STUDIENSEMINAR FÜR LEHRÄMTER
AN SCHULEN KREFELD
SEMINAR FÜR DAS LEHRAMT AM BERUFSKOLLEG

Schriftlicher Unterrichtsentwurf

Fachrichtung:	
Fach:	Physik
Lernfeld:	
Thema:	Erzeugung einer elektrischen Spannung durch Verrichten mechanischer Arbeit. Am Beispiel des Piezoeffekts erarbeiten die SuS der TG93 an unterschiedlichen Lernstationen einen ersten Zugang zur Thematik Energieumwandlung.
Kurze Zusammenfassung	Ausgehend vom Alltagsgegenstand Feuerzeug erarbeiten die SuS an drei Stationen, welche in sechs etwa gleich großen Gruppen durchlaufen werden, die Erklärung des Piezoeffekts. Durch die Kombination von Stationenlernen und Gruppenarbeit werden die beiden Arbeitsformen sinnvoll kombiniert. Zum Einen werden unterschiedliche Lern- und Arbeitstempi berücksichtigt, zum Anderen können die SuS sich gegenseitig in ihrem Lernprozess unterstützen.
Datum:	Fr, 13.11.2009
Bildungsgang/Stufe:	TG93 - Grundkurs Physik des Technischen Gymnasiums mit dem fachlichen Schwerpunkt Maschinenbautechnik (JgST 11)
Autor: (freiwillig)	Daniel Kohlen
Emailadresse: (freiwillig)	--

1 Lernvoraussetzungen im Hinblick auf die Unterrichtsstunde

1.1 Rahmenbedingungen

Die Lerngruppe	Die 18 SuS der Klasse GY72 besuchen die Jahrgangsstufe 11 des Technischen Gymnasiums und haben den fachlichen Schwerpunkt Maschinenbautechnik gewählt. Ihr Ziel ist es, die Allgemeine Hochschulreife zu erwerben. Voraussetzung für den Besuch dieses Bildungsganges ist die Fachoberschulreife mit Qualifikation zum Besuch der gymnasialen Oberstufe oder ein Versetzungszeugnis in die Jahrgangsstufe 11 des Gymnasiums (vgl. APO-BK Anlage D §3).
Die Lernumgebung	Der Unterrichtsraum kann gut zur Arbeit in Gruppen genutzt werden, da die SuS sowohl im Plenum als auch an Arbeitsinseln lernen können. Ein Wechsel der Sitzordnung in den einzelnen Phasen des Unterrichts ist somit ohne Problem möglich. Dies wird auch in der heutigen Unterrichtsstunde für ein „Stationenlernen" ausgenutzt.

1.2 Vorkenntnisse/Verhalten bezogen auf den Stundeninhalt

Die Unterrichtsaktivität der SuS ist stark unterschiedlich, jedoch in der Regel als überwiegend positiv einzuschätzen. Die Qualität der Beiträge in Gesprächssituationen an denen die vollständige Lerngruppe beteiligt ist schwankt stark. In Gruppenarbeitsphasen lassen sich alle SuS durch gezielte Impulse zum Nachdenken und der Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt anregen.

Lediglich zwei der SuS sind in der Lage regelmäßig, mit qualitativ sehr hochwertigen Beiträgen, den Unterricht mit zu gestalten. Bei den anderen SuS streut die Häufigkeit der Beiträge sowohl in Bezug auf Quantität und Qualität.

Durch die gewählte Methodik wird daher, regelmäßig und auch heute, versucht, alle SuS mit einzubinden und einen Lernfortschritt zu initiieren.

Die Lern- und Arbeitsatmosphäre ist meist angenehm, sie ist geprägt von gegenseitigem Respekt und der Wertschätzung von Arbeitsergebnissen der Mitlernenden.

Fachkompetenz

Die SuS sind in der Lage physikalische Phänomene verbal zu beschreiben und Schlüsse aus Beobachtungen und Messungen zu ziehen. Bei der Mathematisierung dieser Phänomene stoßen einige jedoch gelegentlich an ihre Grenzen, was vor dem Hintergrund der Lehrpläne im Fach Physik der Unter- und Mittelstufe, die die Mathematisierung nicht in den Vordergrund stellen, nicht weiter erstaunlich ist. Die Formulierung von

Proportionalitäten zwischen zwei physikalischen Größen können die SuS unter Anleitung leisten.

Der Umgang Messgeräten zur Strom und Spannungsmessung ist den SuS geläufig, jedoch kommt es gelegentlich noch zur Verwechslung dieser beiden Größen.

Methodenkompetenz

Die Bearbeitung von Aufgaben- und Fragestellungen erfolgte bisher in Einzel- und Partnerarbeit sowie in Gruppenarbeitsphasen.

Wie ich beobachten konnte arbeiteten die SuS während der Arbeitsphasen zielgerichtet und aktiv mit.

Die heute eingesetzte Methode (abgewandeltes) „Stationenlernen" haben die SuS bereits kennen gelernt. Dabei konnte ich beobachten, dass die unterschiedlichen Lern- und Arbeitstempi der SuS in besonderem Maße berücksichtigt wurden, was sich für den Lernfortschritt des/der Einzelnen als sehr positiv herausstellte.

