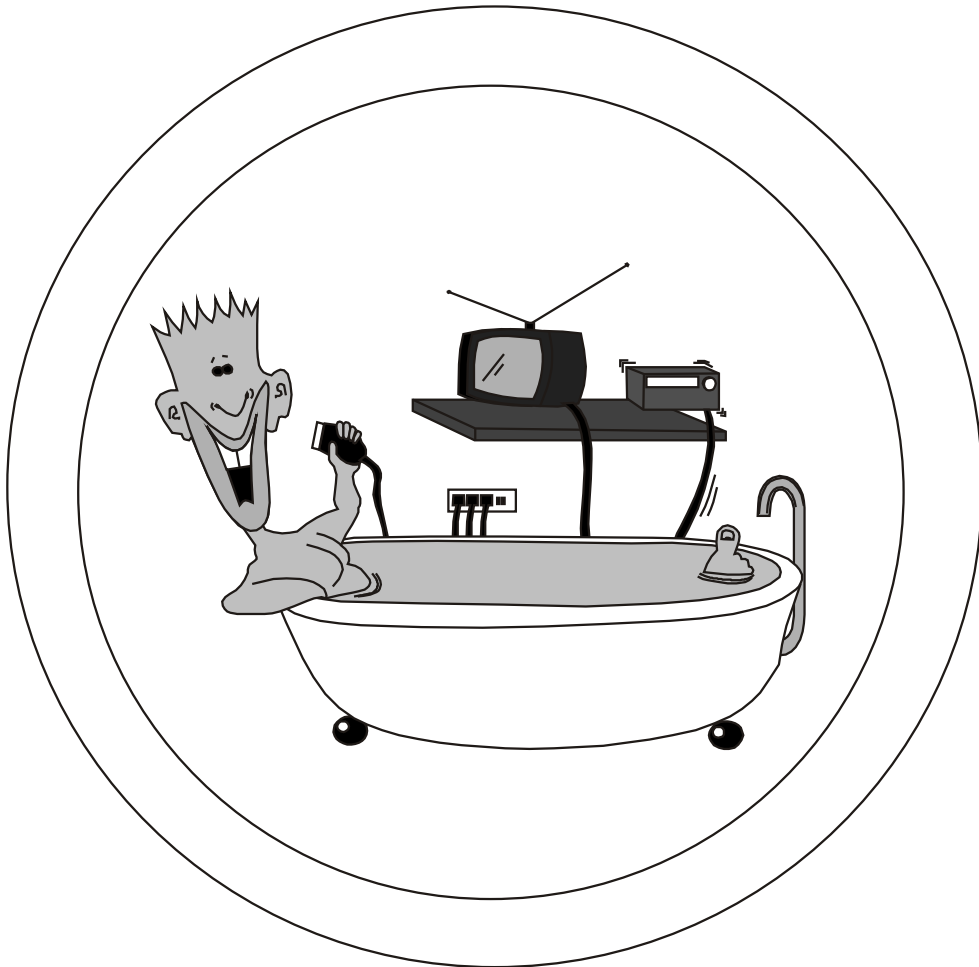


DER FEHLERSTROM- SCHUTZSCHALTER (FI-SCHUTZSCHALTER)



**Niemals !
Auch nicht mit installiertem
FI-Schutzschalter!**

Idee und Ausarbeitung von Stefan Luff (www.StefanLuff.de)



Schon mal im Bad mit einer feuchten Hand den Lichtschalter betätigt, und damit die Stromversorgung des Bades außer Betrieb gesetzt? Kein Problem, Sicherung „rein“, und das Licht brennt wieder. Denkste!

