



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Elektrische Felder und Kondensatoren – Teil 1*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## II.C.14

### Elektrizitätslehre und Magnetismus

# Elektrische Felder und Kondensatoren – Teil 1

Dr. Jürgen Franke, Stuttgart

Fotos und Illustrationen von Dr. J. Franke und Dr. St. Völker, digitalisiert von Dr. W. Zettlmeier

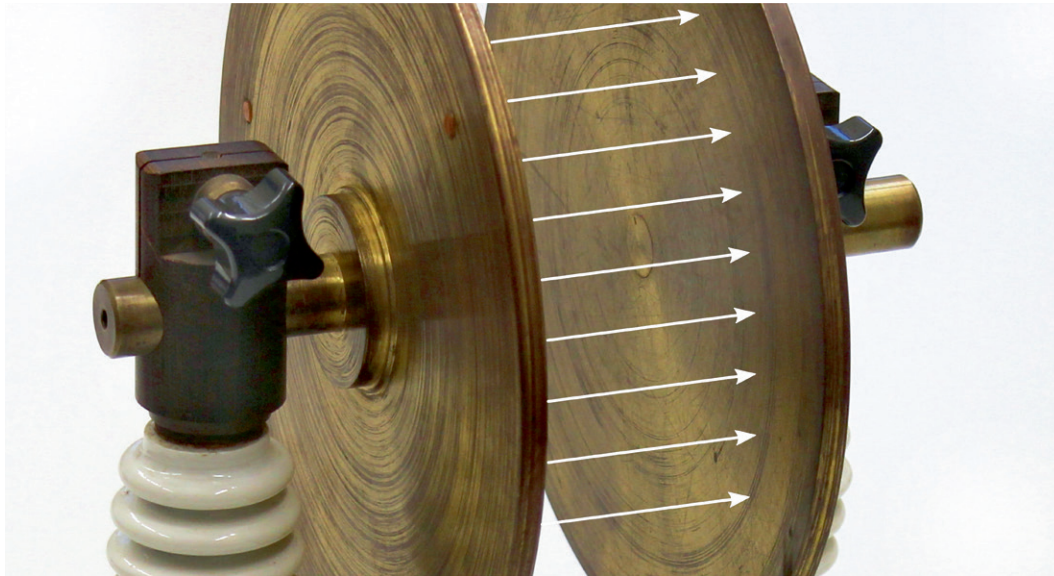


Foto: St. Völker, Jena

© RAABE 2020

Kondensatoren findet man in vielen elektronischen Schaltungen. Dort speichern sie kleine Mengen Energie, sorgen für zeitlich verzögerte Signalweiterleitung, bestimmen die Frequenz von Schwingkreisen und filtern Gleichspannungsanteile aus überlagerten Gleich- und Wechselspannungen heraus. Rundfunk, Fernsehen, Mobilfunk, Computer, das Internet und vieles andere wären ohne Kondensatoren nicht möglich. Wodurch kommen die Effekte zustande, die die Kondensatoren in der Elektronik bewirken? Was sind die physikalischen Grundlagen?

---

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe/Lernjahr:</b>	12 (G9)
<b>Dauer:</b>	10 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Physikalische Zusammenhänge erkennen; 2. einfache elektronische Schaltung verstehen; 3. Messdaten erheben; 4. mathematische Beschreibungen finden; 5. Daten auswerten
<b>Thematische Bereiche:</b>	elektrostatische Kräfte, elektrische Felder, Energiespeicherung im Kondensator
<b>Medien:</b>	Texte, Bilder, Videos, Audio
<b>Zusatzmaterialien:</b>	2 Excel-Dateien und eine Audio-Datei zur elektrostatischen Auf- und Endladung

---

## Didaktisch-methodische Hinweise

### Zur Lerngruppe und den curricularen Vorgaben

Das Thema ist Bestandteil des Lehrplans der Klasse 12 am Gymnasium. Deshalb werden hier auch mathematische Argumentationen aus der **Differenzial- und Integralrechnung** verwendet. Prinzipiell könnte bei Überspringen einiger Herleitungen dieses Thema auch schon früher eingeführt werden. Ansonsten sind mathematische Kenntnisse zu folgenden Themen erforderlich: Umgang mit Gleichungen, Quadratzahlen und Wurzeln, Logarithmus und Exponentialfunktion.

### Einstieg über Alltagserfahrungen – das Unterrichtsgespräch

Steigen Sie über ein gelenktes Unterrichtsgespräch in das Thema „Elektrische Felder und Kondensatoren“ ein. Ihre Schüler können vermutlich aus eigener Erfahrung nachfolgende Erlebnisse bestätigen:

- Jeder hat schon mal ein Kunstfaser-Kleidungsstück ausgezogen und dabei das Knistern der elektrischen Entladungen gehört und, sofern es dunkel genug war, die Entladungen auch gesehen.
- Jeder ist schon mal über einen Teppich gelaufen, hat einen Metallgegenstand angefasst und dabei einen kleinen elektrischen Schlag abbekommen.
- Jeder hat auch schon mal bei Gewitter den Himmel beobachtet und die riesigen Blitze gesehen und den darauffolgenden Donner gehört.
- Jeder hat genauso schon durch Reiben von Kunststofffolien, aufgeblasenen Luftballons, Textilien o. Ä. an anderen Materialien die dadurch entstehenden Anziehungskräfte beobachten können.

### Historisches

Dass da irgendetwas Geheimnisvolles vor sich geht, wurde auch schon in der Antike in Griechenland beobachtet. Aus dem für die Erzeugung dieser Effekte gut geeigneten Material Bernstein, welches noch heute auf Griechisch „elektro“ („ήλεκτρο“) heißt, leitet sich die Bezeichnung Elektrizität ab.

### Zum Lernprozess

Der Einstieg erfolgt, indem Ihre Schüler Alltagserfahrungen mit statischer Elektrizität schildern. Der Plattenkondensator mit seinem homogenen elektrischen Feld vereinfacht die Verhältnisse dann stark, sodass mit skalaren Größen gerechnet werden kann. Die mathematischen Herleitungen sind so gut zu demonstrieren und erfordern in den meisten Fällen nicht die volle mathematische Kompetenz von Schülern der Klasse 11 oder 12. Im Gegensatz zur Mathematik wird im Physikunterricht mit Maßeinheiten gerechnet. Dabei können die logischen Zusammenhänge des SI-Maßeinheitensystems gut vorgeführt werden. Beim Plattenkondensator treten verschiedene Effekte auf, die Sie gut nachvollziehbar im Experiment demonstrieren können. Zum besseren Verständnis dieser Lerneinheit erfolgt ganz am Anfang nochmal eine kurze Wiederholung der Begriffe *Strom* und *Spannung*, *Widerstand*, *Reihen-* und *Parallelschaltung*. Dies geschieht konkret anhand der Schaltung eines Spannungs- und eines Strommessgeräts und wird mit entsprechenden Übungsaufgaben ergänzt. In einem zweiten Teil wird dann mehr auf die technischen Anwendungen eingegangen. Es werden auch Mess- und Auswertungsmethoden bei Experimenten erläutert. Als Option ist im zweiten Teil auch der Selbstbau eines einfachen Kondensators beschrieben.

### Mögliche Alternativen oder Erweiterungsmöglichkeit

Wenn keine Möglichkeit besteht, die Experimente mit dem Plattenkondensator live vorzuführen, kann auf **Videos** zurückgegriffen werden. Hinweise dazu finden Sie bei den jeweiligen Experimenten.

## Sicherheitshinweise zum Umgang mit Hochspannungen

Einige der vorgeschlagenen Experimente benötigen Hochspannung weit über 1000 Volt. In den Versuchsbeschreibungen stehen keine expliziten Sicherheitshinweise. Wir gehen davon aus, dass Sie als Lehrer die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Hochspannung kennen und einhalten. Führen Sie die Hochspannungsexperimente nur dann vor, wenn Sie sicher sind, dass dies gefahrlos möglich ist. Ansonsten können Sie auch auf **Videos aus dem Internet** zurückgreifen. Hinweise hierzu finden Sie bei den jeweiligen Experimenten.

