

fischer<sup>®</sup>technik ec3

# Voltmeter

für Experimente mit den  
fischertechnik-Ausbaukästen

Elektro-Mechanik em  
Elektronik ec

hobby 3

hobby 4

®



Art.Nr. 6 39040 5



Fischer - Werke · 7241 Tumlingen  
 Printed in Germany · Ref.Nr. 33-8/70/5

## 1. Technische Daten:

**1.1 Elektrischer Spannungsmesser:** Art. Nr. 31 185

Drehspul-Meßwerk. Vollausschlag: 10 Volt Gleichspannung

Innenwiderstand: 3 Kilo-Ohm pro Volt ( $k \Omega/V$ )

Anfangsbereich gedehnt. Als „Null“-Instrument geeignet.

**1.2 Potentiometer:**

1 Kilo-Ohm ( $k \Omega$ ) mit linearer Charakteristik.

Belastbarkeit: max 100 mA

**1.3 Kabel:**

2 St. mit grünen Steckern, 30 cm

Art. Nr. 31 379

1 St. mit rotem Stecker, 30 cm

Art. Nr. 31 380

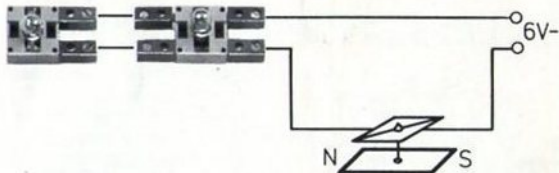
1 St. Doppelkabel mit Stecker, 100 cm

Art. Nr. 31 042

## 2. Wirkungsweise eines Drehspul-Meßwerkes

Fließt durch einen Draht ein Strom, so entsteht rund um diesen Draht ein Magnetfeld.

Wer eine Kompaß-Nadel, also ein leicht drehbares, magnetisiertes Stahlplättchen besitzt, kann folgenden Versuch zum Nachweis dieser Erscheinung aufbauen:

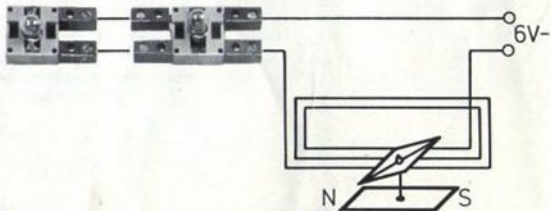


Die elektrische Leitung soll möglichst nahe über oder unter der Magnetnadel vorbeigeführt werden.

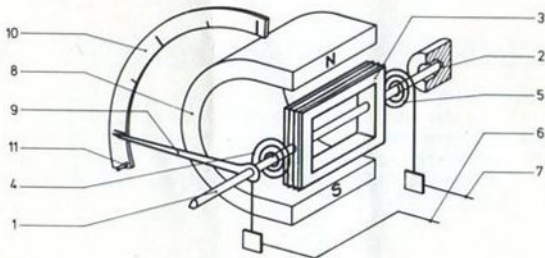
Schaltet man den Strom ein, so wird die Nadel abgelenkt. Die Wirkung und Größe der Ablenkung hängt von der Richtung, in der der Strom durch den Draht fließt und von der Größe des Stromes ab.

Diesen physikalischen Effekt nutzt man bei Elektromagneten und bei elektrischen Meßgeräten aus.

Die beschriebene Wirkung auf die Magnetnadel wird verstärkt, wenn man den stromführenden Draht schleifen- oder ringförmig aufwickelt und damit den Strom mehrmals an der Magnetnadel vorbeiführt.



Bei dem am häufigsten in der Technik vorkommenden elektrischen Meßwerktyp, dem „Drehspul-Meßwerk“, wird dieses Prinzip umgekehrt. Die Spule ist beweglich gelagert und der statt des Nord- und Südpols unserer Erde benutzte Dauer-Magnet steht fest.



