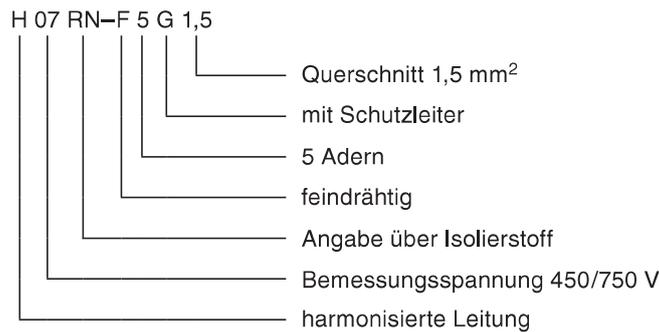


**Isolierte Leitungen**

haben Leiter mit einer Aderisolierung und eine zusätzliche Umhüllung (den Mantel).

Bei der *Anschlussleitung* handelt es sich um eine *Bauart nach harmonisierten Normen*.



**Leitungen für den Anschluss ortsveränderlicher Verbrauchsmittel (Auswahl)**

Bezeichnung	Kurzzeichen	$U_0/U$	Anzahl Adern	Querschnitt mm <sup>2</sup>	Anwendung	Bild
mittlere PVC-Schlauch-Leitung	H05VV-F	300/500 V	2 – 7	0,7 – 2,5	Bei mittlerer mechanischer Beanspruchung auch in nassen Räumen sowie in explosionsgefährdeten Bereichen	
mittlere Gummischlauchleitung	H05RR-F	300/500 V	2 – 5	0,7 – 2,5	Bei geringer mechanischer Beanspruchung; z. B. für Elektrowerkzeuge	
schwere Gummischlauchleitung	H07RN-F	450/750 V	1 – 36	1 – 500	Bei mittlerer mechanischer Beanspruchung, auf Baustellen, im Freien usw.	

**Leitungen und Kabel**

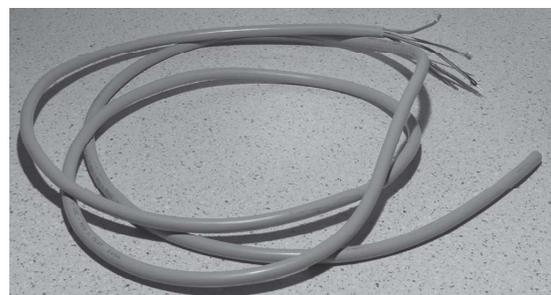


$U_0$  größte zulässige Spannung Leiter gegen Erde  
 $U$  größte zulässige Spannung Leiter gegen Leiter

Im industriellen Bereich werden häufig *Ölflex-Leitungen* eingesetzt.

Das sind halogenfreie flexible Anschlussleitungen aus blanken Cu-Drähten.

Die Aderisolierung besteht aus einer halogenfreien Spezialmischung. Der Außenmantel ist hoch flammwidrig.



**Farbkennzeichnung**

Bei bis zu 5 Adern müssen die einzelnen Aderisolierungen durch Farben gekennzeichnet werden.

Bei mehr als 5 Adern sind sämtliche Adern schwarz und tragen einen Zahlendruck. Bei Drehstromleitungen sollen die Farben Schwarz, Braun und Grau verwendet werden.

**Die grün-gelbe Ader darf nur als Schutzleiter verwendet werden.**

**Aderfarben in Leitungen für ortsveränderliche Verbrauchsmittel**

Anzahl Adern	mit Schutzleiter	ohne Schutzleiter
2	–	blau, braun
3	grün-gelb, braun, blau	blau, braun, schwarz
4	grün-gelb, blau, schwarz, braun	schwarz, blau, braun, schwarz
5	grün-gelb, schwarz, blau, braun, schwarz	braun, blau, braun, schwarz, schwarz
6 und mehr	grün-gelb, weitere schwarze Adern mit Ziffern	schwarze Adern mit Ziffern

**Aderfarben für mehr- und vieladrige Kabel**

Anzahl Adern	mit Schutzleiter	ohne Schutzleiter
2	grün-gelb, schwarz (ab 10 mm <sup>2</sup> )	blau, braun
3	grün-gelb, blau, braun	blau, schwarz, grau
4	grün-gelb, braun, schwarz, grau	blau, braun, schwarz, grau
5	grün-gelb, blau, braun, schwarz, grau	blau, braun, schwarz, grau, schwarz
6 und mehr	grün-gelb, schwarze Adern mit Ziffern	schwarze Adern mit Ziffern

Für die *Reparatur* wird also folgende *Leitung* benötigt:

