldlinien zugeordnete physikalische Größe ist die **magnetische Flussdichte** („Stärke“ des Magnetfelds). Sie ist durch die Kraft definiert, die ein stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld erfährt.

### Magnetische Flussdichte

Die Flussdichte  $\vec{B}$  eines magnetischen Felds in einem Punkt P ist gegeben durch einen Vektor, der Betrag und Richtung der magnetischen Kraft  $\vec{F}_{\text{mag}}$  auf einen von einem elektrischen Strom der Stärke I durchflossenen Leiter der Länge  $\ell$  angibt (Einheit: 1 Tesla):

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}_{\text{mag}}}{I \cdot \ell} \quad [B] = 1 \frac{\text{N}}{\text{Am}} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1 \text{ T}$$

Überlagern sich mehrere magnetische Felder, ergibt sich die Gesamtflussdichte analog zum elektrischen Feld durch **vektorielle Addition** der Einzelflussdichten. Ebenso bezeichnet man ein Magnetfeld als **homogen**, wenn  $\vec{B} = \text{konst.}$  Ein homogenes Feld liegt z. B. vor zwischen den Schenkeln eines **Hufeisenmagneten**, im Zentrum eines **Helmholtz-Spulenpaars** oder im Inneren einer langen **Zylinderspule**, durch deren Drahtwindungen ein konstanter Gleichstrom fließt.

### Magnetische Flussdichte einer langen Zylinderspule

Das homogene Magnetfeld im Inneren einer stromdurchflossenen Zylinderspule besitzt die Flussdichte

$$\mathbf{B} = \mu_0 \cdot \frac{N}{\ell} \cdot \mathbf{I}.$$

N: Windungszahl

$\ell$ : Spulenlänge (mit  $\ell \gg$  Durchmesser des Spulenquerschnitts)

I: Stärke des Spulenstroms

$\mu_0$ : magnetische Feldkonstante ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$ )

Das Magnetfeld der Spule ähnelt im Außenraum dem eines **Stabmagneten**. Um sich allgemein die Richtungen der Feldlinien und Kräfte in einem Magnetfeld zu verdeutlichen, verwendet man drei Handregeln:

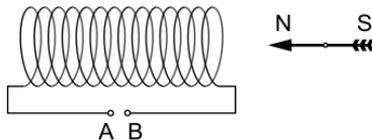
### Handregeln zur Richtungsbestimmung im Magnetfeld

- **Rechte-Faust-Regel:**  $\vec{B}$ -Richtung beim stromdurchflossenen Leiter (Feldlinien: konzentrische Kreise in Ebenen senkrecht zum Leiter)  
Daumen:  $\vec{I}$  (technisch); restliche Finger:  $\vec{B}$
- **Rechte-Hand-Regel:** Polung einer stromdurchflossenen Spule  
Daumen: zeigt zum Nordpol; restliche Finger:  $\vec{I}$  (technisch)
- **Drei-Finger-Regel der rechten Hand:** Richtung der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld  
Daumen:  $\vec{I}$  (technisch) Zeigefinger:  $\vec{B}$  Mittelfinger:  $\vec{F}$

Dass ein stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld abgelenkt wird, ist ein Spezialfall der Wirkung der **Lorentzkraft**. Sie tritt ganz allgemein immer dann auf, wenn ein geladenes Teilchen sich senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfelds bewegt (vgl. Kap. 3.2, S. 16)



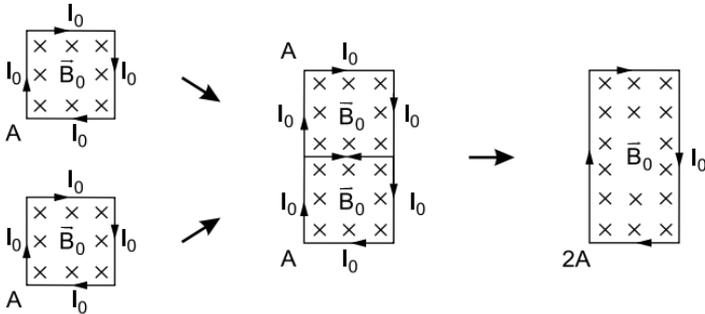
1. Die Achse einer Zylinderspule liegt in West-Ost-Richtung. Geben Sie an, welches Spuleneinde mit dem Plus- bzw. Minuspol einer Gleichspannungsquelle verbunden werden muss, damit die Magnetnadel die eingezeichnete Richtung einnimmt.



