

# DER SCHUTZLEITER



**Bergsteiger**



**Sicherungsseil**

**Elektroinstallation**



**Schutzleiter**

In der Einführung haben wir bereits den Schutzleiter besprochen. Deine Aufgabe ist es, den Schutzleiter näher zu untersuchen. Dabei soll dir die Puppe in Abb. 1 behilflich sein.

Steckbrief von .....

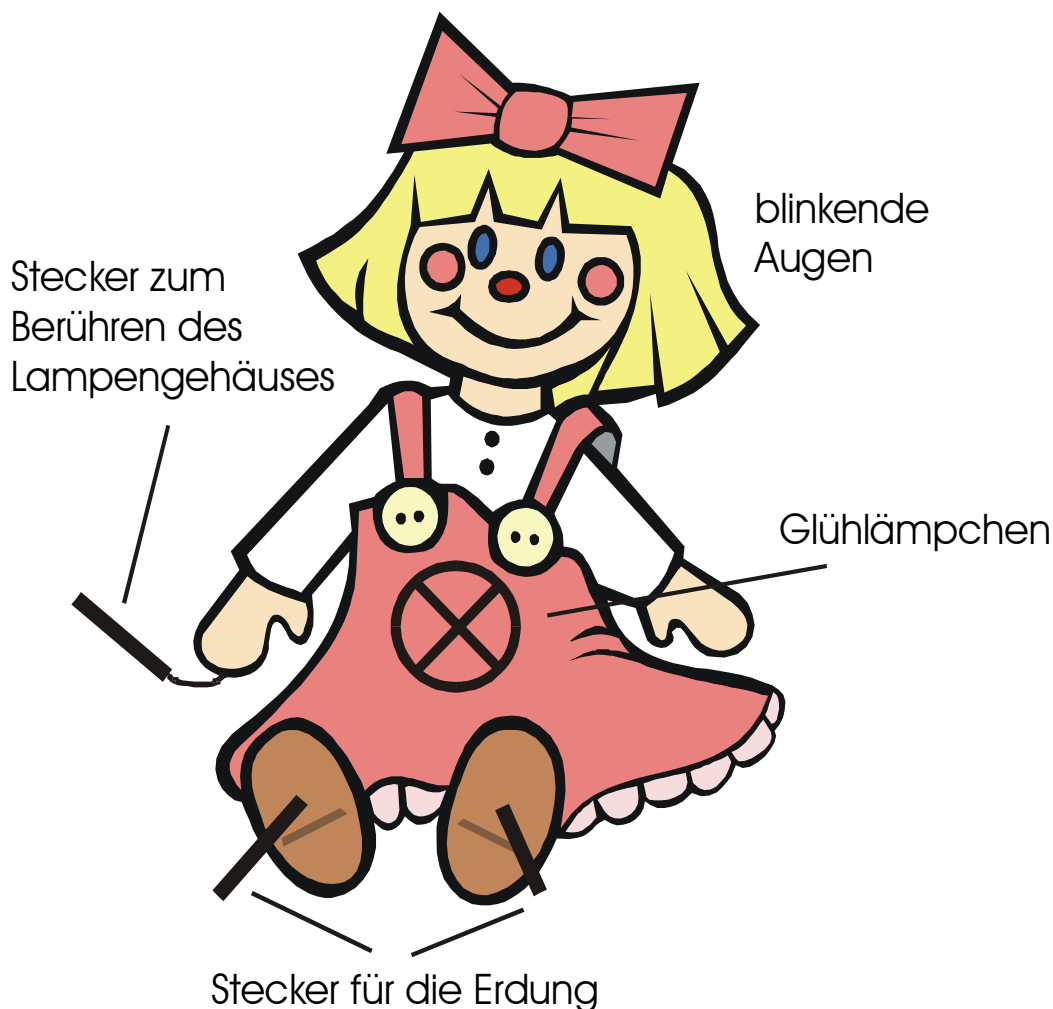
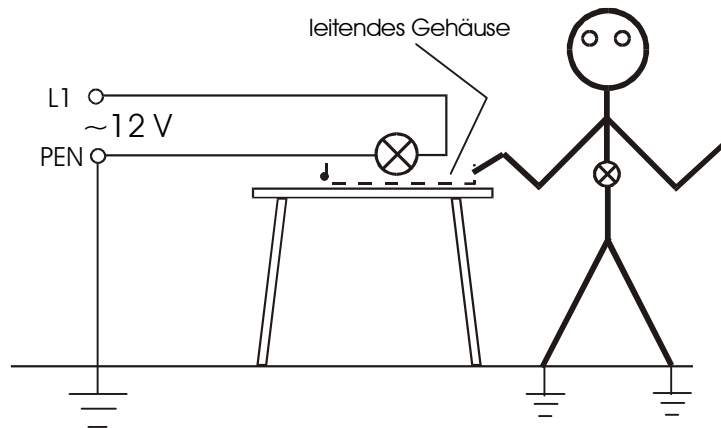