Die Meßwerkachse 1 ist „auf Spitzen“ im hinteren Lager 2 und im nicht gezeichneten vorderen Lager geführt. Das Meßwerk-Rähmchen 3 ist mit mehreren 1000 Windungen allerfeinsten lackierten Kupferdrahtes bewickelt. Die beiden Drahtenden sind über die zwei isoliert am Rähmchen aufgesetzten Spiralfedern 4 und 5 elektrisch mit den zwei nach außen geführten Anschlüssen 6 und 7 verbunden. Die Achse mit dem Rähmchen liegt zwischen dem Nord- und dem Südpol des Dauermagneten 8.

Fließt Strom durch die Wicklung des Rähmchens, so entsteht um das Rähmchen herum ein Magnetfeld, das – je nach seiner Polarität – das Rähmchen nach links oder rechts dreht. Die Größe der Drehung hängt von der Größe des Stromes, der Anzahl der Windungen, der Stärke des Magneten, dem Abstand des Magneten und der Federkraft der Spiralfedern ab. Wird der Stromfluß unterbrochen, bricht das um die Spule entstandene Magnetfeld zusammen und die zwei Spiralfedern 4 und 5 können das Rähmchen in die „Null-Stellung“ zurückdrehen. Der mit dem Rähmchen starr verbundene Zeiger 9 hat auf der Skala 10 die Größe des Stromes angezeigt.

Statt des in der Prinzip-Skizze gezeigten hufeisenförmigen Dauermagneten verwenden wir im fischertechnik-Voltmeter einen „Kern-Magneten“ 12. Dieser liegt innerhalb des Spulenrähmchens. Die Wirkung ist genau die gleiche wie im Falle des beschriebenen „Außen-Magneten“.



Durch geeignete Anordnung der Spiralfedern und andere Maßnahmen ist beim fischertechnik-Meßwerk dafür gesorgt, daß die Null-Stellung so weit vom linken Zeigeranschlag 11 entfernt ist, daß auch ein Ausschlagen nach links noch gut erkennbar ist. Durch eine „nicht-lineare“ Charakteristik des Meßwerkes mit hoher Anfangs-Empfindlichkeit ist erreicht, daß schon ein ganz kleiner Stromfluß zu einem deutlichen Ausschlag des Zeigers führt. Damit kann das Meßwerk als Null-Anzeiger in einer Brückenschaltung verwendet werden.

Unser Meßwerk mit feststehendem Magneten und sich drehender Spule – deshalb Drehspul-Meßwerk genannt – spricht nur auf Gleichstrom an. Fließt Wechselstrom durch das Meßwerk, so kann das Rähmchen nicht schnell genug dem Wechsel der Stromrichtung folgen. Es bleibt deshalb in der Null-Lage stehen.

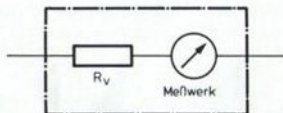
### 3. Die Arbeitsweise eines Voltmeters

Im letzten Abschnitt wurde erklärt, warum ein elektrisches Meßwerk die Größe des elektrischen Stromes, der durch die Spule fließt, anzeigt. Wie mißt man nun eine elektrische Spannung?

Die vielen dünnen Drahtwindungen auf dem Rähmchen – einfach als „Wicklung“ bezeichnet – haben einen bestimmten elektrischen Widerstand  $R$ . Um einen bestimmten Ausschlag des Meßwerkzeigers zu erreichen, muß ein bestimmter Strom durch die „Wicklung“ fließen. Dies wird erreicht, wenn man eine – nach dem ohmschen Gesetz  $U = I \times R$  leicht zu errechnende – Spannung an die Windung anlegt. Bei unserem fischertechnik-Meßwerk beträgt der Widerstand der Wicklung etwa 1500 Ohm. „Voll“-ausschlag wird erreicht bei etwa 0,3 Milliampere. Wir errechnen, daß eine Spannung von 0,45 Volt nötig ist, um den Zeiger auf Vollausschlag zu bringen. Diesen Wert könnten wir an die entsprechende Stelle der Skala schreiben.

