

Anschlussstechnik für CEE-Steckvorrichtungen

Helmut Kiefer

Die neuen Anschlussstechniken für CEE-Steckvorrichtungen haben die älteren noch lange nicht verdrängt. Der Beitrag beschäftigt sich mit den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Anschlussstechniken.

Dass es noch immer die »gute alte Klemmentechnik« für CEE-Steckvorrichtungen gibt, hat seine Ursache in einer Reihe von Kriterien, die für die Auswahl der am besten geeigneten Anschlussstechnik relevant sind.

Kriterien für Wahl der Klemme

Aus technischer Sicht beeinflussen etliche Kriterien den Einsatz einer bestimmten Klemmenart. Beispiele hierfür sind:

- Anschlussleistung
- verwendete Leiterart
- Kontaktfläche und -druck
- Übergangswiderstände
- Materialverhalten bei Erwärmung
- Haltekraft und Schocksicherheit
- Wiederanschließbarkeit
- Korrosionsfestigkeit
- Gasdichtheit
- Querschnittsbandbreite
- Festinstallation oder mobiler Einsatz.

Weiterhin entscheiden aus Sicht des Anwenders sowohl die Installations- und Arbeitsgewohnheiten als auch wirtschaftliche Kriterien über die Wahl der Klemmenart. Mit den meisten Klemmen-Neuentwicklungen sollen Arbeitsabläufe optimiert sowie die Zahl der Arbeitsschritte reduziert werden. Daraus folgen unmittelbare Kosteneinsparungen.

Auch die Sicherheit ist ein Aspekt bei der Klemmenwahl. Es gilt, Fehlerquellen zu eliminieren und Montagefehler zu

Helmut Kiefer, Leiter Verkaufsförderung, Mennekes Elektrotechnik, Kirchhundem

Leiterquerschnitte

Stromstärke	flexibler Leiter	starrer Leiter
16 A	1,0 ... 2,5 mm ²	1,5 ... 4,0 mm ²
32 A	2,5 ... 6,0 mm ²	2,5 ... 10,0 mm ²
63 A	6,0 ... 16,0 mm ²	6,0 ... 25,0 mm ²
125 A	16,0 ... 50,0 mm ²	25,0 ... 70,0 mm ²

Nach DIN EN 60309 für CEE-Steckvorrichtungen

vermeiden. Weniger Arbeitsschritte bedeuten weniger Fehlerquellen für den Elektroinstallateur.

Klemmentwicklung eilt der Normung voraus

Die Bedingungen für Steckvorrichtungen regeln DIN-EN 60309-1 und DIN EN 60309-2. Diese Normen berücksichtigen ausdrücklich Schraubklemmen, weil es zum Entstehungszeitpunkt der Norm noch keine Alternativen zu Schraubklemmen gab. Aus heutiger Sicht ist das eine Einschränkung.

Die notwendigen Normenänderungen sind bereits in Arbeit. Sie müssen jedoch noch auf internationaler Ebene harmonisiert werden. Der Schlüssel für eine normenkonforme Nutzung ist die DIN EN 60998-2-3 (Schneidklemmen) und DIN 60999-1 (Klemmstellen), welche die Klemmenanforderungen regeln. Somit können auch die neueren Steckvorrichtungen mit Zugfeder- oder Schneidklemmen das VDE-Zeichen erlangen, obwohl DIN EN 60309-1 nur Schraubklemmen erwähnt.

Die Norm DIN EN 60309 definiert die Leiterquerschnitte, für die CEE-Steckvorrichtungen geeignet sein müssen (Tabelle). Die Kenntnis der anzuschließenden Leiterart entscheidet über die Klemmenart einer CEE-Steckvorrichtung (siehe Kasten auf S. 40.).

Buchsenklemmen

Buchsenklemmen – auch Schraubklemmen genannt – werden bei Standard-CEE-Steckvorrichtungen bis 125 A eingesetzt (Bild 1). Sie eignen sich für starre und flexible Leiter. Der Elektroinstallateur muss beim Anschluss folgende Arbeitsschritte durchführen:

- Leiter abisolieren
- Leiterenden bei flexiblen Leitern mit Aderendhülsen oder Kabelstiftschuhe versehen
- Leiter in Klemme einführen
- Verschrauben.

Vorteile: Die Anschlussstechnik mit Schraubklemmen hat sich seit Jahren als Standard etabliert. Steckvorrichtungen mit Schraubklemmen sind oft preiswerter als solche mit anderen Anschlussstechniken.

