Leseprobe

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Manfred Mostmann | Umgehen mit Elektrizität
Begleitheft für den Ausbilder
5. Auflage 2006
Artikelnr.: 80256 | ISBN 978-3-87125-043-9

Christiani
seit 1931

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

Grundsätzliches zum Ausbildungsteil „Umgehen mit Elektrizität“ 9

Geräte und Hilfsmittel 11

Hinweise und Lösungen zu den 16 Übungen

Übung 1: Spannung – Messen 19
Übung 2: Spannung – Prüfen, Gefahren 25
Übung 3: Netz – Schutzkontaktsteckdose 29
Übung 4: Netz – Aufbau und Spannungsprüfung 33
Übung 5: Strom – Messen 37
Übung 6: Strom – Wirkung, Widerstand 41
Übung 7: Elektrische Leistung 47
Übung 8: Reihenschaltung – Messen 51
Übung 9: Parallelschaltung – Messen 55
Übung 10: Elektrische Sicherung 59
Übung 11: Bewegliche Anschlussleitung – Steckverbindung 65
Übung 12: Schutzmaßnahmen – Einführung 69
Übung 13: Überstrom – Schutzeinrichtungen 73
Übung 14: Schutzmaßnahmen – Kleinspannung 79
Übung 15: Schutzmaßnahmen – Isolieren 83
Übung 16: Fehlerstrom – Schutzeinrichtungen 89

Lernziele 95

Schlüsselwörter 101

Schaltzeichen 105

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Manfred Mostmann | Umgehen mit Elektrizität
Begleitheft für den Ausbilder
5. Auflage 2006
Artikelnr.: 80256 | ISBN 978-3-87125-043-9

Christiani
seit 1931

Vorwort

Das Ausbildungsmittel *Umgehen mit Elektrizität* ist zur Vermittlung von Grundlagen für aktives Sicherheitsverhalten beim Umgehen mit elektrischen Betriebsmitteln entwickelt worden. Die Lerninhalte und Lernziele beziehen sich auf „Fertigkeiten und Kenntnisse“, die in den neuen Ausbildungsordnungen für mehrere Berufe verschiedener gewerblicher Berufsfelder vorgegeben sind. Ausnahmslos sind dementsprechend die berufsbezogenen Vorschriften für den Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung zu vermitteln. Dazu gehören der Einsatz elektrischer Energie unter betrieblichen Bedingungen, Grundkenntnisse zum Aufbau und zur Wirkungsweise elektrischer Betriebsmittel sowie Schutzmaßnahmen.

Das Ausbildungsmittel ist insbesondere für Lernende in der Phase der beruflichen Grundbildung bestimmt und soll hauptsächlich in gewerblich-technischen Berufsfeldern eine Aktivierung des Sicherheitsverhaltens bewirken.

Das 16 Übungen umfassende Ausbildungsmittel besteht aus folgenden drei Teilen:
– *Kenntnisse* zu den Übungen
– *Arbeitsblätter* für den Auszubildenden
– *Begleitheft* für den Ausbilder

Im Heft *Kenntnisse* befinden sich für den Auszubildenden alle Blätter, die nicht zum „Verbrauch“ bestimmt sind, also der Wiederverwendung im Betrieb dienen.
Darin befinden sich jene Lerninhalte, die als „Kenntnisse zur Übung“ vor dem praktischen Handhaben zu erarbeiten sind. Sie sind kurz gefasst, eng auf jeweils eine Übung bezogen und für deren Durchführung unverzichtbar.

Die *Arbeitsblätter* für den Auszubildenden bestehen aus einer Sammlung loser Blätter, die in eine Folie eingeschweißt sind. Sie enthalten sowohl die Arbeitsaufträge als auch die Aufgaben zur Lernzielkontrolle. Auf allen diesen Blättern nimmt der Lernende Eintragungen vor. Dieses „Verbrauchsmaterial“ ist so aufgebaut, dass er damit seinen Wissensstand überprüfen, Lücken erkennen und sie schließen kann. Darüber hinaus dient es der Wiederholung und Festigung des Gelernten.
Zu jeder der 16 Übungen gehört eine „Anleitung der Übung“. Während die Lerninhalte mit Hilfe der „Kenntnisse zur Übung“ erarbeitet werden, stellt der Ausbilder die zum Üben und Experimentieren benötigten Arbeitsmittel zur Verfügung. In der Regel werden Sie als „Einstieg“ die besondere Zielstellung und Problematik erläutern. In einigen Fällen ist es erforderlich, die Handhabung von Geräten oder gar die Messungen selbst vorzuführen.

