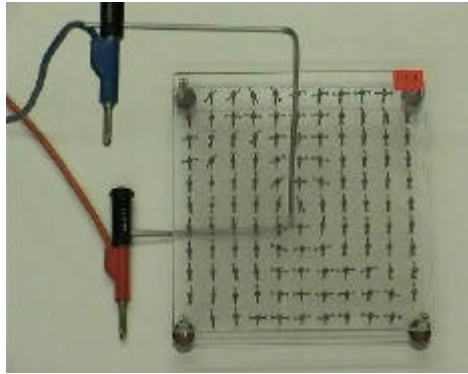


# Die stromdurchflossene Leiterschaukel

## Video zum Oersted-Versuch



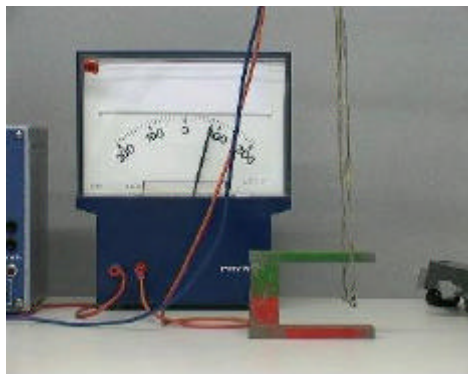
### Arbeitsaufträge

1. Sieh dir auf dem Bild die Ausrichtung der Magnetnadeln an. Schließe dann mit Hilfe der Rechten-Hand-Regel auf die Polung der angelegten Spannung und überprüfe deine Ergebnisse mit dem Video.

---
2. Gibt es einen Unterschied in der Stärke der Ausrichtung der inneren Nadeln im Vergleich zu den äußeren?

---

## Video zum Leiterschaukelversuch



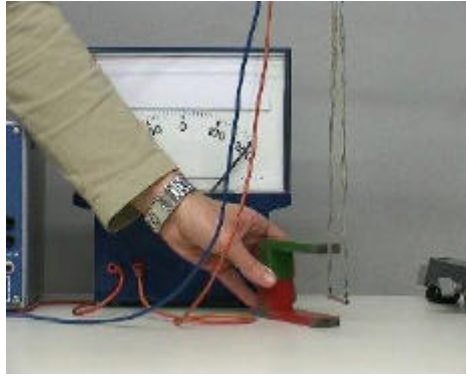
### Arbeitsaufträge

1. Beobachte, wie sich die Auslenkung des Stabes mit der auf dem Messgerät angezeigten Stromstärke ändert.
2. Welche Rolle spielt dabei die Entfernung zum Magnetfeld (und damit dessen Stärke) und seine Richtung?

---
3. In welche Richtung wirkt die Kraft auf den Leiter in Bezug auf die Magnetfeldrichtung und die Stromrichtung?

---

## Video zum Einfluss der Magnetfeldrichtung beim Leiterschaukelversuch



### Arbeitsaufträge

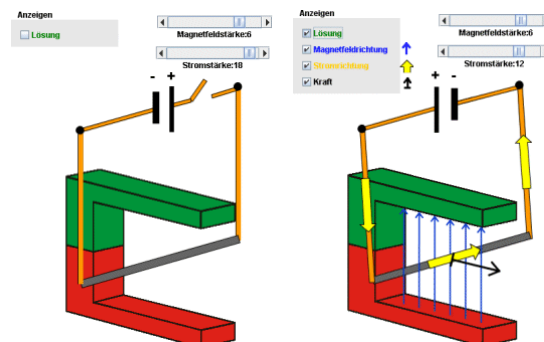
1. Welche Rückschlüsse lässt das seitliche Verdrehen des Hufeisenmagneten auf die Krafrichtung zu?  

---
2. In welcher Stellung ist die Auslenkung am größten?  

