

# Fachdidaktik Physik: 1.4.2. Methoden und Binnendifferenzierung

Hans-Otto Carmesin

Gymnasium Athenaeum Stade, Studienseminar Stade

Hans-Otto.Carmesin@t-online.de

16. März 2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zweck der Methoden</b>	<b>2</b>
2.1	Methodenwahl im Hinblick auf den Lernprozess . . . . .	2
2.2	Methodenwahl im Hinblick auf die Schüleraktivität . . . . .	2
2.3	Methodenwahl im Hinblick auf die unterrichtliche Situation . . . . .	3
2.4	Methodenwahl zur Binnendifferenzierung . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Funktionale Verzahnung von Methoden</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Methoden</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Risiken und deren Bewältigung</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Beispiele</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Aufgaben</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>30</b>

## 1 Einleitung

Wir planen unseren Unterricht nach dem Primat der Didaktik. Nachdem wir die zu erreichenden Teillernziele entwickelt haben, wählen wir passende Methoden. Dabei können wir aus einer Vielfalt von Methoden auswählen (s. Kircher u. a. (2001); Leisen (2003); Rabe (2007); Zwiorek (2007)). Hierbei ist die stimmige Auswahl aus einem umfangreichen Repertoire an Methoden ein wichtiges Kriterium für guten Unterricht (s. Meyer (2003)) und für eine hohe Lernwirksamkeit (s. Hattie (2009)). Auch können Methoden zur Binnendifferenzierung eingesetzt werden.

---

Hier stelle ich einige wesentliche Methoden<sup>1</sup> anhand von Beispielen aus dem Physikunterricht vor. Auch präsentiere ich Kriterien zur Methodenauswahl.

## 2 Zweck der Methoden

Unsere Methodenwahl soll drei Hauptbedingungen genügen: Die Methode soll die Lernprozesse der SuS fördern, die Schüleraktivität sinnvoll steigern und in der unterrichtlichen Situation effektiv sein.

### 2.1 Methodenwahl im Hinblick auf den Lernprozess

Aus neurodidaktischer Sicht besteht ein guter Lernprozess aus vier Stadien (s. [Arnold \(2009\)](#)):

1. Konkrete Erfahrung
2. Reflexive Betrachtung
3. Abstrakte Hypothesen
4. Aktive Überprüfung, Übertragung oder Anwendung

Dabei müssen die SuS an der Planung des Lernprozesses im Rahmen ihrer Möglichkeiten beteiligt werden.

### 2.2 Methodenwahl im Hinblick auf die Schüleraktivität

Durch die Methodenwahl können wir das Lernen und die Schüleraktivität wie folgt gestalten:

1. selbstreguliert (s. [Leisen \(2003\)](#)) und selbst gesteuert (s. [Arnold \(2009\)](#))
2. individualisiert (s. [Kircher u. a. \(2001\)](#))
3. gruppenbasiert und eventuell arbeitsteilig (s. [Kircher u. a. \(2001\)](#))
4. kommunikativ (s. [Leisen \(2003\)](#))
5. binnendifferenzierend (s. [Zwiorek \(2007\)](#))
6. Kompetenzerlebnisse fördernd (s. [Rabe \(2007\)](#))

---

<sup>1</sup>Die Methoden umfassen viele Instrumente, die der Gestaltung von Unterricht dienen, beispielsweise Lehrverfahren, Phasenstrukturen, Sozialformen, methodische Großformen, Methoden-Werkzeuge und dergleichen mehr (s. [Leisen \(2003\)](#)). Eine systematische Analyse würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen.

---

## 2.3 Methodenwahl im Hinblick auf die unterrichtliche Situation

Sie können Ihre SuS diese Stadien des Lernprozesses erleben lassen, indem Sie geeignete unterrichtliche Situationen herbeiführen. Im Physikunterricht bieten sich dazu immer wieder die folgenden Standardsituationen an (s. [Leisen \(2003\)](#)), zu denen oftmals die dargestellten Methoden passen:

### 1. Vorgänge und Experimente beschreiben:

Filmleiste, Bildergeschichte, Textpuzzle, Satzbaukasten, Wortliste, Wortgeländer, Wortfeld, Bildsequenz

### 2. Auf Ideen kommen:

Sprechblasen, Abgestufte Lernhilfen, Themen-ABC, Kartenabfrage, Ideennetz/Mindmap, Murmelgespräch

### 3. Neues erarbeiten:

Mindmap, Begriffsnetz, Archive, Schwarzes Brett, Lückentext, Wortliste, Domino, Textpuzzle, Gruppenpuzzle, themendifferenzierte Gruppenarbeit,

### 4. Über Physik reden:

Heißer Stuhl, Kugellager, Begriffe raten, Drehbuch schreiben, Satzmuster, Fragemuster, Thesentopf, Dialog, Begriffsnetz, Expertenkarussell, Expertenkongress, Aushandeln, Gruppenpuzzle, Mindmap, Archive, Schwarzes Brett, Lückentext, Wortliste, Domino, Textpuzzle

### 5. Ordnung hineinbringen:

Zuordnung, Kärtchentisch, Matrix, Begriffsnetz, Flussdiagramm, Textpuzzle

### 6. Gelerntes üben:

Bildpuzzle, Domino, Fehlersuche, Lückenbilder, Worträtsel, Heißer Stuhl, Memory, Würfelspiel, Partnerkärtchen, Kettenquiz

### 7. Erfolgreich präsentieren:

Mindmap, Merktzettel, Expertenkarussell, Bildsequenzen, Filmleisten, Struktur- und Flussdiagramme, Zuordnungen, Begriffsnetze, Lernplakate

## 2.4 Methodenwahl zur Binnendifferenzierung

Die Lerngruppen sind immer heterogen. Jeder Schüler muss individuell wirksam gefördert und gefordert werden. Daher sollte die Lehrkraft Maßnahmen zur Binnendifferenzierung planen. Hier bieten sich folgende Maßnahmen an (s. [Wodzinski u. a. \(2007\)](#)):

1. Berücksichtigen differenzierter Vorlieben
2. Berücksichtigen differenzierter Fähigkeiten

- 
3. Berücksichtigen differenzierter Lerngeschwindigkeiten
  4. Berücksichtigen differenzierter kultureller Hintergründe
  5. Verwendung eines Kompetenzrasters
  6. Differenzierte Gestaltung von Aufgaben
  7. Einsatz gestufter Lernhilfen
  8. Lernen an Stationen auch mit differenziertem Lerntempo
  9. Verwendung differenzierter Projektaufträge
  10. Einsatz heterogener Lerngruppen mit unsymmetrischen Lernhilfen
  11. Einsatz homogener Lerngruppen mit symmetrischen Lernhilfen
  12. Einsatz von Lernstandserhebungen

### 3 Funktionale Verzahnung von Methoden

Meist werden die drei obigen Ziele nicht durch eine einzige Methode erreicht. Daher kombinieren wir die ausgewählten Methoden oder Methoden-Werkzeuge zu einem zielführenden Ganzen. Beispielsweise können die SuS eine *Gruppenarbeit* auf der Grundlage eines *Murmelgesprächs* selbst gesteuert planen; während der Gruppenarbeit können wir die SuS durch *abgestufte Lernhilfen* fördern und nach der Gruppenarbeit können die SuS ihre Ergebnisse z. B. in Form von *Flussdiagrammen* präsentieren.

### 4 Methoden

Im Physikunterricht haben sich bereits zahlreiche Methoden und insbesondere Methoden-Werkzeuge bewährt (s. [Goldmann \(2003\)](#); [Leisen \(2003\)](#); [Voeth u. Hepp \(2003\)](#)):

- **Abgestufte Lernhilfen:**

Beschreibung: Die Lernenden erhalten zu einer Aufgaben oder Problemstellung unterschiedlich weit gehende Hilfen, die von Denkanstößen bis zu Musterlösungen reichen. Die Schülerinnen und Schüler entscheiden selbst, ob und wann sie von diesen Hilfen Gebrauch machen. Besondere Eignung: Abgestufte Lernhilfen fördern und unterstützen das Selbstlernen. Sie eignen sich sehr gut für binnendifferenzierende Gruppenarbeiten. Hinweise: Die Problemstellung muss eine lineare Struktur haben, damit die abgestuften Hilfsangebote zur Lösung führen können. Zudem muss das Problem hinreichend komplex sein, damit man mehrere Hilfsschritte nacheinander anbieten kann.

---

- **Archive:**

Beschreibung: Den Schülerinnen und Schülern werden Materialien und Informationsbausteine angeboten, die zur selbstständigen und produktiven Auseinandersetzung mit einer Thematik herausfordern, z. B. zur Erstellung von Texten, Collagen und Referaten. Besondere Eignung: Archive führen automatisch zur Binnendifferenzierung. Hinweise: Die Materialien sollten nach Rubriken sortiert sein (Rechnungen, Fragen, Daten, Bilder,...). Sie werden vom Lehrer ausgegeben, können aber auch von der Klasse beim Durchlaufen der Unterrichtseinheit selbst erstellt werden.

- **Aushandeln:**

Beschreibung: Beim Aushandeln wird zu einem schwierigen Sachverhalt ein Konsens erarbeitet, ausgehend von Einzelerarbeitung über Partnerarbeit zur Gruppenarbeit in größeren Gruppen. Besondere Eignung: Aushandeln ist eine schüleraktive Methode. Die Methode ist außerordentlich sprachintensiv und bindet alle Schülerinnen und Schüler ein. Hinweise: Kleinere Aushandel-Phasen müssen auch bei Gruppenarbeiten organisiert werden, wenn es z. B. um die Einigung auf eine gemeinsame Präsentationsform geht.

- **Begriffsnetz:**

Beschreibung: Vorher erarbeitete oder vorgegebene Begriffe und Beziehungen werden bildhaft in einer Netzstruktur dargestellt. Besondere Eignung: Das Begriffsnetz dient der Zusammenfassung, Strukturierung und Visualisierung eines Beziehungsgeflechtes. Hinweise: Die Schülerinnen und Schüler sollen die vorgegebenen Begriffe selbstständig mit Pfeilen vernetzen oder in eine vorgegebene Netzstruktur eintragen. Auch wenn es der à Mindmap optisch ähnlich ist, hat das Begriffsnetz doch eine ganz andere Funktion: Mit der Mindmap wird Wissen übersichtlich kategorisiert, strukturiert und gegliedert. Das Begriffsnetz stellt darüber hinaus das Beziehungsgeflecht in kommentierter Form dar.