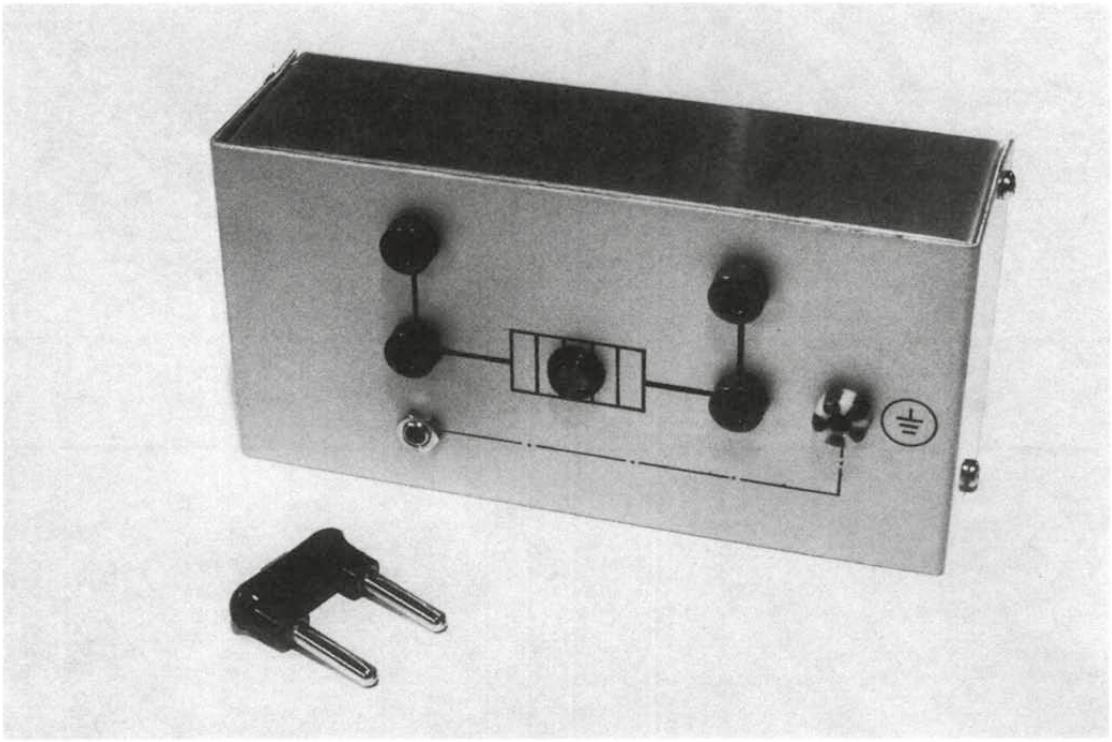
Grundsätzlich müssen alle von den Lernenden durchzuführende Übungen und Experimente aus Sicherheitsgründen unterhalb der Funktions-Kleinspannung von 50 Volt Wechsel- oder 120 Volt Gleichspannung stattfinden.

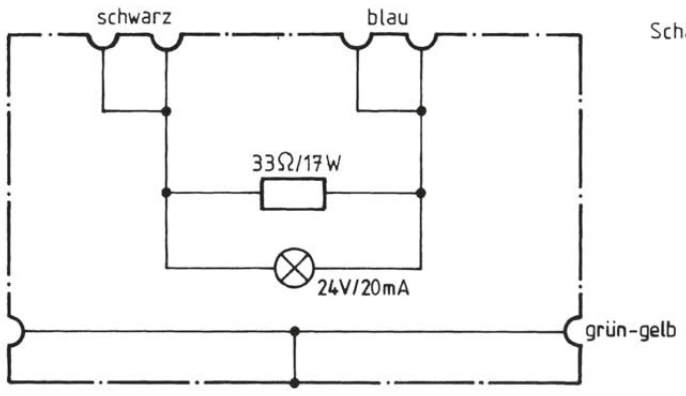
Auch nach dem Durcharbeiten der Übungsreihe ist der Auszubildende nicht berechtigt, Arbeiten an Betriebsmitteln durchzuführen, die für höhere Spannungen bestimmt sind. Es dürfen also auch grundsätzlich keine entsprechenden Verdrahtungen vorgenommen werden, die die Funktions-Kleinspannung überschreiten!

