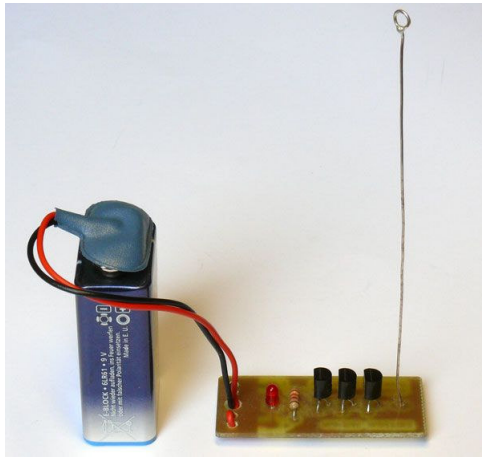
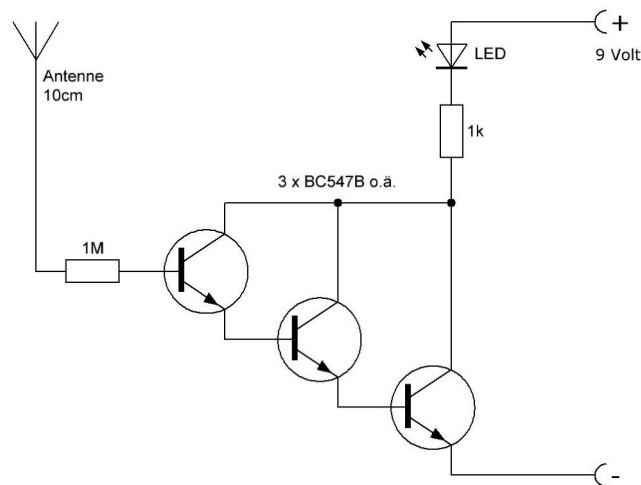


Elektrostatischer Sensor

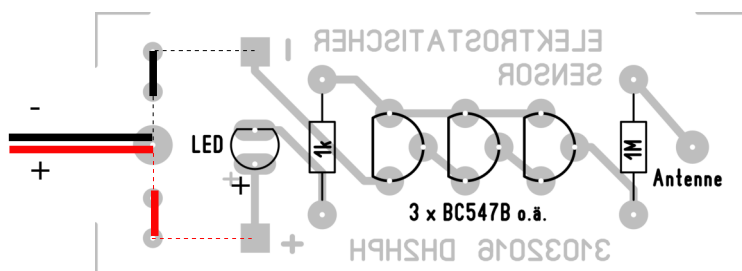


Mit dieser kleinen Schaltung kann die elektrische Ladung eines eigentlich nicht leitenden Körpers sichtbar gemacht werden.

Schaltplan



Bestückungsplan für den elektrostatischen Sensor



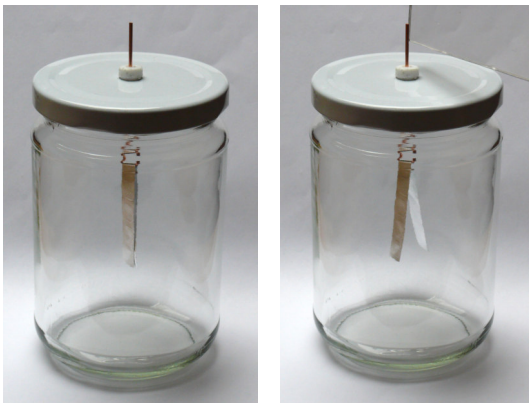
LED
Anode langer Draht +

Beschreibung der Funktion

Du nimmst die kleine Schaltung in die Hand und gehst ein paar Schritte auf einem Teppich. Bei jedem Anheben des Fußes findet eine Ladungstrennung zwischen dem Fußboden und Dir statt. Die Elektronen werden von der Antenne empfangen, machen die Basis des ersten Transistors leitend und schalten ihn durch. In der Schaltungsanordnung entsteht nun eine Kettenreaktion, d.h. wenn nach dem zweiten auch der dritte Transistor durchschaltet, leuchtet die LED. Die Hintereinanderschaltung der Transistoren verstärkt kleinste Eingangsströme. Bei einer Verstärkung 200 eines Transistors ergibt sich eine Gesamtverstärkung von $200 \times 200 \times 200 = 8\,000\,000$. So kann selbst mit kleinsten Strömen die LED zum Aufleuchten gebracht werden. Ist kein Teppichboden in der Nähe, kannst Du dieses Experiment auch mit einem Kunststofflineal durchführen.