**H07 RN-F 5 G 1, 5**

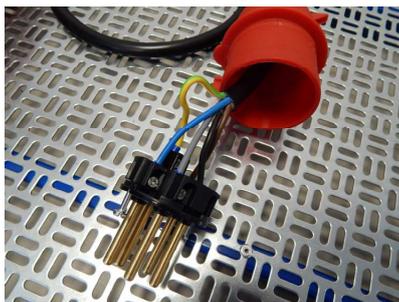
Aderfarben: grün-gelb, schwarz, blau, braun, schwarz

**Demontage der defekten Leitung**

- Steckvorrichtung demontieren.
- Prüfen, ob Steckvorrichtung in Ordnung ist und erneut verwendet werden kann.
- Anschlusskasten am Schweißgerät öffnen und Leitungen abklemmen.
- Leitungen aus Anschlussraum herausziehen.
- Sämtliche Schrauben usw. sicher verwahren.

**Montage der neuen Leitung**

- Anschlussleitung passend ablängen (die defekte Leitung kann als Muster dienen).
- Leitung an beiden Enden vorsichtig absetzen. Dabei die Aderisolation nicht beschädigen, Leitung mit beschädigter Isolation keinesfalls verwenden.
- Adern der Leitung passend abschneiden; dabei die grün-gelbe Ader länger lassen.
- Adern abisolieren.
- Aderendhülsen aufsetzen und fachgerecht quetschen.
- Prüfen, ob die Verschraubung (Leitungseinführung) noch verwendet werden kann; eventuell auswechseln.
- Leitung durch die Verschraubung in den Anschlussraum einführen (Dichtheit muss gewährleistet sein).
- Leitung zugentlasten.
- Leitung anklemmen, dabei Schrauben fest anziehen.

**■ Isolierte Leitungen**

haben Leiter mit einer Aderisolation und eine zusätzliche Umhüllung (den Mantel).

**■ Leitungen für feste Verlegung**

ändern ihre Lage nach der Installation nicht mehr.

Bei Querschnitten bis zu 10 mm<sup>2</sup> werden sie eindrätig (massiv) ausgeführt.

**■ Flexible Leitungen**

werden zum Anschluss ortsveränderlicher Verbrauchsmittel oder bewegten Teilen von Maschinen verwendet. Sie sind fein- oder feinstdrätig.

### ■ Elektrofachkraft

ist, wer aufgrund der fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrung sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die Fähigkeit hat, die übertragenen Arbeiten zu beurteilen und mögliche Gefahren zu erkennen.

### ■ Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten

ist, wer aufgrund der fachlichen Ausbildung, seiner Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der bei diesen festgelegten Tätigkeiten zu beachtenden Bestimmungen, die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

#### Aufgaben:

Ausführung von bestimmten elektrotechnischen Arbeiten (im Rahmen der festgelegten Tätigkeiten) nur in Anlagen mit Bemessungsspannungen bis 1000 V Wechselspannung bzw. 1500 V Gleichspannung im freigeschalteten Zustand.

### ■ Nenngrößen und Dichtbereich von metrischen Verschraubungen

Nenngröße	Dichtbereich
12	3 – 6 mm
16	5 – 10 mm
20	8 – 13 mm
25	11 – 17 mm
32	15 – 21 mm
50	27 – 35 mm

Bei ortsveränderlichen Betriebsmitteln dürfen Würgenippel oder Verschraubungen nicht die Zugentlastung ersetzen.

- Prüfen, ob der grün-gelbe Schutzleiter so lang ist, dass er sich bei Zug als letzte Ader von der Klemme lösen würde.
- Prüfen, ob keine Leitungsader bei Schließen des Anschlusskastens gequetscht wird.
- Anschlussraum durch Aufsetzen des Deckels wieder schließen; dabei auf Dichtheit achten (Schrauben fest anziehen).
- Leitung von hinten durch das Stecker-Oberteil einführen und durch die Zugentlastungsvorrichtung schieben.
- Zugentlastung festschrauben.
- Leitungsadern passend ablängen (grün-gelbe Ader länger lassen), abisolieren und mit Aderendhülsen versehen.
- Leitungsadern im Unterteil des Steckers anklammern; Schrauben fest anziehen.
- Prüfen, ob sich der grün-gelbe Schutzleiter zuletzt von der Klemme lösen würde und beim Aufschieben des Stecker-Oberteils keine Leitungsader eingequetscht wird.
- Stecker-Oberteil vorsichtig auf Unterteil aufschieben und verschrauben.
- Mängelfreiheit der neuen Anschlussleitung durch Sichtkontrolle feststellen.

**Sobald möglich, eine Elektrofachkraft von der durchgeführten Reparatur in Kenntnis setzen.**

Die feindrähtigen Leiter nicht beschädigen, damit sich der Leiterquerschnitt nicht verringert.

Zugentlastungsschellen: Der Leitungsmantel soll etwa 2 mm nach innen überstehen.

