

# Workshop: Felder

Sie finden hier einige Vorschläge für die selbstständige Arbeitsphase. Sie können diese selbstverständlich auch später nutzen, z.B. als Grundlage in einer Fachkonferenz.

## Überblick

- Verschaffen Sie sich anhand der Präsentationen *2101\_felder\_fobi* einen Überblick über den fachlichen Hintergrund, mögliche Experimente und Materialien.
- Vertiefend können Sie sich mit dem Hintergrund zu ausgewählten Themen, Hinweisen zum Material und zu den Experimenten und unterrichtsbezogenen Aspekten auseinandersetzen. (*2102\_hintergrund\_elektrische\_und\_magnetische\_felder*).
- Sichten Sie die Materialien für den Unterricht. Sie erkennen Sie an den ersten drei Ziffern der Dateien: 221 für das Thema Elektrostatik, 222 für das elektrische Potenzial, 223 für die Superposition von Feldern, 224 für das Coulomb-Gesetz, 225 für das Laden und Entladen von Kondensatoren, 226 für das Thema Teilchen in Feldern am Beispiel der Fadenstrahlröhre (e/m-Bestimmung, Kreis- und Schraubenbahn), 227 für den Hall-Effekt.

Dies ist ein Vorschlag für eine Einteilung in Stationen:

Station Nr.	Themenfeld	Inhalt
1	Elektrostatik	Beschreibung und Erklärung elektrostatischer Phänomene mit Hilfe von Argumentationsketten (BF, LF)
2	Coulomb-Gesetz	Realer Versuchsaufbau, stummes Video, Simulation und Arbeitsblätter (LF)
3	Superposition von Feldern	Geogebra-Simulationen und Arbeitsblätter (Computer) (BF, LF)
4	Elektrisches Potenzial	Demonstrationsexperiment mit Flammsonde als stummes Video und Potentialmessungen im Schülerpraktikum (LF)
5	Elektrisches Feld	Vertiefende Experimente mit der Plasmalampe (BF, LF)
6	Kondensator 1	Schülerpraktikum Wickelkondensator inkl. qualitativer Beobachtung von $U(t)$ , Bestimmung der Kapazität (BF, LF), Entladevorgang mit Messwerterfassung (LF)
7	Kondensator 2	Schülerpraktikum Elektrolytkondensator inkl. Aufzeichnung $U(t)$ und $I(t)$ mit Messwerterfassung, Auswertung und Bestimmung der Kapazität aus Messdaten (LF)
8	Kondensator 3	Modellierung der Kondensatorentladung mit Excel: Einsatz als Simulation (BF,LF), Modellierungsprogramm selbst erstellen (LF-Vertiefung)
9	Teilchen in Feldern	Fadenstrahlrohr und e/m-Bestimmung (BF,LF)
10	Hall-Effekt	Experimentelle Untersuchung des Hall-Effekts mit Germanium-Plättchen (LF)

Auf den folgenden Seiten finden Sie Vorschläge für Arbeitsanweisungen zu den Stationen 1 bis 10

# Workshop: Felder

## Arbeitsauftrag zur Station 1: Elektrostatik

### Beschreibung und Erklärung elektrostatischer Phänomene mit Hilfe von Argumentationsketten

Argumentationsketten und Argumentationsgefüge ermöglichen eine Strukturierung der Zusammenhänge bei physikalischen Phänomenen. Die Lernenden nutzen die Argumentationsketten oder Argumentationsgefüge, um komplexe physikalische Phänomene fachlich zutreffend und sachlogisch richtig zu beschreiben und zu erklären.

Da die Elektrostatik am Anfang des Kursstufenunterrichts behandelt wird, kann im Rahmen dieses Themas der Einsatz von Argumentationsketten und Argumentationsgefügen eingeführt und eingeübt werden.