Eine andere Möglichkeit, elektrische Ladung nachzuweisen, ist das

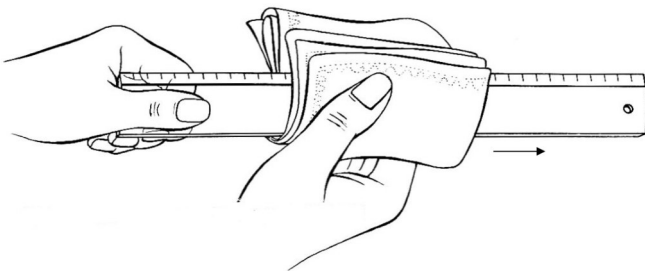
Folien-Elektroskop



An einem isoliert durch den Deckel geführten Draht hängt ein Streifen Aluminiumfolie. Bei Annäherung bzw. Berührung mit einem Kunststofflineal bewegen sich die Folienhälften auseinander – gleichnamige Ladungen stoßen sich ab.

Erzeugung elektrischer Ladung

durch Reiben eines Kunststoff-Lineals mit einem trockenen (Baum)woll-Tuch



Bildquelle: Experimentierbuch für Kosmos Grundkästen X3000 und X4000, 3.Aufl., S.27, Frankh'sche Verlagshandlung W.Keller&Co Stuttgart

[1]

Ladungstrennung

Zwei Körper, vor einer Berührung elektrisch neutral, sind nach der Berührung elektrisch geladen. Dabei wird durch Druck und Reiben die Aufladung umso stärker, je intensiver sich die Oberflächen der beiden Körper berühren (siehe Abb).

Ladungstrennung bedeutet den Übergang von Elektronen von einem Körper zu einem anderen Körper. Infolge der Ladungstrennung ist ein Körper positiv, der andere negativ geladen.

Ein Glasstab gibt Elektronen ab und ist damit positiv geladen.

Ein Kunststoffstab nimmt Elektronen auf und ist damit negativ geladen. Negativ geladene Körper haben daher einen Elektronenüberschuss während positiv geladene Körper einen Elektronenmangel aufweisen.

wo kann die Ladungstrennung beobachtet werden:

Gewitter
kämmen mit Kunststoffkamm
gehen auf Teppich mit Gummisohlen

wo wird die Ladungstrennung angewendet:

kopieren nach dem Xerox-Verfahren
Staubfilter in Kraftwerken
Lackierverfahren

Eigene Experimente

Was wird gebraucht?

Kunststofflineal, Wollpullover oder Baumwolltuch (trocken)

Salz und Pfeffer

Streu grobkörniges Salz auf den Tisch und vermische es mit gemahlenem Pfeffer. Reibe nun das Lineal mit einem Wolltuch und halte es über die Mischung. Der Pfeffer wird vom Lineal angezogen und bleibt an ihm haften. Halte das Lineal nicht zu niedrig, dann haftet zuerst der Pfeffer am Lineal, weil er leichter als das Salz ist. [2]

Klebende Luftballons

Den aufgeblasenen Luftballon reibst Du am Wollpullover. Halte ihn an die Zimmerdecke. Er bleibt dort lange ‚kleben‘. Durch die Reibung wird der Ballon elektrisch aufgeladen. Da elektrisch geladene Körper ungeladene anziehen, haften der Ballon an der Decke, bis sich die Ladungen ausgleichen. An trockenen Wintertagen in geheizten Räumen gelingen Versuche mit statischer Elektrizität besonders gut. Durch Luftfeuchtigkeit geht die Ladung verloren. [2]