Personalkompetenz

Die SuS verhalten sich kollegial und respektvoll, sowohl gegenüber ihren Mitschülern als auch in Bezug auf meine Person. Sie unterstützen sich meist gegenseitig bei ihrem Lernprozess – gelegentlich erst nach Aufforderung – und arbeiten in der Regel zielgerichtet. Einige Schüler lassen sich altersbedingt manchmal ablenken, so dass durch eine kurze Ermahnung seitens des Lehrers gegen gesteuert werden muss.

2 Didaktisch/methodische Schwerpunkte

2.1 Curriculare Anbindung

Die ordnungspolitische Grundlage für den Unterricht im Grundkurs Physik ist durch die vorläufigen Richtlinien für das Unterrichtsfach Physik in der höheren Berufsfachschule mit gymnasialer Oberstufe und berufsbezogenem Schwerpunkt Technik - Heft 4633 - gegeben.

Entsprechend dieser Richtlinien ist das Sachthema „Bewegung von Ladungsträgern - Piezoelektrizität" (E1) Sachinhalt des ersten Halbjahres der Jahrgangsstufe 11. Zu den zu behandelnden Lerninhalten gehört auch die Erklärung des Piezoeffekts am Beispiel eines elektrischen Anzünders.

2.2 Einordnung in den unterrichtlichen Kontext

Datum	Unterrichtsstunden	Thema
04.11.2009	2	Mechanische Arbeit (Unterrichtet von meinem Ausbildungslehrer)
06.11.2009	1	Unbelasteter Spannungsteiler

06.11.2009	1	Ladungstrennung als Ursache für eine elektrische Spannung am Beispiel der Entstehung eines Blitzes.
13.11.2009	1	Verrichten mechanischer Arbeit als Ursache für die Ladungstrennung am Beispiel des Piezoeffekts.

2.3 Fachlicher/methodischer Schwerpunkt und Reduktionsent scheidungen

Ausgehend vom Alltagsgegenstand Feuerzeug erarbeiten die SuS an drei Stationen, welche in sechs etwa gleich großen Gruppen durchlaufen werden, die Erklärung des Piezoeffekts. Durch die Kombination von Stationenlernen und Gruppenarbeit werden die beiden Arbeitsformen sinnvoll kombiniert. Zum Einen werden unterschiedliche Lern- und Arbeitstempi berücksichtigt, zum Anderen können die SuS sich gegenseitig in ihrem Lernprozess unterstützen.

Ausgehend von der Betrachtung zweier unterschiedlicher Feuerzeuge wird die Frage aufgeworfen, wie ein Piezozünder funktioniert. Dieser Fragestellung können die SuS an 3 Lernstationen nachgehen. Dies bietet den Vorteil, dass die SuS aus ihrer Lebenswelt abgeholt werden, um ihnen dann die Möglichkeit zu geben, sich eine physikalische Thematik zu erschließen. Sie erhalten somit eine unmittelbare Anbindung an ihren Erfahrungshorizont.

Das Anspruchsniveau der Theoriestationen (Arbeitsblatt 1 & 2) ist so gestaltet, dass die SuS auf bekannte Berechnungsverfahren zurückgreifen können, um die Aufgabenstellung zu lösen. Bei Schwierigkeiten können die SuS jederzeit Unterstützung vom Lehrer einfordern.

An der Versuchstation haben die SuS die Möglichkeit, die am Zünder entstehende Spannung zu visualisieren. Dabei werden zwei unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Zum einen die Visualisierung durch den Lichtblitz einer Glimmlampe und andererseits die Messung mit einem Oszilloskop. Als Reserve steht noch eine vorher angefertigte Videoaufnahme des Oszilloskopschirms zur Verfügung, welche die Zündspannung analog zum Versuch darstellt. So ist insgesamt gewährleistet, dass sowohl SuS, die anschauliche Darstellungen bevorzugen, als auch SuS, die eine technische Herangehensweise präferieren die Möglichkeit erhalten, ihr Lernen voranzubringen.

Im Anschluss an die Gruppenarbeitsphase, tragen die SuS ihre gewonnenen Erkenntnisse zusammen und berichten über ihre Arbeitsergebnisse. Durch die Arbeit im Plenum und den somit erreichten fachlichen Austausch kann den SuS die anschließende Mathematisierung erleichtert werden, da durch gezielte Impulse, falls notwendig, lenkend eingegriffen werden kann. Dies ist notwendig, da die SuS wie oben beschrieben bei diesem Schritt noch Schwierigkeiten haben.

Die Fragestellung, weshalb die entstehende sehr hohe Spannung für den Menschen nicht gefährlich ist, muss in dieser Stunde zunächst noch offen bleiben und wird nach der

Bearbeitung von Arbeitsblatt 3 (Hausaufgabe) aufgegriffen.

3 Ziele des Unterrichts

3.1 Gesamtziel der Unterrichtsstunde

Die SuS erarbeiten, ausgehend von der Erklärung der Spannungserzeugung an einem Piezokristall, einen ersten Zugang zur Thematik der Energieumwandlung und mathematisieren den Zusammenhang zwischen verrichteter mechanischer Arbeit und der Höhe der entstandenen elektrischen Spannung.

