

www.de-online.info

de

Der Elektro- und Gebäudetechniker

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH & Co.
Fachliteratur KG
Lazarettstraße 4, 80636 München

Sonderdruck aus 22/2010



ELEKTROINSTALLATION

Sechskant-Pressung für Aluminium und Kupfer

ORGAN DES
ZVEH



Die Sechskant-Pressung ist weit verbreitet und gehört daher zu den Standard-Tätigkeiten in der Elektroinstallation. Trotzdem sollte man auch hier die nötige Sorgfalt walten lassen. Fehlerhafte Verpressungen können zu erheblichen Schäden wie z. B. Bränden führen.

Sechskant-Pressung für Aluminium und Kupfer

Die Sechskant-Pressung stellt in der täglichen Praxis des Elektro-technikers die am meisten verbreitete Form der Verpressung von Kabelschuhen und Verbindern dar. Der Grund ist nachvollziehbar – schließlich eignet sich diese Pressform sowohl für die Verbindung von Kupfer- als auch von Aluminiumleitern. Sie ist daher ebenso im Schaltschrankbau als herstellerabhängige Verpressung von Kupfer wie auch im DIN-Bereich z. B. im Energieversorgungsbereich (Aluminium und Kupfer) anzutreffen.

Technisch zeichnet sich die Sechskant-Pressung durch die zentrische Krafteinwirkung beim Pressvorgang aus, die gleichmäßig von allen Seiten erfolgt und damit eine größere Kontaktfläche erzeugt (Bild 1). Dabei werden die einzelnen Litzen des Leiters in ihrer Gesamtheit homogen verformt, ohne beschädigt zu werden (Bild 2).

Das führt im Resultat zu einer guten elektrischen Eigenschaft der Verbindung. Die mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Rohr- und DIN-Kabelschuhverbindungen legt die IEC 1238 Teil 1 fest. Sie definiert die Anforderungen, die eine elektrische Verbindung für einen dauerhaft sicheren Betrieb in der vorgesehenen Anwendung erfüllen muss. Neben einer mechanischen Zugprüfung beinhaltet sie auch eine elektrische Haltbarkeitsprüfung.

Der Einsatzbereich der Sechskant-Pressung umfasst die Verarbeitung von Leitungen der VDE-0295-Klassen (Bild 3):

- Klasse 1: runde eindrähtige Leiter
- Klasse 2: runde mehrdrähtige Leiter
- Klasse 5: feindrähtige Leiter (umgangssprachlich flexible Leiter) sowie
- Klasse 6: feinstdrähtige Leiter (umgangssprachlich hochflexible Leiter)

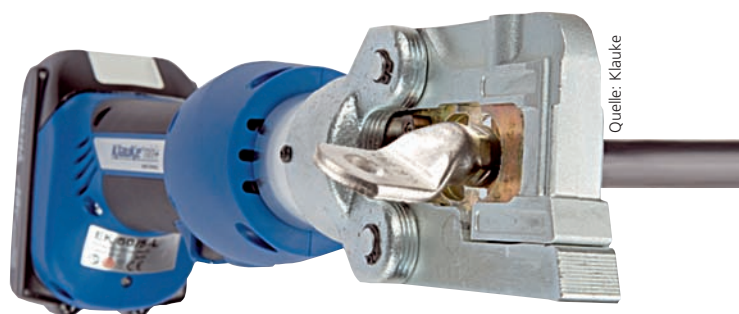
Darüber hinaus kann die Sechskant-Pressung für die Herstellung von zugfesten und zugentlasteten Verbindungen mit Aluminiumkabeln nach DIN 48201 Teil 1 bzw. von Aluminiumseilen nach DIN EN 50182 verwendet werden.

Wichtig: Das geeignete Werkzeug

Für die Verarbeitung von Kabelschuhen nach DIN 46235 können Presseinsätze mit Kennziffern nach DIN 48083 verwendet werden. Diese Kombination

ermöglicht Sechskant-Verpressungen entsprechend der DIN 46235 und 46267. Bei der Sechskant-Verpressung von handelsüblichen Rohrkabelschuhen in »Normalausführung« empfiehlt es sich, unbedingt die Werkzeugempfehlungen des Herstellers zu beachten (Bild 1 links).