### Leitungseinführung

Elektrische Betriebsmittel sind Feuchtigkeit, Wasser, Staub usw. ausgesetzt. Das Innere der Betriebsmittel muss davor geschützt werden.

Insbesondere bei *Leitungseinführungen* ist darauf zu achten. Eine zuverlässige Abdichtung ist zwingend.

Zum Einsatz kommen dabei *Würgenippel* und *Verschraubungen*.



### Anwendung von Würgenippeln

- Abgemantelte Leitung durch die Membranbohrung des Würgenippels drücken. Darauf achten, dass sich der elastische Membranwerkstoff fest an den Leitungsmantel anlegt.
- Die eingeführte Leitung etwas zurückziehen, die Membran umschließt dann die Leitung fest.



**Niemals die Membranbohrung aufschneiden!**

### Anwendung von Verschraubungen

- Wenn die Einführungsöffnung am Betriebsmittel kein Gewinde hat, muss die Verschraubung mithilfe einer Gegenmutter eingeschraubt werden. Nur dann ist eine einwandfreie Abdichtung sichergestellt.
- Oberteil der Verschraubung herausschrauben. Dem Verschraubungsunterteil Scheibe und Gummidichtung entnehmen.
- Verschraubungs-Oberteil, Scheibe und Gummidichtung über die abgemantelte Leitung schieben. Reihenfolge:  
Oberteil-Scheibe-Dichtung.
- Leitung einführen und Oberteil festschrauben. Auf einwandfreie Abdichtung achten.



### Abmanteln von Leitungen

Werkzeug: Mantelschneider oder Mantelschneidzange

Die Schnitttiefe ist einstellbar, sodass die Aderisolation unbeschädigt bleibt.

### Abmanteln mit dem Montagemesser

- Abmantellänge festlegen
- Rundschnitt ausführen (keine Spirale schneiden)
- Leitung ein wenig biegen, damit der Mantel an der Schnittstelle ganz durchtrennt wird
- Mantel abziehen



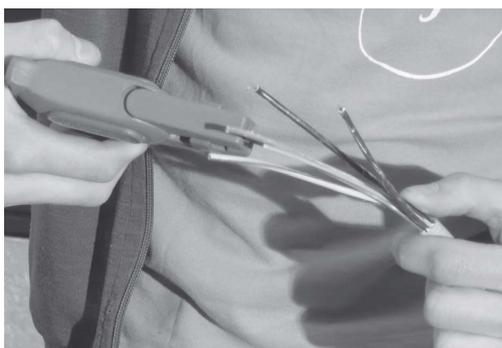
### Abisolieren von Leitungen

Abisolieren ist das Entfernen der Leiterisolation.

#### Arbeit mit dem Kabelmesser

Isolation abschälen; dazu das Messer *parallel* zum Leiter ansetzen.

Leiter nicht einkerben; massive Leiter könnten dann brechen. Bei feindrähtigen Leitern kann es zu einer Querschnittsverringerung kommen.



#### Arbeit mit der Abisolierzange

Bis 6 mm<sup>2</sup>-Querschnitt werden bevorzugt *automatische Abisolierzangen* eingesetzt. Dann ist keine Einstellung notwendig (Querschnitt). Die Abisolierlänge kann an einem verstellbaren Anschlag eingestellt werden.

### ■ Quetschen einer Aderendhülle



### ■ Klemmen

Betriebsmittel zur Verbindung von Leitern.

Klemmen müssen einen ausreichenden *Kontakt-druck* haben, damit der Übergangswiderstand an der Klemmstelle gering ist.

Mangelhafte Klemmverbindungen sind häufig die Ursache elektrisch gezündeter Brände.

### ■ Schraubenlose Klemmverbindungen

lassen sich mithilfe eines Werkzeugs oder durch Drehen des Leiters wieder lösen.

### Aderendhülsen

Das Abspießen einzelner Leiter muss bei *fein-* und *feinstdrätigen* Leitungen durch Verwendung von *Aderendhülsen* verhindert werden.

Der abisolierte Leiter wird in die Hülle gesteckt und durch Druck verformt. Hierfür werden spezielle *Aderendhülsenzangen* verwendet.

Nur passende Aderendhülsen verwenden (Querschnitt)!

### Farbkennzeichnung von Aderendhülsen

Leiterquerschnitt mm <sup>2</sup>	Farbe der Aderendhülle
0,5	weiß
0,75	grau
1,0	rot
1,5	schwarz
2,5	blau
4,0	grau
6,0	gelb
10,0	rot

### Anschlussstechnik

#### Schraubklemmen

Verwendet vor allem zur Verbindung von Leitern mit hohen Strömen. Durch *hohe Kontaktkräfte* auf kleinstem Raum werden niedrige Übergangswiderstände erreicht.