Mit unserem fischertechnik-Voltmeter sollen aber Spannungen bis maximal 10 Volt gemessen werden können. Deshalb ist innerhalb des Voltmetergehäuses ein zusätzlicher Widerstand – der „Vor“-Widerstand – mit einem Wert von etwa 32 Kilo-Ohm in Reihe mit der Wicklung des Meßwerks geschaltet. Dieser Vor-Widerstand begrenzt den Strom in der Wicklung auf den gewünschten Wert von 0,3 mA, wenn von außen an die Buchsen des Voltmeters eine Gleichspannung von 10 Volt angelegt wird.

Wir haben also folgende Schaltung:



Den Widerstand des Spulenrähmchens des Meßwerks wollen wir „ $R_U$ “ nennen und den zugeschalteten Vor-Widerstand „ $R_V$ “. Die Summe der beiden entspricht dem „Innenwiderstand“  $R_i$  des Voltmeters.

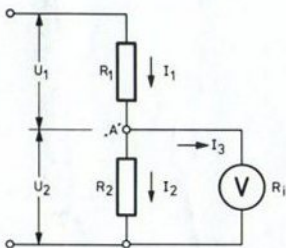
#### 4. Schaltbild eines Voltmeters

Man zeichnet entweder einen Kreis oder ein Rechteck mit dem Buchstaben V darüber.

Dieses Voltmeter ist ein „ideelles“ Voltmeter, das unsere Schaltung nicht weiter beeinflusst.

#### 5. Auswirkungen beim Anschalten eines Voltmeters

Schalten wir unser Voltmeter zum Messen einer Spannung, z. B. in der abgebildeten Spannungsteiler-Schaltung an einen Widerstand, so müssen wir uns überlegen, ob durch die Parallelschaltung des Widerstandes des Voltmeters die Spannungsverhältnisse in der zu untersuchenden Schaltung verändert werden.



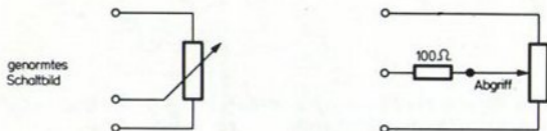
In Punkt „A“ verzweigt sich nämlich der durch den Widerstand  $R_1$  fließende Strom in 2 Teilströme. Nur wenn der durch das Voltmeter fließende Teilstrom  $I_3$  viel kleiner als der Teilstrom  $I_2$  ist, ändert sich die zu messende Spannung  $U_2$  so unwesentlich, daß man die Veränderung dieser Spannung durch die Anschaltung des Voltmeters vernachlässigen darf.

Für einfache Untersuchungen genügt es, wenn das Voltmeter einen Widerstand  $R_i$  hat, der mindestens fünfmal so groß ist als der Widerstand, dem das Voltmeter parallel geschaltet wird.

## 6. Potentiometer mit 1 Kilo-Ohm

In das Gehäuse des fischertechnik-Voltmeters ist zusätzlich ein Potentiometer eingebaut. Es hat mit dem Spannungsmesser selbst nichts zu tun.

Ein „Potentiometer“ ist ein Widerstand mit einem veränderlichen „Abgriff“.



Ein Potentiometer kann als Spannungsteiler oder als veränderlicher Widerstand benutzt werden. In letzterem Fall schließt man nur an 2 Klemmen an.

Da die thermische (=Wärme-) Belastbarkeit des gesamten Potentiometers höchstens 1 Watt ist, darf durch das Potentiometer kein größerer Strom als 100 Milliampere fließen. Der vor dem Abgriff liegende Schutzwiderstand von  $100 \Omega$  verhindert einen Kurzschluß bei Fehlschaltungen.

## 7. Gesamtschaltbild