Sechskantpresswerkzeuge sind hohen Belastungen ausgesetzt. Deshalb sollte man ausschließlich hochwertige Markenwerkzeuge einsetzen, die zudem häufig mit Zusatzfunktionen ausgestattet sind und eine korrekte Verpressung sicherstellen. So warnen elektrohydraulische Werkzeuge der aktuellen Generation optisch und akustisch, wenn der Pressdruck nicht erreicht wurde. Hochwertige mechanische Presswerkzeuge lassen sich erst dann wieder öffnen, wenn die Pressung vollständig durchgeführt wurde. Andernfalls blockiert ein integriertes Sperrsystem das Werkzeug. Zum Hintergrund: Eine vollständig durchgeführte Verpressung ist wichtig, da die erforderliche Komprimierung des Pressmaterials erst zum Ende der Pressphase erreicht wird.



Quelle: Klauke

Vorbereitung einer fachgerechten Verpressung

Grundsätzlich erfordert eine fachgerechte Sechskant-Pressung die Verwendung exakt auf die Leitermaterialien bzw. Verbindungsmaterialien und deren Abmessungen abgestimmte Presseinsätze. Das heißt: Kabelschuh bzw. Verbinder müssen zum Leiter sowie zum Presseinsatz passen (Bild 4).

Unsachgerechte Kombinationen können zu Unter- bzw. Überpressungen führen (Bild 5) – mit möglicherweise fatalen Folgen: Pressfehler können erhöhte Übergangswiderstände mit Temperaturerhöhungen verursachen, die schlimmstenfalls Brände auslösen (Bild 6).

Deshalb empfehlen Markenhersteller wie Klauke, für die Verpressung seiner Kabelschuhe und Verbinder aus-



Quelle: Klauke

Bild 1: Die Sechskant-Pressung eignet sich sowohl für Kupfer (links) als auch für Aluminium (rechts)

schließlich die entsprechenden Werkzeuge dieses Herstellers zu verwenden.

Hochwertige Presseinsätze erkennt man an ihrer polierten Oberfläche mit gerundeten Kanten (Bild 7). Sie gewährleisten durch ihre präzise Verarbeitung eine saubere und gleichmäßige Verformung des Kupfers bzw. des Aluminiums. Eigentlich selbstverständlich: Vor der Verpressung ist sicherzustellen, dass die Leiter durch Bürsten metallisch rein sind und dass bei Aluminiumkabeln eine eventuelle Oxidschicht entfernt wurde. Die Leiter dürfen beim Abisolieren nicht beschädigt werden, und die Länge der Abisolierung sollte etwa dem Einschubmaß des Kabelschuhs oder Verbinders entsprechen. Die Presseinsätze dürfen keine Verschmutzungen aufweisen und müssen im Profil metallisch blank sein. Um ein Vertauschen der Presseinsätze möglichst auszuschließen, haben z.B. Alu-Presseinsätze von Klauke die Farbe Silber, Einsätze für Kupfer die Farbe Gelbgold (Bild 8).

Praxis-Tipp: Generell empfiehlt dieser Hersteller, bei der Verpressung von Kabelschuhen darauf zu achten, dass die Pressung von der Anschlagseite in Richtung Kabel erfolgt. So kann das komprimierte Pressmaterial über das ungepresste Kabelende gleiten (Bild 9).

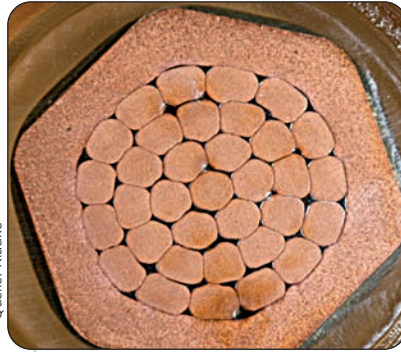
Die herstellerabhängige Sechskant-Pressung

Bei der Sechskant-Pressung unterscheidet man generell zwei Varianten:

- Die genormte Sechskant-Pressung nach DIN 48083 Teil 4.
- Die herstellerbezogene Sechskant-Pressung.

Im Standard-Kupferbereich sind für Kabeltypen nach VDE 0295 Klasse 2 so genannte herstellerabhängige Sechskant-Pressungen zulässig (Bild 10). Renommiertere Hersteller wie Klauke bieten Sechskant-Presseinsätze an, mit denen Standard-Rohrkabelschuhe gemäß EN 13600 aus Cu, geprüfte Verbindungen nach IEC1238 verpresst werden können. Diese setzen Anwender aus Gründen der Bauform und wegen der kleineren Abmessung gerne im Schaltschrankbau ein.

Für die Durchführung einer fachgerechten Verpressung kommt es entscheidend auf die Verwendung hochwertiger Werkzeuge an. Diese garantieren, dass ein ausreichender Verdichtungsgrad als Voraussetzung für bestmögliche Kontakteigenschaften erreicht wird. Zur Erzielung einer IEC-

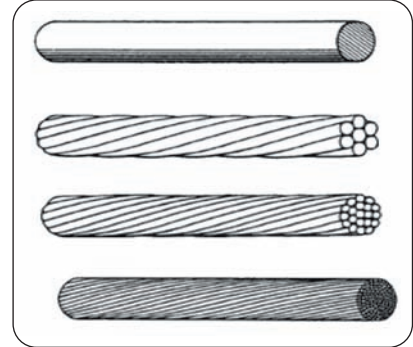


Quelle: Klauke

Bild 3: Kabeltypen nach DIN VDE 57295.

V. o. n. u.: runde eindrängige Leiter, runde mehrdrängige Leiter, feindrängige Leiter und feinstdrängige Leiter

Bild 2: Das Schlibbild einer Sechskant-pressung mit einem vom Hersteller empfohlenen Werkzeug zeigt die gleichmäßige Verteilung der Leiter im Kabelschuh

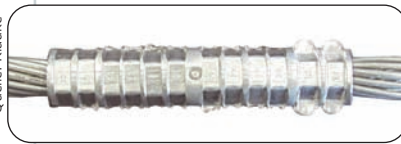


Quelle: Klauke



Quelle: Klauke

Bild 4: Falsche und korrekte Verpressung im Vergleich: eine nicht fachgerechte Verpressung (links Überpressung, Mitte Unterpressung) oder die Verwendung eines falschen Presswerkzeugs kann zu erhöhten Übergangswiderständen führen und die Sicherheit einer Anlage gefährden; rechts eine korrekte Pressung



Quelle: Klauke

Bild 5: Nicht fachgerechte oder mit einem ungeeignetem Werkzeug verarbeitete Materialien können zu erheblichen Sicherheitsmängeln an elektrischen Anlagen und Installationen führen

Bild 6: Kabelschuhe von schlechter Qualität und/oder eine schlechte Verarbeitung können zu Bränden führen



Quelle: Klauke

Bild 7: Beispiel eines Presseinsatzes mit polierten Profilen



Quelle: Klauke



Quelle: Klauke

Bild 8: Presseinsatz links: für Aluminium, silberfarbig; Presseinsatz rechts: für Kupfer, gelb-gold eingefärbt

geprüften Verbindung gilt, dass alle eingesetzten Komponenten aufeinander abgestimmt sein müssen. Das betrifft den zum Kabeltyp passenden Kabelschuh ebenso wie den darauf

abgestimmten Sechskant-Presseinsatz als auch das entsprechende Werkzeug, welches ein System ergibt.

Die Zuordnung von herstellerbezogenen Presseinsätzen und Kabelschu-

Quelle: Klauke

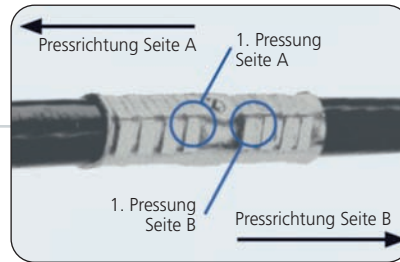
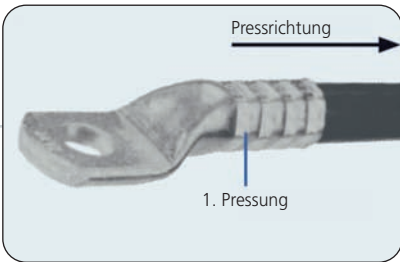