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Manfred Mostmann | Umgehen mit Elektrizität
Begleitheft für den Ausbilder
5. Auflage 2006
Artikelnr.: 80256 | ISBN 978-3-87125-043-9

Für diverse Arbeitsaufträge benötigen Sie ein geschlossenes Metallgehäuse mit einem Lastwiderstand und einem Kurzschlussstecker.
Der Widerstand ist ein Hochlast-Drahtwiderstand. Der Widerstand muss in den Arbeitsaufträgen zur Übung 10 ausgewechselt werden.
Der Abstand zu den Gehäusebuchsen muss identisch mit dem Stiftabstand des Kurzschlusssteckers sein (19 mm).





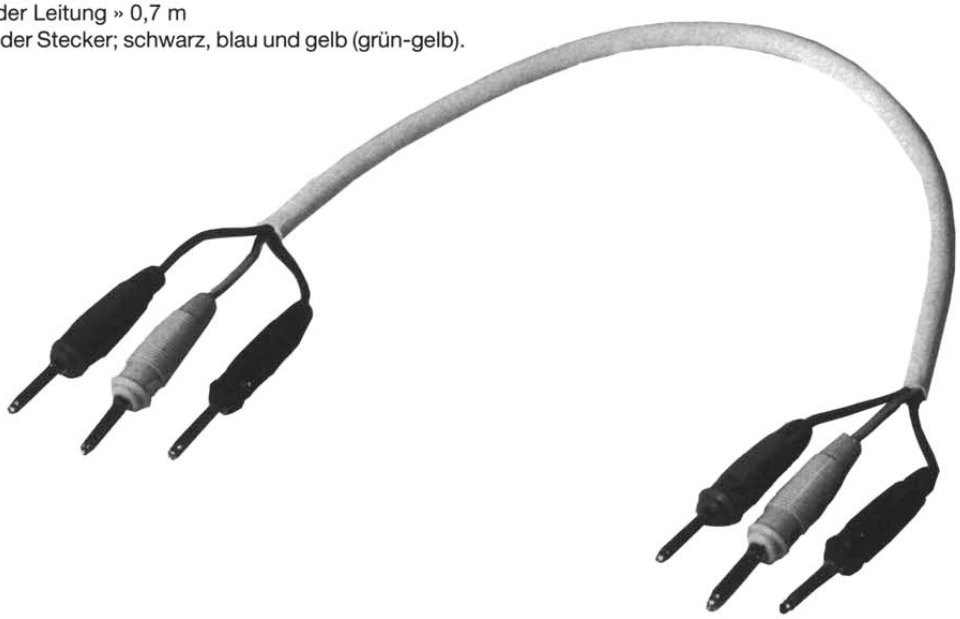
Schaltplan

Metallgehäuse mit Lastwiderstand und Signallampe

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

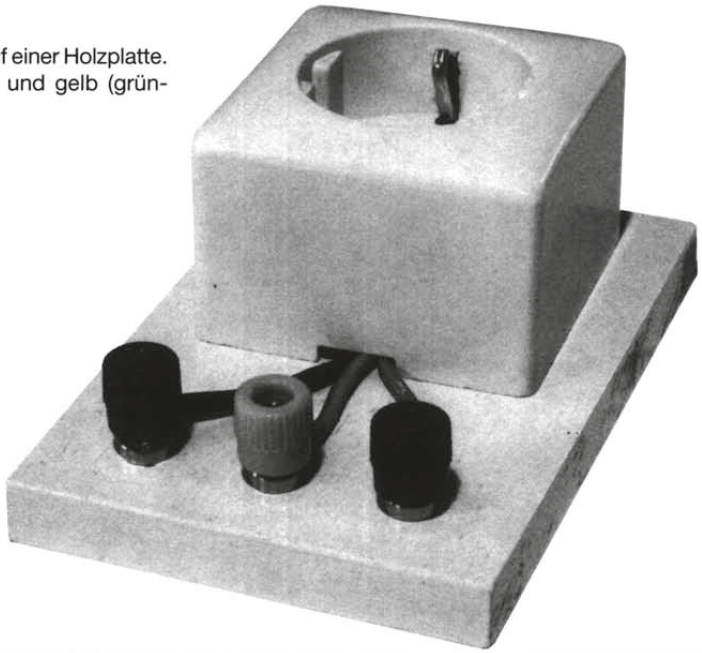
Manfred Mostmann | Umgehen mit Elektrizität
Begleitheft für den Ausbilder
5. Auflage 2006
Artikelnr.: 80256 | ISBN 978-3-87125-043-9

Länge der Leitung » 0,7 m
Farben der Stecker; schwarz, blau und gelb (grün-gelb).



dreiadrige Zuleitung

Schutzkontakt-Steckdose, montiert auf einer Holzplatte. Farben der Buchsen: schwarz, blau und gelb (grün-gelb).