Wenn Du den Sicherungskasten näher untersuchst, kannst du manchmal feststellen, dass gar keine Sicherung ausgelöst hat, sondern so ein „großes viereckiges Ding“, auf dem FI-Schutzschalter steht. Die Abb. 1 zeigt einen solchen FI-Schutzschalter:

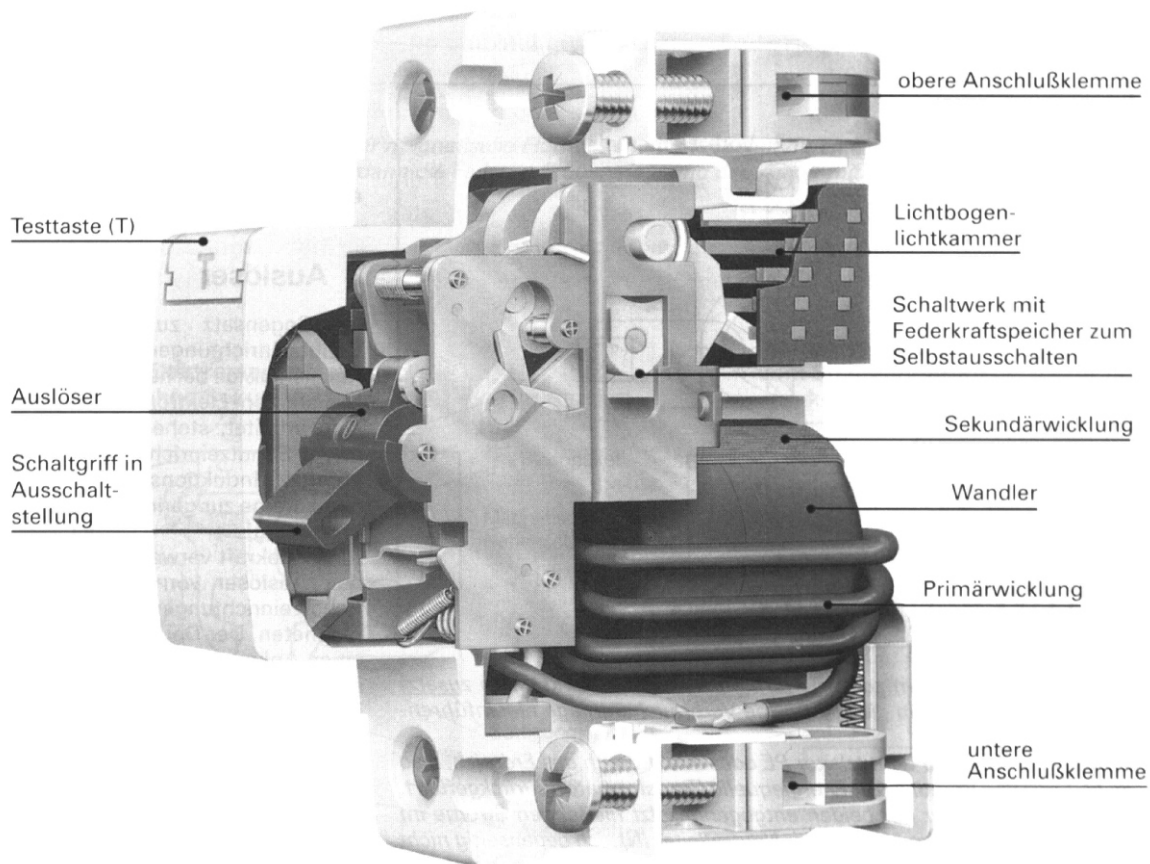


Abb. 1: Einblick in einen FI-Schutzschalter

Abb. 1 zeigt uns detailliert die Bestandteile eines FI-Schutzschalters. In Abb. 2 sind die prinzipiellen Bestandteile eines FI-Schutzschalters abgebildet. Mit ihnen wollen wir uns näher beschäftigen.