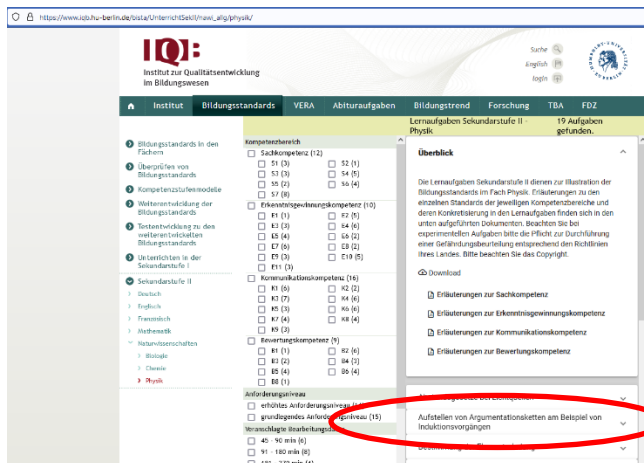
Bei den hier vorgestellten 3 Beispielen zu elektrostatischen Phänomenen geht man von einer beobachteten Ursache aus, dem Annähern eines negativ geladenen PVC-Rohrs. Über eine Vermittlung kommt es zu einer Wirkung. Die Vermittlung erfolgt bei den hier betrachteten elektrostatischen Experimenten z. B. über die Influenz oder Polarisierung, über die Anziehung ungleichnamiger Ladungen. Die Wirkung kann selbst wieder eine Ursache sein.

**Aufgabe 1:** Führen Sie die Experimente zu Phänomen 1 und 2 nach den Anleitungen durch (2211\_ab\_elektrostatik\_phaenomen1, 2213\_ab\_elektrostatik\_phaenomen2). Vergleichen Sie ihre Beobachtungen vom Phänomen 1 und 2 mit den Lösungsvorschlägen für die Argumentationsketten (2212\_ab\_elektrostatik\_phaenomen1\_loesung, 2214\_ab\_elektrostatik\_phaenomen2\_loesung). Diskutieren Sie, inwiefern die Kärtchen für die Argumentationskette hilfreich für die Beschreibung der Vorgänge ist.

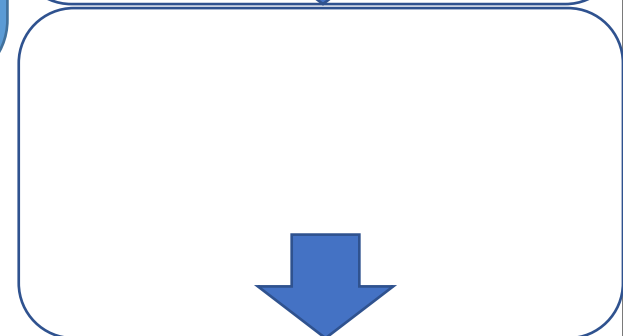
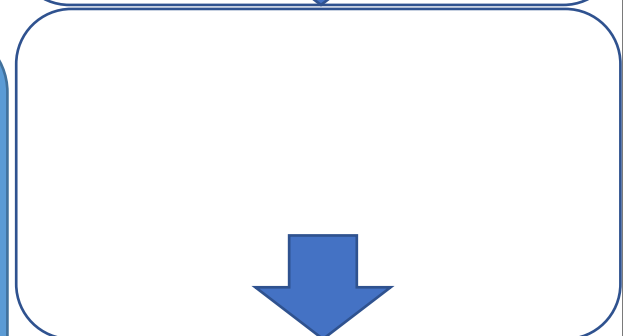
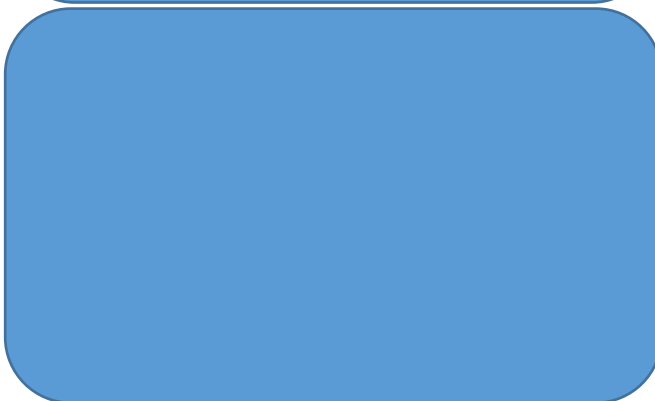
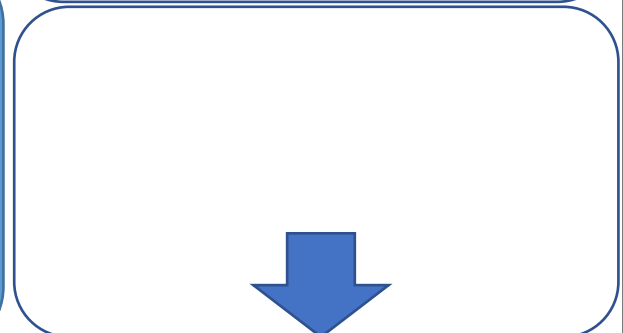
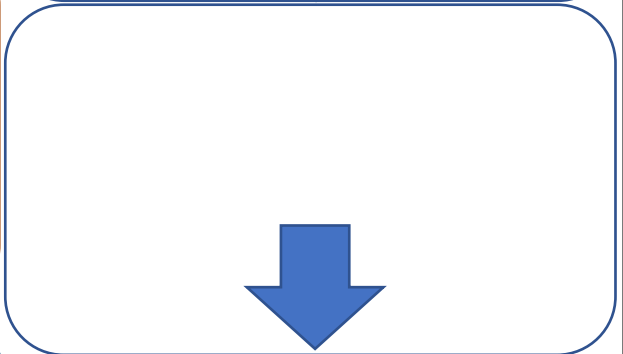
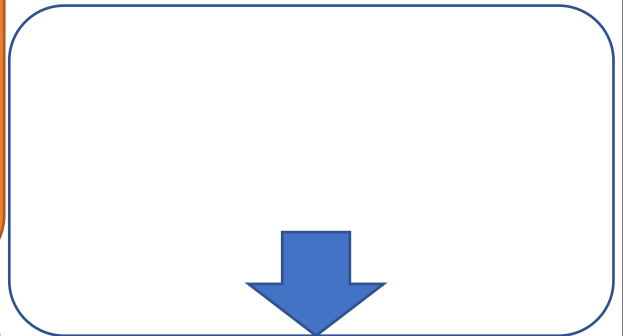
**Aufgabe 2:** Führen Sie das Experiment zu Phänomen 3 durch (2215\_ab\_elektrostatik\_phaenomen3). Nutzen Sie die vorliegenden unbeschrifteten Kärtchen und erstellen Sie eigene Kärtchen für eine Argumentationskette. Vergleichen Sie ihre Kärtchen mit dem Lösungsvorschlag. Diskutieren Sie mögliche Unterschiede.