Bild 9: Ein Kabelschuh bzw. Verbinder muss immer unter der Beachtung der Pressrichtung und mit dem passenden Werkzeugen verpresst werden

Quelle: Klauke



Bild 10: Zulässig: Die herstellerabhängige Sechskantpressung

Quelle: Klauke

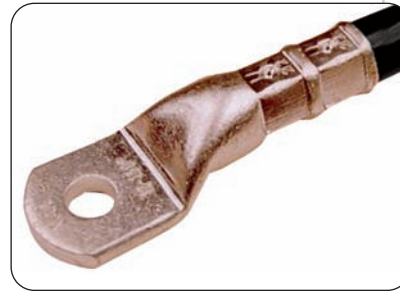


Bild 12: V.a. für die Energieversorgung: Genormte Sechskantpressung

Quelle: Klauke



Bild 11: Herstellerbezogener Presseinsatz mit Querschnitts-angabe

Bild 13: Der Aufdruck der Werkzeugkennziffer »18« auf dem Kabelschuh (links) gibt Auskunft über den zu verwendenden Presseinsatz. Die fertige Verpressung (rechts) mit der Prägung »18« auf dem Kabelschuh verweist auf den korrekt verwendeten Presseinsatz

Quelle: Klauke



Bild 13 – links

Quelle: Klauke



Bild 13 – rechts

Quelle: Klauke



Bild 14: Werkzeugkennziffer auf dem Kabelschuh und eingeprägte Kennziffer weisen auf die korrekte Verpressung hin

Quelle: Klauke



Bild 15 – links

Quelle: Klauke



Bild 15 – rechts

Bild 15: Schmalpressung (links) und Breitpressung (rechts)

hen ist im Gegensatz zur genormten Verpressung nicht durch Werkzeug-Kennziffern geregelt; sie richtet sich vielmehr nach dem Nennquerschnitt des Kabels, angegeben in mm² (Bild 11).

Jeder Hersteller ist durch den Nachweis der vorgeschriebenen Prüfungen für die elektrische Haltbarkeit der Verbindungen verantwortlich, die mit seinen Produkten hergestellt werden. Da eine fachgerechte und damit sichere Sechskantverpressung – wie eingangs beschrieben – maßgeblich von der exakten Abstimmung der Presseinsätze und der Kabelschuhe abhängt, empfiehlt z. B. Klauke, bei der Verwendung seiner Kabelschuhe ausschließlich die Werkzeuge dieses Herstellers einzusetzen.

Bei Sonderapplikationen ist es ratsam, den – möglichst identischen – Werkzeug- und Kabelschuh-Hersteller einzubeziehen. Markenhersteller führen dann für die jeweils spezifische Anwendung, falls erforderlich, eine IEC-Zugprüfung (Kurzprüfung) sowie ggf. auch eine Prüfung des elektrischen Übergangswiderstands in Schnelltests durch und empfehlen aufgrund der Ergebnisse dann die geeigneten Werkzeuge und Materialien. Vor allem bei internationalen Projekten und Arbeiten mit deren Kabeltypen – beispielsweise aus China oder Indien – lassen sich so im Sinne der Sicherheit IEC- oder kundenspezifische Standards einhalten.

Die genormte Sechskant-Pressung

Der vornehmliche Einsatz der genormten Sechskant-Verpressung liegt im Bereich der Energieversorgung von 10kV bis 30kV. Grund ist die besonders homogene Verpressung, die ein gleichmäßig geführtes elektrisches Feld bewirkt und sich damit im Hinblick auf eine unerwünschte Feldstreuung positiv auswirkt. Denn im Gegensatz z. B. zur Tiefnut-Pressung entsteht bei der Sechskant-Pressung keine Vertiefung im Material, die bei der Feldsteuerung mit einer leitfähigen Masse ausgeglichen werden muss (Bild 12).

