

Elektrische und pneumatische Fertigungstechnik

AUBK 2



Inhaltsverzeichnis

Fachspezifische Arbeitssicherheit	7
Elektrische Verbindungs- und Verdrahtungstechnik	26
Pneumatische Fertigungstechnik	159
Elektropneumatische Fertigungstechnik	212
Normen	245

Herausgeberin: Edition Swissmem
6. Auflage 2017

Bezugsquelle:
Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

Telefon Vertrieb 052 260 55 55
Fax Vertrieb 052 260 55 59

www.swissmem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch

Copyright Text, Zeichnung und Ausstattung:
© by Swissmem, Zürich

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile
sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in
andern als den gesetzlich zugelassenen Fällen
bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des
Herausgebers.

An der Ausarbeitung dieses Lehrgangs waren beteiligt:

Godel Nicolas
Goetschmann Christoph
Huwyler Rolf
Küpfer Werner
Mäder Hansjürg
Schraven Stefan
Urfer Simon
Zehnder Bruno
Kummer Michael (Projektleitung), Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Für die Unterstützung mit Bildern danken wir:

ABB Schweiz AG, Baden
Brütsch/Rüeggger Werkzeuge AG, Urdorf
Dätwyler Cables, Altdorf
Distrelec, Nänikon
Electrosuisse, Fehraltorf
Festo Didactic, Dietikon
Moeller Electric AG, Effretikon
Siemens Schweiz AG, Zürich

März 2017 Swissmem Berufsbildung

Zeichenerklärungen und inhaltlicher Aufbau

Zeichenerklärung

	Diese Variante ist zweckmässig. Im Sinne der Optimierung des Produktes suchen wir die stärkste Lösung.
	Brauchbare Lösung. Sicher sind noch bessere Varianten zu finden!
	Diese Lösung ist ungeeignet. Überlegen Sie, aus welchem Grund diese Lösung nicht befriedigt und suchen Sie eine bessere Variante.
	Lösen Sie diese Aufgabe mit dem geeignetsten Hilfsmittel.
	Lernziele
	Wichtige Hinweise
	Information

Notieren Sie hier die zutreffenden Informationen, wie nationale oder internationale Normen, Betriebsnormen, Titel von Fachbüchern, Betriebsanleitungen usw.

Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang ist nach der gleichen Struktur wie der Kompetenzen-Ressourcen-Katalog aufgebaut.

Der Ressourcenaufbau ist wie folgt gegliedert:

Aktivierung

Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Grundsatzfragen, welche den momentanen Wissensstand erfassen.

Theorie / Übungen

Der Theorieteil beinhaltet neben der Theorie auch Fragen und/oder Übungen, welche die Lernenden lösen müssen.

Repetition

Als Abschluss des Ressourcenaufbaus sind Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen der Festigung des Lernstoffs.

Inhaltsverzeichnis

Fachspezifische Arbeitssicherheit

Sicherheitsmassnahmen	7
Schutzmassnahmen	8
Erste Hilfe	17
Verhalten	18
Notrufnummern	18
Meldeschema	18
Erste Hilfe bei Verbrennungen, Blutungen und Schock	22
Erste Hilfe bei Elektrounfall	23

Elektrische Verbindungs- und Verdrahtungstechnik

Leiter und Kabel	26
Leiterarten	27
Kabelarten	29
Werkzeuge	37
Konfektionierung	40
Löten	47
Lötverbindungen	48
Dioden	62
Elektronische Bauelemente	62
Brückengleichrichter	63
Z-Dioden	64
Bipolare Transistoren	65
Thyristoren	66
Integrierte Schaltungen	67
Elektrische Bauelemente	69
Widerstände	70
Festwiderstände	72
Veränderbare Widerstände	73
Temperaturabhängige Widerstände	74
Spannungsabhängige Widerstände	75
Leistungswiderstände	76
Kondensatoren	77
Klemmen	79
Stecker	84
Bedien- und Meldegeräte	85
Schalt- und Schutzapparate	92
Relais	92
Zeitrelais	94
Schütze	96
Schmelzsicherungen	97
Leitungsschutzschalter	100
Fehlerstromschutzschalter	102
Motorschutzschalter	103
Motorschutzrelais	104
Transformatoren	105
Motoren	106
Sanftanlaufgeräte	108
Frequenzumrichter	109
Fertigungsunterlagen	113
Stückliste	114
Anordnung elektrischer Betriebsmittel	115
Kennzeichnung von Betriebsmitteln	118

Inhaltsverzeichnis

Verdrahten	129
Auszug aus der Norm EN 60 204-1	132
Prüfen	136
Förderbandsteuerung	140
Prüfprotokoll	155

Pneumatische Fertigungstechnik

Bauelemente und Anschlussarten	159
Pneumatisches Grundsystem	161
Wartungseinheit	163
Ventile	166
Prozessorik	166
Wegeventile	167
Rückschlag- und Stromventile	176
Schalldämpfer	178
Antrieb	179
Zylinder	179
Einfachwirkender Zylinder	180
Doppeltwirkender Zylinder	181
Dreh-/Schwenkantrieb	182
Druckluftmotor	183
Pneumatikschema	185
Signalfluss	187
Weg-Schritt-Diagramm	189
Montage	201
Zubehörteile	202
Fehlersuche	209

Elektropneumatische Fertigungstechnik

Magnetventile	212
Sensorik	215
Signalgeber	215
Elektropneumatik Schema	221
Signalfluss	221
Bohrsteuerung	223

Normen

Symbole	245
Wichtige Symbole	247
Pneumatische Symbole	249
Allgemeine Symbole	250
NIN, EN 60204, EN 61439	255

Sicherheitsmassnahmen



Sicherheitsmassnahmen zur Unfallverhütung anwenden



1) Welche technischen Schutzmassnahmen kennen Sie?

2) Welche Vorschriften für das Arbeiten an elektrischen Anlagen sind Ihnen bekannt?

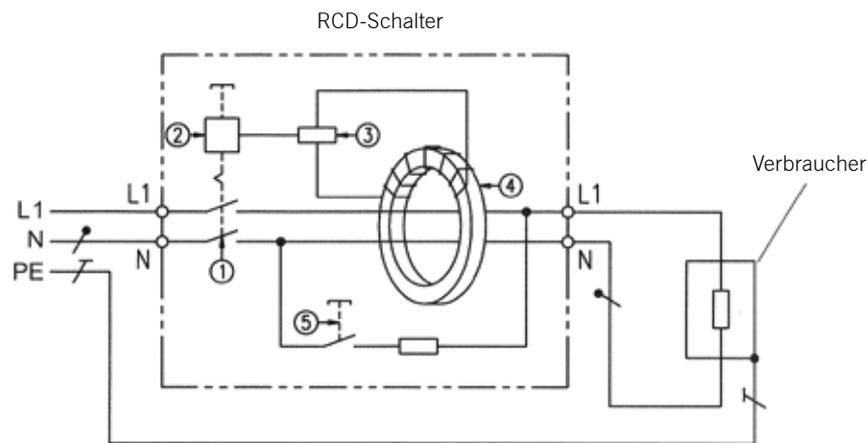
Sicherheitsmassnahmen

Schutzmassnahmen

Technische Schutzmassnahmen haben zum Ziel, dass bei elektrischen Geräten und Anlagen auch im Fehlerfall, z.B. bei einem Isolationsdefekt, keine gefährlichen Berührungsströme auftreten.

Fehlerstromschutzschalter

Fehlerstromschutzschalter RCD (Residual Current Protective Device) ergeben in Kombination mit herkömmlichen Schutzmassnahmen einen optimalen Personen- und Brandschutz. Die RCD-Schalter werden häufig auch als FI-Schalter bezeichnet.



Aufbau

- | | | | |
|---|--------------------|----|-----------------------------------|
| 1 | Schalter | L1 | Hinleiter/Polleiter, Aussenleiter |
| 2 | Auslöser | N | Rückleiter/Neutralleiter |
| 3 | Auslösespule | PE | Schutzleiter |
| 4 | Summenstromwandler | | |
| 5 | Prüftaste | | |

Wirkungsweise

Der RCD-Schalter löst aus, sobald die Stromdifferenz (Fehlerstrom) zwischen Hin- und Rückleiter einen bestimmten Wert übersteigt.



RCD-Schalter bieten keinen Kurzschlusschutz Polleiter–Polleiter oder Polleiter–Neutralleiter!

Betriebsbedingungen

- Der Systemnullpunkt des Wechsel- oder Drehstromnetzes muss geerdet sein.
- Der Neutralleiter ist nach dem RCD-Schalter isoliert vom Schutzleiter zu führen.
- Der Schutzleiter darf nicht durch den Summenstromwandler des RCD-Schalters geführt werden.



Sicherheitsmassnahmen



Die Wirkung des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper hängt von der Stromstärke, der Einwirkungsdauer und vom Stromweg ab.

Für Geräte, die im Freien verwendet werden, z.B. Rasenmäher, Heckenscheren, sind Fehlerstromschutzeinrichtungen vorgeschrieben.
 Es ist empfehlenswert, auch alle andern Steckdosen mit einer Fehlerstromschutz-einrichtung zu schützen (zusätzlicher Schutz).
 Für den Brandschutz werden Fehlerstromschutzeinrichtungen mit 300 mA eingesetzt. Fehlerstromschutzeinrichtungen haben einen empfindlichen Auslösemechanismus, der, solange kein Fehlerstrom fließt, nicht aktiv wird. Damit der Auslösemechanismus im Fehlerfall sicher anspricht, muss die Prüftaste etwa einmal pro Monat betätigt werden.

Schutzisolierung

Die Schutzisolierung ist eine zweite, von der Betriebsisolation unabhängige zusätzliche Isolation.

Kennzeichnung: 

Apparate mit Schutzisolierung **dürfen nicht geerdet werden** und besitzen daher einen zweipoligen Stecker ohne Schutzkontakt.

Schutztrennung

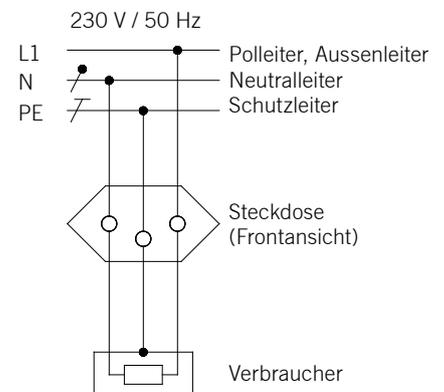
Mit einem Trenntransformator (Übersetzung 1:1) wird ein einzelner Apparat oder Anlageteil von der übrigen Anlage galvanisch getrennt (ohne leitende Verbindung). Der Sekundärstromkreis weist keinen Schutzleiter auf und darf nicht geerdet werden.



Schutzerdung

Unter Schutzerdung als Schutzmassnahme versteht man den Anschluss von nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitenden Teilen, z.B. Apparategehäuse an den Schutzleiter.

Der Schutzleiter wird an einer definierten Stelle im Netz mit dem Neutraleiter verbunden.



Die Schutzerdung (Schema TN-S) ist eine Schutzmassnahme, bei welcher Fehlerströme über den Schutzleiter an die Stromversorgung (Transformator) zurückgeführt werden.

Die Verwendung eines vorhandenen Neutraleiters als PEN-Leiter setzt voraus, dass dieser durchgehend einen Minimalquerschnitt von 10 mm² Kupfer aufweist, durchwegs isoliert ist und seine Enden an allen Abzweigstellen als PEN-Leiter, d.h. grün/gelb und hellblau, gekennzeichnet sind.

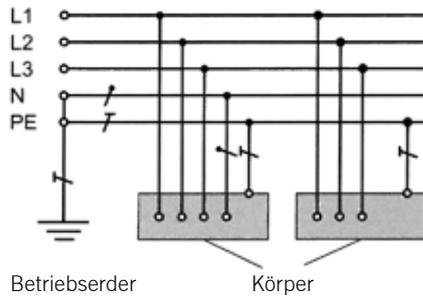
Diese Schutzmassnahme wird in dicht besiedelten Gebieten angewendet sowie in Anlagen mit eigenem Transformator.

Bei der Schutzerdung Schema TN-S ist ein Punkt direkt geerdet; die Körper der elektrischen Anlage sind über Schutzleiter mit diesem Punkt verbunden.

Sicherheitsmassnahmen

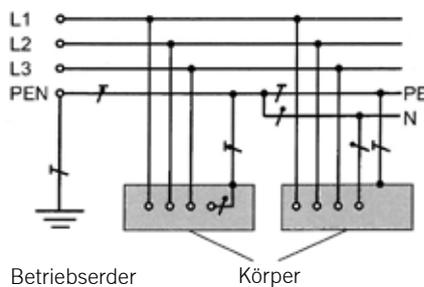
System TN-S

Neutral- und Schutzleiter werden in der gesamten Stromversorgung separat geführt.



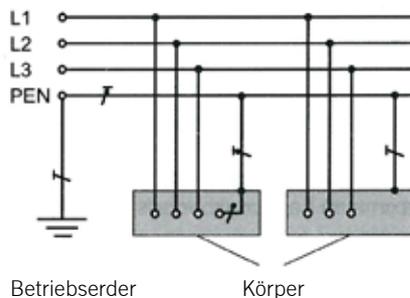
System TN-C-S

Die Funktion des Neutral- und des Schutzleiters ist in einem Teil der Stromversorgung in einem einzigen Leiter (PEN) kombiniert.



System TN-C

Die Funktion des Neutral- und des Schutzleiters ist in der gesamten Stromversorgung in einem einzigen Leiter (PEN) kombiniert.

Erklärung der
Bezeichnungen

Erster Buchstabe – Erdungsverhältnisse der Stromversorgung.

T direkte Verbindung eines Punktes zur Erde

Zweiter Buchstabe – Beziehung der Körper der elektrischen Anlagen zur Erde

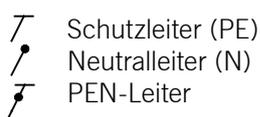
T Körper direkt geerdet, unabhängig von der bestehenden Erdung eines Punktes der Stromquelle.**N** Körper direkt mit dem geerdeten Punkt der Stromquelle verbunden.

In Wechselstromnetzen ist der geerdete Punkt im Allgemeinen der Sternpunkt.

Weitere Buchstaben – Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters

S Für die Schutzfunktion ist ein Leiter vorgesehen, der vom Neutralleiter separat geführt ist.**C** Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen kombiniert in einem Leiter (PEN).

Leitersymbole



Sicherheitsmassnahmen

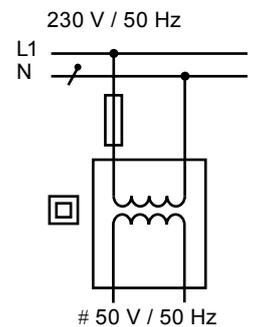


Für den Schutz gegen indirekte Berührung muss darauf geachtet werden, dass alle berührbaren, leitenden Teile eine zuverlässige Verbindung zum Schutzleiter haben. Der Widerstand der Schutzleiterverbindung muss möglichst klein sein.

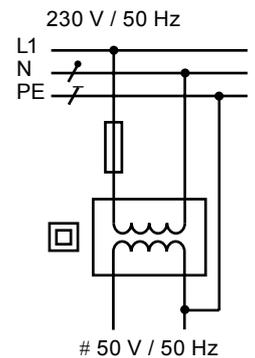
Kleinspannung

Unter Kleinspannung als Schutzmassnahme versteht man das Betreiben von schutzpflichtigen Werkzeugen, Apparaten und Anlagen ohne Sonderisolierung mit einer Spannung von höchstens 50 Volt. Dazu sind Trenntransformatoren mit galvanisch getrennten Primär- und Sekundärwicklungen zu verwenden. Man unterscheidet zwei Arten von Kleinspannung:

Sicherheitskleinspannung,
Safety Extra Low Voltage (SELV):
Sekundärstromkreise von Schutzkleinspannungsanlagen dürfen nicht geerdet und nicht mit Stromkreisen höherer Spannung verbunden werden.



Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung,
Protection Extra Low Voltage (PELV):
Bei der Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung handelt es sich um Kleinspannungsanlagen mit geerdeten Sekundärstromkreisen und Transformatoren, welche den Anforderungen an eine sichere elektrische Trennung genügen.



Sicherheitsmassnahmen

Arbeiten an elektrischen Anlagen

Kleinspannungsanlagen
(# 50 VAC/# 120 VDC)

Niederspannungsanlagen
(# 1000 VAC/# 1500 VDC)



Hochspannungsanlagen

	Spannungsfreie Anlagen	Spannungsführende Anlagen
	Ohne Einschränkungen erlaubt	Ohne Einschränkungen erlaubt (Vorsicht: Kurzschlussströme)
	Bei Einhalten der Sicherheitsregeln erlaubt Sicherheitsregeln: 1. Anlage trennen 2. Gegen Wiedereinschalten sichern 3. Spannungsfreiheit prüfen 4. Erden und Kurzschliessen der Netzleiter 5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken Viele Elektrounfälle passieren, weil einer oder mehrere Punkte der Sicherheitsregeln nicht eingehalten werden!	Nur in begründeten Ausnahmefällen erlaubt Bedingungen: – Das Personal muss entsprechend ausgebildet sein – Mindestens zwei Personen müssen anwesend sein – Die Arbeit muss sorgfältig vorbereitet werden – Es muss isoliertes Werkzeug verwendet werden – Der Standort ist weitmöglichst zu isolieren – Es sind, soweit möglich, isolierende Handschuhe zu tragen – Arbeitskleider (keine Kunststoffkleider) müssen bloss Körper Teile bedecken – Spannungsführende Teile sind weitmöglichst abzudecken. – Die Schutzbrille ist zu tragen (bei Bemessungsströmen über 10 A)
	Nur durch speziell instruiertes Personal erlaubt	Unter allen Umständen verboten

Fehlverhalten

Beim Messen

- Kurzschluss durch Messspitzen
- Stromschlag wegen offengelassener Schaltkreise nach beendigter Messung
- Defektes Messgerät wegen Ohm-Messung unter Spannung
- Defekte Sicherung im Messgerät bei falscher Einstellung

Beim Ersetzen

- Motorschutzschalter löst aus, weil beim Ersatz ein zu kleiner Wert eingestellt wurde
- Motor ist defekt, weil beim Ersatz des Motorschutzschalters ein zu hoher Stromwert eingestellt wurde

Beim Ändern

- Abdeckung nach erfolgter Arbeit nicht mehr montiert
- Materialreste und Werkzeuge im Steuerschrank nach Umverdrahtungsarbeiten
- Nach Revisionsarbeiten Sicherheitskreise überbrückt