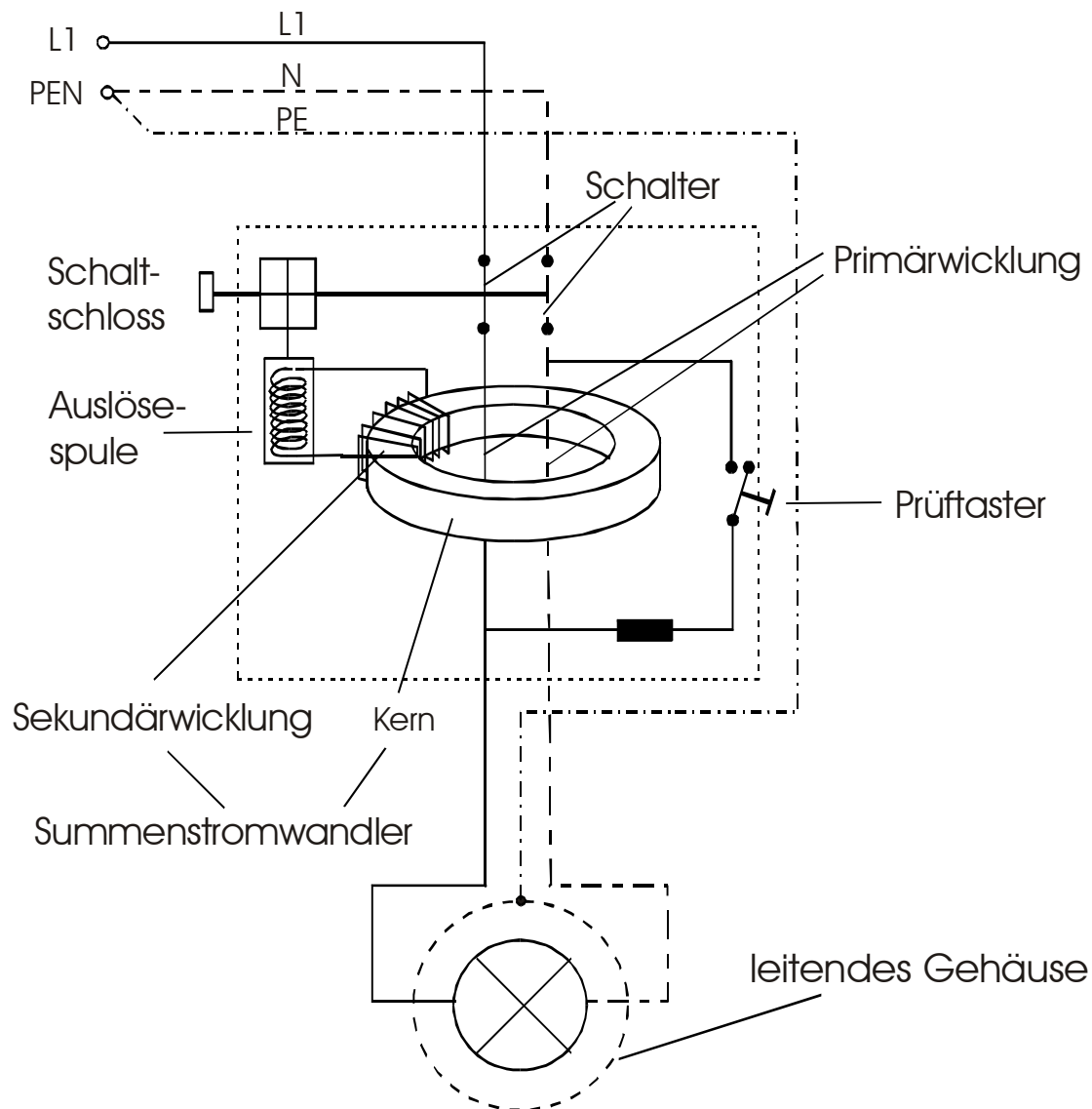
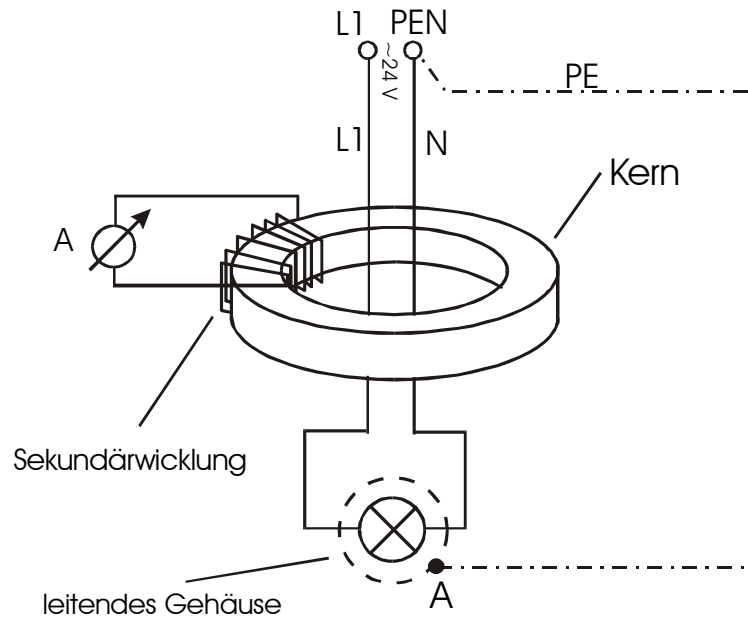


