

# Elektrostatik

---

## 1. Ladungstrennung durch Reibung

Schon im alten Griechenland war bekannt, dass sich Körper elektrisch aufladen, wenn sie gerieben werden. Diese seltsame Kraft des Bernsteins (griech: Elektron) gab einer ganzen physikalischen Disziplin - der Elektrizitätslehre und der Elektronik - ihren Namen.

Im 18. Jahrhundert experimentierten zahlreiche Wissenschaftler mit elektrischer Ladung. Einer der bekanntesten war der Amerikaner Benjamin Franklin (*Abb. 1*), der nicht nur die amerikanische Unabhängigkeitserklärung mitverfasste, sondern auch als der Erfinder des Blitzableiters gilt!

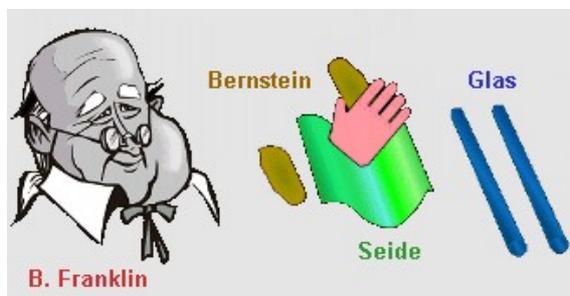


Abbildung 1: Benjamin Franklin

Franklin rieb einerseits zwei Bernsteinstücke an Seide, andererseits zwei Glasstäbe.

- Brachte man die beiden geriebenen Bernsteinstücke zusammen, so stießen sie sich ab, ebenso die beiden Glasstäbe.
- Brachte man hingegen ein Bernsteinstück und einen Glasstab zusammen, gab es anziehende Kräfte.

Bernstein und Glas mussten sich also beim Reiben mit Seide verschieden aufladen. Es musste zwei Arten von Ladung geben.

Warum sich die Körper so aufladen, hat man erst sehr viel später verstanden. Wir kennen alle den Effekt der Reibungselektrizität, wenn wir uns z. B. beim Berühren einer Türe einen kleinen elektrischen Schlag bekommen, wenn wir zuvor über einen Teppich aus Kunstfasern gelaufen sind.

## 2. Wo kommen die elektrischen Ladungen her?

In aller Kürze: Aus den Atomen.

Alles um uns herum besteht letzten Endes aus Atomen, die viele geladene Teilchen enthalten. Die positiven Teilchen heißen Protonen, die negativen Elektronen. In einem ungeladenen (neutralen) Atom entspricht die Zahl der Protonen (+) der Zahl der Elektronen (-). Elektronen sind viel kleiner und leichter als Protonen; sie sind beweglich und befinden sich (in einem für unsere Zwecke ausreichenden Atommodell) an den Rändern des Atom. Die Protonen sitzen in der Mitte, das heißt im Atomkern.

## Aufgabe

1. Beschrifte die *Abbildung 3* des Rutherford'schen Atommodells.
2. Beschreibe die Größenverhältnisse im Atom mit Hilfe der *Abbildung 2*. Was befindet sich, deiner Meinung nach, zwischen dem Atomkern und der Atomhülle?