- **Begriffe raten:**

Beschreibung: Die Klasse wird in mehrere Gruppen aufgeteilt, die dann jeweils eine Anzahl physikalischer Begriffe auf Kärtchen erhalten und diese Begriffe anschließend Gruppe für Gruppe umschreiben. Aus jeder Gruppe umschreibt ein Schüler die Begriffe seiner eigenen Gruppe, ohne den Begriff selbst zu nennen. Die Gruppe muss die Begriffe erraten, wobei die Zeit gestoppt wird. Anschließend ist die nächste Gruppe an der Reihe. Besondere Eignung: Hier geht es darum, auf spielerische Weise das möglichst genaue Umschreiben physikalischer Begriffe zu üben. Hinweise: Die Methode ist auch für leistungsschwächere Klassen geeignet und bezieht alle Schülerinnen und Schüler mit ein.

- **Bildergeschichte:**

Beschreibung: Die Bildergeschichte ist eine Kombination von Bild- und Textmaterial zu einem fachlichen Vorgang (oft mit Sprechblasen). Besondere Eignung: Dieses Werkzeug kann genutzt werden, um naturwissenschaftliche Vorgänge im Alltagsleben bewusst zu machen oder um Alltagssprache und Fachsprache einander gegenüberzustellen.

- **Bildpuzzle:**

---

Beschreibung: Bildteile einer Folge sollen in die richtige Reihenfolge gebracht oder Bildstücke richtig zusammengesetzt werden. Hinweise: Rein optische Puzzle-Gesichtspunkte sollten möglichst vermieden werden. Die Entscheidung, ob ein Teil "passt" oder nicht, muss aus fachlichen Überlegungen heraus erfolgen.

- **Bildsequenz:**

Beschreibung: Bildsequenzen veranschaulichen zeitliche Abläufe, räumliche Anordnungen oder inhaltliche Zusammenhänge. Hinweise: Aus Bildsequenzen lassen sich andere Werkzeuge herstellen: Bildpuzzles oder Lückenbilder. Werden zeitliche Abläufe dargestellt, ist die Bildsequenz die Grundform der Filmleiste.

- **Der große Preis:**

Beschreibung: In Gruppen zu realisierender Wettkampf, in dessen Mittelpunkt das möglichst schnelle Antworten auf vom Spielleiter gestellte Fragen steht. Die Antworten haben dabei unterschiedliche Wertigkeit. Besondere Eignung: In Festigungsstunden am Ende eines Stoffgebietes.

- **Dialog:**

Beschreibung: Angelehnt an Galileis "Dialogo" werden fachliche Themen, Fragen und Probleme in Dialoge zwischen verschiedenen Protagonisten eingebunden. Besondere Eignung: Der Dialog stellt Sachverhalte lebendig dar und bindet sie in anschauliche Handlungen ein. Hinweise: Ein vorgegebener Dialog kann nachgespielt werden, es lassen sich die fachlichen Argumente herauskristallisieren, es können aber auch zu vorgegebenen Einzelargumenten Dialoge von Schülerinnen und Schülern geschrieben werden.

- **Domino:**

Beschreibung: Zuordnungs-Legespiel nach bekanntem Spielprinzip mit Fachbildern, -formeln und -begriffen. Besondere Eignung: Dieses Spiel kann zur Übung und Wiederholung eingesetzt werden. Das Spiel eignet sich vor allem für die Gruppenarbeit. Stark unterschiedliche Lerntempi werden hierbei ausgeglichen. Hinweise: Die Dominokärtchen können aus Paarzuordnungsmaterial auch von Schülerinnen und Schülern selbst hergestellt werden.

- **Drehbuch:**

Beschreibung: Zu einem bekannten physikalischen Sachverhalt werden von den Lernenden in Gruppenarbeit Texte für ein Theaterstück geschrieben. Dabei sind neben den fachlichen Inhalten sprachlich gute Ausdrucksweise, eine szenisch logische Abfolge und eine für die Zuschauer interessante Darstellung von Bedeutung. Besondere Eignung: Dieses Werkzeug kann genutzt werden, um die Lernenden zu befähigen, fachliche Inhalte mit sprachlichen Mitteln verständlich darzustellen. Hinweise: Der Einsatz setzt ein hohes Verständnis der physikalischen Sachverhalte voraus. Hinsichtlich der Umsetzung der erfundenen Texte gibt es mehrere Möglichkeiten, z. B. Lesung, Schauspiel, Puppenspiel.

- **Expertenkarussell:**

---

Beschreibung: Die Klasse wird in drei Gruppen mit je drei bis fünf Schülern (A, B, C, ...) eingeteilt (je nach Klassengröße ggf. auch mehr dieser sog. "Karusselle" aus je drei Gruppen). Jede Gruppe bearbeitet in der ersten Runde eine andere Aufgabe. Auf ein Signal hin wandert der Schüler A jeder Gruppe mit dem Arbeitsergebnis seiner Gruppe in die nächste und präsentiert dort das Ergebnis. In der nächsten Runde wandern und präsentieren die Schüler B. In der Abschlussrunde schließlich wird das bisher noch unbekannte Ergebnis der dritten Gruppe von deren Mitgliedern an den Tischen der anderen Gruppen präsentiert. Besondere Eignung: Die Methode ist am Ende eines Themengebietes zur Festigung geeignet. Hier geht es vornehmlich darum, das Präsentieren zu üben (im Gegensatz zum hier nicht näher beschriebenen, aber ähnlich ablaufenden Lehrerkarussell, bei dem das "Lernen durch Lehren" im Mittelpunkt steht). Hinweise: Mit dem beschriebenen Verfahren bekommt jeder Schüler zwei Arbeitsergebnisse präsentiert und präsentiert einmal selbst das Erarbeitete. Die in den verschiedenen Gruppen eines Karussells zu bearbeitenden Aufgaben müssen einen ähnlichen Schwierigkeitsgrad und Umfang haben, um Zeitdifferenzen zu vermeiden.

- **Expertenkongress:**

Beschreibung: Die in einer Expertengruppe erworbenen Kenntnisse werden in den nächsten Runden den Mitgliedern der anderen Gruppen präsentiert. Nach einer Erarbeitungsrunde werden dazu komplett neue Gruppen gebildet, in denen sich jeweils Schüler aus jeder der verschiedenen Erarbeitungsgruppen befinden. Besondere Eignung: Diese Gruppenarbeitsform eignet sich besonders, wenn in den Erarbeitungsgruppen z. B. Experimentierbauten entwickelt wurden, da die neu gebildeten Gruppen von Platz zu Platz "wandern" können. Hinweise: Das Thema muss sich in deutlich abzugrenzende Aspekte gliedern lassen. Die Klasse muss schon Gruppenarbeitserfahrung haben, da diese Arbeitsform sehr anspruchsvoll ist. Der Zeitbedarf beträgt mindestens zwei Stunden.

- **Fehlersuche:**

Beschreibung: Schülerinnen und Schüler müssen in geeignet präpariertem fehlerhaftem Bild- oder Textmaterial nach Fehlern suchen und diese korrigieren. Besondere Eignung: Die Fehlersuche ist vornehmlich zur Festigung, Vertiefung oder Überprüfung bekannten Wissens einsetzbar. Sie verlangt von den Schülerinnen und Schülern eine exakte Sichtung des Materials. Hinweise: Je nach Schwierigkeitsgrad können Anzahl und Art der Fehler mitgeteilt werden. Die Lernenden sollten aufgefordert werden, die Fehler zu finden, zu korrigieren und die Korrektur zu begründen. Es existiert eine eindeutige Musterlösung.

- **Filmleiste:**

Beschreibung: Die Filmleiste stellt den zeitlichen Ablauf eines fachlichen Vorgangs in Form einzelner Bilder dar. Besondere Eignung: Die komplette Filmleiste ist eine geeignete Grundlage zur Textproduktion oder dient als Durchführungsanweisung. Hinweise: Zur selbstständigen Erarbeitung chronologischer Vorgänge können die Einzelbilder sachlogisch geordnet werden. Die Filmleiste ist eine Sonderform der Bildsequenz, bei der es ausschließlich um zeitliche Abläufe geht.

- **Flussdiagramm:**

---

Beschreibung: Das Flussdiagramm stellt in einem Pfeildiagramm Vorgänge, Handlungen oder Lösungswege grafisch dar, um einen funktionalen Zusammenhang oder einen zeitlichen Ablauf zu verdeutlichen. Es ähnelt in seiner Struktur den visualisierten Algorithmen von Computerprogrammen. Hinweise: Die Fachinhalte müssen eine hinreichend logische Kettenstruktur aufweisen, damit sich das Darstellen in einem Pfeildiagramm über mehrere Stufen lohnt. Geeignet sind z. B. Ursache-Wirkungs-Ketten oder Abläufe von Ja-/Nein-Entscheidungen. Bewährt hat sich das Anordnen von Begriffs- und Pfeilkärtchen in Gruppenarbeit.

- **Fragemuster:**

Beschreibung: Ein Fragemuster ist eine Sammlung von standardisierten Fragesätzen mit Leerstellen, mit deren Hilfe die Schülerinnen und Schüler Dialoge, Gruppengespräche oder Fragespiele weiterentwickeln können. Besondere Eignung: Es werden Fragestrukturen eingeübt, die in nachfolgenden Unterrichtsgesprächen auch in der Partnerkommunikation immer wieder vorkommen.

- **Gruppenpuzzle:**

Beschreibung: Variante des Expertenkongresses. Die Schülerinnen und Schüler werden zunächst in Stammgruppen gruppiert. Die Mitglieder der Stammgruppen verteilen sich auf Expertengruppen und entwickeln dort ihre Expertise. Anschließend vermitteln sie diese in ihrer Stammgruppe.