3.2 Angestrebte Kompetenzerweiterung

- Die SuS erklären den Piezoeffekt, indem Sie sich kooperativ das benötigte Fachwissen an Lernstationen erarbeiten.
- Die SuS erläutern den Zusammenhang zwischen geleisteter mechanischer Arbeit W_{mech} und entstandener elektrischer Spannung U, indem Sie sich im Plenum über Arbeitsergebnisse austauschen.
- Die SuS mathematisieren den Zusammenhang zwischen W_{mech} und U, indem Sie die Proportionalität zwischen diesen beiden Größen formulieren.

3.3 Verlaufsplan

Unterrichts-phase	**Sachinhalte**	**Methodische Hin-weise**	**Medien/ Materialien**
Einstieg & Problematisie-rung	• Die SuS erarbeiten den Unterschied zwischen einem konventionellen und einem elektronischen Feuerzeug • Das Stundenziel wird definiert: Der Piezoeffekt – Wie entsteht die Spannung am Zünder eines Feuerzeugs?	Unterrichtsgespräch	Feuerzeug mit Feuerstein Feuerzeug mit Piezozünder Tafelbild
Erarbeitung 1	• Die SuS weisen die entstandene Spannung experimentell nach. • Die SuS bestimmen mit Hilfe der Spannungsteiler Formel die Höhe der erzeugten Spannung. • Die SuS erarbeiten eine Erklärung des Piezoeffekts.	Gruppenarbeit an verschiedenen Lernstationen	Arbeitsblatt 1 Arbeitsblatt 2 Versuchsanleitung 1 Versuchsanleitung 2 Versuchsanleitung 3 Animation Video
Erarbeitung 2 &	• Die SuS berichten über die Inhalte der ersten	Berichterstattung Unterrichtsgespräch	Tafelbild

Sicherung	Erarbeitungsphase (Reflexion) • Die SuS formulieren die physikalische Aussage: Durch verrichten mechanischer Arbeit wird eine Spannung erzeugt. • Die SuS mathematisieren diese Aussage und formulieren die Proportionalität: $W_{mech} \sim U$		
Transfer	• Die SuS entwickeln den Gedanken zur Energieumwandlung weiter und entdecken die Ladungsmenge als 2. Größe zur Beschreibung der elektrischen Arbeit.	Einzelarbeit bzw. Hausaufgabe	Arbeitsblatt 3 (Moodle)

4 Anlagen

Mögliches Tafelbild

Der Piezoeffekt – Wie entsteht die Spannung am Zünder eines Feuerzeugs?

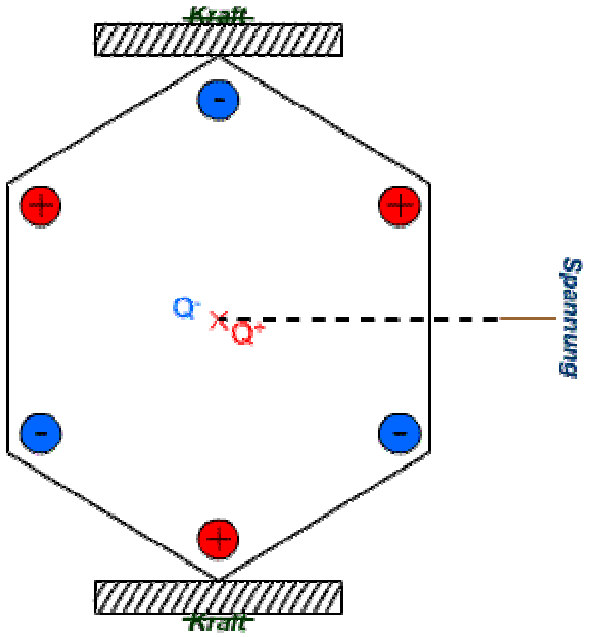
Am Piezokristall wird mechanische Arbeit verrichtet.

☐ Ladungen (Ladungsschwerpunkte) werden getrennt.

☐ Es entsteht eine elektrische Spannung.

$$W_{mech} \sim U$$

Animation



Video

Das Video zeigt eine Aufnahme des Displays vom Oszilloskop. Aufgenommen wurde die Zündspannung (Spannungsteiler) in senkrechter Richtung und die Zeit in waagerechter Richtung . Nach jedem „Klick" (Betätigen des Zünders) folgt gut sichtbar der Zündspannungsimpuls.

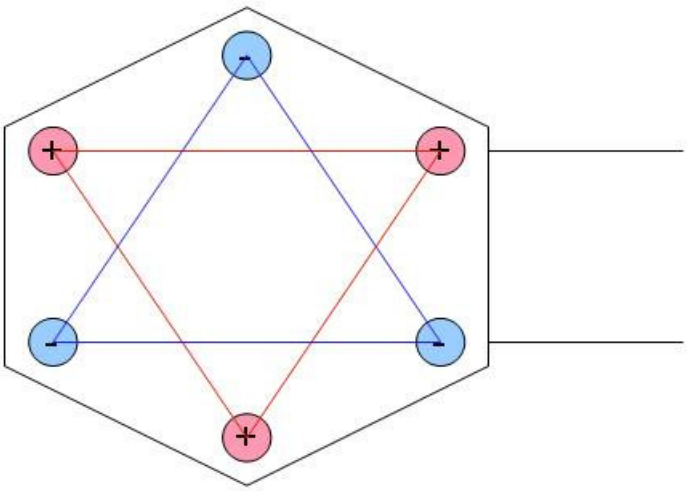
Arbeitsblatt 1

Was passiert in einem Piezokristall?