Übungs-Steckdose

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Manfred Mostmann | Umgehen mit Elektrizität
Begleitheft für den Ausbilder
5. Auflage 2006
Artikelnr.: 80256 | ISBN 978-3-87125-043-9

Inhalt und Reihenfolge der Vermittlung

1. Erläuterung der Lernziele
2. Kenntnisvermittlung – Stromwirkung auf den menschlichen Körper, Widerstand
3. Kenntnisvermittlung – Zusammenhang zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand
4. Übung

Geräte und Arbeitsmittel

- Vielfachmessgerät
- div. Verbindungsleitungen
- Bügeleisen
- Haartrockner
- Heizlüfter
- regelbares Netzgerät
- 3 verschiedene Lampen (12 V) mit Fassung

Allgemeine Hinweise

In dieser Übung soll dem Auszubildenden die physikalische Größe elektrische Stromstärke im Hinblick auf die Gefahren für den Menschen vermittelt werden. Er soll in die Lage versetzt werden, Gefahren nach Vorgaben mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes rechnerisch zu überprüfen.

Der Einstieg erfolgt über die Frage, was geschieht, wenn man einen elektrischen Schlag bekommt.

Die Gefährdung des Menschen durch die Aufnahme von elektrischer Energie hängt nicht – wie oft angenommen – nur von der Höhe der elektrischen Spannung ab. Die Stromstärke bestimmt in erster Linie das Ausmaß der Gefahr. Die Stromeinwirkung auf den menschlichen Körper ist außerdem auch von der Stromart, der Einwirkungsdauer und von dem elektrischen Widerstand des Körpers (Körperwiderstand) abhängig. Die Wahrnehmungsschwelle eines Stroms durch den Körper liegt bei ca. 0,5 mA. Die Wirkung stärkerer Ströme als 0,01 A (10 mA) hängt von der Einwirkungsdauer ab, wie Bild 1 zeigt. Fließt z. B. ein Strom von 0,1 A nur 0,1 s lang, dann muss bereits mit dem lebensgefährlichen Herzkammerflimmern gerechnet werden, zumindest treten aber Lähmungserscheinungen, Atemkrämpfe oder Bewusstlosigkeit auf.

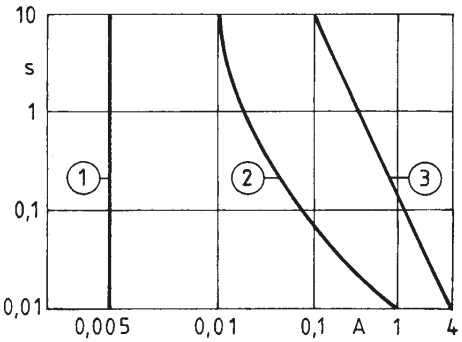


Bild 1 Gefährdung bei Stromfluss (50 Hz) Hand-Hand und Hand-Fuß

① Einwirkungen entweder nicht wahrnehmbar oder noch keine medizinisch-schädlichen Auswirkungen

② Herzkammerflimmern schon möglich

③ Mit großer Wahrscheinlichkeit Herzkammer flimmern

In der Praxis stellt sich die Frage nach der maximalen Berührungsspannung, die als nicht lebensgefährlich angesehen werden kann. Da der Körperwiderstand des Menschen sehr unterschiedlich ist (etwa 0,6 bis 4 kΩ) und mit steigender Spannung abnimmt, wie Bild 2 zeigt, lässt sich kein absolut ungefährlicher Wert, sondern nur ein für den Menschen wahrscheinlich ungefährlicher Spannungswert angeben.

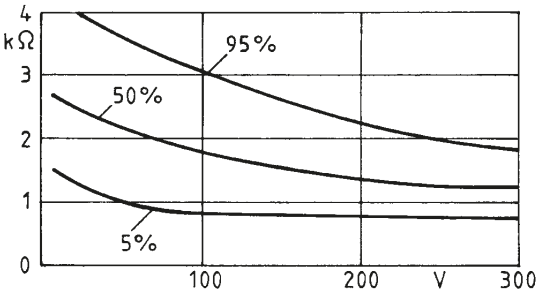


Bild 2 Körperwiderstand bei Stromfluss (1 kHz) Hand-Fuß. Angabe der Werte, die von 5 %, 50 % oder 95 % aller Menschen nicht überschritten werden.