- **Heißer Stuhl:**

Beschreibung: Wettkampffartiges Lernspiel: Gemeinsam sammelt die Klasse an der Tafel die Begriffe, Symbole oder Bilder zum Thema und prägt sich diese in begrenzter Zeit ein. Einzelne stellen sich dann freiwillig den Fragen ihrer Mitschüler und beantworten vom heißen Stuhl” aus Fragen zu den Begriffen, Bildern und Symbolen, die hinter ihrem Rücken an der Tafel zu sehen sind. Besondere Eignung: Es werden Fragetechnik, Fachwortschatz und fachliche Formulierungen geübt. Hinweise: Das Spiel hat viele Varianten. In einer werden z. B. auch die Fragen zunächst im Klassenverband gesammelt.

- **Ideennetz:**

Beschreibung: Beim Ideennetz wird ein Begriff als Kern vorgegeben. Die Ideen und Einfälle werden dann in der Reihenfolge der Gedanken an den Kern notiert. Weiterführende Einfälle werden durch Linien mit den vorhergehenden, ein völlig neuer Einfall direkt mit dem Kern verbunden. Jeder Schüler erstellt ein eigenes Ideennetz. Besondere Eignung: Das Ideennetz ist im Gegensatz zur Mindmap und zum Begriffsnetz ausschließlich ein Brainstroming- Verfahren. Ideennetze veranschaulichen durch die Abbildung der individuellen Begriffsassoziationen der einzelnen Schüler die aktuelle Lernausgangslage zu einem Thema. Hinweise: Es entstehen bildliche Gedankenketten, die oft nur stückweise fachlogische Struktur haben. Im Gegensatz zum Begriffsnetz werden hier nicht erlernte Begriffe strukturiert und somit bereits Gelerntes vertieft, sondern Ideen und Gedanken zu einem neuen Gebiet individuell gesammelt.



---

- **Kärtchentisch:**

Beschreibung: Ein vorgegebener Satz von Kärtchen mit Begriffen, Bildern, Symbolen, Formeln, Fakten u. a. soll ohne Vorgabe strukturiert, also in einen sachlogischen Zusammenhang gebracht werden. Es gibt verschiedene Lösungsmöglichkeiten. Besondere Eignung: Für diese anspruchsvolle Strukturierungsaufgabe ist die Arbeit in Gruppen mit mehr als drei Schülern geeignet. Hinweise: Trotz des hohen Anspruchs dieser Methode ist sie bei den Schülerinnen und Schülern sehr beliebt. Neben einfachen Paarzuordnungen müssen die Lernenden auch Hierarchien, Verwandtschaften und sachlogische Strukturen selbst finden und in der Gruppe eine gemeinsame Lösung aushandeln. Das Kärtchenmaterial muss komplex genug sein, um verschiedene Strukturierungsmöglichkeiten zuzulassen.

- **Kartenabfrage:**

Beschreibung: Möglichst viele unterschiedliche Ideen, Anregungen, Vorschläge, Tipps etc. aus der ganzen Klasse werden auf Kärtchen geschrieben, gesammelt und dann gemeinsam strukturiert. Besondere Eignung: Dieses Brainstorming-Verfahren wird am besten zur Ideenfindung oder zur gemeinsamen Unterrichtsplanung bei der Einführung in ein neues Thema genutzt. Die Kartenabfrage wird mit der ganzen Klasse oder in größeren Teilgruppen durchgeführt.

- **Kettenquiz:**

Beschreibung: Beim Kettenquiz erhalten alle Schülerinnen und Schüler Kärtchen mit je einer Frage und einer nicht passenden Antwort. Ein Schüler liest eine Frage vor, derjenige, der die Antwort hat, die zugehörige Antwort und dann die neue Frage auf seinem Kärtchen. Das Quiz wird so als durchlaufendes Frage- und Antwortspiel mit allen Schülern einer Klasse durchgeführt. Hinweise: Fragen und Antworten können von den Schülern selbst entworfen sein. Die Fragen und Antworten auf den beiden Seiten der Kärtchen müssen vom Lehrer jeweils so zugeordnet sein, dass sich eine einzige Kette durch die ganze Klasse ergibt.

- **Kugellager:**

Beschreibung: In einem Innen- und einem Außenkreis stehen/sitzen sich die Schülerinnen und Schüler paarweise gegenüber. Jeder Schüler referiert zu einem festen Thema. Pro Runde erzählt ein Schüler seinem Gegenüber oder hört dem Gegenüber zu. Die Schüler eines Kreises rotieren nach jeder Runde, so dass sich ständig wechselnde Gesprächspartner ergeben und die Schüler abwechselnd selbst referieren und zuhören/fragen/zusammenfassen müssen. Hinweise: Der Ablauf muss gut erklärt werden. Auch müssen passende Infotexte in genügender Anzahl und angeglichenem Niveau vorhanden sein. Diese Methode lässt sich in verschiedenen Varianten einsetzen.

- **Lernplakat:**

Beschreibung: Lehr- und Lernmittel zur Visualisierung verschiedener Unterrichtsinhalte und -prozesse. Besondere Eignung: Das Lernplakat kann in vielen Phasen des Unterrichts eingesetzt werden: zur Aktivierung, Materialsammlung, Strukturierung, Lernwegsdarstellung, Präsentation, ... Hinweise: Es wird mit der ganzen Klasse gemeinsam oder in Gruppen erstellt.

---

- **Lückentext/Lückenbilder:**

Beschreibung: In Fachtexten oder Zeichnungen werden gezielt Lücken eingebaut, in denen die Schülerinnen und Schüler das Fehlende ergänzen müssen. Besondere Eignung: Festigung oder Kontrolle sind geeignete Einsatzbereiche. So wird z. B. die Anwendung neuer Fachtermini oder die Ergänzung bestimmter Experimentierteile in Aufbauten geübt. Hinweise: Der Schwierigkeitsgrad lässt sich durch Vorgabe der einzusetzenden Teile variieren: genaue Vorgabe, ohne Vorgabe, Überangebot an Lösungsworten/-bildern.

- **Matrix:**

Beschreibung: In eine vorgedachte Struktur in Tabellenform werden vorgegebene Begriffe eingeordnet, dabei werden bewusst Analogien genutzt bzw. aufgedeckt. Besondere Eignung: Die Arbeit mit der Matrix bietet sich vor allem zur Festigung und Systematisierung an. Hinweise: Die Matrix ist eine erweiterte zweidimensionale Zuordnung, die Kategorisierungen und Hierarchisierungen ermöglicht. Die Schwerpunkte liegen im Erkennen und bewussten Nutzen von Analogien.

- **Memory:**

Beschreibung: bekanntes Merkspiel, bei dem z. B. Bild- und Begriffskarten einander zugeordnet werden sollen. Besondere Eignung: Das Spiel ist vor allem für den Anfangsunterricht geeignet. Hinweise: Auf einfachem Niveau können Begriffe und Zusammenhänge in Gruppen- oder Partnerarbeit ohne die Führung des Lehrers spielerisch gefestigt werden. Stark unterschiedliche Lerntempi werden hierbei ausgeglichen.

- **Merkzettel:**

Beschreibung: In Gruppen werden die wichtigsten Erkenntnisse aus einer vorangegangenen Unterrichtssequenz in übersichtlicher Form zusammengefasst und dokumentiert. Besondere Eignung: Das Werkzeug ist besonders zur Zusammenfassung von Unterrichtsergebnissen und zur Präsentation geeignet. Hinweise: Hier geht es sowohl immer wieder um die Frage, was an einem Thema wichtig ist, als auch darum, in welcher Form man Sachverhalte am besten darstellt.

- **Mindmap:**

Beschreibung: Ausgehend von einem zentralen Begriff wird eine verzweigte, meist farbige hierarchische Ast-Struktur von Begriffen, Stichworten und Bildern hergestellt. Die Äste stellen Aspekte des Oberbegriffs im Zentrum dar. Besondere Eignung: Die Mindmap kann in vielen Phasen des Unterrichts eingesetzt werden: Brainstorming, Textaufbereitung, Wiederholung, Themenzusammenfassung, ... Hinweise: Mit der Mindmap wird Wissen übersichtlich kategorisiert, strukturiert und gegliedert. Das Begriffsnetz stellt darüber hinaus das Beziehungsgeflecht in kommentierter Form dar. Das Ideenetz sammelt lediglich in assoziativer Form Begriffe und ist ein reines Brainstorming-Verfahren. Eine Kartenabfrage kann als Vorarbeit für eine Mindmap genutzt werden.

- **Murmelgespräch:**

---

Beschreibung: Um ein bestimmtes Ziel zu erreichen beratschlagen sich die SuS untereinander. Die Ergebnisse werden im Plenum gesammelt und sind Ausgangspunkt für die Fortsetzung des Lernprozesses. Besondere Eignung: Das Murmelgespräch kann zur Ideenfindung, Versuchsplanung und andere divergente Denkvorgänge eingesetzt werden.

- **Partnerkärtchen:**

Beschreibung: Sammlung von Kärtchen mit thematischen Wissensfragen und Lösungen, mithilfe derer Schüler gegenseitig ihr Wissen abfragen. Besondere Eignung: Partnerkärtchen dienen zur individuellen Übung, Wiederholung und Festigung. Hinweise: Das Kärtchenmaterial kann von den Schülerinnen und Schülern selbst hergestellt und im Schwierigkeitsgrad gestaffelt werden. Beim Abfragen werden richtig beantwortete Kärtchen herausgenommen, fehlerhaft oder unvollständig beantwortete bleiben im Spiel.

- **Satzmuster:**

Beschreibung: Aus standardisierten Redewendungen der Fachsprache (Mustersätze zu einem Themenbereich) stellen Schülerinnen und Schüler durch Austausch von Wortgruppen selbst fachsprachliche Sätze zusammen. Besondere Eignung: Mithilfe der standardisierten, vorgegebenen Satzteile sollen die Schülerinnen und Schüler eigene Sätze zur Thematik formulieren lernen. Hinweise: Nur solche Sätze sind auszuwählen, die häufig im Unterricht vorkommen. Satzmuster lassen im Gegensatz zum Satzbaukasten immer nur den Austausch einzelner Satzteile zu, keine komplette Neuzusammensetzung von Sätzen.

- **Satzbaukasten:**

Beschreibung: Einzelne Wörter oder Wortgruppen sind in Blöcken als Sprach- und Schreibhilfen zusammengefasst. Die angebotenen Wörtergruppen entstammen dem Fachvokabular. Besondere Eignung: Der Satzbaukasten unterstützt die Satzbildung bei der Beschreibung von Geräten, Versuchen oder Abläufen und führt kleinschrittig in die fachsprachliche Textproduktion ein. Hinweise: In Blöcken sind z. B. folgende Wortarten zusammengefasst: typische Satzanfänge, Pronomen, Verben, Bezugswörter, Objekte.

- **Schaufensterbummel:**

Beschreibung: Aus einer Ausstellung von Materialien (Experimente, Bilder, Texte, Diagramme, Lernplakate) treffen die Schülerinnen und Schüler eine Auswahl und erledigen mithilfe dieser Materialien in Stillarbeit einen Arbeitsauftrag. Es können aber auch die Ergebnisse individueller Schülerarbeiten in dieser Form für alle sichtbar präsentiert werden. Hinweise: Es muss eine geeignete Präsentationsfläche organisiert werden: Wände, umlaufende Tischflächen oder breite Fensterbänke. Für die Sichtung aller Ausstellungsstücke müssen die Schülerinnen und Schüler Aufträge haben: Punktbewertung, Auswahlaufgaben etc.

- **Schwarzes Brett:**

Beschreibung: Verschiedene Informationstexte zu einem Themengebiet werden an den Wänden ausgehängt. Die Schülerinnen und Schüler sollen Fragen zu diesen Texten auf

---

einem Arbeitsblatt beantworten, das jedoch an ihrem Platz verbleiben muss. Besondere Eignung: Die Methode hilft, Informationen gezielt zu recherchieren und zu erinnern. Außerdem wird die Lesekompetenz geschult, u. a. die Fähigkeit zum selektiven Lesen von Fachtexten. Hinweise: Um zu große Unruhe durch lange Wege und Wartezeiten an den Informationstexten zu vermeiden, sollten die Texte in mehreren Kopien an verschiedenen Wandbereichen ausgehängt werden.

- **Sprechblasen:**

Beschreibung: Sprechblasen werden als Zusatzmaterial zu Texten, Bildern, Formeln, ... ergänzt. Besondere Eignung: Sie dienen als Sprech- und Formulierungshilfen dessen, was "zwischen den Zeilen" gesagt und gedacht wird. Hinweise: Beliebt sind von Schülerinnen und Schülern auszufüllende Sprechblasen zu Bildern und Zeichnungen. Die Schülerformulierungen müssen hier nicht fachsprachlich sein.

- **Stationslernen:**

Beschreibung: Zu einem übergreifenden Thema werden Stationen mit Arbeitsaufträgen vorbereitet. Die Schüler bearbeiten in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit eine oder mehrere Stationen. Besondere Eignung: Übung, Wiederholung, Erarbeitung neuer Inhalte, Leistungskontrolle, Versuche. Hinweise: Die Stationen müssen so vorbereitet sein, dass die Schülerinnen und Schüler sie selbstständig bearbeiten können. Zur Kontrolle kann ein Laufzettel günstig sein. Zur Lernkontrolle können die Schülerinnen und Schüler beim Lehrer Lösungsblätter abholen.

- **Stille Post:**

Beschreibung: Zwischen verschiedenen Gruppen läuft "Post" in Form von Arbeitsaufträgen um, die zur Korrektur und Kontrolle wieder zur Ausgangsgruppe zurückkommt. In den einzelnen Gruppen wird der gleiche fachliche Sachverhalt in unterschiedlichen Darstellungsformen verdeutlicht. Besondere Eignung: Mit der Methode werden fachliche Übersetzungsleistungen von Darstellungsformen spielerisch trainiert. Hinweise: Das Thema muss unterschiedliche Darstellungsformen zulassen: Text, Tabelle, Grafik, Bildfolge, Mindmap. Unter den Gruppen werden die Materialien mit dem Auftrag, in eine andere Darstellungsform zu wechseln, ohne Worte weitergereicht. Nach mehreren Wechsels kommen die Materialien in die Ausgangsgruppen zur Kontrolle zurück.

- **Strukturdiagramm:**

Beschreibung: Ein Strukturdiagramm ist die abstrakte, netzartige Darstellung eines Sachverhaltes. Wichtige Fachbegriffe werden in verzweigter Struktur so dargestellt, dass daraus ihre Logik und innere Struktur hervorgeht. Besondere Eignung: Es bietet sich bei Beschreibungen von gegliederten Handlungen oder Prozessen an und kann so sehr gut z. B. als Grundlage für längere mündliche Schülerbeiträge dienen. Hinweise: Die Struktur aus Ober- und Unterbegriffen und Beziehungspfeilen sollte gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet und gesichert werden. Bewährt hat sich das Anordnen von Begriffs- und Pfeilkärtchen in Gruppenarbeit. Während das Strukturdiagramm Strukturzusammenhänge darstellt, werden im Flussdiagramm auch funktionale Zusammenhänge

---

und zeitliche Abläufe dargestellt. Beim Strukturdiagramm gibt es in der Regel nur eine Lösung, wohingegen es beim Begriffsnetz viele gleichwertige Lösungen geben kann (Begriffsnetze repräsentieren individuelles Wissen).

- **Textpuzzle:**

Beschreibung: Ungeordnete Sätze, Satzteile oder Einzelwörter sollen zu sprachlich sinnvollen Sätzen zusammengesetzt und in eine sachlogische Reihenfolge gebracht werden. Besondere Eignung: Schülerinnen und Schüler lesen die fachlichen Textbausteine beim Puzzeln mehrmals und festigen so den Fachwortschatz. Hinweise: Wie willkürlich die Trennungen sind, entscheidet über den Schwierigkeitsgrad. Langweilig wirkende Texte werden von Schülerinnen und Schülern in dieser Form interessanter eingeschätzt.

- **Themen-ABC:**

Beschreibung: Die Schülerinnen und Schüler werden aufgefordert, möglichst schnell alle Begriffe aufzuschreiben, die ihnen spontan zu einem neuen Thema einfallen. Dabei werden sie durch ein ABC-Schema angehalten, Begriffe zu jedem Buchstaben zu finden. Besondere Eignung: Das Themen-ABC ist eine Art gelenktes Brainstorming-Verfahren und passt gut in der Einstiegsphase in ein neues Unterrichtsthema.

- **Themendifferenzierte Gruppenarbeit:**

Beschreibung: Ein umfassendes Lernziel wird in arbeitsteiliger Weise durch verschiedene Gruppen erreicht. Die Ergebnisse der Gruppen werden im Plenum zu einem sinnvollen Ganzen zusammengeführt. Besondere Eignung: Binnendifferenzierung, effiziente Teamarbeit, simultane Entwicklung verschiedener Lösungswege. Hinweise: Ist für einen Versuch nur ein Versuchsaufbau vorhanden, so kann eine Gruppe diesen durchführen, während die übrigen Gruppen bereits vorab gemessene Ergebnisse auswerten. So kann die Lernzeit effektiv genutzt und zugleich allen SuS Primärerfahrung vermittelt werden.

- **Thesentopf:**

Beschreibung: Der Thesentopf ist eine Sammlung von Pro- und Contrathesen als Ausgangspunkt für ein Streitgespräch oder eine mündliche Fachdiskussion. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten dann zu den aus dem "Topf" gezogenen kontroversen Thesen Argumente und verteidigen die zugeteilte Position. Besondere Eignung: Der Thesentopf ist erst in höheren, vorzugsweise in Gymnasialklassen nutzbar. Hinweise: Das gewählte Thema muss sich kontrovers diskutieren lassen, und die Schülerinnen und Schüler müssen bereits eine Streitkultur entwickelt haben.

- **Wortfeld:**

Beschreibung: Die Schülerinnen und Schüler erhalten als Sprachmaterial eine ungeordnete Menge an Fachbegriffen und Satzbruchstücken, um daraus z. B. eigene Sätze zu bilden, Begriffspaare zu finden o. Ä. Hinweise: Das Wortfeld ist der Wortliste verwandt. Im Unterschied zu dieser werden hier die Begriffe und Wortverbindungen völlig ungeordnet angeboten.

---

- **Wortgeländer:**

Beschreibung: Das Wortgeländer ist ein Grundgerüst aus vorgegebenen Wortelementen, mit denen ein Text, z. B. eine Versuchsbeschreibung, konstruiert wird. Besondere Eignung: Die Einführung typischer Satzstrukturen oder das Üben zusammenhängenden Sprechens wird unterstützt. Hinweise: Das Wortgeländer erlaubt nur sehr eng geführte Äußerungen, reduziert aber die Gefahr sprachlicher Fehler. Es ist ungeeignet zum freien Sprechen.

- **Wortliste:**

Beschreibung: Eine Liste wichtiger Wörter und Fachbegriffe z. B. bei Bild-, Geräte- oder Versuchsbeschreibungen dient als Sprachstütze. Besondere Eignung: Häufig entsteht die Wortliste beim Einführen neuer Begriffe. Hinweise: Im Schülerheft eignet sich der Heftrand für Wortlisten. Die Wortliste wird oft in Kombination mit anderen sprachstützenden Werkzeugen eingesetzt.

- **Worträtsel:**

Beschreibung: Rätsel sind eine beliebte Übungsform. Es gibt sie in vielen verschiedenen Varianten: Kreuzworträtsel, Silbenrätsel, Wortsuchrätsel, Verschlüsselungsrätsel, Zuordnungsrätsel, Wortpuzzle, ... Besondere Eignung: Dieses spielerische reproduktive Werkzeug ist grundsätzlich einsetzbar, wo Begriffe gelernt, gefestigt oder wiederholt werden sollen. Hinweise: Lösungsworte sollten nicht zu einfach sein, sonst wird eher geraten.

