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 auseinander setzen. *(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:**

****

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

**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 Polarisation, 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.

Ein Bild, das Text enthält.

Automatisch generierte BeschreibungLink zur IQB-Lernaufgabe: *Aufstellen von Argumentationsketten am Beispiel von Induktionsvorgängen*: <https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/physik/>



**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.

**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?

Ein Bild, das Tisch enthält.

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



**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 Leiterschleife 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.

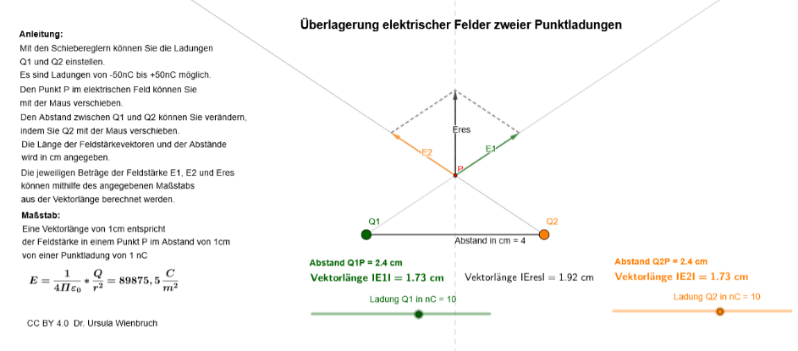
**Aufgabe 1:** Testen Sie die Simulationen in Kombination mit den Arbeitsblättern (2231\_ab\_superposition\_el\_feld bzw. 2234\_ab\_superposition\_magnetfeld).

**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/pvpn7dnq>



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

**Ein Bild, das Text, Dokument, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung**<https://www.geogebra.org/classic/brqgfaa4>

**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 zueinanderstehen 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= 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>

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.

**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 Dielektrikum eine hohe Permittivitätszahl aufweist. Das Pergamentpapier, das beim selbstgebauten 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>)

**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.

Ein Bild, das Tisch enthält.

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



**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 derEinsatz 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/>