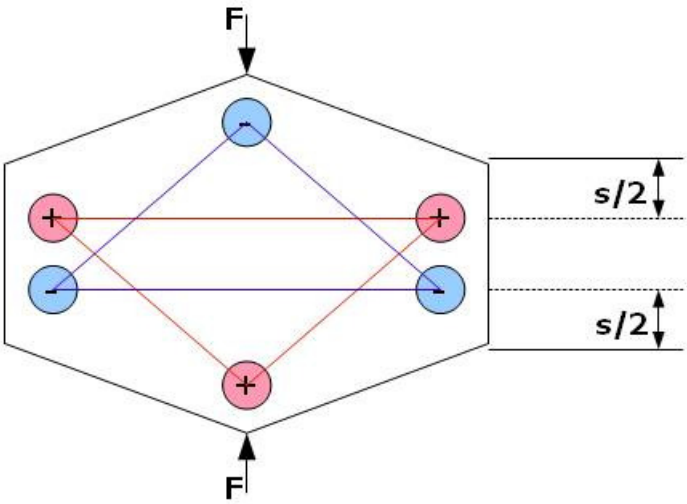
Aufgabe

Zeichnen Sie in die unten stehenden Skizzen eines unbelasteten und eines belasteten Piezokristalls die Schwerpunkte a) der positiven Ladungen und b) der negativen Ladungen ein.
Welche physikalische Größe könnten Sie zwischen den Schwerpunkten messen.
Überprüfen Sie Ihre Vermutung anhand der Animation „Piezoeffekt".

Unbelasteter Piezokristall



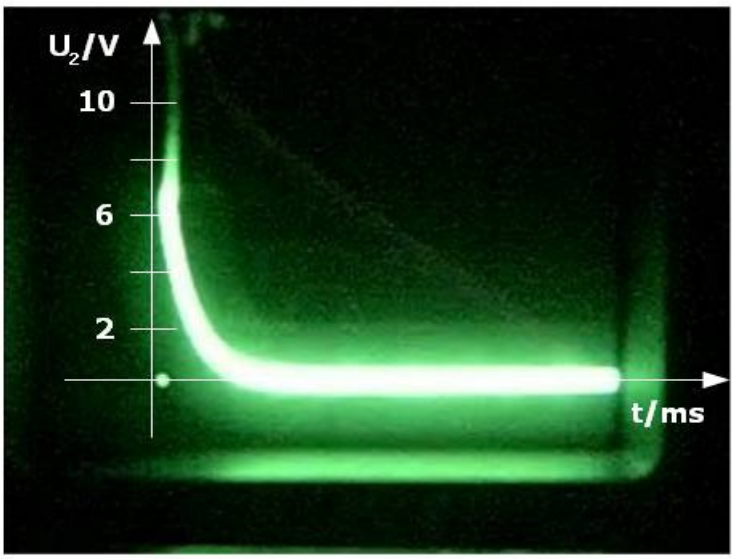
Belasteter Piezokristall



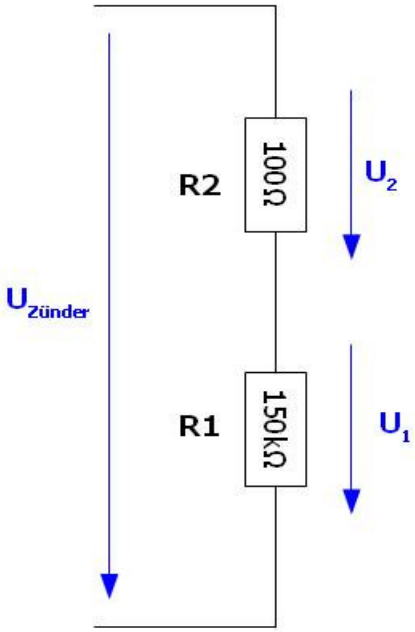
Arbeitsblatt 2

Berechnen der Zündspannung

Messergebnis



Messaufbau



Aufgabe

Bestimmen Sie mit der Spannungsteiler-Formel die Spannung $U_{Zünder}$, die der Zünder des Feuerzeugs **maximal** liefert.