- **Würfelspiel:**

Beschreibung: Durch Würfeln gelangen Spielfiguren auf Spielfelder, auf denen fachliche oder fachsprachliche Aufgaben gelöst werden müssen. Hinweise: Spielbrett und Frage-Antwort-Paare können vorgegeben sein, Schülerinnen und Schüler entwickeln solche Spiele aber auch gerne selbst. Es sollten nicht mehr als vier Spieler pro Spielbrett beteiligt sein, ein Schüler als Spielleiter kontrolliert die ehrliche Durchführung.

- **Zuordnung:**

Beschreibung: Gegenstände, Bilder, Symbole, Fachbegriffe, Fragen und Antworten etc. werden einander zugeordnet. Es gibt eine eindeutige Musterlösung. Besondere Eignung: Zuordnungen sind die einfachste Strukturierungsanforderung. Sie eignen sich besonders für Partner- oder Gruppenarbeit. Hinweise: Hier sollte mit vielgestaltigem Kärtchenmaterial gearbeitet werden.

- **Zwei aus Drei:**

Beschreibung: Bei diesem Spiel werden aus einem umfangreichen Kärtchensatz mit Bildern, Begriffen oder Aussagen je drei Karten ausgewählt. Die Schülerinnen und Schüler müssen Ordnungskriterien benennen und protokollieren, die es erlauben, zwei der Kärtchen klar vom dritten abzugrenzen. Es gibt keine Musterlösungen, zur Sortierung angewandte Kriterien können auch fachfremd sein. Besondere Eignung: Hier sollen die Schülerinnen und Schüler die Vielfalt von Strukturierungsmöglichkeiten der Sachverhalte "erleben". Hinweise: Das Kärtchenmaterial muss komplex genug sein, um verschiedene

---

Auswahlkriterien anwenden zu können. Es gibt nicht viele Fachthemen, die sich für diese Spielform eignen.

---

## 5 Risiken und deren Bewältigung

Methoden und Methoden-Werkzeuge haben eine dienende Funktion. Wird das nicht genügend beachtet, so können sie zu einer inhaltsfreien Methodenschulung verkommen. Wir können den Aufwand für die Methodenschulung verringern, indem wir eine Lerngruppe mit wenigen Methoden *vertraut machen*, die wir häufig sinnvoll einsetzen.

Methoden und Methoden-Werkzeuge sind zeitaufwändig. Daher muss jede eingesetzte Methode den Lernprozess entsprechend voran bringen. Bei der Planung wählen wir Methoden mit besonderem Hinblick auf ihre *Funktionalität* für den Lernprozess, die Schüleraktivität, die unterrichtliche Situation, die Dynamik der Lerngruppe sowie Möglichkeiten der Binnendifferenzierung aus.

Methoden und Methoden-Werkzeuge lösen keine didaktischen Schwierigkeiten auf, wie beispielsweise Lernschwierigkeiten oder inadäquate Schülervorstellungen. Bei der Unterrichtsvorbereitung planen wir daher gemäß dem Primat der Didaktik zunächst in der didaktischen Analyse die Überwindung didaktischer oder fachlicher Schwierigkeiten durch die SuS und *wir wählen anschließend hierfür eine passende Methode*.

## 6 Beispiele

Hier stelle ich einige zentrale Methoden und Methoden-Werkzeuge dar, während umfassendere Ausführungen diesen Rahmen sprengen würden. Dazu zeige ich zunächst eine Stunde zur themendifferenzierten Gruppenarbeit. Es folgt eine Physikstunde zum Gruppenpuzzle. Abschließend präsentiere ich eine Stunde zum Lernen an Stationen.



### Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH EN 11

**Thema der Unterrichtseinheit: Elektrisches Feld**

Entwicklung eines Kraftmessverfahrens mithilfe eines Pendels

Einführung der Berechnung elektrischer Ladung

**Entdeckung der Proportionalität von Kraft und Ladung**

**Didaktik:** Stundenlernziel: Die SuS können die Proportionalität begründen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Plättchenladung bei geg. Spannung	Bestimmen
LV: Kraft am Pendel	Bestimmen
TLZ 1-4: Modellversuch	Erläutern, Planen, Durchführen, Auswerten
TLZ 5: Proportionalität	Begründen
TLZ: 6 Elektrische Feldstärke	Anwenden, Erläutern, Bestimmen

**Methodik:** Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
10	<u>Hinführung:</u> Besprechung der HA zur Ladung	AB „Berechnung der Ladung“, Präsentieren	SV
20	<u>Problemstellung:</u> Elektrofilter	OHP, Erläutern, Leitfrage	LSG
30	<u>Analyse:</u> Modellversuch, Vermutungen	Vorschlagen, Planen, Entwickeln	LSG, MuG
50	<u>Lösung:</u> Durchführung, Auswertung	Themendifferenziert, AB	GA
65	<u>Sicherung:</u> Proportionalität	OHP, Reflexion	SV
70	<u>Sicherung2:</u> Bezeichnung	TA	LV
90	<u>Anwendung, Transfer:</u> Feldstärke	teils HA, AB	PA

Geplanter TA

Bei welcher Ladung q wirkt die Kraft 1 pN?

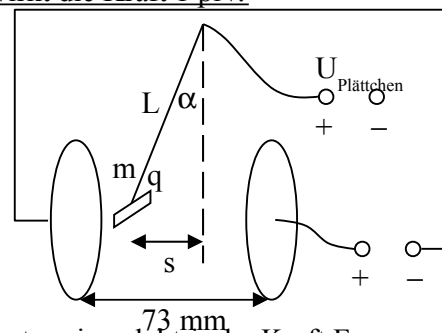
Ideen: Modellversuch

Vermutungen:  $F \sim q$

$L = 53 \text{ cm}; m = 4,7 \text{ g}$

$U_{\text{Plattenkondensator}} = 4,9 \text{ kV}$

$U_{\text{Plättchen}}$ in V	0				
S in mm	0				



Ergebnisse: Eine Ladung q erfährt im Plattenkondensator eine elektrische Kraft  $F_{el}$  proportional zur Ladung:  $F_{el} \sim q$ . Hier ist  $q = 1,4 \cdot 10^{-17} \text{ C}$

Bezeichnung: Der Proportionalitätsfaktor  $F_{el}/q$  heißt elektrische Feldstärke  $|\vec{E}|$ .

Bedeutung: Die Feldstärke eines Kraftfeldes gibt an, wie stark ein Kraftfeld an einem Ort ist. Da die Kraft proportional zur Ladung ist, muss diese wegdividiert werden, um die Stärke des Feldes zu erhalten. Das durch Ladungen nachweisbare Kraftfeld heißt elektrisches Feld. Für eine positive elektrische Ladung q gilt:  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

Berechnung: Beim Versuch mit 4,9 kV ist  $|\vec{E}| = F/Q = 0,87 \text{ mN}/12,7 \text{ nC} = 68500 \text{ N/C}$

---

## Geplante Schülerfolie

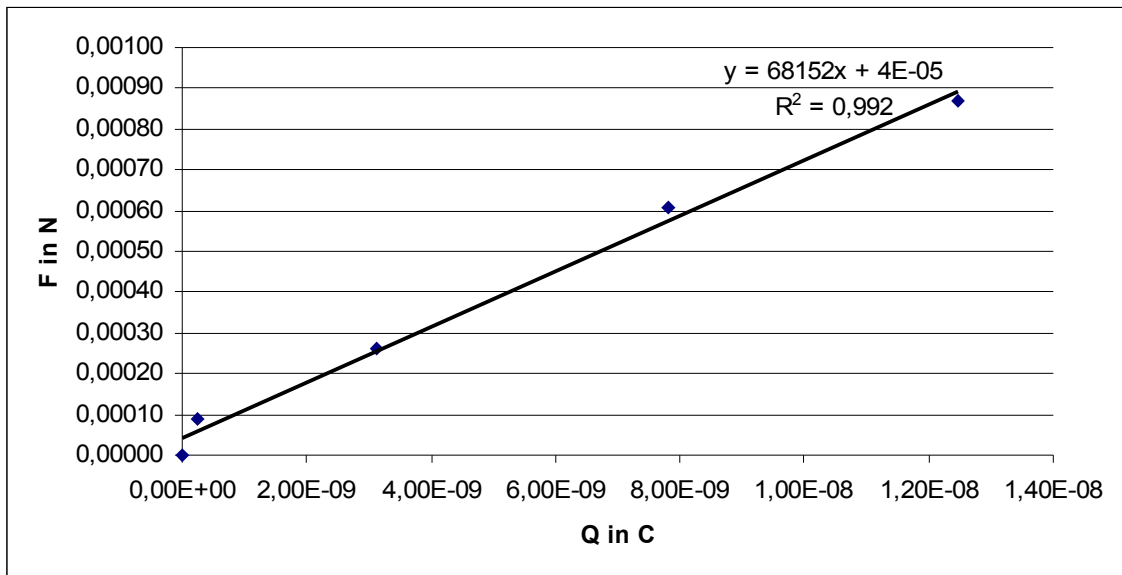
### Ladungsberechnung

1 kV entspricht 2,6 nC  
Durch  $10 \downarrow$   
100 V entspricht 0,26 nC

### Kraftberechnung

$\alpha = \arcsin(s/L)$ ;  $F_{el} = F_G \cdot \tan\alpha$

U <sub>Plättchen</sub> in V	s in mm	q in C	F <sub>el</sub> in N
0	0	0,00E+00	0,00000
100	1	2,60E-10	0,00009
1200	3	3,12E-09	0,00026
3000	7	7,80E-09	0,00061
4800	10	1,25E-08	0,00087

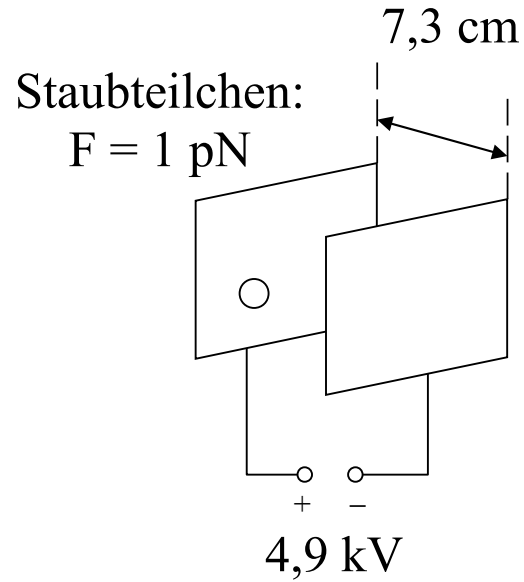


Ergebnis:  $F \sim q$

### Berechnung der Ladung des Staubteilchens

Plättchen: 0,00087 N entspricht 12,5 nC  
Durch  $0,00087 \text{ mal } 10^{-12} \downarrow$   
1 pN entspricht  $1,4 \cdot 10^{-17} \text{ C}$

# Elektrofilter eines Zementwerks



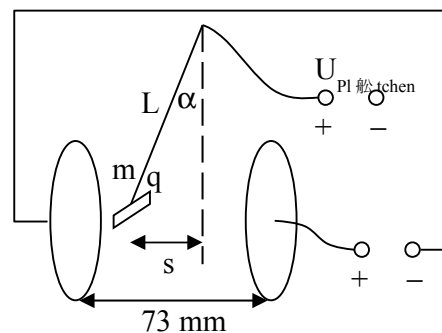
Arbeitsblatt, PH11 eN, Dr. Carmesin

2010

## Modellversuch zum Elektrofilter Wie hängt die Ladung $q$ von der Kraft $F_{el}$ ab?

$L = 53 \text{ cm}$ ;  $m = 4,7 \text{ g}$   
 $U_{\text{Plattenkondensator}} = 4,9 \text{ kV}$

$U_{\text{Plättchen}}$ in V	0	100	1200	3000	4800
S in mm	0	1	3	7	10



Berechnung der Ladung



- 1) Ein Akkumulator mit der Ladung 20 Ah treibt einen Stromkreis mit der Stromstärke 8 A an. Nach welcher Zeit ist der Akku entladen?



- 2) Ein Blitz transportiert die Ladung 200 C bei einer Stromstärke von 100 kA. Bestimmen Sie die entsprechende Dauer des Blitzes.

	<p><b>Lenovo 40Y6799</b> (Notebook-Akku)                  Notebook-Akku / Akkuart: Li-Ion / Zellenanzahl: 6 / Kapazität: 4.800 mAh / Ausgangsspannung: 10,8 V / verwendbar für: IBM ThinkPad T60, IBM ThinkPad R6X, IBM ThinkPad T61, IBM ThinkPad R61</p>	<p><b>37,99 € - 169,00 €</b>                  64 Preise  <a href="#">vergleichen</a></p>
---	--	--

- 3) Pauls Notebookakku benötigt eine elektrische Leistung von 12 W. Berechne, wie lange er mit dem Akku arbeiten kann.
- 4) Messungen haben ergeben, dass die Ladung Q unseres pendelnden Metallplättchens proportional zur anliegenden Spannung ist. Liegt die Spannung  $U = 1 \text{ kV}$  an, so trägt unser Plättchen die Ladung  $Q = 2,6 \text{ nC}$ . Bestimmen Sie die Ladung, die das Plättchen trägt, wenn die Spannung  $5 \text{ kV}$  anliegt.

Lösungen zur HA:

Akku:  $Q=I \cdot t \rightarrow t=Q/I = 20 \text{ Ah}/8 \text{ A} = 2,5 \text{ h}$

Blitz:  $t = Q/I = 200 \text{ C}/100 \text{ kA} = 2 \text{ ms}$

Notebook:  $P = E/t = U \cdot Q/t \rightarrow t = U \cdot Q/P = 4,32 \text{ h}$

Plättchen:  $1 \text{ kV}$  entspricht  $2,6 \text{ nC}$

Mal 5↓

$5 \text{ kV}$  entspricht  $13 \text{ nC}$

Feldstärke

- 1) Berechnen Sie die im Plattenkondensator des Versuches vorliegende Feldstärke.
- 2) In einem Plattenkondensator wirkt auf eine Ladung von  $q_1 = 100 \text{ nC}$  die Kraft  $1 \text{ mN}$ .
  - a) Berechnen Sie die Kräfte, welche auf die Ladungen  $q_2 = 400 \text{ nC}$  und  $q_3 = 30 \text{ nC}$  wirken.
  - b) Berechnen Sie die im Plattenkondensator herrschende elektrische Feldstärke.



- 3) Zwischen den Platten eines Elektrofilters herrscht die elektr. Feldstärke  $400000 \text{ N/C}$ .
  - a) Berechnen Sie die Kräfte, welche auf die Ladungen  $q_2 = 2 \text{ fC}$  und  $q_3 = 0,3 \text{ fC}$  wirken.
  - b) Auf ein Staubteilchen wirkt die elektrische Kraft  $20 \text{ pN}$ . Berechnen Sie dessen Ladung.
- 4) Das Schwerfeld der Erde führt am Erdboden zur Gewichtskraft  $F_G = m \cdot g$ . Dabei ist  $g$  der Ortsfaktor  $9,81 \text{ N/kg}$ . Bestimmen Sie die am Erdboden herrschende Feldstärke des Gravitationsfeldes.



- 5) Ein Astronaut der Masse  $90 \text{ kg}$  erfährt auf dem Mond eine Schwerkraft von  $113,4 \text{ N}$ . Bestimmen Sie die auf der Mondoberfläche herrschende Gravitationsfeldstärke.
- 6) Ein Astronaut der Masse  $90 \text{ kg}$  erfährt auf dem Mars eine Schwerkraft von  $262,5 \text{ N}$ . Bestimmen Sie die auf der Marsoberfläche vorliegende Gravitationsfeldstärke.

**Kurzentwurf für eine Physikstunde**

Athenaeum

PH EN 11

**Thema der Unterrichtseinheit: Elektrisches Feld**

... Analyse des Ablenkens des Elektronenstrahls

**Untersuchung von Spannungsverläufen mit dem Oszilloskop**

Folgestunde: Untersuchung der Entladung eines Kondensators mit dem Oszilloskop

**Didaktik:** SLZ: Die SuS können Spannungsverläufe mit dem Oszilloskop untersuchen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Elektronenstrahlröhre	Erläutern, experimentell untersuchen
LV: Netzgerät, Stimmgabel	Anwenden
TLZ: Grundprinzip des Oszilloskop	Beschreiben
TLZ: Homogenes Feld	Erläutern, Skizzieren, Erkennen
TLZ: Radiales Feld	Erläutern, Skizzieren, Erkennen

**Methodik:** Dominantes Lehrverfahren: Aufgebend erarbeitend mit Gruppenpuzzle

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
3	<u>Einstieg:</u> Zeigen des Funktionsgenerators	DE, Beschreiben	LSG
6	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
10	<u>Erarbeitung 1:</u> Grundprinzip	DE, TA, Einteilung der Gruppen	LV
30	<u>Erarbeitung 2:</u> Anwendungen	SE an Stationen, AB1-3	GA
35	<u>Erarbeitung 3:</u> Expertenrunde	Stammgruppenarbeit	GA
40	<u>Sicherung:</u> Messbeispiele	OHP, Reflexion	SV
45	<u>Festigung:</u> Ablesen	HA, AB4	LSG

Geplanter TA

Wie stellen wir einen periodischen Spannungsverlauf  $U(t)$  dar?Grundidee:

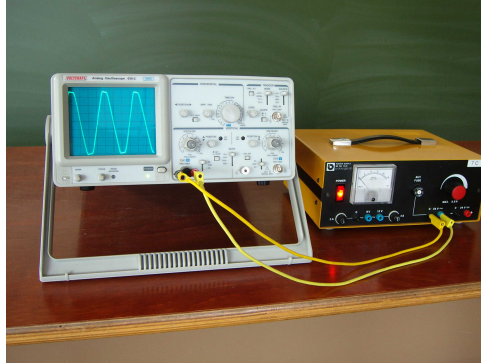
Elektronenstrahlröhre:

- Der Strahl wird gleichmäßig von links nach rechts gelenkt und dabei durch  $U(t)$  vertikal abgelenkt.
- Der Strahl startet immer bei der gleichen Spannung  $U_0$  links.

Ergebnisse:

Wir wählen die Zeit- und Spannungseinheit.

Wir können den Graphen am Schirm verschieben.



Untersuchung eines Netzgerätes mit dem Oszilloskop

Stellen Sie eine Periode gut dar und bestimmen Sie die Periodendauer  $T$  sowie die Frequenz  $f$ .



Untersuchung einer Stimmgabel mit dem Oszilloskop

Bestimmen Sie die Frequenz der Stimmgabel.