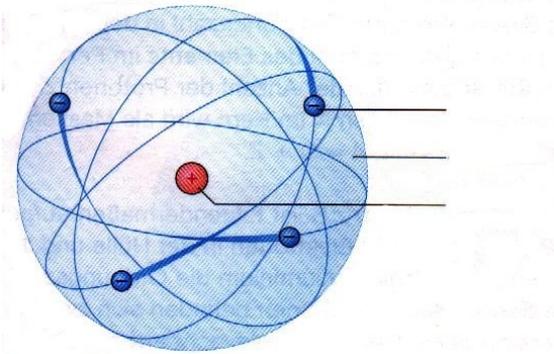


Abbildung 3: Atommodell nach Rutherford

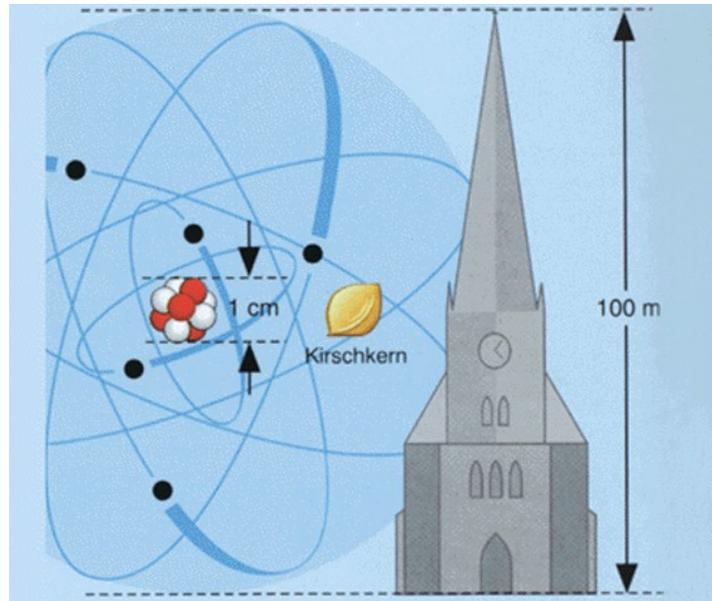


Abbildung 2: Größenverhältnisse im Atom

### 3. Kräfte zwischen geladenen Körpern

Untersucht man das Verhalten elektrisch geladener Körper genauer, dann stellt man fest, dass zwischen elektrisch geladenen Körpern Kräfte wirken.

**Gleichartig geladene Körper stoßen einander ab.  
Ungleichartig geladene Körper ziehen sich an.**

#### Aufgabe

1. Geladene Kugeln sind an Fäden aufgehängt. Welche Ladung hat jeweils die andere Kugel?

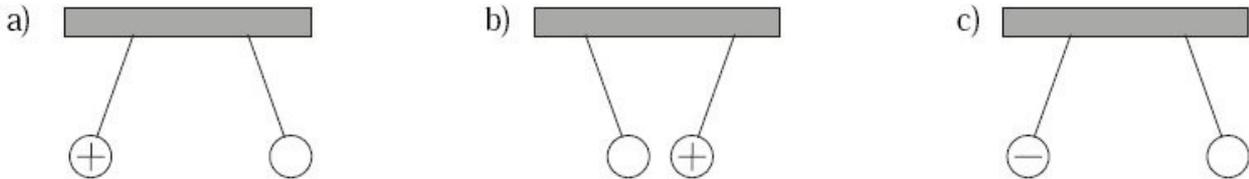


Abbildung 4: Geladene Körper

2. In der Industrie wurde in den letzten Jahren fieberhaft an der Entwicklung eines sogenannten E-Papiers gearbeitet. Es handelt sich dabei um ein papierähnliches Display mit mikroskopischen Farbpartikeln, die durch Elektroden gesteuert werden. Momentan gibt es zwei vielversprechende Ansätze (Abb. 5):
- Das Smart-Paper von Gyricon Media benutzt zweifarbige Perlen.
  - Die elektronische Tinte von E-Ink beruht auf durchsichtigen Mikrokapseln, in denen sich Pigmentpartikel durch ein flüssiges Medium bewegen.

In deiner Funktion als Pressesprecher von Gyricon bzw. E-Ink verfasst du einen kurzen, leicht verständlichen Bericht über die physikalische Funktionsweise des neu entwickelten E-Papiers, der der Presse zur Veröffentlichung vorgelegt werden soll.

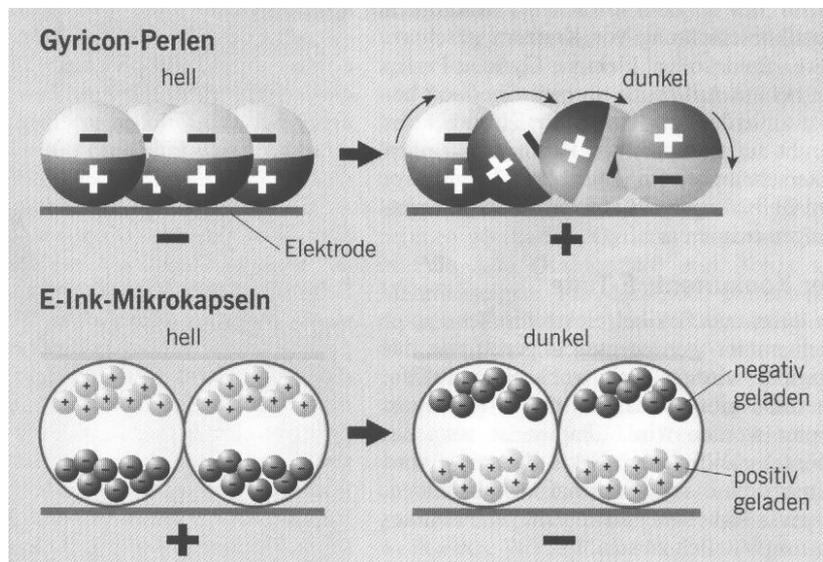


Abbildung 5: E-Papier

### 4. Die elektrische Ladung

Körper können unterschiedlich stark geladen sein. Wie stark eine Körper positiv oder negativ geladen ist, wird durch die Größe der **elektrischen Ladung** beschrieben.