---

## Die UVW-Regel

### Simulation zum Leiterschaukel-Versuch



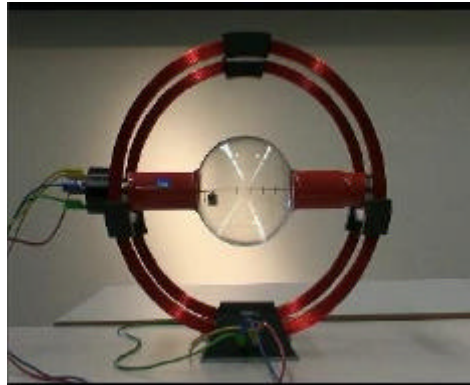
### Arbeitsaufträge

1. Überprüfe die Anwendung der UVW-Regel. Stelle sicher, dass die Option "Lösung" nicht gewählt ist. Überlege dir die Krafrichtung bei den folgenden Situationen, wobei jeweils S für Stromstärke und M für das Magnetfeldstärke steht:
  - $S = 5$      $M = -3$     \_\_\_\_\_
  - $S = -5$      $M = 4$     \_\_\_\_\_
  - $S = -4$      $M = 0$     \_\_\_\_\_
  - $S = -8$      $M = -4$     \_\_\_\_\_
2. Aktiviere jetzt "Lösung" und lasse dir jeweils die Magnetfeldstärke und die Stromrichtung als Pfeile einzeichnen. Warst du immer richtig gelegen? Wenn nicht, probiere erneut einen Durchlauf.
3. Was kannst du beobachten, wenn man den Betrag der Stromstärke erhöht? Vergleiche auch die Auslenkung bei gleicher absoluter Stromstärke aber entgegengesetzter Stromrichtung.  

---

# Das Fadenstrahlrohr

## Video zum Fadenstrahlrohr



### Arbeitsaufträge

1. Welche Auswirkung hat die Stärke des Magnetfeldes auf die Ablenkung des Elektronenstrahls?  

---
2. Das Fadenstrahlrohr wird um seine Achse gedreht. Dabei werden unten rechts die erreichten Drehwinkel in  $90^\circ$ -Schritten eingeblendet. In welchen Stellungen ist keine Abweichung? Bei welchen Winkeln ist die Ablenkung maximal?  

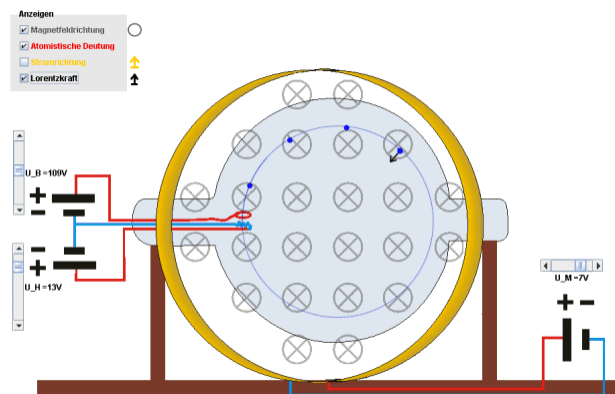
---

---
3. Was kannst du über die Ablenkung in den Zwischenstellungen sagen? Betrachte als Hilfe dazu auch das Video, das eine Aufnahme des Fadenstrahlrohrs von oben zeigt.  

---
4. Sieh dir das Video noch einmal an und versuche eine Regel aufzustellen, so dass du die Ablenkungsrichtung der Elektronen im Bezug und ihre Bewegungs- und die Magnetfeldrichtung vorhersagen kannst.

### Simulation zum Fadenstrahlrohr



## Arbeitsaufträge

1. Verändere die Heizspannung und beobachte die Auswirkung auf den Elektronenstrahl. Wie lässt sich das Ergebnis verstehen?  

---
2. Die Magnetfeldrichtung und -stärke kannst du über die Spulenspannung ( $U_{\text{Mag}}$ ) beeinflussen. Mache dir die Richtung des Magnetfeldes klar. Beobachte wie die Richtungspfeile des Magnetfeldes immer deutlicher werden, je größer  $U_{\text{Mag}}$  und damit das Magnetfeld wird.  

---
3. Stelle  $U_{\text{Mag}}$  auf einen Wert von 0 V ein. Nun beschleunigen wir die Elektronen in den Kolben hinaus. Auf welcher Bahn bewegen sich die Elektronen?  

---
4. Wie verändert sich die Bahnkurve, wenn wir das Magnetfeld wieder einschalten? Spielt die Richtung des Magnetfeldes für die Ablenkung eine Rolle?  