### Sicherheitshinweise:

- Vermeiden Sie berührungsfähliche Spannungen.  
Eine berührungsfähliche Spannung liegt vor, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind<sup>1</sup>:  
Wechselspannung > 25 V oder Gleichspannung > 60 V  
und  
Kurzschluss-Wechselstromstärke > 3 mA oder Kurzschluss-Gleichstromstärke > 12 mA oder Entladungsenergie (z. B. bei Kondensatoren) > 0,35 J.
- Verwenden Sie eine Spannungsquelle mit eingebauter Strombegrenzung oder stecken Sie am nicht geerdeten Pol einen entsprechenden Schutzwiderstand ein.
- Verwenden Sie nur Kondensatoren, die nicht mehr als die angegebene Energie aufnehmen können.
- Halten Sie Sicherheitsabstände ein (Gefahr des Funkenüberschlags durch die Luft).
- Es muss einen Not-Aus-Schalter am Experiment geben, um es ggf. sofort spannungslos schalten zu können.
- Stellen Sie ein Gefahren-Zeichen beim Experiment auf.
- Führen Sie Hochspannungsexperimente als Lehrerexperiment selbst vor. Die Schüler dürfen nur mit ungefährlichen Spannungen experimentieren.
- Lesen Sie das angegebene Kapitel in der Publikation (siehe Fußnote) und beachten Sie die Hinweise.



© Iuliia Kanivets /  
iStock / Getty Images  
Plus

<sup>1</sup> „Sicher experimentieren in Physik, Fachliche Grundlagen und praktische Hinweise zur Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen“ vom Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München und der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung [https://www.isb.bayern.de/download/20114/isb\\_sicher\\_experimentieren\\_in\\_physik\\_interaktiv\\_5.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/20114/isb_sicher_experimentieren_in_physik_interaktiv_5.pdf) Kapitel 5.2 „Elektrische Gefährdung“ ab Seite 20

## Auf einen Blick

SV = Schülerversuch, LV = Lehrerversuch

---

### 1./2. Stunde

<b>Thema:</b>	Einführung: Elektrizität
<b>M 1 (SV)</b>	<b>Es knistert am Pullover – die elektrostatische Aufladung</b>
<b>M 2</b>	<b>Strom und Spannung – frischen Sie Ihr Wissen auf!</b>
<b>Hausaufgabe:</b>	Kleidungsstücke auf elektrostatische Aufladung testen
<b>Benötigt:</b>	<input type="checkbox"/> Kunststofflineal oder Geodreieck <input type="checkbox"/> Papiertaschentücher <input type="checkbox"/> analoges MW-Radio (batteriebetrieben)

---

### 3./4. Stunde

<b>Thema:</b>	Grundbegriffe der Elektrizitätslehre wiederholen
<b>M 3</b>	<b>Die Messung von Strom und Spannung</b>
<b>M 4</b>	<b>Elektrische Ladungen, Felder und Influenz</b>

---

### 5.–8. Stunde

<b>Thema:</b>	Plattenkondensator und homogenes elektrisches Feld
<b>M 5</b>	<b>Der Kondensator</b>
<b>M 6</b>	<b>Ladung und Strom</b>
<b>M 7 (LV)</b>	<b>Die Kraft im elektrischen Feld</b>
<b>M 8</b>	<b>Die Arbeit im elektrischen Feld</b>
<b>Benötigt:</b>	siehe 9./10. Stunde

---

### 9./10. Stunde

<b>Thema:</b>	Der Plattenkondensator
<b>M 9 (LV)</b>	<b>Die Kapazität eines Plattenkondensators</b>
<b>M 10</b>	<b>Die Arbeit beim Laden eines Kondensators</b>
<b>M 11 (LV)</b>	<b>Dielektrikum</b>
<b>Benötigt:</b>	<input type="checkbox"/> Plattenkondensator <input type="checkbox"/> Hochspannungsnetzteil <input type="checkbox"/> Hochspannungsmessgerät <input type="checkbox"/> Kabel und Schalter <input type="checkbox"/> Stativelemente <input type="checkbox"/> leitfähig beschichtete Kugel an nicht leitendem Faden aufgehängt <input type="checkbox"/> nicht leitende Scheiben als Dielektrikum für den Plattenkondensator <input type="checkbox"/> Kapazitätsmessgerät (wenn vorhanden)