**Aufgabe 3:** Sichten Sie die IQB- Lernaufgabe zu Argumentationsketten. Diskutieren Sie, für welche weiteren Experimente in anderen Themenbereichen solche Argumentationsketten oder Argumentationsgefüge eingesetzt werden könnten.

Link zur IQB-Lernaufgabe: *Aufstellen von Argumentationsketten am Beispiel von Induktionsvorgängen*: [https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi\\_allg/physik/](https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/physik/)



## Workshop: Felder



# Workshop: Felder

## Arbeitsauftrag zur Station 2: Coulomb-Gesetz

An dieser Station finden Sie einen Versuchsaufbau zur Untersuchung der Abhängigkeit der Coulomb-Kraft vom Abstand. Die Messdatei ist auf dem Computer schon geöffnet. Der entsprechende Versuch wurde gefilmt und steht als stummes Video zur Verfügung. Hinweise zum Versuchsaufbau finden Sie im vorliegenden Ordner. Zum stummen Video liegen Arbeitsblätter vor.

**Aufgabe 1:** Führen Sie das Experiment selbst durch, oder schauen Sie sich das stumme Video an (2243\_coulomb\_video.mp4 (hohe Auflösung), 2243\_coulomb\_video\_mittel.mp4 (mittlere Auflösung).

**Aufgabe 2:** Sichten Sie das Arbeitsblatt zum Experiment (2241\_ab\_coulomb). Diskutieren Sie das Vorgehen zur Untersuchung der Proportionalität  $F \sim \frac{1}{r^2}$ .

**Aufgabe 3:** In der hier vorliegenden IQB-Beispielaufgabe zum Coulomb-Gesetz wird unter anderem die Proportionalität untersucht. Diskutieren Sie, inwiefern die für diese Aufgabe notwendigen Kompetenzen mit dem Arbeitsblatt vorbereitet werden. Wie könnte man das Arbeitsblatt anpassen, um den Einsatz des WTR zur Regression mit einzubinden?