Abb. 2. Prinzip eines FI-Schutzschalters

Der gestrichelte viereckige Kasten stellt den FI-Schutzschalter dar. Wie wir erkennen können, hat dieser vier Anschlüsse. Mit Hilfe dieser Anschlüsse wird der Leiter L1 und N durch den FI-Schutzschalter geführt. Um die Funktion des FI-Schutzschalters verstehen zu können, zerlegen wir ihn in seine Einzelteile (nur gedanklich!). Zuerst wollen wir den Summenstromwandler näher untersuchen. Er besteht aus Primärwicklung, Sekundärwicklung und Kern. Das erinnert uns an den Transformator. Die Primärwicklung ist in dieser Abbildung nicht einmal eine komplette Wicklung, und besteht aus der Verlängerung des Leiters L1, sowie aus der Verlängerung des Leiters N. Schließt man eine Lampe an, so fließt der Strom über den Leiter L1 zum Verbraucher, und wieder über den Leiter N zurück. Mache dazu die folgenden Versuche 1 und 2:

Ver-
such
1

Summenstromwandler: Fehlerfreier Betrieb einer Lampe:

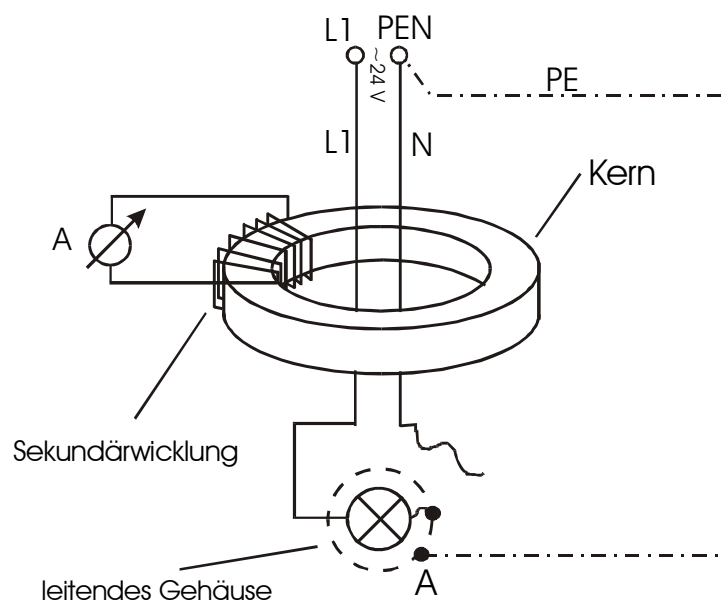


Schließe die Anordnung an eine Spannungsquelle mit 24 V Wechselspannung!

Was beobachtest du am Amperemeter?

Ver-
such
2

Summenstromwandler: Fehlerhafter Betrieb einer Lampe (L1 berührt das leitende Gehäuse!):



Trenne den Leiter N am Stecker, und bringe ihn wie in der Versuchsskizze am leitenden Gehäuse an. Schließe dann wieder die Spannungsquelle mit 24 V Wechselspannung an!

Was beobachtest du nun am Amperemeter?

Im Versuch 1 ist kein Ausschlag am Amperemeter zu erkennen. Im Versuch 2 schlägt das Amperemeter aus. Wie kann man sich das erklären? Dies wollen wir nun herausfinden!

Die Bezeichnungen der Bestandteile des FI-Schutzschalters lassen auf einen Transformator schließen.



Wie funktioniert doch gleich noch mal ein Transformator?
Sprecht darüber in eurer Gruppe!

Ganz so einfach wie beim Transformator ist es hier nicht, denn wir haben zwei Drähte als Primärwicklung! Auch die Beantwortung der folgenden Frage ist nicht so ganz einfach. Wenn sie zu schwer ist, dann versuche die Frage mit Hilfe der auf der Rückseite angegebenen Zwischenfragen zu lösen.



Warum zeigt in Versuch 1 das Amperemeter keine Stromstärke, und in Versuch 2 eine Stromstärke an? Erkläre!

Der Summenstromwandler vergleicht also die beiden Ströme in den Leitern L1 und N, ob sie gleich groß sind. Sind sie gleich groß, so wird keine Spannung in der Sekundärwicklung erzeugt. Fließt jedoch ein Strom über den Schutzleiter PE zum PEN-Pol zurück, so sind die Stromstärken in den Leitern L1 und N verschieden. Die Differenz der beiden Stromstärken in den Leitern L1 und N nennt man Fehlerstrom. In unserem Versuch 2 floss der Fehlerstrom über den Schutzleiter ab. Der Fehlerstrom kann sich aber auch einen anderen Weg zum PEN-Pol suchen, wie wir später noch sehen werden.

Wenden wir uns nun einem weiteren Bestandteil des FI-Schutzschalters zu: Dem Auslöser.

Die Sekundärspule wird in der Realität nicht mit einem Amperemeter, sondern mit dem Auslöser verbunden. Abb. 3 zeigt einen Auslöser.