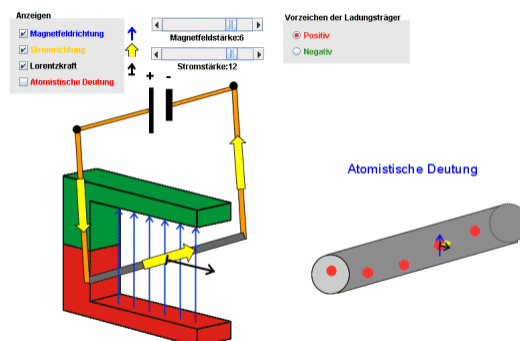
---
5. Variiere die  $U_B$  in 20 V-Schritten. Ab welcher Spannung bildet sich ein Kreis aus? Wie verändert sich die Bahnkurve der Elektronen, wenn man das Magnetfeld größer bzw. kleiner macht. Formuliere Je-Desto-Regeln für den Kreisradius in Abhängigkeit von  $U_B$  und  $U_{\text{Mag}}$ .  

---
6. Schalte die Option "Atomistische Deutung" hinzu. Es werden nun stellvertretend für die riesige Anzahl an ausgesendeten Elektronen einige animiert dargestellt. An einem dieser Elektronen kannst du zudem seine jeweilige technische Stromrichtung und das wirkende Magnetfeld perspektivisch einzeichnen lassen.  

---
7. Sage die Richtung der Lorentzkraft mit Hilfe der UVW-Regel voraus und lasse dir zur Überprüfung diese einzeichnen. Beachte dabei, dass die Elektronen negativ geladen sind und damit ihre Bewegungsrichtung genau entgegengesetzt zur technischen Stromrichtung ist.

## Die Lorentzkraft

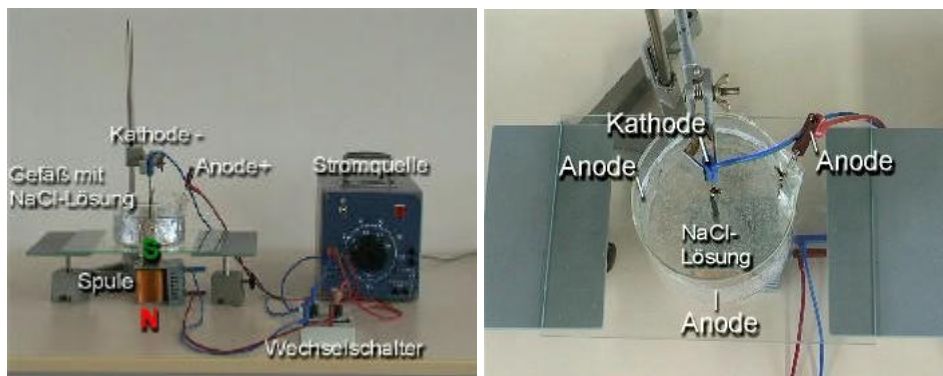
### Simulation zur Lorentzkraft beim Leiterschaukel-Versuch



## Arbeitsaufträge

1. Schalte die "Atomistische Deutung" hinzu. Jetzt siehst du, wie stellvertretend einige positive Ladungsträger (rot gezeichnet) innerhalb des Alustabes in Richtung der technischen Stromrichtung fließen.
  2. Verändere sowohl die Stromstärke als auch die Magnetfeldstärke. Wähle dabei auch Einstellungen mit negativen Vorzeichen und sage mit der UVW-Regel die Richtung der Lorentzkraft vorher. Kontrolliere dein Ergebnis, indem du nach deiner Vorhersage das Häkchen im Anzeigefeld "Lorentzkraft" aktivierst.
  3. In Wirklichkeit sind es jedoch negativ geladene Elektronen die den Stromfluss ausmachen. Warum ergibt sich trotz der Umkehr des Ladungsträgervorzeichens keine Änderung der Krafrichtung nach der UVW-Regel?
- 

## Video zum Lorentzkarussell

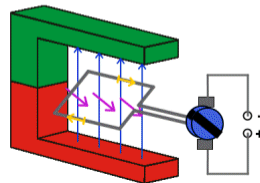


## Arbeitsaufträge

1. Aus der Chemie ist dir sicher bekannt, dass in der Lösung Wasserstoff- und Natriumionen bzw. die Sauerstoff- und Chlorionen vorkommen. Überlege dir ohne Betrachtung des Videos, an welche Elektrode sich die jeweiligen Ionen bewegen.
- 
2. Durch das Magnetfeld werden die Ionen auf ihrem Weg zu den Elektroden abgelenkt. Sage mit der UVW-Regel vorher, in welche Richtung die Ablenkung für jede Ionensorte geschieht.
- 
3. Nach einer Weile wird das Magnetfeld umgepolt, die Elektroden bleiben aber gleich geladen. Ändert sich etwas an der Strömung?
- 
4. Sieh dir das Video jetzt an und überprüfe deine Vorhersagen. Hinweis zur Kontrolle: Besonders auffällig ist bei der Elektrolyse die Abscheidung des Wasserstoffgases an der betreffenden Elektrode.