Link zur IQB-Beispielaufgabe: *Coulomb-Gesetz* <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/physik/>

The screenshot shows the IQB website interface. On the left, there is a navigation menu with categories like 'Begleitende Dokumente', 'Beispielaufgaben', 'Deutsch', 'Englisch', 'Französisch', 'Mathematik', 'Naturwissenschaften', 'Biologie', 'Chemie', and 'Physik'. The 'Physik' category is selected. In the main content area, there is a search bar and a list of search results. The search results are filtered by 'Beispielaufgaben - Physik' and show 23 tasks found. The task 'Das Coulomb-Gesetz' is highlighted with a red circle. The task details show a description of the task and a list of competencies (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz) that are addressed by the task.



## Arbeitsauftrag zur Station 3: Superposition von Feldern

Die Superposition von Feldern wird sowohl im Leistungsfach als auch im Basisfach behandelt.

Beim elektrischen Feld eignet sich das Feld zweier Punktladungen, um die Methode zur grafischen Bestimmung der resultierenden Feldstärke in einem Punkt des Felds einzuführen. Die grafische Vektoraddition ist aus der Mechanik bekannt.

Beim Magnetfeld kann mit der Betrachtung des Felds zwischen zwei parallelen stromführenden Drähten die Grundlage für das Verständnis des resultierenden Felds um eine Leiter-schleife und eine Spule erarbeitet werden. Dabei kommt die Rechte-Hand-Regel zum Einsatz.

Die Geogebra-Simulationen werden zusammen mit Arbeitsblättern eingesetzt. Die Aufgaben der Arbeitsblätter sind so konzipiert, dass sich die Lernenden zunächst mit der Simulation vertraut machen und erste Beobachtungen notieren. In der zweiten Aufgabe werden für die Simulationen bestimmte Einstellungen vorgegeben. Darauf folgen weitere vertiefende Aufgaben. Die grundlegenden Aufgaben sind sowohl für das Basisfach, als auch für das Leistungsfach geeignet. Die vertiefenden Aufgaben können für das Leistungsfach eingesetzt werden.

**Aufgabe 1:** Testen Sie die Simulationen in Kombination mit den Arbeitsblättern (2231\_ab\_superposition\_el\_feld bzw. 2234\_ab\_superposition\_magnetfeld).

**Aufgabe 2:** Diskutieren Sie die Einsatzmöglichkeiten des Materials im Basisfach bzw. im Leistungsfach.

Zu den Simulationen kommen Sie über die folgenden links bzw. QR-Codes:

**Link und QR-Code zur geogebra-Anwendung Superposition von elektrischen Feldern**

<https://www.geogebra.org/classic/pvpn7dng>



Anleitung:

Mit den Schieberegern können Sie die Ladungen Q1 und Q2 einstellen.  
Es sind Ladungen von -50nC bis +50nC möglich.  
Den Punkt P im elektrischen Feld können Sie mit der Maus verschieben.  
Den Abstand zwischen Q1 und Q2 können Sie verändern, indem Sie Q2 mit der Maus verschieben.  
Die Länge der Feldstärkevektoren und der Abstände wird in cm angegeben.  
Die jeweiligen Beträge der Feldstärke E1, E2 und Eres können mithilfe des angegebenen Maßstabs aus der Vektorlänge berechnet werden.

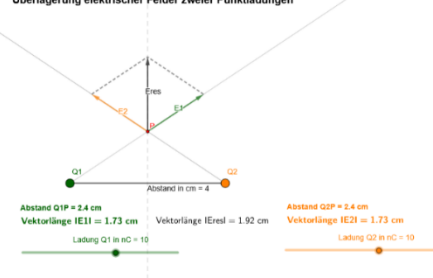
Maßstab:

Eine Vektorlänge von 1cm entspricht der Feldstärke in einem Punkt P im Abstand von 1cm von einer Punktladung von 1 nC

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} = 89875,5 \frac{C}{m^2}$$

CC BY 4.0 Dr. Ursula Wierbach

Überlagerung elektrischer Felder zweier Punktladungen



**Link und QR-Code zur geogebra-Anwendung Superposition von Magnetfeldern**

<https://www.geogebra.org/classic/brqgfaa4>



Überlagerung von Magnetfeldern paralleler Drähte

CC BY 4.0 Dr. Ursula Wierbach

Dargestellt wird die Überlagerung der Magnetfelder um Draht 1 und Draht 2 in ausgewählten Punkten entlang der gelben Verbindungslinie zwischen den Drähten in der Drahtebene.