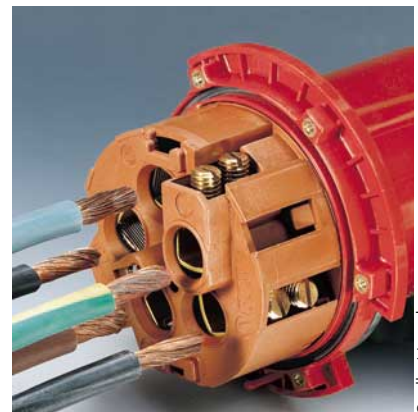


Quelle: Mennekes

Bild 1: Buchsenklemmen benötigen groß dimensionierte Kontaktschrauben und Wandstärken, die Schraubkräfte sicher aufnehmen und sich nicht verformen; der anzuschließende Leiter muss ausreichend tief »eintauchen« können

Bei richtiger Vorbereitung und Installation der anzuschließenden Leiter ergibt sich eine hohe Haltekraft bei geringen Übergangswiderständen. Die Klemme ist weitgehend korrosionsfest.

Nachteile: Aufgrund der vielen Vorbereitungsarbeiten des Leiters und der zeitaufwändigen Verschraubung ist diese Anschlussstechnik die arbeitsintensivste Variante. Eine Vielzahl von potenziellen Fehlerquellen verlangt sorgfältigste Arbeiten. Die Kontaktqualität hängt in hohem Maße von der Vorbereitung des Leiters ab. Fehlende Aderendhülsen, falsches Verkrümmen oder Aufspießen der Leiter verursachen häufig zu hohe Übergangswiderstände, begleitet von unzulässig hoher Erwärmung. Bei fehlenden Aderendhülsen kann die Schraube



Quelle: Mennekes

Bild 2: Rahmenklemmen eignen sich für starre und flexible Leiter in Steckvorrichtungen von 63 A bis 125 A

schnell den Leiter beschädigen und schwächen, d. h. den Querschnitt verjüngen.

Fazit: Wenn der Zeitfaktor nur eine untergeordnete Rolle spielt, spricht nichts gegen den Einsatz des »Klassikers«. Allerdings muss wegen der potenziellen Fehlerquellen bei der Leitervorbereitung mit besonderer Aufmerksamkeit und Sorgfalt gearbeitet werden.

Rahmenklemmen

Rahmenklemmen werden vorzugsweise bei Steckvorrichtungen mit 63 A und 125 A eingesetzt (Bild 2). Sie eignen sich für flexible und starre Leiter und werden ebenfalls geschraubt. Allerdings drückt die Schraube nicht unmittelbar auf den Leiter. Deshalb braucht der Elektroinstallateur die Leiterenden nicht vorbereiten. Nach dem Abisolieren kann er den Leiter direkt in die Klemme einführen und verschrauben.

Vorteile: Bei flexiblen Leitern – auch hohen Querschnitts – entfällt das Aufbringen der Aderendhülsen als Arbeitsschritt und somit als potenzielle Fehlerquelle.

Der Leiter lässt sich durch die große Klemmenöffnung leicht einführen, wodurch sich auch die Gefahr des Abspleißens einzelner Litzendrähte bei flexiblen Leitern gegenüber der Schraubklemme reduziert. Der hohe gleichmäßige Kontaktdruck über eine große Fläche sorgt für einen geringen Übergangswiderstand. Der Leiter wird nicht beschädigt und der Querschnitt bleibt erhalten. Die im Allgemeinen gegen Selbstlockern gesicherten Schrauben gewährleisten einen langfristig gleichmäßigen Kontaktdruck bei hoher Vibrations- und Schockfestigkeit.

Qualitativ hochwertige Rahmenklemmen lassen hohe Schrauben-Drehmomente zu und bleiben formstabil.

Nachteile: Der Elektroinstallateur muss die Leiter sorgfältig in die Rahmenklemme einführen, weil diese abspleißen können. Zieht er die Schrauben nicht ausreichend fest an, können zu hohe Übergangswiderstände entstehen.

Fazit: Rahmenklemmen bieten mehr Sicherheit als Buchsenklemmen. Die einfache Handhabung sorgt für Zeit- und Kostenersparnis, besonders bei großen Querschnitten.