# Der Gleichstrom-Elektromotor

## Simulation zum Gleichstrom-Elektromotor



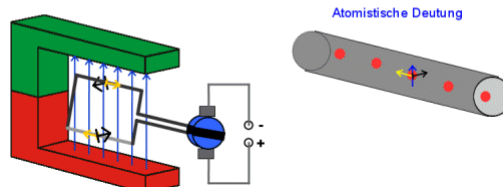
### Arbeitsaufträge

1. Starte die Simulation zunächst ohne Kommutator und beobachte, wie sich die magnetischen Feldlinien der Leiterschleife parallel zu denen des Hufeisenmagneten ausrichten. Erinnerung dich daran, dass außerhalb einer Spule oder eines Magneten die Feldlinien von Nord nach Süd, innerhalb aber von Süd nach Nord verlaufen.
2. Schalte nun den Kommutator hinzu. Im so genannten Totpunkt fließt kein Strom durch den Leiter. Warum bewegt er sich dennoch weiter?

- 
3. Wie sind die Anschlüsse des Kommutators gepolt, nachdem der Rotor den Totpunkt überschritten hat? Beobachte dabei die Stromrichtung.

- 
4. Welche Auswirkung hat die Magnetfeldrichtung und die Polung der Stromquelle für die Laufrichtung?
- 

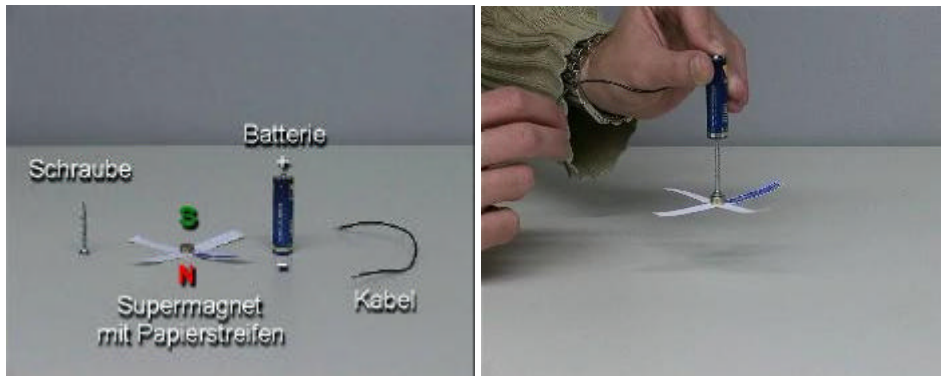
## Simulation zum Gleichstrom-Elektromotor mit Lorentzkraft



1. Kontrolliere mit Hilfe der UVW-Regel die Krafrichtung auf den hell gezeichneten Leiterabschnitt in unterschiedlichen Stellungen.
  2. Schalte nun die "Atomistische Deutung" hinzu. Beobachte den Wechsel der Stromrichtung und die Auswirkung auf die Lorentzkraft der Ladungsträger. Überlege dir, in welche Richtung der gegenüberliegende Leiterabschnitt eine Kraft erfährt.
-

- Überlege dir mit der UVW-Regel, in welche Richtung die übrigen Leiterabschnitte eine Kraft erfahren. Warum müssen diese nicht für die Drehung berücksichtigt werden?
- 

### Video zum einfachsten Elektromotor der Welt



- In welche Richtung wird sich der Motor drehen?  

---
- Sieh dir nun das Video an. Welche Bauteile bilden den Rotor, welchen den Stator?  

---
- Spielt die Stelle, an der das Kabel an den Magneten gehalten wird, eine Rolle für die Drehrichtung?  

---
- Warum ist der Reibungsverlust bei diesem Motor gering, so dass es sich auch lange noch dreht, nachdem die Stromzufuhr unterbrochen ist.  

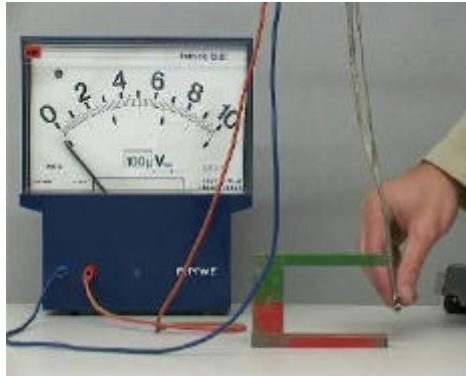
---

---

# Die bewegte Leiterschaukel im Magnetfeld

## Video zur bewegten Leiterschaukel im Magnetfeld



### Arbeitsaufträge

1. Wie hängt der Ausschlag des Messinstrumentes von der Bewegung der Leiterschaukel ab?

---

---

2. Wann kehrt der Zeiger des Spannungsmessers seine Richtung um? Bei der Richtungsänderung der Schaukel oder beim Durchgang durch die Ruhelage?

---

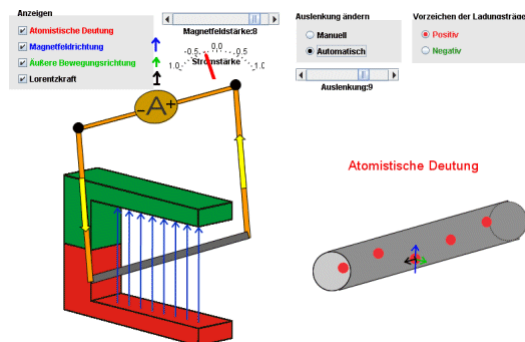
3. Spielt die Position des Leiters eine Rolle oder kommt es auf die Bewegungsrichtung an?

---

---

## Elektromagnetische Induktion

### Simulation zur bewegten Leiterschaukel im Magnetfeld



### Arbeitsaufträge

1. In welche Richtung werden sich die positiven Ladungsträger bewegen, wenn man bei negativer Magnetfeldstärke die Leiterschaukel auf das offene Ende des Hufeisenmagneten



zubewegt? Was bedeutet das für die Stromrichtung? Kontrolliere deine Vorhersage mit Hilfe der Simulation.

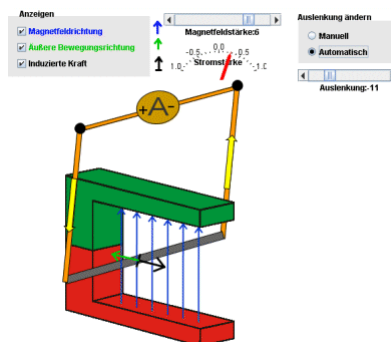
---

2. Wie beeinflusst die Stärke des Magnetfeldes und die Schnelligkeit der Auslenkungsänderung die Lorentzkraft?
- 

3. Welche Pfeile ändern ihre Richtung, wenn man sich nun die Verhältnisse bei negativen Ladungsträgern ansieht?
- 

4. Warum glaubst du, wurde die ursprünglich willkürlich festgelegte technische Stromrichtung von + nach - nicht geändert, nachdem man erkannt hatte, dass es in Wirklichkeit meist die negativ geladenen Elektronen sind, die für den Stromfluss verantwortlich sind? Frage dich dazu: Mussten Gesetze umformuliert werden, weil die technische Stromrichtung der physikalischen genau entgegengesetzt ist?
- 
- 

## Simulation zur Lenzschen Regel

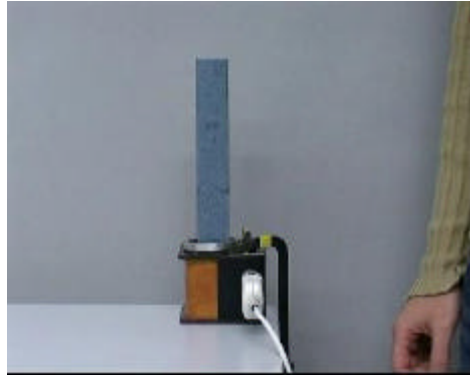


### Arbeitsauftrag

Vergleiche die Richtung der äußeren Kraft mit der der induzierten Kraft bei verschiedenen Auslenkungen und Bewegungsrichtungen. Welche Rolle spielt dabei die Magnetfeldstärke?

---

## Video zum Thomsonschen Ringversuch



### Arbeitsaufträge

1. Mache eine Vorhersage: Wird der Ring beim Anschalten der Feldspule angezogen oder abgestoßen?

---

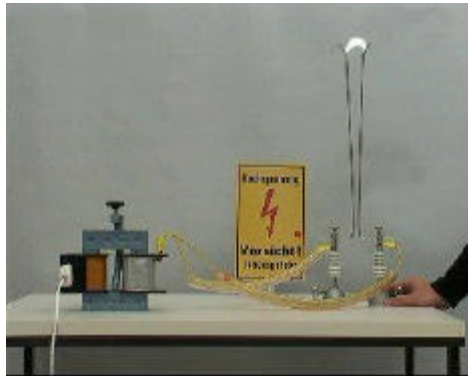
2. Die Spule ist an das Stromnetz mit 50 Hz angeschlossen. Warum kommt es zu keiner Schwingungsbewegung des Rings mit dieser Frequenz?

---

---

# Technische Anwendungen des Transformators

## Hochspannungstransformator



### Arbeitsaufträge

1. Entnimm dem Video die Spannung im Primärkreis und die Werte für die Windungszahlen. Wie groß ist die Spannung zwischen den Hörnerelektroden? Warum kann man dazu die Formel für den unbelasteten Transformator verwenden?

---

2. Bei normalen Raumbedingungen sind für Wechselspannungen mit 50 Hz ca. 1000 V pro Millimeter Funkenstrecke nötig, damit die Luft leitend wird (vgl. mit der Durchschlagfeldstärke bei Gleichstrom). Wie weit sind die Elektroden als der erste Funke überschlägt?

---

3. Warum wandert der Kletterfunke mit der Zeit nach oben? Wieso kann jetzt eine größere Funkenstrecke überbrückt werden?

---

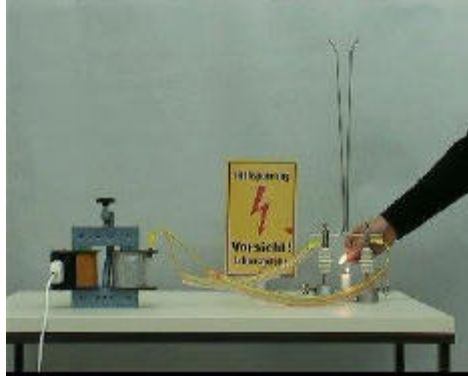
---

4. Normalerweise ist der Experimentator (Lehrer) bei einem Versuch mit Netzspannung durch Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) geschützt, falls er einmal versehentlich mit dem Stromkreis in Kontakt kommt. Warum kann sich der Lehrer bei diesem Versuch nicht auf die FI-Sicherung verlassen?

---

---

## Hochspannungstransformator mit Kerze



### Arbeitsaufträge

1. Warum fördert die Kerze zwischen den Hörnerelektroden den Funkenüberschlag?  

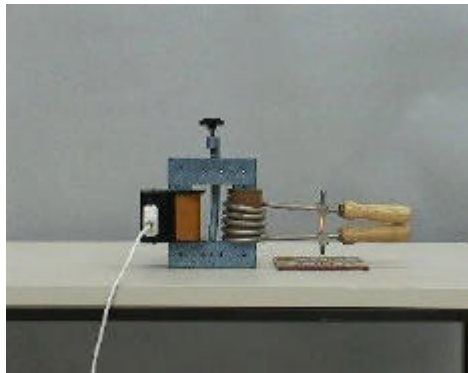
---
2. Im Verlauf des Videos kann man beobachten, wie die zeitlichen Abstände zwischen den Funkenüberschlägen immer kürzer werden. Was könnte die Ursache dafür sein?  

---

---

## Hochstromtransformator



### Arbeitsaufträge

1. Entnimm dem Video die Anzahl der Windungen im Primärkreis. Wie viele Windungen hat der Sekundärkreis?  

---
2. Der elektrische Widerstand der Spule auf der Sekundärseite ist im Vergleich zu dem des eingeklemmten Nagels ( $R = 0,01 \Omega$ ) vernachlässigbar klein. Wie groß ist ungefähr der anfänglich fließende Strom im Sekundärkreis?  

---
3. Wie sehr wird das Stromnetz durch das Nagelschmelzen belastet? Schätze dazu die entnommene Leistung ab, indem du überschlägig annimmst, dass der Widerstand des Nagels

gleich dem Anfänglichen bleibt. Berechne schließlich die ungefähren Kosten, indem du die Zeit für das Schmelzen stoppst (1 kWh kostet ca. 20 ct).

---

---