Verbogener Wasserstrahl

Reibe das Kunststofflineal und halte es an einen dünnen Wasserstrahl. Ohne den Wasserstrahl zu berühren, verbiegt sich dieser in Richtung Lineal. Ein Wasserteilchen H_2O besteht aus 2 kleinen Wasserstoffteilchen (H) und einem größeren Sauerstoffteilchen (O). Die Wasserstoffteilchen sind positiv und das Sauerstoffteilchen negativ geladen. Wird nun das negativ geladene Kunststofflineal dem Wasserstrahl genähert, so wird das Wasserteilchen wegen der größeren positiven Ladung zum Stab hingezogen - ungleichnamige Ladungen ziehen sich an.

Gefahren durch elektrostatische Entladungen

ESD Electrostatic Discharge

Elektrostatik ist nahezu unsichtbar, doch jeder kennt sie. Die wenigsten wissen genau, was passiert, doch jeder ist schon mal bei einem kleinen elektrischen Schlag zusammengezuckt. Bei Berührung eines Türgriffs, eines Pkw, des Geländers einer Rolltreppe oder auch einer anderen Person kommt es zu solchen Minientladungen. Langhaarige Personen kennen das Knistern und Zu-Berge-Stehen der Haare, wenn sie einen Synthetik-Pullover über den Kopf ziehen. Je nach Wetter (Luftfeuchte), Schuhwerk und Bodenbelägen lassen sich solche elektrischen Entladungen absichtlich herbeiführen. Es entstehen hier Spannungen bis zu mehreren Kilovolt (kV). Gesundheitsgefährlich sind sie im privaten Bereich normalerweise nicht. Eine Gefährdung für Menschen über den Schreck oder leichten Schmerz hinaus besteht erst ab etwa einer übertragenen Ladung von mehr als 50 μC bzw. einer Energie $> 350 \text{ mJ}$.

Bei den elektrostatischen Entladungen (ESD) handelt es sich um kurzzeitige, vorübergehende Entladungen. Solche Entladungen können dann zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen auftreten, wenn diese unterschiedliche Ladungen haben. Sie werden in der Regel von Funken oder Lichteffekten begleitet.

Gefährlich werden solche elektrostatischen Entladungen jedoch aus folgenden Gründen:

- Durch elektrostatische Effekte können empfindliche Bauteile wie etwa sensible elektronische Bauelemente beschädigt oder zerstört werden.
- Elektrostatische Entladungen können unter geeigneten Bedingungen eine Explosion oder einen Brand auslösen. Denn die beim Entstehen eines Zündfunken freiwerdende elektrische Energie kann als Zündquelle ausreichen, um eine explosionsfähige Atmosphäre zu zünden.

Um ein solches ESD-Ereignis zu verhindern, müssen zwingend Maßnahmen ergriffen werden, um empfindliche Bauteile und Betriebseinrichtungen zu schützen:

z.B. Erdungsarmband, geerdete Arbeitsunterlage und spezielle Werkzeuge, welche diese Anforderungen erfüllen.

Auch die Notwendigkeit von Blitzschutz ist eine Folge der Elektrostatik, denn auch bei der Entstehung von Blitzen werden positive und negative Ladungen getrennt.



Symbol Gefahrenzeichen
für ESD-gefährdete Bauteile



Symbol für eine
ESD-Schutzkomponente

Bild- und Textquellen:

[1] Die Idee zum 'Elektrostatischen Sensor' lieferte das Experimentierbuch für Kosmos-Grundkästen X3000 und X4000, 3.Aufl., S.27.

[2] Einige Versuche mit statischer Elektrizität gab es schon als 'Spiel - das Wissen schafft', der Serie im STERNCHEN, der Kinderbeilage der Illustrierten STERN, später auch als Ravensburger Taschenbuch Nr.26, Versuche 20 - 25 (3.Auflage 1964).

[3] ESD: www.elektrofachkraft.de/sicher-arbeiten/gefahren-elektrostatische-entladungen

[4] de.wikipedia.org/wiki/Elektrostatische_Entladung

Für die Vaterstettener **Elektronik Bastel Gruppe** (EBG) von Peter Hampl DH2HPH.