#### Zugklemmen

Die Leiter werden nur noch eingesteckt, nicht festgeschraubt. Auch flexible Leiter mit Aderendhülle sind einfach anschließbar.

#### Schneidklemmen

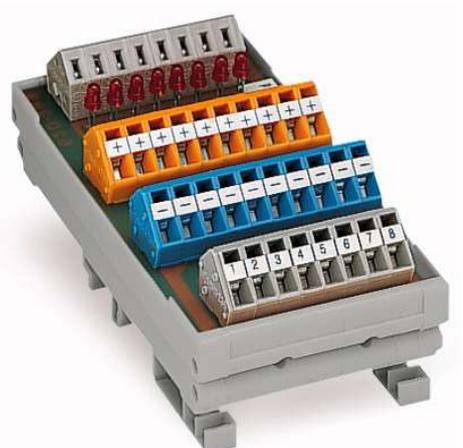
Ein Abisolieren der Adern ist nicht mehr erforderlich. Aderendhülsen werden nicht mehr benötigt.

Ein Schneidkontakt durchtrennt und verdrängt die Isolierung beim Einschwenken des Leiters und stellt einen federnden Kontakt her.



### Sichtkontrolle

- Aderendhülle bis zur Isolation auf den Leiter geschoben?
- Sämtliche Leiterdrähte von der Aderendhülle umschlossen?
- Quetschstelle auf Mitte der Aderendhülle?



**Klemmverbindungen sorgfältig ausführen!**

Ein hoher Übergangswiderstand kann zu einer sehr starken Wärmeentwicklung führen.

Dies bedeutet erhebliche Brandgefahr.

**Steckvorrichtungen**

Anwendung findet eine *Kragensteckvorrichtung*, die zumeist als *CEE-Steckvorrichtung* bezeichnet wird. *CEE*: Internationale Commission für Regeln zur Begutachtung Elektrotechnischer Erzeugnisse.

In einem runden Gehäuse sind runde Steckerstifte bzw. Buchsen *kreisförmig* angeordnet.

**Kennfarben von CEE-Steckvorrichtungen**

Spannung	Kennfarbe
20 – 25 V	violett
40 – 50 V	weiß
100 – 130 V	gelb
200 – 250 V	blau
380 – 480 V	rot
500 – 690 V	schwarz



■ Ausführung von Steckvorrichtungen

TB

**Unterschiede bei CEE-Steckvorrichtungen**

- Steckvorrichtungen für Spannungen über 50 V verfügen über eine Nase am Stecker und eine Nut an der Kupplung.
- Die Position des Schutzkontaktes ist unterschiedlich.
- Der Durchmesser der Schutzkontaktstifte ist größer.
- Die Gehäuse haben unterschiedliche Farben.
- Die Gehäusegrößen sind unterschiedlich.



Lage der Schutzkontaktbuchsen

Bei polrichtigem Anschluss der Steckvorrichtung muss sich immer ein *Rechtsdrehfeld* ergeben.

CEE-Steckvorrichtungen



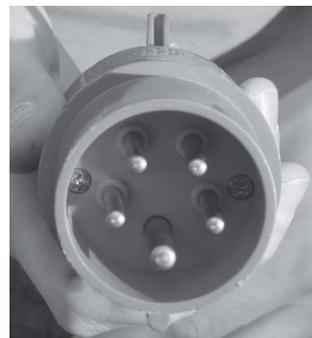
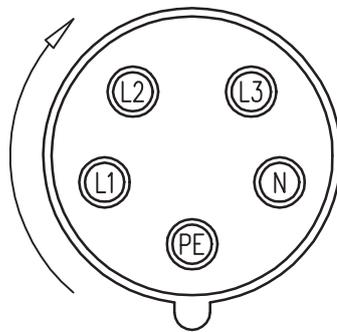
Polzahl Spannung		110 – 130 V 50/60 Hz	200 – 250 V 50/60 Hz	380 – 415 V 50/60 Hz
3				
		4 h	6 h	9 h
		4		
4 h	9 h			6 h
5				
		4 h	9 h	6 h

Eine *Verpolung* ist bei CEE-Steckvorrichtungen nicht möglich. Deshalb ist beim *Anschluss* unbedingt auf die *richtige Reihenfolge* zu achten.

Schutzkontakt

Bei Verbindung des Schutzkontaktes von Stecker und Steckdose (bzw. Kupplung) wird der Schutzleiterkontakt immer vor der Verbindung der Außenleiter und des Neutralleiters hergestellt.

Beim Trennen wird der Schutzleiterkontakt zuletzt unterbrochen.



Bei der hier verwendeten CEE-Steckvorrichtung (5-polig für 400 V) befindet sich der *Schutzkontakt* in Stellung 6 Uhr (6 h). Der *Durchmesser* der Steckvorrichtung ist von der Stromstärke abhängig (16 A, 32 A, 63 A und 125 A).