Fahrstuhlklemmen

Eine weitere Variante der geschraubten Klemmen ist die Fahrstuhlklemme. Sie eignet sich für flexible und starre Leiter. Hersteller setzen die Fahrstuhlklemme jedoch relativ selten in CEE-Steckvorrichtungen ein. Der Elektroinstallateur muss die gleichen Arbeitsschritte beim Leiteranschluss wie bei der Buchsenklemme durchführen.

Vorteile: Die Fahrstuhlklemme bietet ähnliche Vorteile wie die Rahmenklemme: geringe Übergangswiderstände und schonendes Kontaktieren des Leiters. Häufig sind sie auch als Verbindungsklemmen zum Durchverdrahten ausgelegt.

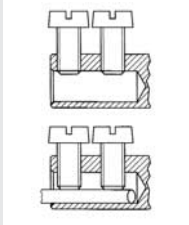
Nachteile: Hier gilt das Gleiche wie bei Rahmenklemmen.

Zusätzlich schränkt die Schraube den Anschlussbereich ein. Die Zahl der Arbeitsschritte wirkt sich auf die Montagekosten aus.

CHRONIK DER KLEMMEN

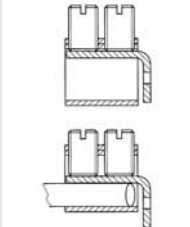
Buchsenklemme

Die Buchsenklemme ist die älteste Anschlusstechnik, um elektrische Leiter mit den Kontakten in Steckvorrichtungen oder Geräten zu verbinden. Die Schraube drückt direkt auf den Leiter. Die Buchse bildet dabei das Widerlager. Auch heute ist sie noch sehr verbreitet.



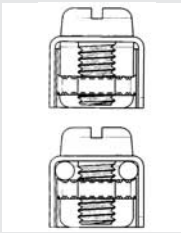
Rahmenklemme

Die Rahmenklemme wird seit ca. 15 Jahren bei Steckvorrichtungen eingesetzt. Bei der Rahmenklemme wirken die Schrauben auf eine zwischen Leiter und Schrauben befindliche Metallplatte. Der Rahmen dient dabei als Widerlager.



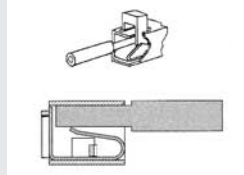
Fahrstuhlklemme

Fahrstuhlklemmen gibt es seit vielen Jahren. Die rechteckige Mutter wird mit der Schraube wie ein Fahrstuhl hochgezogen und klemmt den Leiter zwischen Mutter und Rahmenoberseite ein.



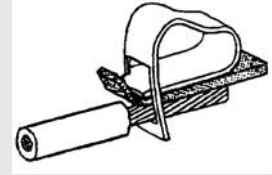
Federklemme

Gibt es erst seit ca. zehn Jahren für Schuko-Steckvorrichtungen, bei Schaltern allerdings schon seit über 30 Jahren. Die Federklemme ist so geformt, dass sie beim Einstecken des Leiters automatisch öffnet. Hierbei drückt die Feder den Leiter gegen den Kontaktkäfig.



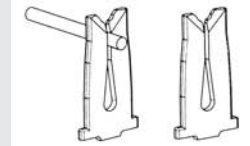
Zugfederklemme

Bereits seit über 25 Jahren auf dem Markt. 1998 wurden die ersten CEE-Steckvorrichtungen mit Zugfederklemme angeboten. Die Zugfederklemme wird über eine von außen wirkende Kraft vorgeöffnet beziehungsweise geschlossen.



Schneidklemmtechnik

Bereits vor 27 Jahren als Verbindungstechnik in der Elektrotechnik eingesetzt – ab dem Jahr 2000 erstmals für CEE-Steckvorrichtungen. Die Leiterisolierung wird beim Schließen des Schiebers automatisch aufgetrennt und der Leiter mit einer Federgabel kontaktiert.



Fazit: Fahrstuhlklemmen bieten Vorteile beim Durchverdrahten von Steckvorrichtungen. Als Alternative zu Buchsenklemmen sind sie diesen auf jeden Fall vorzuziehen, da das Beschädigungsrisiko des Leiters geringer ist.

Zugfederklemmen

Zugfederklemmen eignen sich für starre und flexible Leiter. Sie werden zurzeit in CEE-Steckern, -Steckdosen und -Kupplungen bis zu einer Nennstromstärke von 32 A eingesetzt.