Im Kupferbereich kann man Kabelschuhe entsprechend DIN 46235 bzw. Verbinder nach DIN 46267 Teil 1 mit geprüften Presseinsätzen nach DIN 48083 T4 verwenden. Für die Verpressung von Aluminium-Kabelschuhen nach DIN 46329 und Pressverbindern nach DIN 46267 Teil 2 sowie von anderen Aluminium-Verbindern und Kabelschuhen mit entsprechenden Rohrabmessungen

können Sechskant-Presssätze DIN 48083 Teil 4 zum Einsatz kommen.

Sechskant-Profile des DIN-Bereichs sind analog zu den maßlichen Vorgaben der DIN-Kabelschuhe innerhalb vorgegebener Toleranzen genormt. Nicht vorgegeben ist jedoch die Pressbreite, die nach Wahl des Herstellers 5 mm für Kupfer oder 7 mm für Presswerkzeuge bis 60 kN beträgt. Markierungen auf den DIN-Kabelschuhen geben wichtige Hinweise zu Hersteller, Abmessungen und Ausführung des Kabelschuhs. Sie lassen u.a. erkennen, welches Presswerkzeug bzw. welcher Einsatz eine normgerechte Verpressung erfordert. Diese Angabe steht hinter der Herstellerkennung. So steht z.B. »KL18 ...« für

- KL: Herstellerkennung (hier Klauke)
- 18: Werkzeug-Kennziffer

Für die fachgerechte Ausführung einer genormten Verpressung ist die Werkzeug-Kennziffer entscheidend: Die Werkzeug-Kennziffer des verwendeten Einsatzes muss mit der Werkzeug-Kennziffer auf dem Pressmaterial übereinstimmen (**Bild 13**).

Die Kennziffer befindet sich spiegelverkehrt auf den Pressflächen des Einsatzes, so dass nach der Pressung die Kennziffer zur Kontrolle auf dem Pressmaterial sichtbar wird (**Bild 14**).

Die Kennziffern entsprechen etwa dem Rohrdurchmesser des Kabelschuhs. Sie reichen z.B. bei Kupfer von 5 bis 58; dies entspricht einem Querschnitt von 6 mm² bis 1000 mm². Ebenso sind die Sechskant-Presssätze für den Aluminiumbereich so wie die entsprechenden Rohrabmessungen dieser Kabelschuhe und Verbinder genormt.

Wahlfreiheit: Breit- oder Schmalpressung

Je nach eingesetztem Werkzeug sind Schmal- oder Breitpressungen möglich.



Quelle: Klauke

Bild 16: Pressmarkierung für Schmal- oder Breitpressung

So besteht z.B. bei einem Kabelschuh mit dem Querschnitt 50 mm² die Möglichkeit, entweder zwei Schmalpressungen durchzuführen oder eine Breitpressung (**Bild 15**). Werkzeuge mit einer Presskraft von bis zu 6 t (60 kN) eignen sich ausschließlich für schmale Sechskant-Verpressungen mit einer Pressbreite von 5 mm bei Kupfer. Werkzeuge mit einer Presskraft von mehr als 12 t (120 kN) sind für Breitpressungen nach Herstellerangabe geeignet. Üblicherweise setzt der Elektrotechniker bevorzugt die Schmalpressung ein, da die erforderlichen Werkzeuge leichter und damit auch einfacher zu handhaben sind. Kabelkonfektionäre hingegen setzen wegen der großen Zahl der durchzuführenden Verpressungen eher auf die Breitpressung, da diese die Anzahl der Pressungen reduziert und damit Zeit spart.

Bei handelsüblichen Rohrkabelschuhen findet sehr oft die Schmalpressung Anwendung. Zum Einsatz kommen hierbei leichtere mechanische oder elektrohydraulische Presswerkzeuge mit einer Nennpresskraft von bis zu 60 kN. Bei Kabelschuhen aus Aluminium ist eine Besonderheit zu beachten: Um die schlechtere Leitfähigkeit des Materials im Vergleich zu Kupfer auszugleichen, weist die schmale Pres-

sung hier eine Breite von 7 mm auf. Ebenfalls wichtig: Die DIN-Norm schreibt weder für Aluminium noch für Kupfer eine bestimmte Pressbreite vor.