Blaue Pfeile: Flächichtvektoren des Felds um Draht 1  
Grüne Pfeile: Flächichtvektoren des Felds um Draht 2  
Rote Pfeile: Flächichtvektoren der resultierenden Feldstärke

Die gepunkteten Kreise sind Halbkreise.  
Sie markieren jeweils Orte gleichen radialen Abstands um Draht 1 (blau) bzw. Draht 2 (grün).

Mit den Schieberegern kann die Stromstärke in Draht 1 (blau) und Draht 2 (grün) von -4 bis +4 A eingestellt werden.

Stromstärke Draht 1

Stromstärke Draht 2

4.0

2103

5/12

## Arbeitsauftrag zur Station 4: Elektrisches Potenzial

An dieser Station werden zwei Varianten für Schülerexperimente zum elektrischen Potenzial vorgestellt. Beide Varianten sind geeignet, um die Vorstellung zum Potenzialbegriff zu festigen. Die Bedeutung der Äquipotenziallinien als Linien gleichen Potenzials wird im Experiment bewusst angewendet. Da die Äquipotenziallinien und die Feldlinien orthogonal zueinander stehen müssen, können die Schüler\*innen diesen Zusammenhang anwenden und sowohl für das homogene als auch für das inhomogene Feld den Verlauf der Feldlinien ableiten. Die Berechnung der elektrischen Feldstärke  $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$  aus den Abständen der Äquipotenziallinien im homogenen Feld ermöglicht ein tieferes Verständnis dafür, dass die Feldstärke in einem homogenen Feld überall gleich groß ist.

**Aufgabe 1:** Sichten Sie das Material zur Vermessung des Potenzials im Plattenkondensator mit einer Flammensonde (2221\_ab\_potenzial\_flammensonde, 2222\_ab\_potenzial\_flammensonde\_loesung). Das stumme Video dazu finden Sie unter folgendem Link bzw. QR-Code. Diskutieren Sie, inwiefern es sinnvoll ist, das Experiment mit der Flammensonde vor einem Schülerpraktikum zur Potenzialmessung durchzuführen, bzw. das stumme Video einzusetzen.

Link zum Film

[https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/lehrerbildung/lehrerbildung\\_lmu/video/e-lehre/elektrisches-potential/potential\\_homogenes\\_feld/index.html](https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/lehrerbildung/lehrerbildung_lmu/video/e-lehre/elektrisches-potential/potential_homogenes_feld/index.html)

QR-Code



**Aufgabe 2:** Erproben Sie die Versuchsaufbauten zu den Schülerexperimenten (2223\_ab\_potenzial\_schuelerexperiment\_variante1 und 2225\_ab\_potenzial\_schuelerexperiment\_variante2) und vergleichen Sie diese miteinander. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile gegenüber weiteren Varianten, die Sie z.B. in Ihrem Unterricht eingesetzt haben. Welche Variante würden Sie im Leistungsfach einsetzen?

### Arbeitsauftrag zur Station 5: Experimente mit der Plasmalampe

Mit der Plasmalampe sind qualitative vertiefende Experimente zum Thema elektrisches Feld und Potenzial möglich. Sie können eingesetzt werden, um mit den Schüler\*innen über physikalische Zusammenhänge zu sprechen. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der vorliegenden Anleitung (2227\_anleitung\_experiment\_plasmalampe).

**Material:** Plasmalampe, Energiesparlampe, Glimmlampe, Leuchtstoffröhre, Nadel, 2-Cent-Münze

**Aufgabe:** Informieren Sie sich anhand der Anleitung und führen Sie die Experimente durch. Überlegen Sie, wie Sie die Beobachtungen im Gespräch mit den Schüler\*innen in Beziehung zum bisher Gelernten (elektrisches Feld, Potenzial, Ladungen im elektrischen Feld) setzen können.