Die elektrische Ladung eines Körpers gibt an, wie groß sein Elektronenüberschuss oder sein Elektronenmangel ist:

Formelzeichen:  $Q$

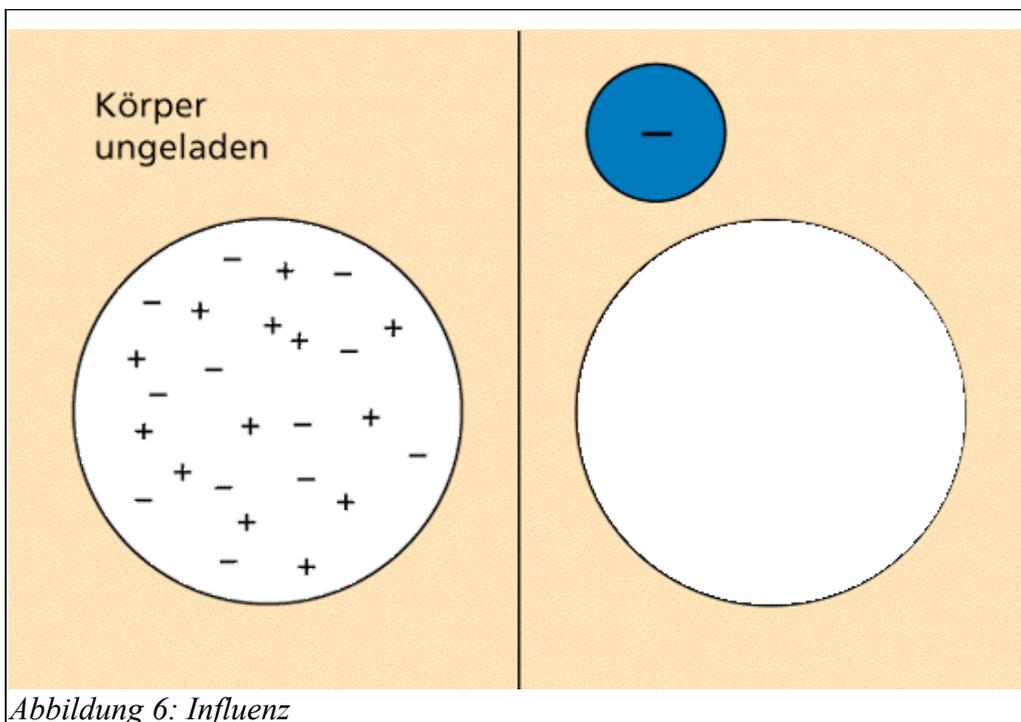
Einheit: 1 Coulomb (1 C)

## 5. Influenz

Nähert man einem ungeladenen Körper (neutral) z. B. einen negativ geladenen Körper, so wirken zwischen den Ladungen Kräfte. Es kommt auf dem ungeladenen Körper zu einer Verschiebung von Ladungen und damit zu einer Ladungstrennung. Die Erscheinung der Ladungstrennung unter dem Einfluss eines geladenen Körpers wird als **Influenz** bezeichnet.

### Aufgabe

1. Ergänze den rechten Teil der *Abbildung 6*, indem du die Ladungsverteilung einzeichnest. Beschreibe was geschieht.



2. Eine positiv geladene Kugel wird in die Nähe eines Elektroskops gebracht (*Abb. 7*), ohne es jedoch zu berühren. Was wird passieren? Zeichne ein wie sich der Zeiger bewegt und skizziere die Ladungsverteilung durch + und - Symbole.