**M 1****Es knistert am Pullover – die elektrostatische Aufladung**

<b>Materialien:</b>	<input type="checkbox"/> verschiedene Kleidungsstücke	<input type="checkbox"/> Kunststofflineal oder Geodreieck
	<input type="checkbox"/> Papiertaschentücher	<input type="checkbox"/> analoges MW-Radio (batteriebetrieben)

**Schülerversuch 1**

Vielleicht ist Ihnen früher schon mal aufgefallen, dass es beim Ausziehen bestimmter Kleidungsstücke eigenartig knistert. Testen Sie zu Hause einige Ihrer Pullover, Sweatshirts, Jacken oder ähnliche Kleidungsstücke auf diesen Effekt. Ziehen Sie sich diese über einem Hemd oder T-Shirt an. Bewegen Sie sich darin, sodass das zu testende Kleidungsstück intensiv mit Ihrem Hemd oder T-Shirt in Kontakt kommt. Dann ziehen Sie dieses Kleidungsstück vorsichtig aus. Halten Sie es mit der einen Hand am Kragen und bewegen Sie den ausgestreckten Zeigefinger der anderen Hand langsam in ca. 1 cm bis 2 cm Abstand über das Kleidungsstück. Es sollte dabei möglichst kein Geräusch und, wenn möglich, auch dunkel im Raum sein. Notieren Sie Ihre Beobachtungen. Es kann auch sein, dass Sie bei einigen Pullovern, Sweatshirts oder Jacken keinen Effekt feststellen. Dann notieren Sie das ebenfalls. Sehen Sie jeweils auf dem Waschetikett nach, aus welchem Material das betreffende Kleidungsstück besteht, und schreiben Sie das zusammen mit der Art des Stoffes (z. B. gestrickt, gefilzt, Fleece, Samt ...) auch in Ihre Aufzeichnungen. Notieren Sie zum Schluss auch noch, aus welchem Material Ihr Hemd bzw. T-Shirt besteht. Besprechen Sie Ihre Ergebnisse in der nächsten Unterrichtsstunde. Welche Materialien zeigen einen Effekt, welche nicht? Was könnte das Knistern verursachen?

**Schülerversuch 2**

- Legen Sie einige kleine Papierschnipsel (z. B. aus einem Locher, oder ca. 5 mm große Quadrate aus einem Blatt Papier geschnitten) auf den Tisch. Nehmen Sie ein Kunststofflineal, Geodreieck oder Ähnliches und reiben Sie dieses an einem Papiertaschentuch, einem Baumwolltuch oder an Ihrer Kleidung. Berühren Sie die geriebene Stelle nicht. Bewegen Sie das Lineal über die Papierschnipsel. Was beobachten Sie?
- Reiben Sie das Lineal wieder, aber diesmal wischen Sie mit der anderen Hand leicht über die Reibungsstelle. Was passiert jetzt mit den Papierschnipseln, wenn Sie das Lineal darüberhalten?
- Reiben Sie das Lineal erneut. Nun bewegen Sie einen ausgestreckten Finger der anderen Hand wenige Millimeter über dem Lineal. Können Sie etwas hören?

**Schülerversuch 3**

In den vorhergehenden Versuchen haben Sie vermutlich kleine Funken beobachtet. Solche Funken strahlen auch elektromagnetische Wellen ab und diese können ggf. mit einem Radio empfangen werden. Schalten Sie ein batteriebetriebenes Radio auf MW-Bereich (evtl. auch AM-Bereich genannt) und stellen Sie den Tuner so ein, dass Sie keinen Rundfunksender hören (das ist vermutlich kein Problem, da es kaum noch MW-Sender gibt). Stellen Sie die Lautstärke ggf. höher. Wenn Sie nicht allzu viele Störquellen im Raum haben, sollten Sie nichts oder nur wenig in dem Radio hören. Sie können das Radio auch drehen oder an einen anderen Platz bringen, um so die empfangenen Hintergrundsignale zu verringern. Wiederholen Sie Versuch 2 in der Nähe des Radios. Was hören Sie im Radio?

**Aufgabe 1**

Erklären Sie, warum empfindliche integrierte Schaltungen bei Lagerung und Versand und bis zu ihrem Einbau in leitfähigen Schaumstoff gesteckt werden!



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Elektrische Felder und Kondensatoren – Teil 1*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