**Zusatzaufgabe:** Ein weiteres kleines Experiment kann zur Veranschaulichung der Spitzenentladung eingesetzt werden: Legen Sie eine 2-Cent-Münze auf die Plasmalampe und nähern sie dieser Münze eine Nadel an. Bei sehr kleinem Abstand sollte es eine Funkenentladung geben.

## Workshop: Felder

### Arbeitsauftrag zur Station 6: Praktikum Wickelkondensator

Beim Bau des Wickelkondensators wird den Schüler\*innen die Bedeutung des Dielektrikums und der Fläche des Kondensators bewusst gemacht. Bei der theoretischen Abschätzung der Kapazität wenden Sie ihr Wissen über die Abhängigkeit der Kapazität von der Fläche, dem Plattenabstand und der Permittivitätszahl des Dielektrikums an. In der Technik kommen gewickelte Kondensatoren mit einer ähnlichen Kapazität zum Einsatz, die aber deutlich kleiner sind. Das ist möglich, da deren Dielektrum eine hohe Permittivitätszahl aufweist. Das Pergamentpapier, das beim selbstgebaute Kondensator zum Einsatz kommt, hat eine kleine Permittivitätszahl. Sie liegt zwischen 1 und 4.

**Aufgabe 1:** Bauen Sie nach der Anleitung (2251\_ab\_wickelkondensator\_bf oder 2252\_ab\_wickelkondensator\_lf) einen Wickelkondensator (alternativ finden Sie fertige Wickelkondensatoren vor).

**Aufgabe 2:** Vergleichen Sie das weitere Vorgehen für das Basisfach bzw. das Leistungsfach und testen Sie die Experimente.

**Aufgabe 3:** Sichten Sie die vorliegende Aufgabe 1 vom Zentralabitur 2016 in Niedersachsen (Abitur 2016 I: Natur- und Materialkonstanten, Aufgabe 1). Beurteilen Sie, inwiefern das Praktikum zum Wickelkondensator für diese Aufgabe notwendige Kompetenzen vermittelt. Link zum Download der Aufgabe: (<https://za-aufgaben.nibis.de/index.php?jahr=1>)



# Workshop: Felder

## Arbeitsauftrag zur Station 7: Laden und Entladen eines Kondensators

An dieser Station finden Sie einen Versuchsaufbau für ein Schülerpraktikum einmal mit dem Messwerterfassungssystem Cassy und einmal mit Vernier-Sensoren. Mit diesem Versuchsaufbau können die Schüler\*innen eigenständig den Einfluss der Kapazität und des Widerstands auf den Lade- bzw. Entladevorgang untersuchen.

**Aufgabe 1:** Sichten Sie die Anleitung (2253\_ab\_praktikum\_kondensator) und testen Sie die Experimente. Diskutieren Sie, wie Sie darüber hinaus mit den Messdaten arbeiten könnten.

**Aufgabe 2:** Sichten Sie die IQB-Beispielaufgabe. Diskutieren Sie inwiefern mit diesem Praktikum wichtige Kompetenzen zur Lösung der Aufgaben gefördert werden.

Link zur IQB-Beispielaufgabe: *Defibrillatoren Retten Leben* <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/physik/>

The screenshot shows the IQB website interface. The top navigation bar includes links for 'Suche', 'English', and 'login'. The main menu has tabs for 'Institut', 'Bildungsstandards', 'VERA', 'Abituraufgaben', 'Bildungstrend', 'Forschung', 'TBA', and 'FDZ'. The 'Abituraufgaben' tab is selected, showing 'Beispielaufgaben - Physik' with '23 Aufgaben gefunden.' The left sidebar lists 'Begleitende Dokumente' and 'Beispielaufgaben' with filters for 'Deutsch', 'Englisch', 'Französisch', 'Mathematik', 'Naturwissenschaften', 'Biologie', 'Chemie', and 'Physik'. The 'Physik' filter is selected. The main content area shows a list of tasks under 'Inhaltsbereich' and 'Kompetenzbereich'. The task 'Defibrillatoren retten Leben' is highlighted with a red circle.