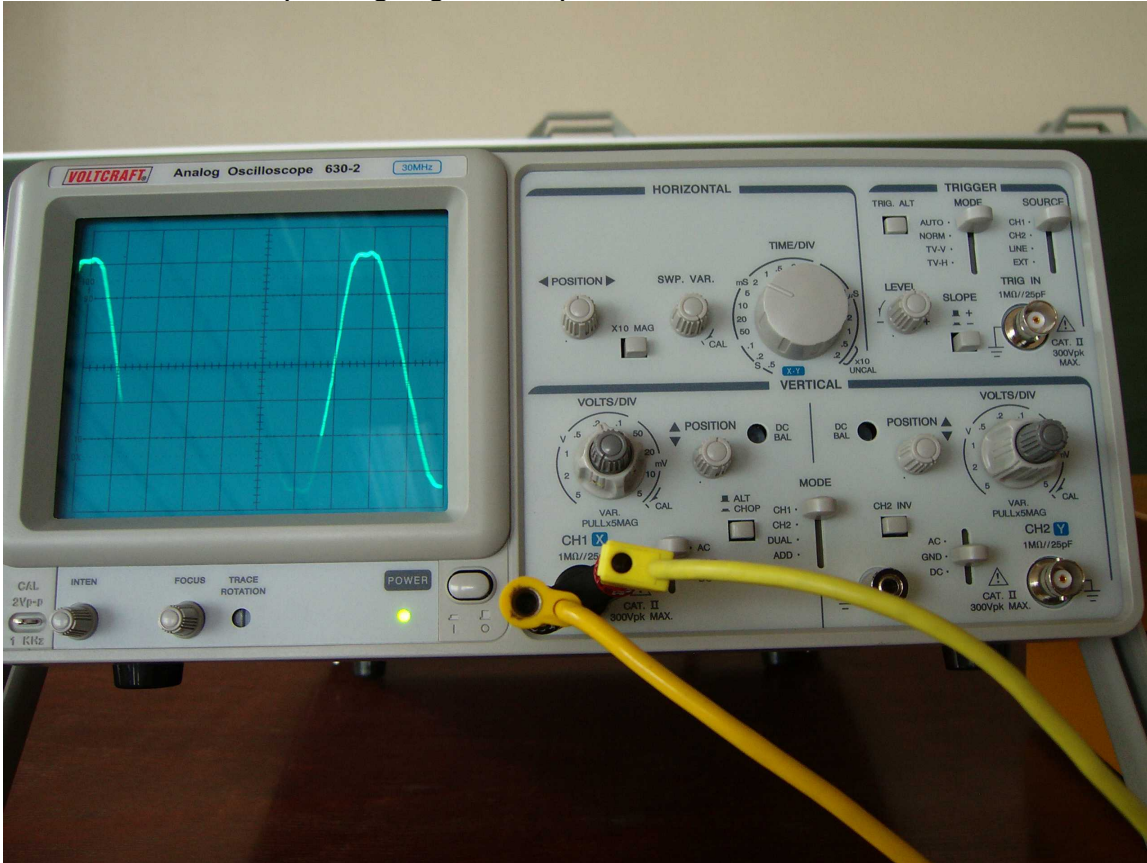


Untersuchung eines Funktionsgenerators mit dem Oszilloskop

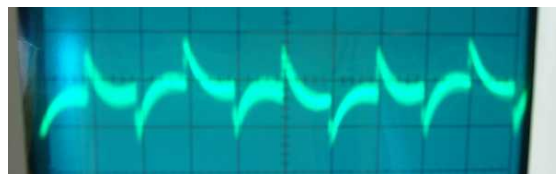
- Stellen Sie zunächst Schall mit der Frequenz 1000 Hz dar. Verwenden Sie dabei sinusförmige, sägezahnförmige und rechteckförmige Spannungsverläufe.
- Stellen Sie Ultraschall mit der Frequenz 50000 Hz dar.



- Stellen Sie die vertikale Skalierung mit dem Drehknopf „VOLTS/DIV“ ein.
- Stellen Sie die Lage des Graphen mit den „Position“-Drehknöpfen ein.
- Stellen Sie die horizontale Skalierung mit dem Drehknopf „TIME/DIV“ ein.
- Stellen Sie die Startspannung des Graphen mit dem Drehknopf „Level“ ein.
- Die Zeit- und Spannungsangaben entsprechen einem Kästchen auf dem Schirm.



- 1) Der Drehknopf „VOLTS/DIV“ zeigt 20 mV, der Drehknopf „TIME/DIV“ zeigt 1 ms. Geben Sie die Spannungsextremwerte sowie die Periodendauer an.



- 2) Der Drehknopf „VOLTS/DIV“ zeigt 10 mV, der Drehknopf „TIME/DIV“ zeigt 10  $\mu$ s. Geben Sie die Spannungsextremwerte sowie die Periodendauer an.



## Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH EN 11

### Thema der Unterrichtseinheit: Elektrisches Feld

Entwicklung eines Kraftmessverfahrens mithilfe eines Pendels

Einführung der Berechnung elektrischer Ladung

Entdeckung der Proportionalität von Kraft und Ladung

Entdeckung der Zusammenhänge zwischen Energie, Feldstärke und Spannung

### Entdeckung von Feldlinienmustern

**Didaktik:** SLZ: Die SuS können die Feldlinienmuster von radialen und homogenen Feldern skizzieren.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: elektrisches Feld	Erläutern
LV: Gravitationsfeld	Erläutern
LV: Magnetische Feldlinien	Beschreiben
TLZ: Feldlinien homogener elektr. Felder	Beschreiben, Skizzieren, Erkennen
TLZ: Feldlinien radialer elektrischer Felder	Beschreiben, Skizzieren, Erkennen

**Methodik:** Dominantes Lehrverfahren: Entdeckenlassend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
7	<u>Hinführung:</u> Plattenkondensator mit Pendel, Kompassnadelraster, Griesmuster mit parallelen Feldlinien	DE, Beschreiben	LSG
9	<u>Problemstellung:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Wdh. & Aushandeln der Definition, Planung der Versuche	Untereinander Beraten, Planen	MuG, LSG
30	<u>Lösung:</u> Muster, Regelmäßigkeiten entdecken	SE an Stationen, Skizzieren, Beschreiben, Äquipotenziallinien binnendifferenzierend	GA
35	<u>Sicherung:</u> Typen, Bezeichnungen	OHP, Reflexion	SV
45	<u>Festigung:</u> Analogie Gravitationsfeld	HA, Aufgabenblatt	LSG

Geplanter TA

### Wie sehen die Feldlinienmuster elektrischer Felder aus?

Ideen:

Magnetische Feldlinien zeigen die Richtungen an,  
in die sich der Nordpol einer Kompassnadel dreht.

Elektrische Feldlinien zeigen die Richtungen an,  
in die eine positive elektrische Ladung gezogen wird.

Versuche

Elektrische Feldlinien: Griesversuche, Computereperimente

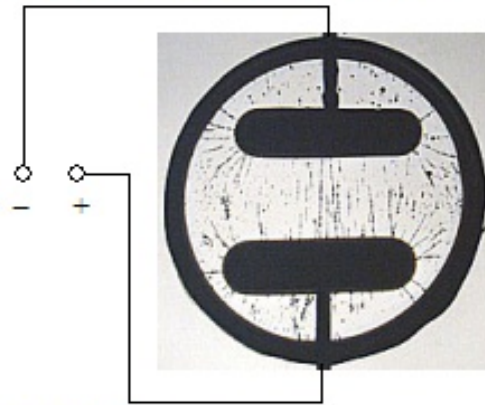
Ergebnisse: Es gibt zwei Haupttypen:

Feldlinienverlauf	Bezeichnung	Feldstärke	Äquipotenziallinien	Beispiel zu $ E $
Parallel	Homogenes Feld	Konstant	Parallel	Plattenkondensator
Sternförmig	Radiales Feld	Abnehmend	Konzentrische Kreise	Geladene Kugel

Linien konstanter Spannung heißen Äquipotenziallinien.

Feldlinien des Kondensators

Stellen Sie die Feldlinien des Kondensators im Versuch nach.

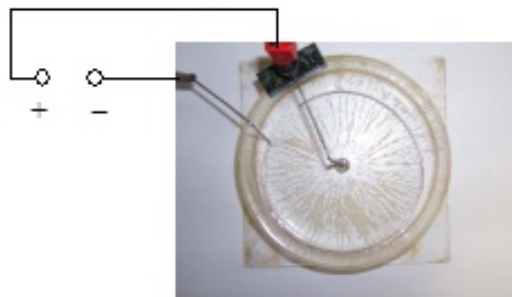


Tragen Sie in der Abbildung die Feldlinien ein.

Charakterisieren Sie das zwischen den Platten auftretende Feldlinienmuster.

Feldlinien in der Umgebung einer geladenen Kugel

Stellen Sie die Feldlinien der Kugel im Versuch nach.

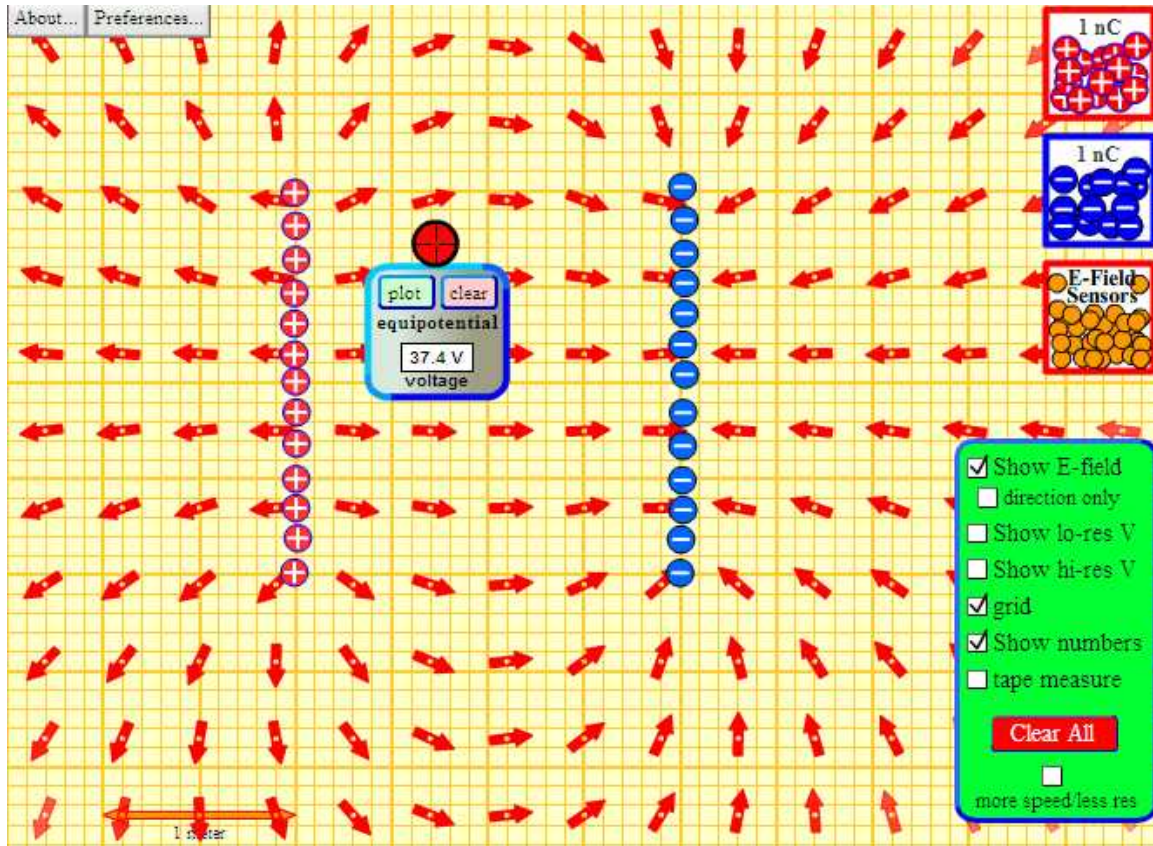


Tragen Sie in der Abbildung die Feldlinien ein.

Charakterisieren Sie das um eine Kugel auftretende Feldlinienmuster.

## Feldlinien, Feldstärken und Spannungen im Kondensator

Stellen Sie das Computerexperiment nach.



Charakterisieren Sie das zwischen den Platten auftretende Feldlinienmuster.

Bestimmen Sie die zwischen den Platten auftretende Feldstärke.

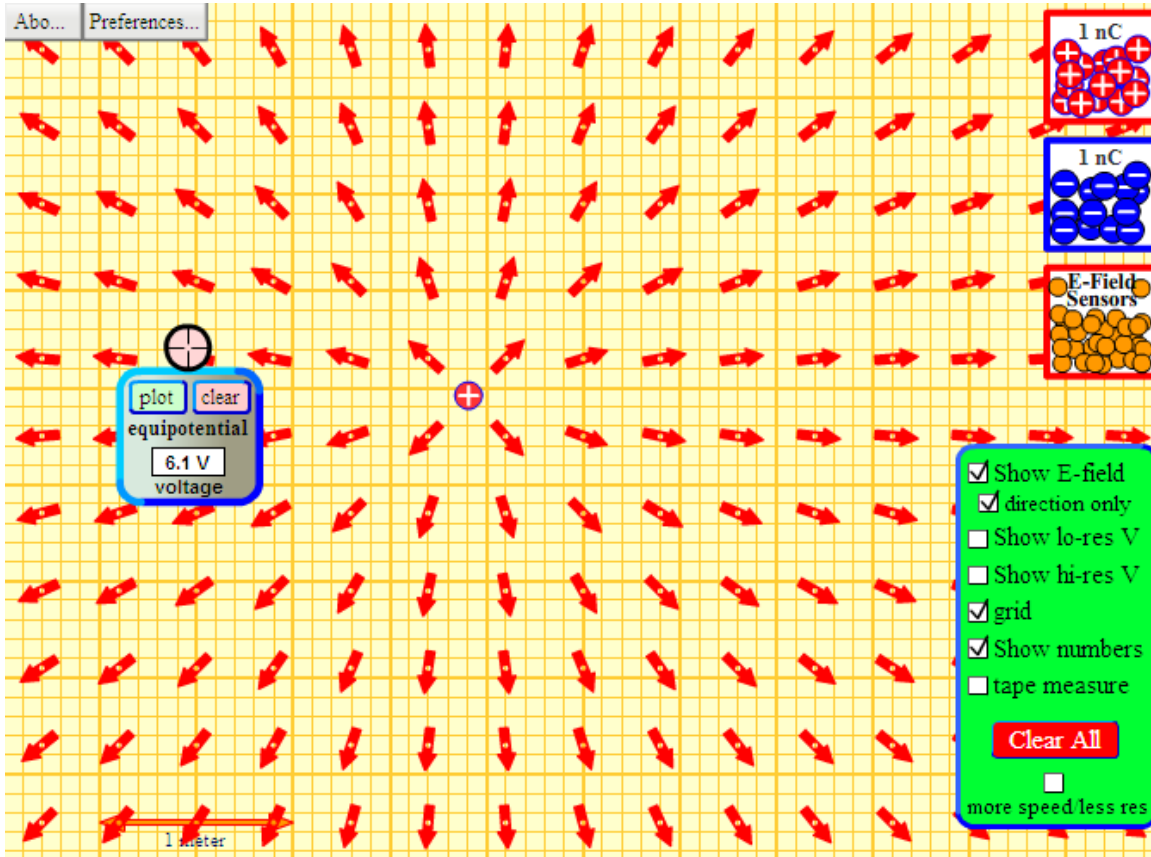
Untersuchen Sie den Verlauf der Spannung auf dem Weg von der Mitte der linken Platte zur Mitte der rechten Platte.

Zusatzaufgabe: Zeichnen Sie zwischen den Platten vier Linien konstanter Spannung ein.

Quelle: PhET Interactive Simulations  
 Copyright © 2004-2009 University of Colorado.  
 Some rights reserved.  
 Visit <http://phet.colorado.edu>

## Feldlinien einer geladenen Kugel

Stellen Sie das Computerexperiment nach.



Charakterisieren Sie das auftretende Feldlinienmuster.

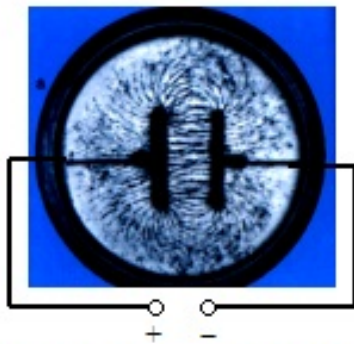
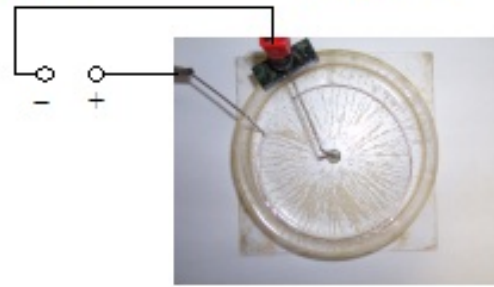
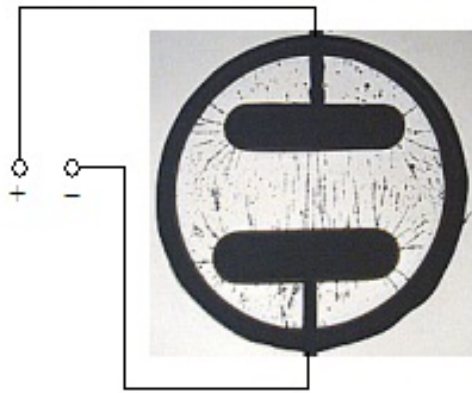
Zeichnen Sie zwei Linien konstanter Spannung ein.

Charakterisieren Sie die Beträge der Feldstärken.

Zusatzaufgabe: Charakterisieren Sie die Linien konstanter Spannung.

Quelle: PhET Interactive Simulations  
 Copyright © 2004-2009 University of Colorado.  
 Some rights reserved.

Visit <http://phet.colorado.edu>



- 1) Zeichnen Sie die Feldlinien ein und entscheiden Sie, ob das Feld homogen oder radial ist! Entscheiden Sie auch, ob es ein elektrisches Feld oder ein Gravitationsfeld ist.
- 2) Skizzieren Sie die Feldlinien um eine positive Ladung!

## 7 Aufgaben

1. Analysieren Sie, wie die vier Stadien des Lernprozesses bei den drei dargestellten Stunden durch die Methoden und die Didaktik umgesetzt werden.
2. Analysieren Sie, inwiefern die angewandten Methoden bei den drei dargestellten Stunden funktional und verzahnt sind.
3. Nennen Sie zu jeder der drei dargestellten Stunden eine alternative Methode, die ebenfalls funktional wäre.
4. Analysieren Sie, wie die Schüleraktivitäten bei den drei dargestellten Stunden durch die



---

Methoden und die Didaktik angeregt werden.

## 8 Zusammenfassung

Wir können durch funktionale Methoden Lernprozesse fördern, Schüleraktivitäten anregen und unterrichtliche Situationen effizient gestalten. Hierzu finden wir ein vielseitiges und umfangreiches Methodenrepertoire vor, aus dem wir etwas Passendes auswählen können. Ich wünsche Ihnen, dass Sie sich in jeder Situation für geeignete verzahnte Methoden entscheiden und Ihre SuS damit zu vielfältigen, selbst gesteuerten, anspruchsvollen sowie zielführenden Aktivitäten anregen.

## Literatur

- [Arnold 2009] ARNOLD, Margret: Brain-based Learning and Teaching - Prinzipien und Elemente. In: HERRMANN, Ulrich (Hrsg.): *Neurodidaktik*. 2. Weinheim : Beltz Verlag, 2009
- [Goldmann 2003] GOLDMANN, Jürgen: Abgestufte Lernhilfen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 14 Nr 75-76 (2003), S. 32–33
- [Hattie 2009] HATTIE, John: *Visible Learning*. London : Taylor and Francis Ltd, 2009
- [Kircher u. a. 2001] KIRCHER, Ernst ; GIRWIDZ, Raimund ; HÄUSSLER, Peter: *Physikdidaktik*. 2. Berlin : Springer, 2001
- [Leisen 2003] LEISEN, Josef: Methoden-Werkzeuge - Neue Erfahrungen mit bekannten Materialien. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 14 Nr 75-76 (2003), S. 6–12
- [Meyer 2003] MEYER, Hilbert: Merkmale guten Unterrichts. In: *Pädagogik* 10 (2003), S. 36–43
- [Rabe 2007] RABE, Thorid: Kooperatives Lernen in Gruppen. In: MIKELSKIS-SEIFERT, Silke (Hrsg.) ; RABE, Thorid (Hrsg.): *Physik Methodik*. Berlin : Cornelsen, 2007
- [Voeth u. Hepp 2003] VOETH, Barbara ; HEPP, Ralph: Sprechblasen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 14 Nr 75-76 (2003), S. 30–31
- [Wodzinski u. a. 2007] WODZINSKI, Rita ; WODZINSKI, Christoph ; HEPP, Ralph: Differenzierung. In: *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik* 99-100 (2007)
- [Zwiorek 2007] ZWIOREK, Sigrid: Gruppenarbeit - Stationen und Egg Races am Beispiel von Schülerexperimenten. In: MIKELSKIS-SEIFERT, Silke (Hrsg.) ; RABE, Thorid (Hrsg.): *Physik Methodik*. Berlin : Cornelsen, 2007