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Manfred Mostmann | Umgehen mit Elektrizität
Begleitheft für den Ausbilder
5. Auflage 2006
Artikelnr.: 80256 | ISBN 978-3-87125-043-9

Unter Berücksichtigung der Herzkammerflimmerschwelle (Bild 1) und eines statistischen Körperwiderstands von 1000 Ω gilt der Schutz vor lebensgefährdendem Herzkammerflimmern als erreicht, wenn die Berührungsspannung den Effektivwert von 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung nicht überschreitet. Diese Werte treten nach den VDE-Bestimmungen anstelle des Wertes 65 V, der bisher für beide Spannungsarten gleich genormt war.

Bei der Kenntnisvermittlung über den Widerstand kann in einer Ausbilderdemonstration den Auszubildenden gezeigt werden, dass die Elektronenbewegung von den besonderen Eigenschaften des den Strom leitenden Mediums abhängig ist. Für diese Eigenschaften sind in der Elektrotechnik zwei verschiedene Bezeichnungen gebräuchlich: Leitwert und Widerstand. Der Begriff Leitwert wird hier als Vermögen eines Werkstoffs, den Strom zu leiten, eingeführt, als elektrische Größe aber nicht weiter behandelt. Der Begriff „Widerstand" soll den Auszubildenden als Ladungsträgerbehinderung erklärt werden und dem Leitwert gegenübergestellt werden.

$R = \frac{1}{G}$ R in Ω
G in S (Siemens)

In einem Gespräch mit den Auszubildenden kann angeführt werden, dass der elektrische Widerstand als Konstruktionsgröße vorbestimmbar ist:

Der Widerstand eines Werkstoffs ist um so größer,
- je größer der spezifische Widerstand (ρ) des Werkstoffs ist,
- je länger der Leiter (l) ist und
- je kleiner der Leiterquerschnitt (A) ist.

Es gilt:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

R = Widerstand in Ω
l = Leiterlänge in m
A = Leiterquerschnitt in mm^2
ρ = spezifischer Widerstand in $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Temperatur eine Einflussgröße auf den elektrischen Widerstand ist. Glühlampen besitzen einen stark temperaturabhängigen Widerstand. Eine Widerstandsmessung des Glühfadens im kalten Zustand ergibt nicht den errechenbaren Widerstand aus Strom- und Spannungsmessung beim Betrieb der Lampe.

Da zu erwarten ist, dass die Auszubildenden gerne wissen möchten, wie groß ihr eigener Körperwiderstand ist, soll dem im **1. Arbeitsauftrag** der Übung 6 Rechnung getragen werden. Es muss jedoch dem Auszubildenden verdeutlicht werden, dass die erzielten Ergebnisse keine allgemeine Gültigkeit, auch nicht für sie selbst, besitzen. Der Körperwiderstand hängt von der Berührungsfläche, dem Stromweg und der Hautbeschaffenheit ab. Er verringert sich, wenn die anliegende Spannung steigt (siehe Bild 2). Bei den Widerstandsmessungen mit dem Vielfachmessgerät wird eine Messspannung von 1,5 V verwendet.

Bevor die ersten Widerstandsmessungen mit dem Vielfachmessgerät von den Auszubildenden vorgenommen werden, muss eine kurze Einweisung erfolgen, in der folgende Aspekte angesprochen werden sollen:

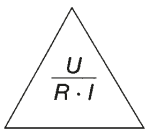
– Widerstandsmessbereiche (Batterietest)
– Messen im spannungsfreien Zustand
– Nullabgleich vor der ersten Widerstandsmessung
– Ableseübung

Zur Durchführung der Strommessungen an verschiedenen Widerständen im
2. Arbeitsauftrag schlagen wir den Einsatz von Laborübungsplatten vor, wie sie von verschiedenen Lehrmittelherstellern angeboten werden. Diese Hersteller bieten zumeist auch dazu passende Steckwiderstände im Kunststoffgehäuse an.

Nachdem bereits in Übung 5 die Proportionalität zwischen Stromstärke und Spannung bei konstantem Verbraucher (Widerstand) erarbeitet worden ist, liefert der 2. Arbeitsauftrag als Ergebnis, dass bei konstanter Spannung die Stromstärke dem Widerstand umgekehrt proportional ist.

Im **3. Arbeitsauftrag** wird der Zusammenhang zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand zum Ohmschen Gesetzt zusammengefasst.

Für das Umstellen des Gesetzes wird hier das „Ohmsche Dreieck" als Merkhilfe empfohlen:
Durch Abdecken der gesuchten Größe erhält man die Berechnungsgleichung dafür:



Beispiel 1: U (abgedeckt) = $R \cdot I$

Beispiel 2: R (abgedeckt) = $\frac{U}{I}$

Der **4. Arbeitsauftrag** der Übung führt zur Anwendung des Ohmschen Gesetzes in einer Gefahrensituation.

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG