

# Elektrische Fertigungstechnik Schaltungs- und Messtechnik

AMBK 2L



## Inhaltsverzeichnis

Fachspezifische Arbeitssicherheit	9
Elektrische Verbindungs- und Verdrahtungstechnik	25
Messtechnik	159
Schaltungstechnik	205
Normen	279

Herausgeberin: Edition Swissmem  
5. Auflage 2016

Bezugsquelle:  
Swissmem Berufsbildung  
Brühlbergstrasse 4  
8400 Winterthur

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

[www.swissmem-berufsbildung.ch](http://www.swissmem-berufsbildung.ch)  
[vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch](mailto: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/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf  
Dätwyler Cables, Altdorf  
Distrelec, Nänikon  
Electrosuisse, Fehraltorf  
Festo Didactic, Dietikon  
Moeller Electric AG, Effretikon  
Siemens Schweiz AG, Zürich

März 2016 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
	Informationen im Web: <a href="http://www.swissmem-elearning.ch">www.swissmem-elearning.ch</a>

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

<b>Sicherheitsmassnahmen</b>	<b>9</b>
Schutzmassnahmen	10
<b>Erste Hilfe</b>	<b>16</b>
Verhalten	17
Notrufnummern	17
Meldeschema	17
Erste Hilfe bei Verbrennungen, Blutungen und Schock	21
<b>Erste Hilfe bei Elektrounfall</b>	<b>22</b>

### Elektrische Verbindungs- und Verdrahtungstechnik

<b>Leiter und Kabel</b>	<b>25</b>
Leiterarten	26
Kabelarten	28
<b>Werkzeuge</b>	<b>37</b>
<b>Konfektionierung</b>	<b>40</b>
<b>Löten</b>	<b>47</b>
Lötverbindungen	48
Dioden	62
<b>Elektronische Bauelemente</b>	<b>62</b>
Brückengleichrichter	63
Z-Dioden	64
Bipolare Transistoren	65
Thyristoren	66
Integrierte Schaltungen	67
<b>Elektrische Bauelemente</b>	<b>69</b>
<b>Widerstände</b>	<b>70</b>
Festwiderstände	72
Veränderbare Widerstände	73
Temperaturabhängige Widerstände	74
Spannungsabhängige Widerstände	75
Leistungswiderstände	76
<b>Kondensatoren</b>	<b>77</b>
<b>Klemmen</b>	<b>79</b>
<b>Stecker</b>	<b>84</b>
<b>Bedien- und Meldegeräte</b>	<b>85</b>
<b>Schalt- und Schutzapparate</b>	<b>92</b>
Relais	92
Zeitrelais	94
Schütze	96
Schmelzsicherungen	97
Leitungsschutzschalter	100
Fehlerstromschutzschalter	102
Motorschutzschalter	103
Motorschutzrelais	104
<b>Transformatoren</b>	<b>105</b>
<b>Motoren</b>	<b>106</b>
<b>Sanftanlaufgeräte</b>	<b>108</b>
<b>Frequenzumrichter</b>	<b>109</b>
<b>Fertigungsunterlagen</b>	<b>113</b>
Stückliste	114
Anordnung elektrischer Betriebsmittel	115
Kennzeichnung von Betriebsmitteln	118

## Inhaltsverzeichnis

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

### Messtechnik

<b>Messinstrumente</b>	<b>159</b>
Messen – Prüfen	160
Prüfinstrumente	161
Übersicht Messinstrumente	163
Analoge Messinstrumente	164
Digitale Messinstrumente	167
Zangenamperemeter	168
Wattmeter	170
Genauigkeit	172
Messfehler	173
Wartung von Messgeräten	174
<b>Messprotokoll</b>	<b>177</b>
Beispiel Messprotokoll	179
<b>Bauelemente messen</b>	<b>187</b>
Indirekte Leistungsmessung	197
Dreiphasige Messung	201

### Schaltungstechnik

<b>Spannungsquellen und Widerstände</b>	<b>205</b>
Stromkreis	206
Parallelschaltung	207
Leistung	208
Serieschaltung von Widerständen	209
Parallelschaltung von Widerständen	210
Gemischte Widerstandsschaltungen	214
Potentiometer-Schaltungen	215
Schaltungen mit veränderbaren Widerständen	216
Reale Spannungsquellen	216
<b>Gleichrichterschaltungen</b>	<b>219</b>
Diode	219
Einphasen-Schaltungen	220
<b>Gemischte Schaltungen</b>	<b>227</b>
Spulenbeschaltungen	227
Spannungsstabilisierung	228
<b>Verbindungsprogrammierte Steuerungen</b>	<b>233</b>
Grundfunktionen	234
Dauerkontaktsteuerung	235
Impulskontaktsteuerung	235
Verriegelungsschaltung	236
Prüfprotokoll	237
Zeitverzögerte Grundfunktion	241
Drehstrom-Asynchron-Motoren	246
Direktanlauf	246

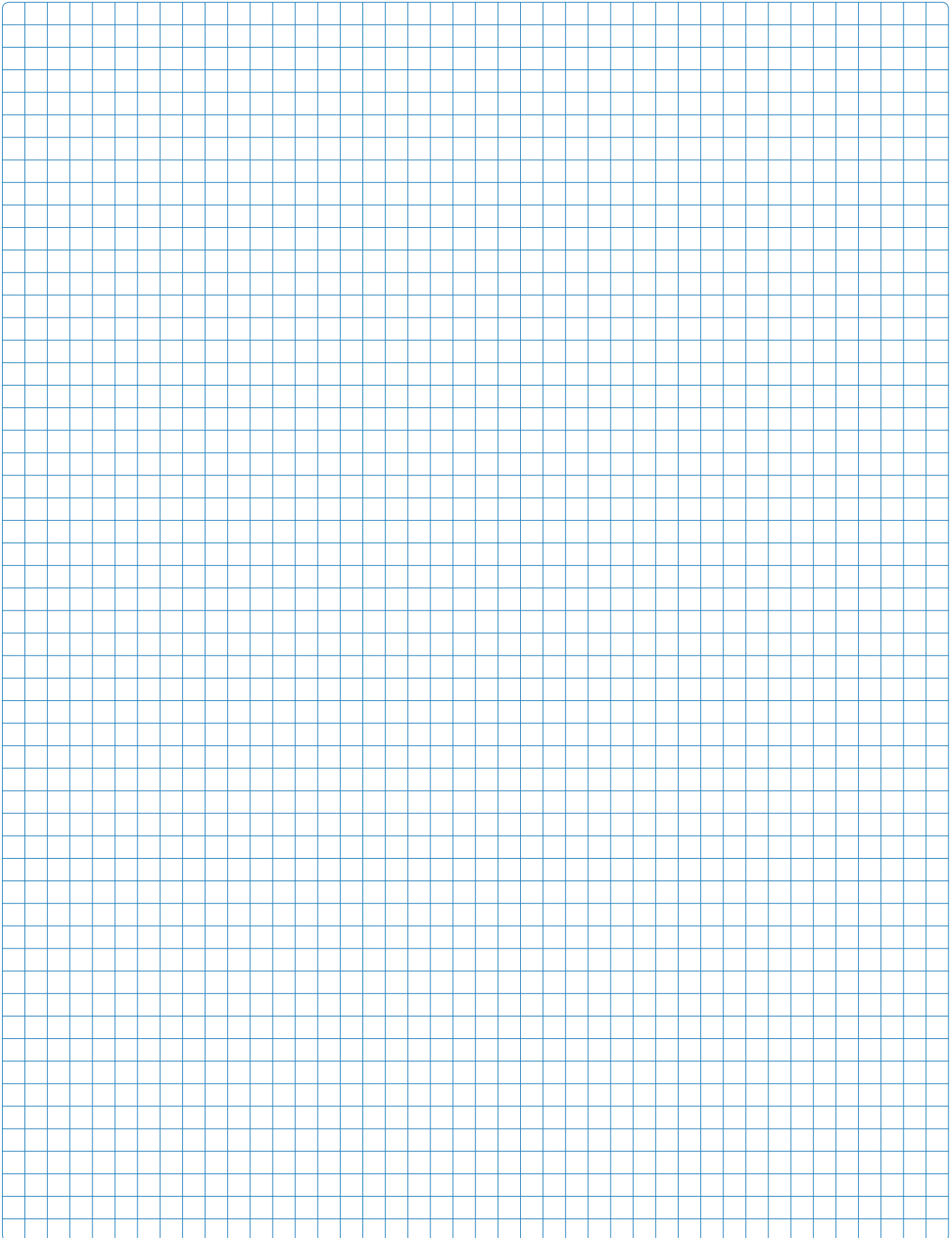
<b>Niveausteuerng</b>	<b>248</b>
Prüfprotokoll	262
<b>Störungsbehebung</b>	<b>264</b>
Fehlerarten	265
Ablauf einer Störungsbehebung	271
Systematisches Messen	272
Reparaturprotokoll	276
Beispiel Reparaturprotokoll	277

## Normen

<b>Symbole</b>	<b>279</b>
<b>NIN, EN 60204, EN 61439</b>	<b>287</b>
<b>Leiter und Leitungen</b>	<b>291</b>

## Notizen

---

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares.



## Sicherheitsmassnahmen



### Sicherheitsmassnahmen zur Unfallverhütung anwenden



1) Welche technischen Schutzmassnahmen kennen Sie?

Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter), Schutzisolierung, Kleinspannung, Schutz-  
trennung, Schutzerdung, Abdeckungen, Hindernisse

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

SUVA-, EKAS- (Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit)  
und Betriebsvorschriften

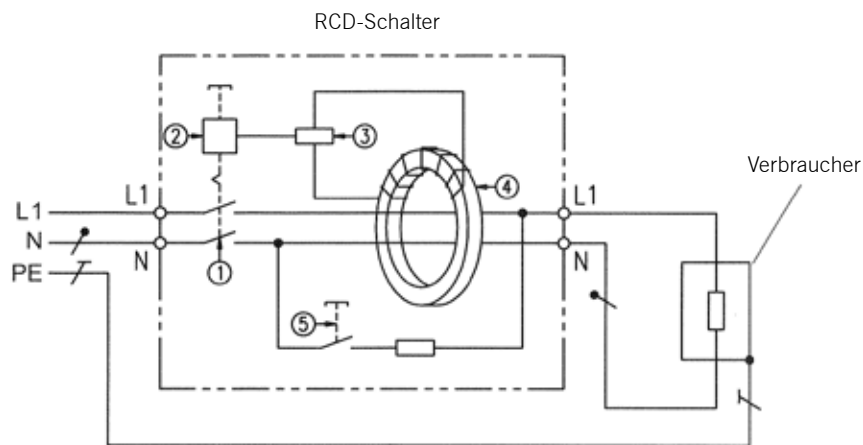
## Sicherheitsmassnahmen

### 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

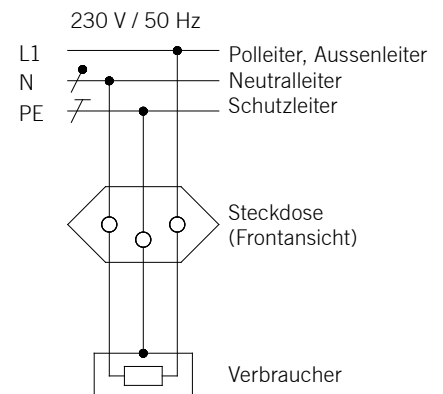
Mit einem Trenntransformator (Übersetzung 1:1) wird ein einzelner Apparat oder Anlageteil von der übrigen Anlage galvanisch getrennt (ohne leitende Verbindung). Der Sekundärstromkreis weist keinen Schutzleiter auf und darf nicht geerdet werden.



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 Neutralleiter verbunden.



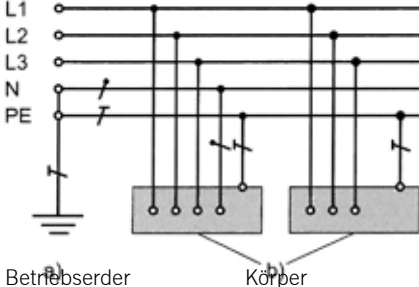
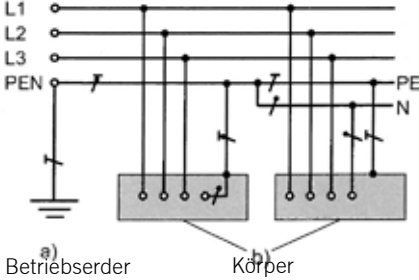
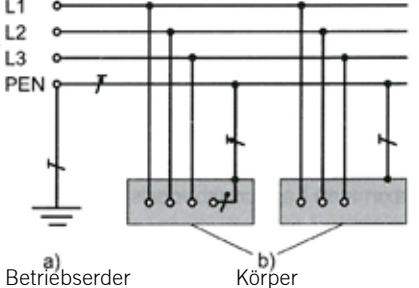



Die Schutzerdung (Schema TN-S) ist eine Schutzmassnahme, bei welcher Fehlerströme über den Schutzleiter an die Stromversorgung (Transformator) zurückgeführt werden.

Die Verwendung eines vorhandenen Neutralleiters als PEN-Leiter setzt voraus, dass dieser durchgehend einen Minimalquerschnitt von 10 mm<sup>2</sup> 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

Tipp:	Siehe NIN COMPACT «Zweck, Stromversorgung und Aufbau der Anlage»
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	<p>Erster Buchstabe – Erdungsverhältnisse der Stromversorgung.</p> <p><b>T</b> direkte Verbindung eines Punktes zur Erde</p> <p>Zweiter Buchstabe – Beziehung der Körper der elektrischen Anlagen zur Erde</p> <p><b>T</b> Körper direkt geerdet, unabhängig von der bestehenden Erdung eines Punktes der Stromquelle.</p> <p><b>N</b> Körper direkt mit dem geerdeten Punkt der Stromquelle verbunden. In Wechselstromnetzen ist der geerdete Punkt im Allgemeinen der Sternpunkt.</p> <p>Weitere Buchstaben – Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters</p> <p><b>S</b> Für die Schutzfunktion ist ein Leiter vorgesehen, der vom Neutralleiter separat geführt ist.</p> <p><b>C</b> Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen kombiniert in einem Leiter (PEN).</p>
Leitersymbole	<p> Schutzleiter (PE)</p> <p> Neutralleiter (N)</p> <p> PEN-Leiter</p>