Rechnung

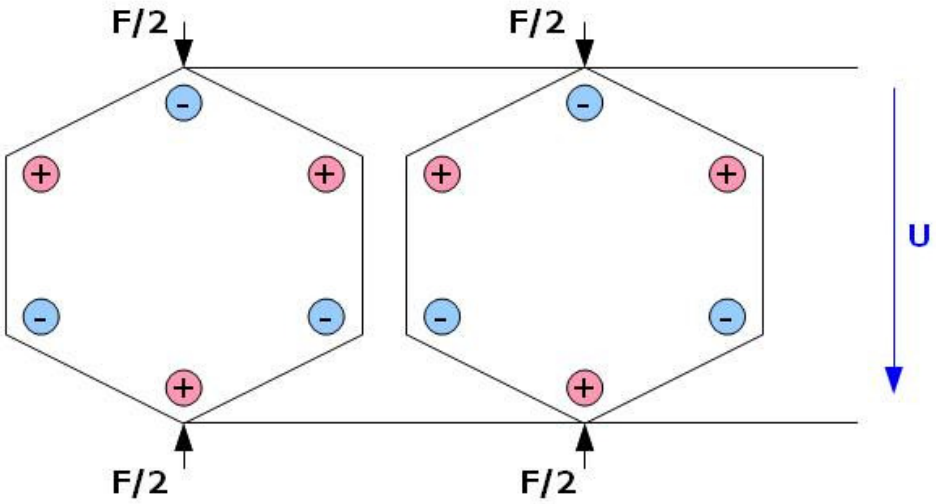
Arbeitsblatt 3

„Parallelschaltung" von zwei Piezokristallen?

Aufgabe

Sie legen zwei Piezokristalle nebeneinander und üben auf jedes die Kraft F/2 aus. Welche Spannung können Sie an den Kristallen messen, wenn Sie diese elektrisch parallel schalten?

Skizze



Tipps

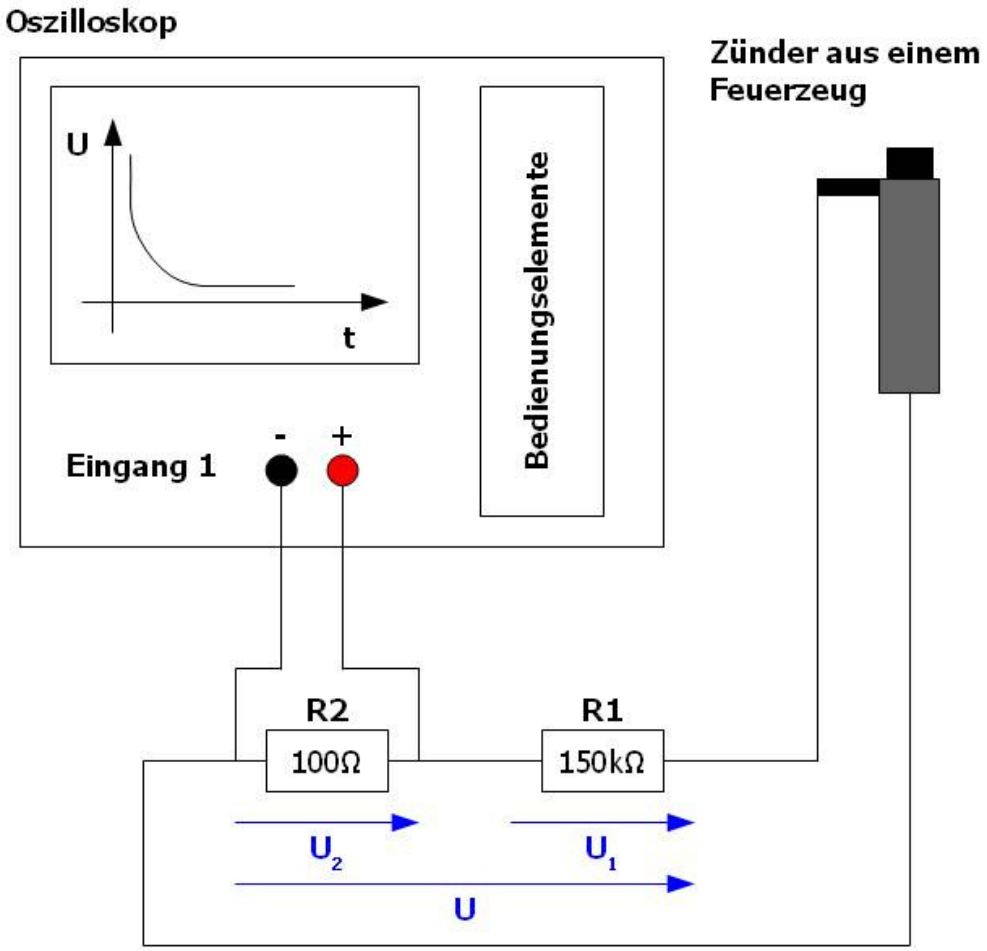
Wie verändert sich s, wenn Sie nur noch die Hälfte der Kraft auf einen Kristall einwirken lassen?

Überlegen Sie wie viel Arbeit Sie verrichten (im Vergleich zu einer Kraft F, die Sie auf ein Kristall ausüben).