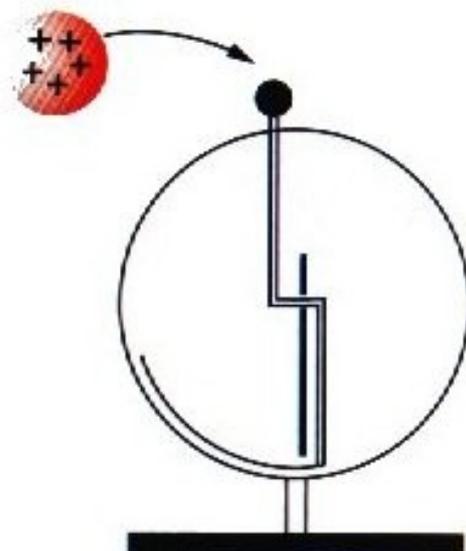


Abbildung 7: Elektroskop

## 6. Elektrostatik in der Natur: Blitze

### Gewitterwolken

Gewitterwolken sind riesige Wolkentürme. Von oben sehen sie wie ein Schirm aus. Von der Seite betrachtet, gleichen sie oft einem Amboss. Die Wolkenunterseite liegt 1 bis 2 km über dem Erdboden. Die Wolke reicht bis in eine Höhe von 10 km.

Die Temperatur in der Wolke nimmt von unten nach oben ab. Im unteren Bereich beträgt sie ca. 20 °C, oben sind es oft weniger als -50 °C.

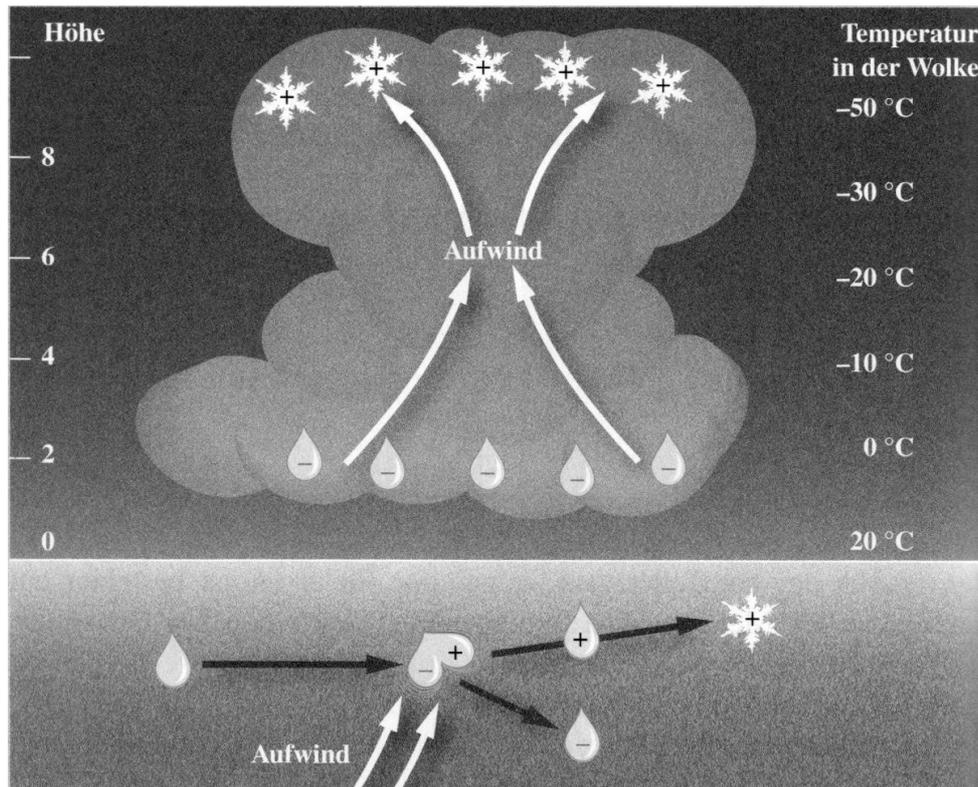


Abbildung 8: Ladungstrennung in der Wolke

### Ladungstrennung in der Wolke

Die Teile einer Gewitterwolke, in denen das Gewitter entsteht, heißen Gewitterzellen. In der Gewitterzelle herrscht ein starker Wind nach oben. Dieser Aufwind reißt Regentropfen und Schneekristalle so stark nach oben, dass sie zerteilt werden (Abb. 8). Dabei wird Ladung getrennt – wie beim Reiben eines Luftballons. Im oberen kalten Bereich der Wolke bilden sich Eiskristalle. Sie sind bei ihrem Transport nach oben durch die Wolke positiv geladen worden. Die verbliebenen Wassertropfen im unteren Wolkenbereich sind negativ geladen. So entstehen innerhalb der Gewitterzelle gewaltige Ladungsunterschiede.