Diese Angaben liefert der Hersteller in Form von breiten und schmalen Pressmarkierungen auf dem DIN-Kabelschuh – auch deshalb sollte man unbedingt darauf achten, dass Kabelschuh bzw. Verbinder und Presswerkzeug samt Einsatz von möglichst demselben Markenhersteller stammen (**Bild 16**).

Ausblick: Die Kerbung

Alt, aber bewährt: Die Kerbung stellt die älteste Pressform in der Elektroinstallationstechnik dar. Sie wird noch heute meist im Schaltschrankbau für die Verarbeitung von Kupfer eingesetzt – als klassische Kerbung und als W-Pressung. Welche Besonderheiten hierbei zu beachten sind, werden wir in einer der nächsten Ausgaben erläutern.

Lutz Rimmel,
Produktmanager elektrische
Verbindungstechnik,
Gustav Klauke GmbH, Remscheid



MEHR INFOS

Buch zum Thema

Schmolke, Herbert: Auswahl und Bemessung von Kabeln und Leitungen, 2009, 3., überarbeitete Auflage, 128 Seiten, Taschenbuchformat, kartoniert, mit CD-Rom, 18 €, ISBN 978-3-8101-0285-0, www.de-online.info/shop/fachbuecher/schmolke_kabel.html

Beiträge zum Thema

- Welche ist die richtige: Pressformen im Überblick, »de« 15–16/2009, S. 36

- Welcher Kabelschuh für welche Anwendung?, »de« 1–2/2008, S. 33
- Aluminium und Kupfer richtig verbinden, »de« 22/2008, S. 32
- Leichtgewichte richtig verarbeiten – DIN-Presskabelschuhe und Verbinder aus Aluminium, »de« 17/2008, S. 26
- Rohrkabelschuhe für Sonderanwendungen, »de« 8/2008, S. 27

Unentbehrlich: neue Presszange K04 von Klauke

K 04 – Mechanisches Presswerkzeug für Rohrkabelschuhe und Verbinder

Normalausführung 10 – 25 mm²

- Sechskantpressung
- Werkzeugvorspannung nachstellbar
- Großer Querschnittsbereich

Eigenschaften

- Kraftsparender ergonomischer Antrieb
- Mit Sperrvorrichtung
- Exakte Querschnittszuordnung

Technische Daten

Pressbereich:	10 - 25 mm ²
Länge:	260 mm
Gewicht:	560 g
Artikel	Artikel-Nr.
Mechanisches Presswerkzeug für Rohrkabelschuhe und Verbinder Normalausführung 10 - 25 mm ²	K04



Die Sechskant-Pressung ist in der täglichen Praxis die häufigste Form der Verpressung – deshalb sollte die neue **Klauke-Presszange K04** in keinem Werkzeugkoffer und in keiner Werkstatt fehlen. Denn mit diesem mechanischen Presswerkzeug für Rohrkabelschuhe und Verbinder in Normalausführung deckt der Elektrotechniker einen besonders großen Pressbereich von 10 mm² bis 25 mm² dank exakter Querschnittszuordnung sicher ab – und das auch noch besonders komfortabel. So sorgen die ergonomisch geformten Griffhüllen für eine einfache Handhabung und die integrierte Hebelübersetzung für einen problemlosen Einhandbetrieb mit geringem Kraftaufwand. Weitere Vorteile: Die einstellbare Vorspannkraft und die integrierte Sperrvorrichtung sorgen für immer gleich bleibende Qualität.

Wie alle Klauke Qualitäts-Werkzeuge ist auch die Presszange K04 lebensdauergetestet und damit für einen langjährigen Einsatz im professionellen Anwenderbereich geeignet. Die Länge der Zange beträgt 260 Millimeter, das Gewicht liegt bei 560 Gramm.

Bei der Sechskant-Verpressung von handelsüblichen Rohrkabelschuhen in „Normalausführung“ empfiehlt es sich, unbedingt die Werkzeugempfehlungen des Herstellers zu beachten. Klauke empfiehlt, für die Verpressung seiner Kabelschuhe und Verbinder ausschließlich die entsprechenden Werkzeuge dieses Herstellers wie die Presszange K04 zu verwenden.

Weitere Infos unter www.klauke.com