*Lösung:* Dem Nordpol der Magnetnadel muss ein Spulensüdpol gegenüberliegen. Daher muss am linken Spulenende ein Nordpol liegen. Nach der Rechte-Hand-Regel ist dies der Fall, wenn B mit dem Pluspol und A mit dem Minuspol der Gleichspannungsquelle verbunden wird.

2. Erläutern Sie an einem geeignet gewählten Spulenkörper, warum die magnetische Flussdichte im Inneren einer Zylinderspule nicht vom Spulenquerschnitt abhängt.

*Lösung:* In zwei Spulen mit rechteckigem Querschnitt, die in der gleichen Richtung jeweils vom gleichen Strom der Stärke  $I_0$  durchflossen werden, herrscht im Inneren jeder Spule das gleiche Magnetfeld der Flussdichte  $\vec{B}_0$  (siehe Abbildung). Ersetzt man die beiden Spulen durch eine einzige Spule mit doppeltem Querschnitt, durch die ein Strom der Stärke  $I_0$  fließt, ändert sich der Betrag von  $\vec{B}_0$  im Inneren nicht: Die Feldliniendichte hat sich nicht geändert.



3. Beschreiben Sie, wie man mithilfe einer **Stromwaage** die magnetische Flussdichte  $B$  bestimmen kann, und erläutern Sie die physikalischen Grundlagen dieses Verfahrens.

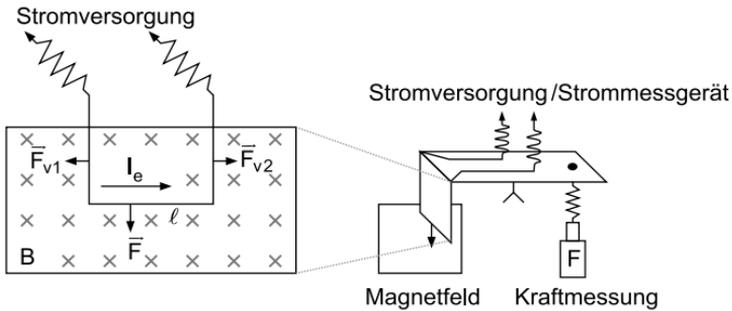
*Lösung:*

- Idee: Die Kraft  $\vec{F}$  auf einen stromdurchflossenen Leiter (Stromstärke  $I$ , Länge  $\ell$ ) ist ein Maß für die Stärke und damit Flussdichte  $B$  des Magnetfeldes. Für ihren Betrag gilt:

$$F = B \cdot I \cdot \ell \Leftrightarrow B = \frac{F}{I \cdot \ell}$$

Diese Kraft wird gemessen.

- Möglicher Versuchsaufbau: Balkenwaage mit stromdurchflossenem Drahtrahmen auf der einen Seite und Federkraftmesser auf der anderen Seite



Taucht der Drahtrahmen in das Innere eines Magnetfeldes ein, heben sich die auf die vertikal verlaufenden Drahtanteile wirkenden Kräfte  $\vec{F}_{v1}$  und  $\vec{F}_{v2}$  auf, nur die Kraft  $\vec{F}$  auf die horizontal verlaufende Drahtlänge  $\ell$  bleibt wirksam und somit messbar. Der Federkraftmesser verhindert das Hineinziehen des Rahmens in das Magnetfeld und hält die Waage im Gleichgewicht; die dafür notwendige Kraft kann an ihm abgelesen werden.

### Weitere typische Aufgabenstellungen

1. Gegeben: Metallstab (quer auf zwei Metallschienen) im homogenen  $\vec{B}$ -Feld, von Gleichstrom durchflossen; Leiterschaukel  
Gesucht: Betrag und Richtung der Lorentzkraft (evtl.: Beschleunigung; erzielte Geschwindigkeit); Auslenkwinkel

*Lösung:* Ansatz  $F = B \cdot I \cdot \ell$ ; Newton'sches Grundgesetz  $F = m \cdot a$ ;  
(evtl.: Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung)

2. Gegeben: Zylinderspule  
Gesucht: Berechnung einer der Größen  $N$ ,  $\ell$ ,  $I$ ,  $B$

*Lösung:* Ansatz Spulenformel  $B = \mu_0 \cdot \frac{N}{\ell} \cdot I$



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)

[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

**STARK**



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)

[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

**STARK**