Der Elektroinstallateur muss die Leiter abisolieren und in den Einführungstrichter der Zugfederklemme einführen. Eine weitere Vorbereitung der Leiterenden für den Zugfederklemmenanschluss ist nicht vorgeschrieben, da der Einführungstrichter, ein Abspießen der Leiter verhindert. Nach dem Einführen des Leiters in die Klemme wird diese durch Herabdrücken eines Schiebers geschlossen.

Vorteile: Der gleich bleibende Federdruck gewährleistet immer einen hohen Kontaktdruck. Der Arbeitsaufwand wird

im Vergleich zu Schraubklemmen deutlich reduziert. Zugfederklemmen sind wartungsfrei, d. h. der Elektroinstallateur braucht keine Schrauben nachziehen. Bauartbedingt eignen sich Zugfederklemmen für viele Leiterquerschnitte und gestatten ein wiederholtes Kontaktieren.

Nachteile: Obwohl es nicht vorgeschrieben ist, sollte der Elektroinstallateur die Leiterenden bei flexiblen Leitern verdrillen. Bei nicht verdrillten Leitern besteht die Gefahr, dass einzelne Drähte vor dem Einführen in den Einführungstrichter abspießen. Diese abgespießten Drähte können z. B. Fehler durch Spannungsverschleppung verursachen.

Im Vergleich zu den anderen Anschlusstechniken verfügen die Zugfederklemmen in CEE-Steckvorrichtungen nur über eine eingeschränkte Haltekraft der Verbindung. Bei erhöhten Zugbelastungen auf einzelne Leiter lässt sich der Leiter aus der Klemme ziehen.

Die Schwergängigkeit des Kontaktschiebers beim Schließen ohne Werkzeug ist mitunter unangenehm für den Elektroinstallateur.

Fazit: Steckvorrichtungen mit Zugfederklemmen reduzieren den Zeitaufwand im Vergleich zu Schraubklemmen und sollten dort verwendet werden, wo es auf Zeitersparnis ankommt. Allerdings erfordert der Anschluss eine besondere Aufmerksamkeit des Monteurs, damit die Leiterenden beim Einführen nicht abspießen.

Schneidklemmtechnik

Die Schneidklemmtechnik wurde für CEE-Stecker und -Kupplungen für den Einsatz bis 32 A für flexible Leiter weiter entwickelt (**Bild 3**). Natürlich können auch starre Leiter angeschlossen werden.

Der Elektroinstallateur kommt bei Schneidklemmen mit den wenigsten Arbeitsschritten aus. Die Arbeit reduziert sich auf das Einführen des isolierten Leiters und das Schließen des Schiebers, der hierbei automatisch kontaktiert.

Vorteile: Alle potenziellen Fehlerquellen der bisher beschriebenen Anschlusstechniken entfallen. Da der Elek-

troinstallateur die Leiterenden nicht abisoliert, können diese nicht aufspießen. Zusätzlich ist für ihn der Zeitaufwand minimal und die Belastung sehr gering, da er die Schieber mit Hilfe eines Schraubendrehers schließt – der als Hebel fungiert.

Die Schneidklemme ist wartungsfrei und gewährleistet einen gleichmäßig hohen Kontaktdruck. Hierfür sorgt die Federgabel, in welche der Leiter eingeklemmt wird. Durch die Zwangsführung des Leiters und die Bündelung der Einzeldrähte vor und hinter der Federgabel ist die Kontaktfläche immer klar definiert. Der diagonale Halt in der Federgabel vergrößert die Kontaktfläche zusätzlich.

Die Haltekraft der Schneidklemmen ist nahezu doppelt so hoch wie bei Zugfederklemmen und bietet deshalb hohe Sicherheitsreserven sowie Schock- und Vibrationsfestigkeit.

Da die Verbindung gasdicht ist, gibt es de facto keine Korrosion. Die guten Ergebnisse der Erwärmungsprüfung nach DIN EN 60309-1 – bei 16 A mit 22 A Prüfstrom und bei 32 A mit 42 A Prüfstrom – belegen die hohe Qualität des Kontakts.

Die Federgabel ermöglicht den wiederholten Anschluss auch bei unterschiedlichen Querschnitten.