Elektromagnetspule ohne Sekundärstrom

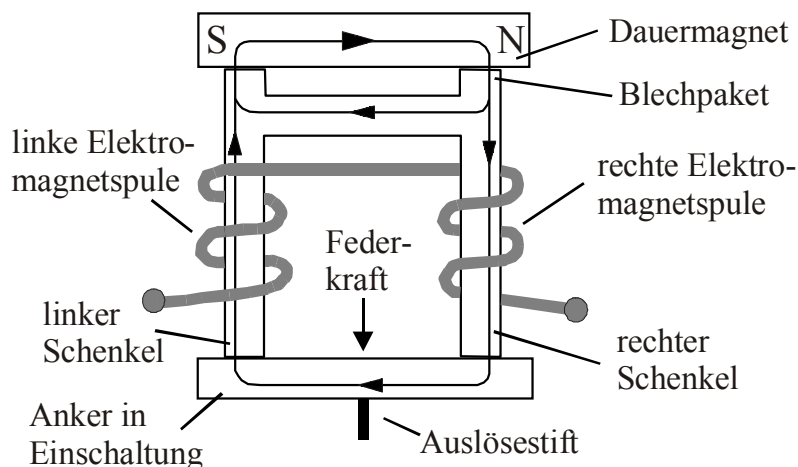


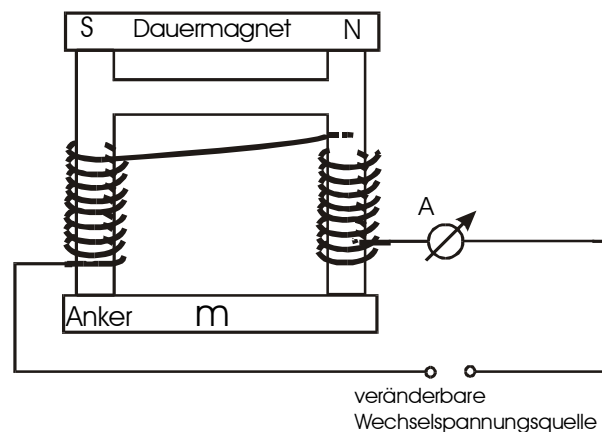
Abb. 3: Der Auslöser

Der Auslöser besteht aus einem Stabmagneten, der auf einem H-förmigen Eisengestell angebracht ist. Der Anker überbrückt die zwei unteren Enden des H's. Um das H herum sind auf der rechten, sowie auf der linken Seite eine Elektromagnetspule angebracht. Durch sie fließt der im Falle eines Fehlerstromes induzierte Sekundärstrom. Fließt kein Sekundärstrom durch die Elektromagnetspule, so ist die Kraft des Dauermagneten auf den Anker größer oder gleich der Federkraft.

Führe nun folgenden Versuch 3 durch:

Ver-
such
3

Funktionsweise des Auslösers:



Schließe das Netzgerät an, und drehe solange ganz langsam am Netzgerät, bis die Masse (der Anker) wegfällt. Beobachte dabei die Stromstärke! Diese Stromstärke wird auch Sekundärstromstärke genannt, da sie im FI-Schutzschalter durch die Sekundärwicklung fließt.



Warum fällt in Versuch 3 ab einem bestimmten Sekundärstrom der Anker weg?
Erkläre genau!

6
+5
11

Stelle nun zusammenhängend dar, welche Vorgänge sich bei einem Fehlerstrom im Summenstromwandler und Auslöser abspielen!

Es stellt sich nun die Frage bei welcher Stromdifferenz zwischen den Leitern L1 und N, die gleich dem Fehlerstrom ($I_{\Delta n}$) ist, ein FI-Schutzschalter auslöst. Dies hängt von der Bauart ab. Sie gibt es mit $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$ bis $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$. Wir beschäftigen uns im folgenden mit dem FI-Schutzschalter, der bei einem Fehlerstrom $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ auslöst. Ein solcher FI-Schutzschalter ist im Bad vorgeschrieben, da dort die Gefahr einer tödlichen Stromwirkung am größten ist.



Warum?

Aus der Abb. 4 können wir entnehmen, in welchen Fällen eine tödliche Stromwirkung eintritt, und wie schnell ein FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ auslöst.