### Arbeitsauftrag zur Station 8: Modellierung des Lade- und Entladevorgangs mit Excel

**Aufgabe 1:** Sichten Sie das Material (2254\_flussdiagramm\_ladevorgang, 2256\_ladevorgang\_modellierung, 2257\_ladevorgang\_modellierung\_loesung) und testen Sie das Modellbildungsprogramm (2258\_modellierung\_ladevorgang.xlsx).

**Aufgabe 2:** Diskutieren Sie, inwiefern der Einsatz des Modellbildungsprogramms Schülerexperimente ersetzen kann.

**Aufgabe 3:** Diskutieren Sie, welchen Mehrwert für die Schüler\*innen und Schüler im Leistungsfach die eigenständige Programmierung des Modellbildungsprogramms mit Excel anhand der Anleitung (2255\_anleitung\_modellierung) hätte.

## Arbeitsauftrag zur Station 9: Fadenstrahlröhre

Experimente mit der Fadenstrahlröhre sind für die Schüler\*innen sehr beeindruckend. Die Ablenkung der Elektronen im orthogonalen Magnetfeld wird damit sichtbar gemacht. Die Abhängigkeit des Bahnradius von der Beschleunigungsspannung und der Flussdichte kann mit dem Fadenstrahlrohr demonstriert werden.

Für das Leistungsfach ist die Bestimmung der spezifischen Ladung mit der Fadenstrahlröhre ein zentrales Experiment im Themenbereich Teilchen und Felder. Die Formel für die spezifische Ladung kann unter Anleitung von den Schüler\*innen selbst deduktiv hergeleitet werden. Mit der Fadenstrahlröhre kann außerdem die Entstehung einer Schraubenbahn gezeigt werden.

**Aufgabe 1:** Sichten Sie die Arbeitsblätter (2261\_ab\_herleitung\_e\_m, 2263\_experiment\_fadenstrahlrohr1, 2264\_ab\_experiment\_fadenstrahlrohr2) und testen Sie ihren Einsatz zusammen mit dem virtuellen Experiment unter folgendem Link:

<https://virtuelle-experimente.de/b-feld/e-m-bestimmung/edurchm.php>



**Aufgabe 2:** Die Entstehung der Schraubenbahn kann mit dem realen Versuchsaufbau demonstriert werden. Durch eine leichte Verdrehung der Röhre wird eine Schraubenbahn erzeugt. Testen Sie, wie die Schüler\*innen die Erklärung für die Entstehung der Schraubenbahn mit dem Arbeitsblatt 2266\_schraubenbahn und der Website <https://virtuelle-experimente.de/b-feld/anwendung/schraubenbahn.php> eigenständig erarbeiten können.



## Arbeitsauftrag zur Station 10: Hall-Effekt

Der Hall-Effekt wird nur im Leistungsfach behandelt. Die Schülerinnen und Schüler sollen den Hall-Effekt **beschreiben** können. Für die Lösung älterer Abituraufgaben sind in erster Linie folgende Kompetenzen erforderlich:

Die Schüler\*innen können den Hall-Effekt anhand einer Skizze beschreiben und die vorgegebene Formel für die Hallspannung für Berechnungen einsetzen.

An dieser Station finden Sie zwei verschiedene Versuchsaufbauten zum Hall-Effekt, einen zur qualitativen Untersuchung und einen zur quantitativen Untersuchung.

**Aufgabe 1:** Sichten Sie die Anleitungen (2271\_ab\_hall\_effekt1 und 2273\_ab\_hall\_effekt2) und testen Sie die Experimente.

**Aufgabe 2:** Diskutieren Sie die Einsatzmöglichkeiten der Experimente und Arbeitsanweisungen im Unterricht.

**Aufgabe 3:** Sichten Sie die Aufgabe 3 vom Abitur 2022 IIb aus Niedersachsen. Beurteilen Sie, inwiefern die Aufgaben der Arbeitsblätter auf diese Abituraufgabe vorbereiten.

Das Beispiel für die Abituraufgabe zum Hall-Effekt (Abitur 2022 II b: Interferenz – Schwingungen – Magnetfelder, Aufgabe 3) aus Niedersachsen finden Sie unter folgendem link:

<https://za-aufgaben.nibis.de/>