Versuchsanleitungen

Versuch 1: Messen der Zündspannung

Versuchsaufbau



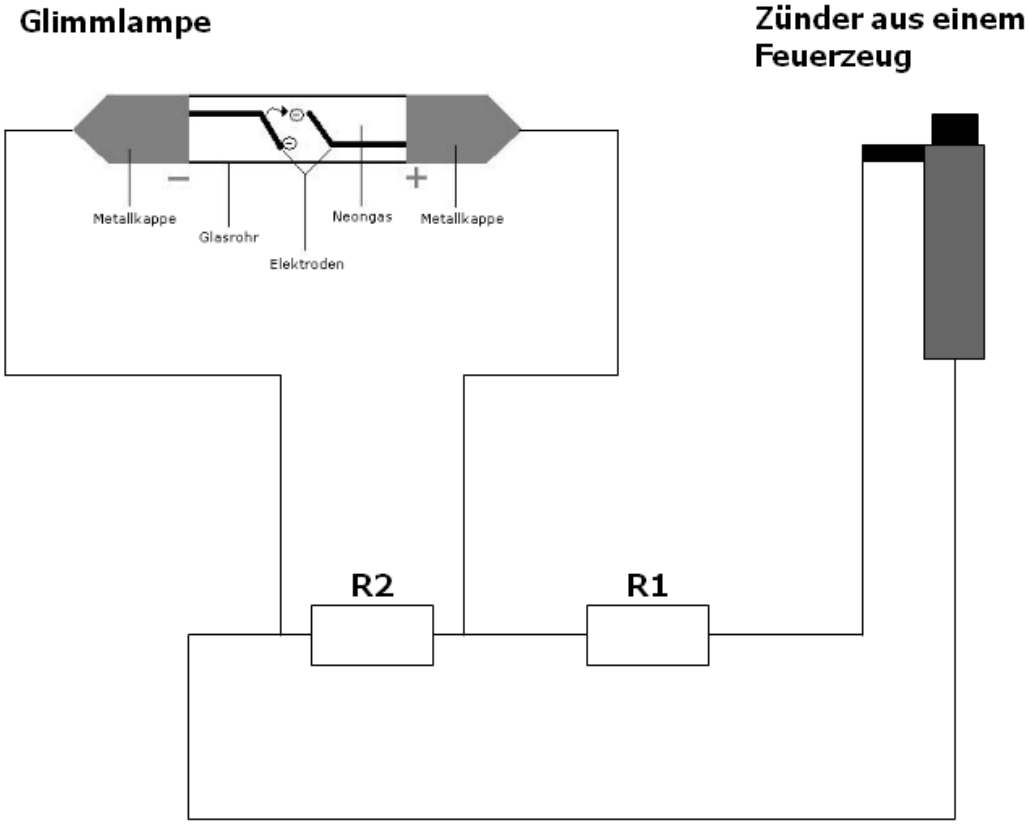
Versuchsdurchführung

Stellen Sie den Zünder des Feuerzeugs mit der Unterseite auf die verzinnte Seite der 2 Cent Münze und halten Sie ihn gut fest.
Drücken Sie nun auf den Zündknopf und beobachten den Monitor des Oszilloskops.

Was können Sie sehen?

Versuch 2: Nachweis der Zündspannung

Versuchsaufbau



Versuchsdurchführung

Stellen Sie den Zünder des Feuerzeugs mit der Unterseite auf die verzinnte Seite der 2 Cent Münze und halten Sie ihn gut fest.
Drücken Sie nun auf den Zündknopf und beobachten Sie die Glimmlampe.

Was können Sie sehen?

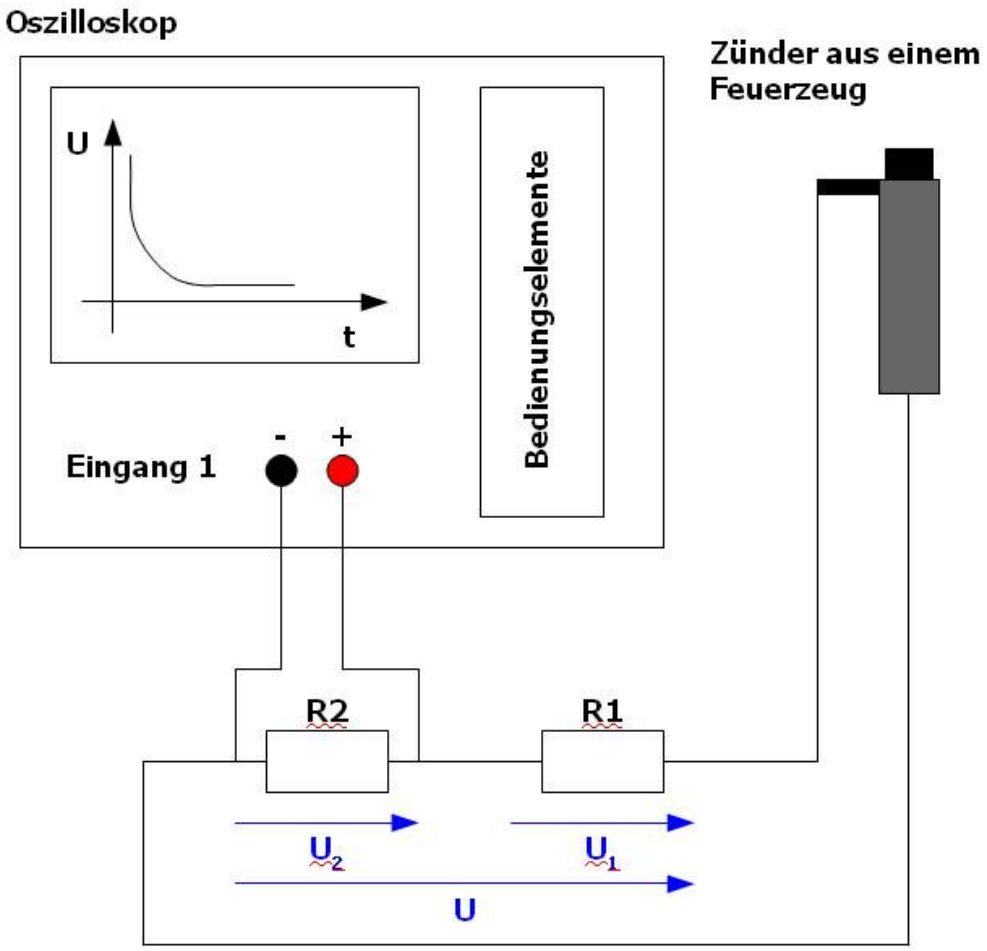
Versuch 1: Video zur Spannungsmessung

Aufgabe

Das Video „Piezo_Zündspannung.wmv" auf dem USB-Stick zeigt eine Aufnahme des Displays von dem unten dargestellten Oszilloskop.
Bei jedem „Klick" wurde der Zünder betätigt.

Schauen Sie sich das Video an. Was können Sie beobachten?

Versuchsaufbau



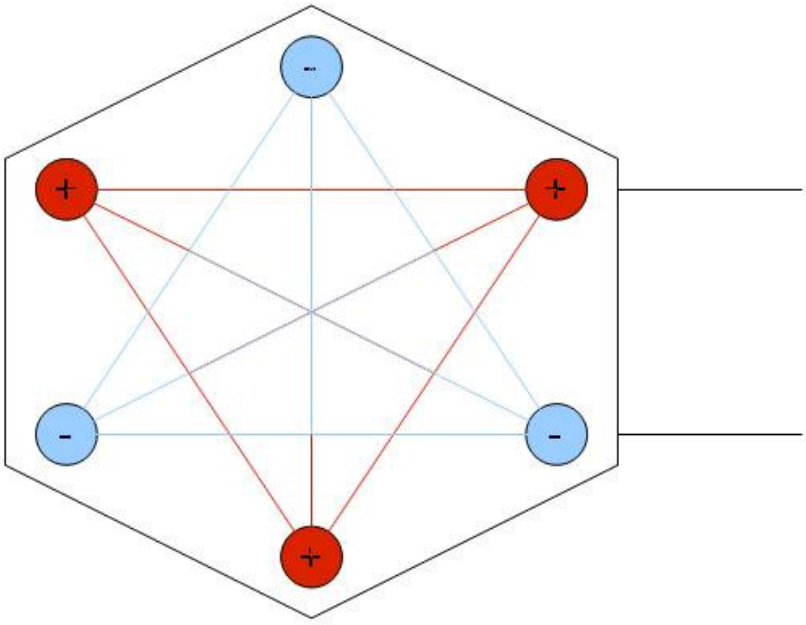
Lösungen

Was passiert in einem Piezokristall?

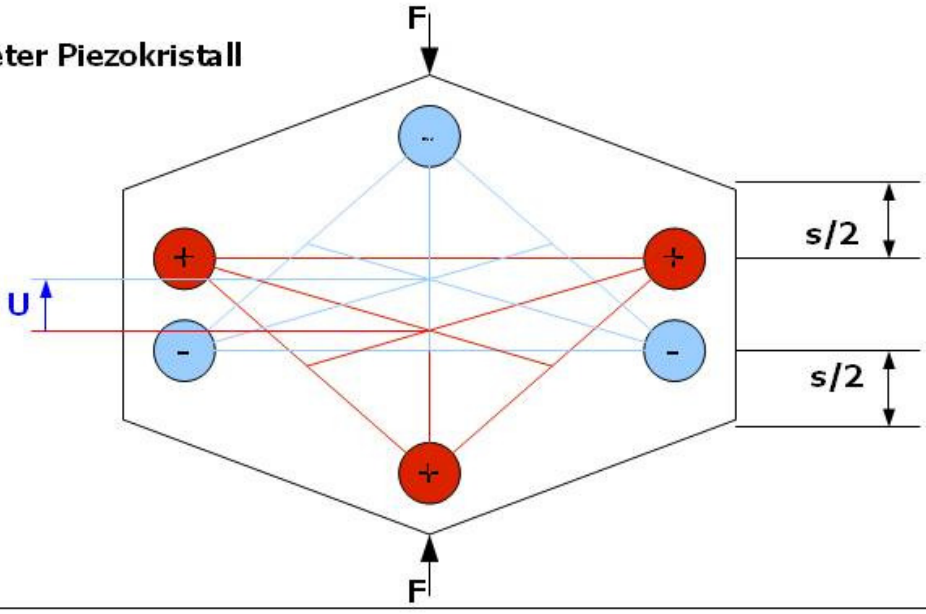
Aufgabe

Zeichnen Sie in die unten stehenden Skizzen eines unbelasteten und eines belasteten Piezokristalls die Schwerpunkte a) der positiven Ladungen und b) der negativen Ladungen ein.
Welche physikalische Größe könnten Sie zwischen den Schwerpunkten messen.
Überprüfen Sie Ihre Vermutung anhand der Animation „Piezoeffekt".

Unbelasteter Piezokristall

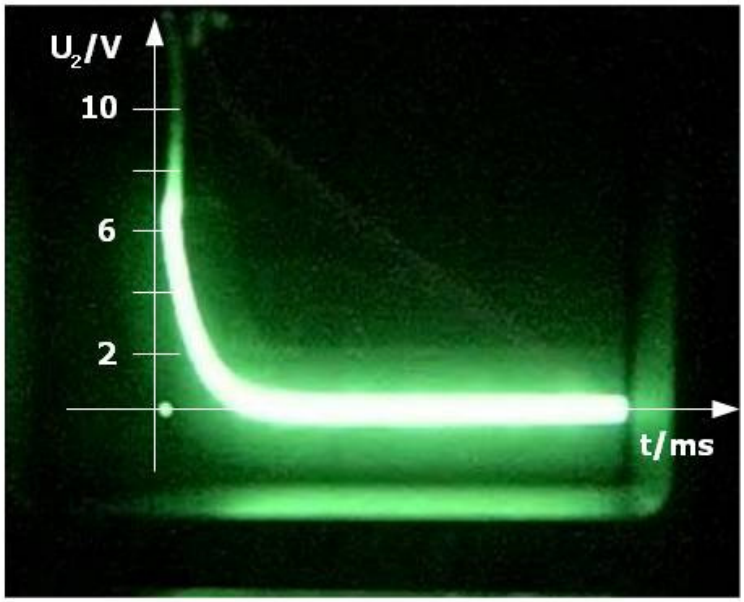


Belasteter Piezokristall

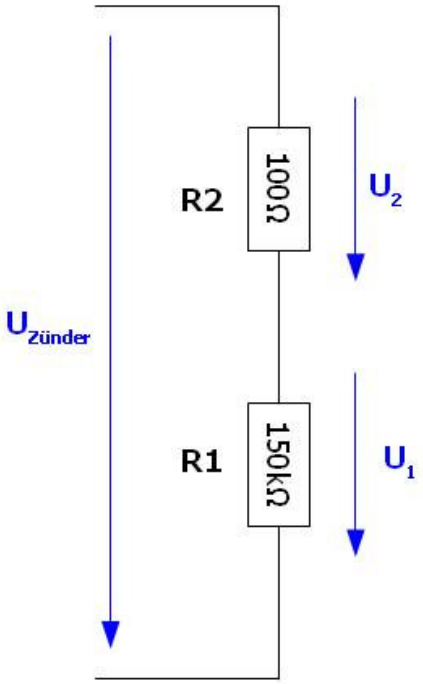


Berechnen der Zündspannung

Messergebnis



Messaufbau



Aufgabe

Bestimmen Sie mit der Spannungsteiler-Formel die Spannung $U_{Zünder}$, die der Zünder des Feuerzeugs **maximal** liefert.

Rechnung

$$U_{Zünder} = \frac{R1 + R2}{R2} \cdot U_2$$

$$U_{Zünder} = \frac{150\text{k}\,\Omega + 100\,\Omega}{100\,\Omega} \cdot 10\text{V}$$

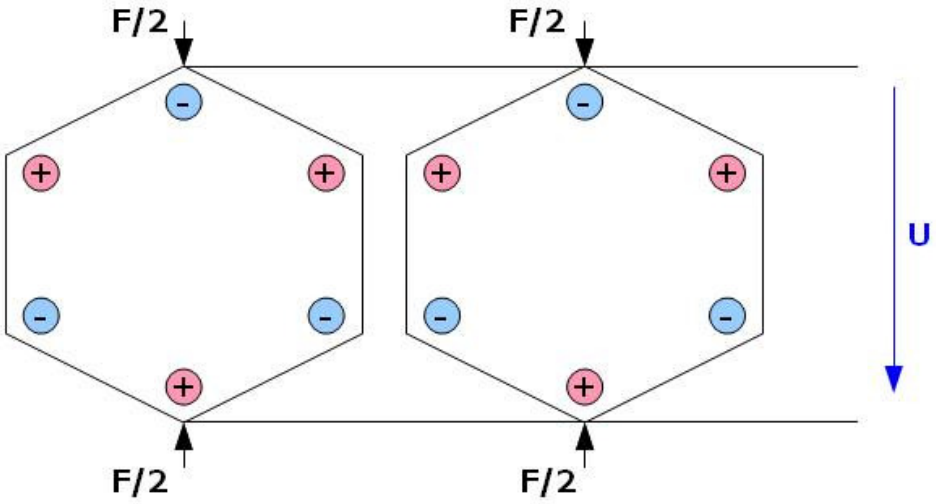
$$U_{Zünder} \approx 15\text{kV}$$

„Parallelschaltung" von zwei Piezokristallen?

Aufgabe

Sie legen zwei Piezokristalle nebeneinander und üben auf jedes die Kraft F/2 aus. Welche Spannung können Sie an den Kristallen messen, wenn Sie diese elektrisch parallel schalten?

Skizze



Antwort

Pro Kristall wird die Kraft halbiert → Ein Kristall wird nur noch um die Hälfte der Strecke gestaucht.
Es wird jedoch die doppelte Anzahl an Ladungen getrennt (Ladungsschwerpunkte).
Die Spannung bleibt im Vergleich zu einem Kristall, der mit der Kraft F gestaucht wird, konstant.