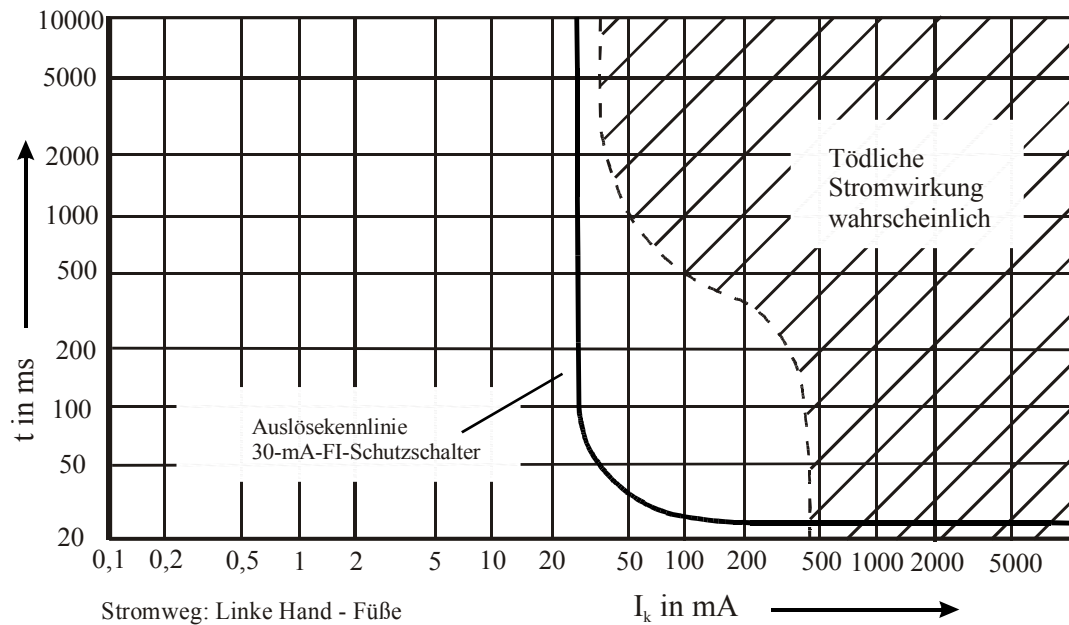
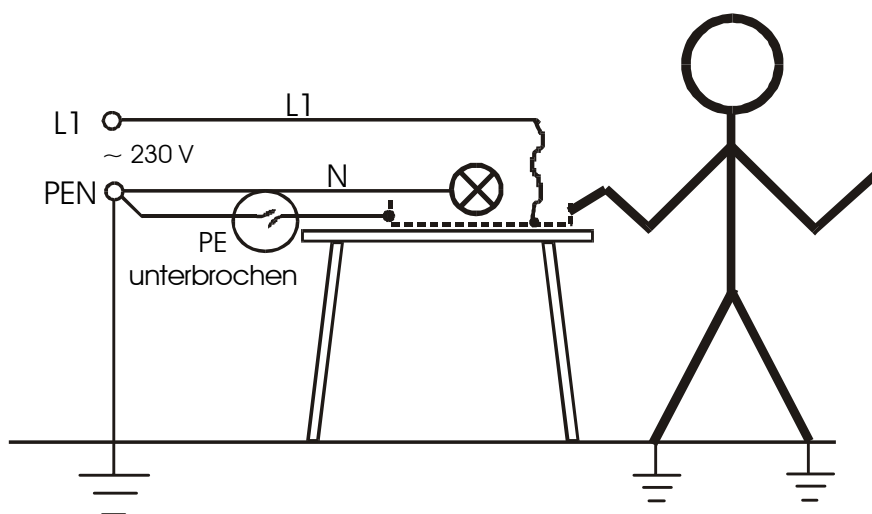


Abb. 4: Auslösekennlinie eines FI-Schutzschalters mit $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$

Wir wollen nun das Diagramm nicht nur „anstarren“, sondern mit dessen Hilfe einige interessante Dinge über Sinn, Zweck und Grenzen von FI-Schutzschaltern herauslesen!

Dazu beschäftigen wir uns mit einem Versuch, den die Schutzleitergruppe in ähnlicher Form durchgeführt hat:



Wie wir erkennen können ist der Schutzleiter durchtrennt. Der Fehlerstrom kann nun nicht mehr über diesen zurückfließen.



Welchen Weg nimmt nun der Strom?

Wie groß ist die Stromstärke durch den menschlichen Körper? Rechne mit einem Körperwiderstand von $1000\ \Omega$, und einer Spannung von 230 V!



Stelle ungefähr fest, ab welcher Zeit ein Strom von 230 mA tödlich ist?

Wie schnell löst der FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30\text{ mA}$ aus?

Kann der FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30\text{ mA}$ das Leben eines Menschen retten, wenn durch ihn ein Strom von 230 mA fließt?

Wie wir festgestellt haben, hat der FI-Schutzschalter durchaus seine Daseinsberechtigung in der Elektroinstallation. Wie wir an unserem Beispiel gesehen haben, ist es sinnvoll ihn generell für alle Stromkreise einzubauen, da er auch noch bei einem defekten Schutzleiter einen ausreichenden Schutz bietet. Im Badezimmer ist der Einbau eines FI-Schutzschalter sogar Vorschrift. Leider kann er sich dort nur in **manchen** Fällen als lebensrettend erweisen:



Bei welcher Stromstärke durch den menschlichen Körper kann auch der FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30\text{ mA}$ nichts mehr ausrichten?

Können denn überhaupt solch hohe Stromstärken durch den menschlichen Körper fließen? Um dies herauszufinden nehmen wir an, dass nun die Stromstärke fließt, bei der der FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30\text{ mA}$ nichts mehr ausrichten kann, und dass am Körper eine Spannung von 230 V anliegt.