Nachteile: Viele Elektrofachkräfte stehen der »Schneidklemm«-Technik mit Vorurteilen gegenüber. Sie glauben, der Leiter würde geschnitten. Dies ist jedoch falsch. Der Name »Schneidklemmtechnik« gibt verkürzt die Arbeitsschritte wieder, die bei der Kontaktierung automatisch ausgeführt werden: Zuerst wird die Isolierung des Leiters aufgetrennt (Schneiden), dann wird der Leiter in eine gabelförmige Kontaktfeder gedrückt (Klemmen). Der Leiter wird hierbei nicht beschädigt.

Fazit: Steckvorrichtungen mit Schneidklemmtechnik bieten das höchste Zeitsparpotenzial bei überzeugenden technischen Vorteilen. Da potenzielle Fehlerquellen nahezu ausgeschlossen sind, sind sie auch sehr sicher. Die Handhabung für den Elektroinstallateur ist mühelos.

Federklemmen

Federklemmen wurden für starre Leiter entwickelt und haben sich im Schuko-Bereich als Standard etabliert, da sie die Arbeit deutlich erleichtern (Bild 4). Flexible Leitern dürfen an Federklemmen angeschlossen werden, wenn die Leiterenden verkrimmt, mit Aderendhülsen gasdicht verpresst oder ultraschallverschweißt werden. Die Arbeit reduziert sich mit Federklemmen auf das Abisolieren – danach ggf. Aderendhülsen aufbringen – und Einführen der Leiter. Das zeitintensive Verschrauben oder das Schließen der Klemme entfällt.

Vorteile: Federklemmen sorgen für gleich bleibend guten Kontakt. Durch die große Auflagefläche und den hohen Federdruck ist der Übergangswiderstand sehr gering.

Federklemmen sind auch als Verbindungsklemmen geeignet. Der Elektroinstallateur braucht die abisolierten Leiter lediglich – ohne Werkzeug – in die Federklemmen einstecken.

Nachteile: Flexible Leiter müssen entsprechend vorbehandelt werden.

Fazit: Die seit Jahren im Schuko-Bereich bewährten Federklemmen bieten deutliche Vorteile gegenüber anderen Klemmenausführungen bei der Verdrahtung mit starren Leitern und somit in der Festinstallation. Das werkzeuglose, einfache Kontaktieren sowie die problemlose Handhabung schaffen klare Vorteile gegenüber anderen Klemmenkonstruktionen.

Zusammenfassung

Innovative Anschlussstechniken bieten dem Elektrohandwerk Einsparpotenziale und erleichtern die Arbeit. Die »Universalklemme für alle Fälle« gibt es nicht, jedoch klare Favoriten für die verschiedenen Einsatzgebiete.

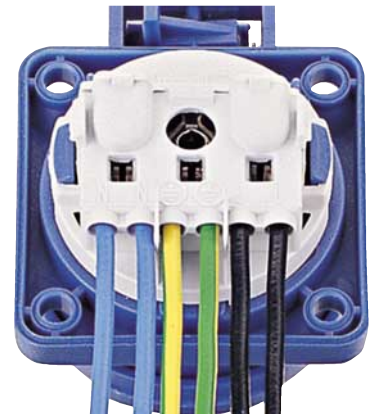
Bei mobilen CEE-Steckvorrichtungen bis 32 A bietet die Schneidklemmtechnik gegenwärtig die meisten Vorteile. Sie schließt alle Fehlerquellen aus, die bei den verschiedenen Schraubklemmen und bei Zugfederklemmen denkbar sind. Sie geht zusätzlich am schnellsten und am leichtesten von der Hand.



Quelle: Mennekes

Bild 3: Schneidklemmen sind montagefreundlich: Leiter einlegen und Schieber schließen – fertig

Dennoch haben auch die anderen Anschlussstechniken ihre Daseinsberechtigung, erfordern jedoch mehr Aufmerksamkeit und Sorgfalt bei der Montage. Bei den fest montierten Steckvorrichtungen, die mit starren Leitern oder automatisch verkrimpten bzw. ultraschallgeschweißten Leitern konfektioniert werden, bietet die Federklemme bei



Quelle: Mennekes

Bild 4: Federklemmen und Zugfederklemmen sind in mobilen Schuko-Steckern und -Kupplungen nicht zulässig

Schuko-Steckdosen den größten Installationskomfort und die höchsten Einsparpotenziale.

In der Kategorie 63 A bis 125 A ist und bleibt die Rahmenklemme die beste Lösung. Außerdem ist sie bei Steckvorrichtungen bis 400 A das optimale Anschlussmittel.