Abb. 1: Puppe für die folgenden Versuche

Da die Puppe aus Kunststoff besteht, ist sie so präpariert worden, dass sie eine Eigenschaft des Menschen, nämlich ein elektrischer Widerstand zu sein, widerspiegelt. Blinken die Augen der Puppe und leuchtet das Glühlämpchen, so fließt ein Strom durch die Puppe. Blinken die Augen nicht, und leuchtet auch das Glühlämpchen nicht, so heißt das noch lange nicht, dass kein Strom durch die Puppe fließt. Es könnte durchaus sein, dass eventuell eine Stromstärke fließt, die für ein Aufleuchten nicht ausreicht. Um mit Gewissheit feststellen zu können, dass kein Strom fließt, müssen wir die Stromstärke mit einem Amperemeter messen. Mit Hilfe von ..... wollen wir nun drei Versuche durchführen.

Ver-  
such  
1

Fehlerfreier Betrieb einer Lampe, **ohne** Schutzleiter:



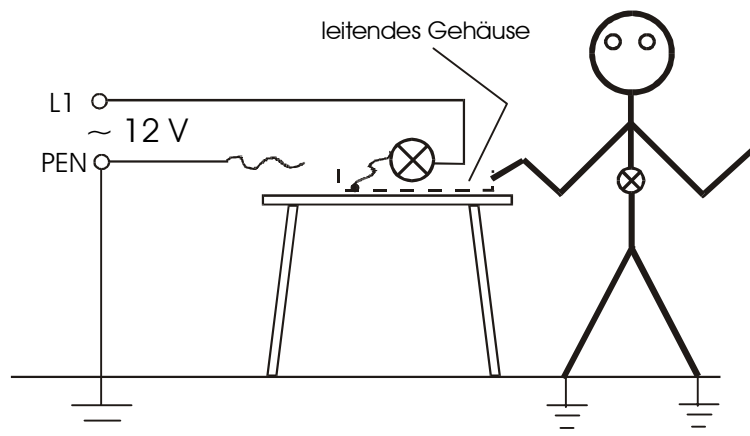
Baue den Versuch auf, und schließe eine 12 V Wechselspannungsquelle an. Schau der Puppe in die Augen, ob sie blinken oder nicht! Brennt die Glühlampe im Bauch? Notiere deine Ergebnisse! Falls die Augen nicht blinken und die Glühlampe nicht leuchtet, stelle mit einem Amperemeter fest, ob ein Strom durch die Puppe fließt!

Führe nun Versuch 2 durch.

Ver-  
such  
2

Fehlerhafter Betrieb einer Lampe, **ohne** Schutzleiter:

Es berührt der Leiter L1 das leitende Gehäuse (Dies wird in der Fachsprache Körperschluss genannt. Dabei wird das Wort Körper für das Gehäuse der Lampe benutzt.).



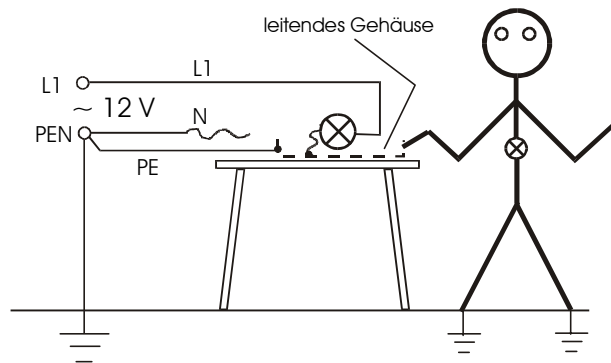
Baue den Versuch nach der Skizze auf! Beachte dabei besonders die richtige Verdrahtung der Lampe, und schließe eine 12 V Wechselspannungsquelle an! Schau der Puppe in die Augen, ob sie blinken oder nicht! Brennt die Glühlampe im Bauch? Notiere deine Ergebnisse! Messe auch die Stromstärke, die durch die Puppe fließt!

Wir führen nun einen weiteren Versuch durch. Dabei fügen wir dem Versuch 2 noch einen Schutzleiter hinzu.

Ver-  
such  
3

Fehlerhafter Betrieb einer Lampe, **mit** Schutzleiter:

Es berührt wieder der Leiter L1 das leitende Gehäuse.



Baue den Versuch nach der Skizze auf! Beachte dabei besonders die richtige Verdrahtung der Lampe, und schließe eine 12 V Wechselspannungsquelle an! Schau der Puppe in die Augen, ob sie blinken oder nicht! Brennt die Glühlampe im Bauch? Notiere deine Ergebnisse! Falls die Augen nicht blinken und die Glühlampe nicht leuchtet, stelle mit einem Amperemeter fest, ob ein Strom durch die Puppe fließt!

Wir machen uns nun daran die Versuche auszuwerten und die Beobachtungen zu erklären.

Dabei müssen wir die zu Beginn angeführte Beschreibung der Puppe beachten.



Erkläre die Ergebnisse der drei Versuche, und vergleiche die Ergebnisse miteinander!

Vergleiche besonders Versuch 2 mit Versuch 3, und begründe die unterschiedlichen Ergebnisse!

Die oben beschriebenen Versuche wurden alle mit 12 V durchgeführt, da bei 230 V Spannung der durch den menschlichen Körper fließende Strom tödlich wäre. Es stellt sich nun die Frage, welche Stromstärken tödlich sind! Auskunft darüber gibt Abb. 2.

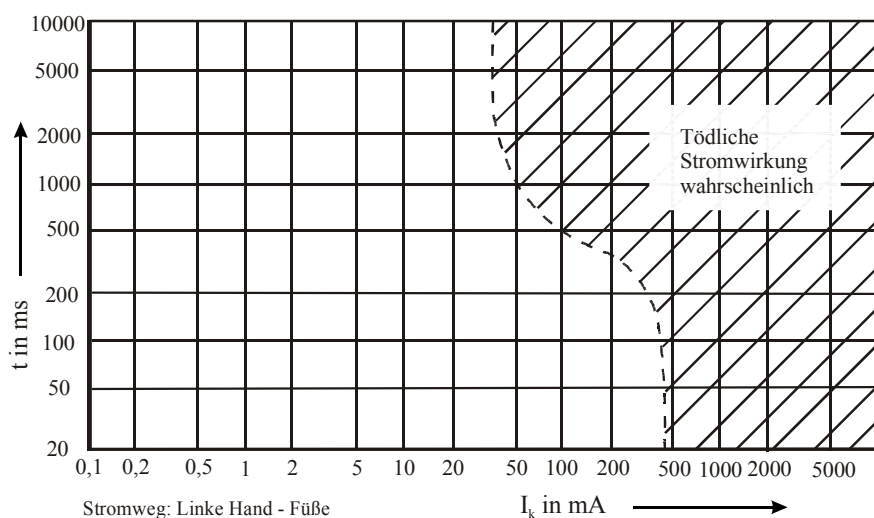


Abb. 2: Tödliche Stromwirkung

Wie man dem Diagramm entnehmen kann, hängt eine tödliche Stromwirkung nicht nur von der Stromstärke, sondern auch von der Zeit, in der die Stromstärke durch den menschlichen Körper fließt, ab. Zum „warm-up“ beschäftigen wir uns mit der Frage:



Wie lange darf eine Stromstärke von 100 mA (50 mA) durch den menschlichen Körper fließen, so dass sie gerade noch nicht tödlich wirkt?

Im Folgenden berechnen wir nun die im Versuch 2 und 3 durch den menschlichen Körper fließenden Stromstärken, und entscheiden dann, ob sie tödlich sind.



Mit Hilfe welcher zwei Größen können wir die Stromstärke berechnen?

Der Widerstand des menschlichen Körpers hängt von der Spannung ab, d. h. bei verschiedenen Spannungen hat der Körper auch verschiedene Widerstände. Zum Beispiel beträgt der Körperwiderstand bei einer Spannung von 24 V ungefähr  $3000\ \Omega$ . Bei einer Spannung von 230 V beträgt er nur noch  $1000\ \Omega$ . In den folgenden Abschätzungen können wir annehmen, dass der Widerstand des Körpers  $1\ \text{k}\Omega$  beträgt.

Die Spannung, die am menschlichen Körper anliegt, müssen wir von Fall zu Fall neu berechnen.



Welche Stromstärke fließt im Versuch 2 durch den menschlichen Körper, wenn man annimmt, dass der Widerstand des Leiters  $L1\ 0,1\ \Omega$  beträgt? Der Widerstand des Gehäuses kann vernachlässigt werden!



Kann diese Stromstärke tödliche Folgen haben? Entscheide mit Hilfe der Abb.2!



Übertrage die Skizze aus dem Versuch 3 auf ein Extrablatt, und zeichne mit Rot den Weg des Stromes ein!

Wir wollen nun die Stromstärke berechnen, die im Versuch 3 durch den menschlichen Körper fließt. Diese berechnen wir mit Hilfe eines sogenannten Ersatzschaltplanes. Klingt ziemlich kompliziert, ist es aber nicht. Was ist das, ein Ersatzschaltplan? In einem Ersatzschaltplan werden nur die physikalischen Größen eingezeichnet. In unserem Beispiel heißt das, dass wir nicht das

Strichmännchen, sondern nur dessen physikalische Eigenschaft, ein elektrischer Widerstand zu sein, einzeichnen. Oder kurz gesagt: Wir zeichnen nur den Widerstand des Strichmännchens anstelle des Strichmännchens ein. Mit den anderen Bestandteilen, durch die der Strom fließt, verfahren wir genauso. Beim Verbinden der einzelnen Widerstände müssen wir dann noch beachten, ob eine Reihen- oder eine Parallelschaltung oder sogar eine Mischform aus beiden vorliegt.

Der Schutzleiter PE und der Leiter L1 haben nur im Idealfall keinen Widerstand. In der Realität haben sie einen Widerstand von  $0,1 \Omega$ . Der Widerstand des menschlichen Körpers beträgt wieder  $1000 \Omega$ . Der Widerstand der Erde und der Erdung zum PEN-Pol sei zusammen  $2 \Omega$ .



Zeichne einen Ersatzschaltplan für Versuch 3!



Welche Stromstärke fließt im Versuch 3 durch den menschlichen Körper?



Kann diese Stromstärke tödliche Folgen haben? Entscheide mit Hilfe der Abb.2!



Entscheide anhand deiner Ergebnisse, ob eine Elektroinstallation, die sich nur eines Schutzleiters bedient, sicher ist! Welche Eigenschaft müßten gegebenenfalls zusätzliche Einrichtungen aufweisen, damit die Elektroinstallation sicher wird. Entscheide anhand der Abb. 2!

Solche Einrichtungen sind Sicherungen und FI-Schutzschalter. Sie schalten in den meisten Fällen den Strom rechtzeitig ab, so dass es zu keinen tödlichen Unfällen kommt. Es gibt aber auch Fälle, in denen diese Einrichtungen zu langsam sind. Im Umgang mit Elektrogeräten solltest du deshalb immer Vorsicht, Sorgfalt und Umsicht walten lassen.

Wir haben festgestellt, dass ein Schutzleiter allein also keinen ausreichenden Schutz bietet.

Warum installiert man ihn denn dann überhaupt? Um dies herauszufinden müssen wir über die Eigenschaften einer Sicherung Bescheid wissen! Sicherungen gibt es in verschiedenen Ausführungen. Eine 16 A Sicherung hat die Aufgabe, den Stromkreis zu unterbrechen, wenn in ihm ein Strom von 16 A fließt.



Finde mit Hilfe deiner Berechnung der Stromstärken in Versuch 2 und 3 heraus, warum der Schutzleiter bei einem Körperschluss die Voraussetzung ist, dass eine 16 A Sicherung, die im L1-Leiter eingebaut ist, überhaupt funktioniert!

Abschließend gehen wir noch darauf ein, was wir tun können, um das Risiko eines tödlichen Stromunfalls vermindern zu können.

Dazu befassen wir uns wieder mit der Berechnung des Stromes durch den menschlichen Körper. Können wir diesen Strom durch geeignete Maßnahmen gering halten, so vermindert sich auch das Risiko eines tödlichen Stromunfalls.



Wie verändert sich der Strom durch den menschlichen Körper, wenn wir seinen Widerstand verändern? Nenne geeignete Maßnahmen für den Alltag, die das Risiko eines tödlichen Stromunfalls vermindern! Tip: Buffalos!

Durch das eigene Verhalten lassen sich tödliche Stromunfälle weitestgehend vermeiden. Dies fängt schon mit dem geeigneten Schuhwerk an. Wer zum Beispiel barfuß den Rasen mäht, der setzt sich nicht nur einem erhöhten Risiko aus, vom Mähmesser geschnitten zu werden. Denn kommt es zu einer Beschädigung des L1-Leiters, und man tritt darauf, so fließt der Strom über den Fuß hoch zur Hüfte und über den anderen Fuß wieder zur Erde. Über die Erdung des PEN-Pols wird der Stromkreis geschlossen. Dies könnte man durch Schuhe mit dicken Gummisohlen vermeiden!

Von eurer Arbeit sollen auch eure Mitschüler erfahren. Und dies aus erster Hand. Dazu sollt ihr in eurer Gruppe ein Plakat ausarbeiten, das ein oder zwei von eurer Gruppe dann den Mitschülern präsentieren. Beachtet dabei, dass auf diesem Plakat auch groß genug geschrieben wird, damit es für eure Mitschüler auch noch von der hinteren Reihe aus gut lesbar ist.



Erkläre deinen Mitschülern, wozu man einen Schutzleiter in der Elektroinstallation benötigt. Gehe dabei auf deine Berechnungen der Stromstärke in Versuch 2 und 3 ein. Führe die Versuche 1, 2 und 3 auch vor. Begründe auch wozu man einen Schutzleiter überhaupt benötigt!

Gehe auch anhand eines Beispiels - das ihr auf euer Plakat zeichnet - darauf ein, wie jeder für sich das Risiko eines tödlichen Stromunfalls verringern kann!