Wie groß muss der Körperwiderstand ungefähr mindestens sein, damit unter den gegebenen Bedingungen der FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30\text{ mA}$ auch auslöst?

Durch die Feuchtigkeit im Bad ist es durchaus möglich, dass der Körperwiderstand um die $400\ \Omega$ liegt. Daher ist es trotz FI-Schutzschalter verboten, in der Badewanne Elektrogeräte zu benutzen (siehe auch Titelbild)!

Beachte aber, dass ein FI-Schutzschalter nur im Bad, aber im allgemeinen nicht zwingend vorgeschrieben ist. Besonders in Altbauten ist im Bad besondere Vorsicht geboten, da es damals noch keinen FI-Schutzschalter gab, konnte man auch keinen installieren. Bei Neubauten und Sanierungen ist er nur für das Badezimmer vorgeschrieben. Im Umgang mit Elektrogeräten solltest du deshalb immer Vorsicht, Sorgfalt und Umsicht walten lassen. Besonders im Bad kann durch feuchte Haut der Körperwiderstand so klein werden, daß sogar ein FI-Schutzschalter nicht mehr rechtzeitig auslöst.

Zuweilen kommt es auch vor, dass ein FI-Schutzschalter defekt ist. Wie kann man das ohne großen Aufwand überprüfen? Dafür wird in den FI-Schutzschalter eigens eine Prüftaste eingebaut. Mit ihrer Hilfe kann man überprüfen, ob der FI-Schutzschalter noch in Ordnung ist. Man sollte dies jeden Monat durchführen. Die Prüftaste ist in den sogenannten Prüfstromkreis eingebaut. Abb. 5 zeigt den Prüfstromkreis.

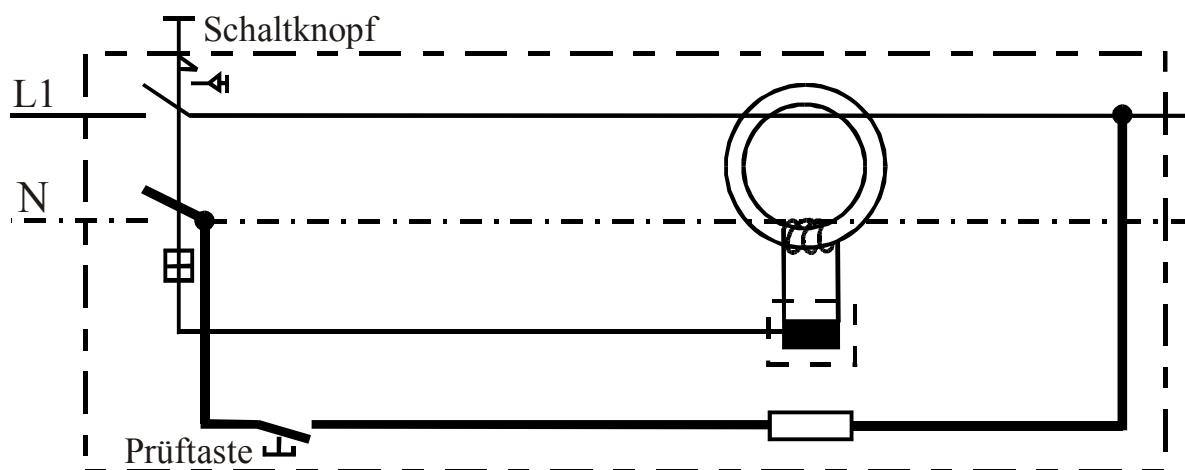


Abb. 5: Der Prüfstromkreis



Stell dir die Schalter in L1 und N geschlossen vor, und finde heraus, warum der FI-Schutzschalter beim Betätigen der Prüftaste auslöst!

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.



Mache deinen Mitschülern klar, wie ein FI-Schutzschalter funktioniert. Führe dazu die Versuche 1, 2 und 3 vor. Gehe auch darauf ein, dass dem Schutz vor tödlichen Stromwirkungen mit Hilfe eines FI-Schutzschalters Grenzen gesetzt sind.