### Blitz und Donner

Werden die Ladungsunterschiede zu groß, dann gleichen sie sich durch einen Blitz schlagartig aus. Blitze sind nichts anderes als riesige elektrische Funken. Sie können innerhalb einer Wolke, zwi-

schen zwei Gewitterwolken oder zwischen Wolke und der Erde auftreten. Die meisten Blitze verlaufen innerhalb der Gewitterwolke oder zwischen zwei Wolken. Nur jeder fünfte Blitz trifft die Erde. während des Blitzes fließt für kurze Zeit eine sehr große Menge von Ladung. Auf ihrem Weg erhitzt die Ladung die Luft bis auf 30000 °C und lässt sie grell aufleuchten. Dabei dehnt sich die Luft explosionsartig aus – es donnert.

Wenn die Gewitterwolke weit weg ist, sehen wir erst den Blitz und hören etwas später den Donner. Der Schall benötigt in der Luft 3 s, um eine Strecke von 1 km zurückzulegen.

*Beispiel:* Wenn zwischen Blitz und Donner neun Sekunden vergehen, war der Blitz 3 km entfernt.

## **Aufgabe**

1. Wenn du Ladungen trennst, musst du arbeiten. Wer arbeitet beim Aufladen von Gewitterwolken?
2. Zwischen Blitz und Donner vergehen 2,5 s. Wie weit war der Blitz entfernt?
3. Der Blitz zwischen Wolke und Erde kann für uns gefährlich werden. Der plötzliche Ladungsausgleich erfolgt mit einem kräftigen Hauptblitz in den Erdboden, in einen Baum oder in ein Haus.  
Wie kannst du dich vor Blitzschlag schützen? Denke über sinnvolle Regeln nach und/ oder recherchiere im Internet. Plane und erstelle ein Lernplakat.

## 7. Das elektrische Feld

**Im Raum um einen elektrisch geladenen Körper werden auf andere elektrisch geladene Körper Kräfte ausgeübt. Diesen Raum nennt man elektrisches Feld.**

Für elektrische Felder besitzen wir kein Sinnesorgan. Ein elektrisches Feld lässt sich aber durch Kräfte auf elektrisch geladene Körper nachweisen. Bringt man z.B. kleine negativ geladene Kugeln in die Nähe einer anderen, positiv geladenen Kugel und zeichnet die jeweils wirkenden Kräfte ein, dann erhält man das folgende Bild (Abb. 9).

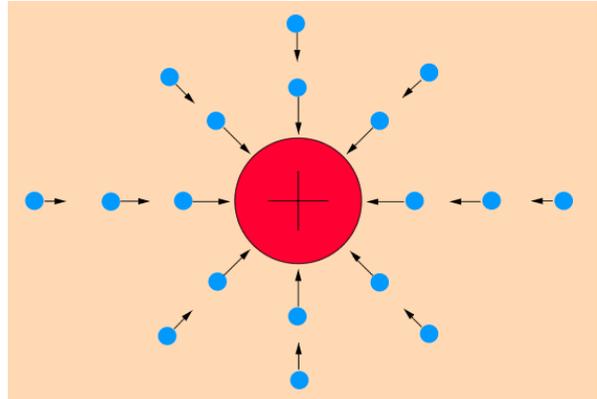


Abbildung 9: Kräftebild

Werden anstelle der einzelnen Kraftpfeile durchgehende Linien gezeichnet, so erhält man ein **Feldlinienbild** des betreffenden Feldes. Das Feldlinienbild ist ein **Modell** des elektrischen Feldes (Abb. 10 und Abb. 11).

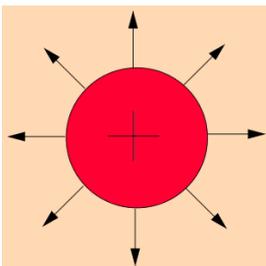


Abbildung 10:  
positiv geladener  
Körper

Aus einem Feldlinienbild ist erkennbar, in welche Richtung die Kraft auf einen geladenen Körper wirkt. Es gibt auch Auskunft über die Stärke des Feldes. Je stärker das elektrische Feld ist, desto dichter werden die Feldlinien gezeichnet.

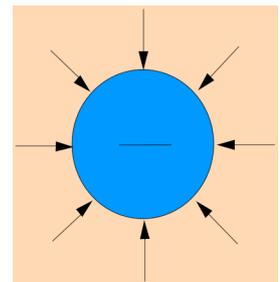


Abbildung 11:  
negativ geladener  
Körper

### Aufgabe

Bestimme mit dem Applet auf folgender Internetseite <http://www.pk-applets.de/phy/efeld/efeld.html> das Feldlinienbild der Ladungsverteilung in der Abbildung (unten).

