

www.de-online.info

de

Der Elektro- und Gebäudetechniker

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

Sonderdruck aus de 17/2008



ELEKTROINSTALLATION:

**Leichtgewichte
richtig verarbeiten**

ORGAN DES
ZVEH 

Leichtgewichte richtig verarbeiten

DIN-Presskabelschuhe und Verbinder aus Aluminium

Die Materialeigenschaften des Aluminiums unterscheiden sich deutlich von denen des Kupfers. Daher sind für eine sichere Verbindung ausschließlich entsprechende Kabelschuhe beziehungsweise Verbinder aus Aluminium zu verwenden. Außerdem gilt es, einige Besonderheiten dieses Werkstoffs im Sinne einer fachgerechten Verarbeitung zu beachten.

Die Vorteile des Werkstoffs Aluminium werden mittlerweile auch im Bereich der Energieverteilung verstärkt genutzt: Aufgrund des geringen Gewichts und der vergleichsweise einfachen Verarbeitung setzen Versorgungsnetzbetreiber immer häufiger Aluminiumleitungen z.B. bei Ringleitungen zur Stadtversorgung ein.

Generell sollten ausschließlich qualitativ hochwertige Aluminium-Presskabelschuhe mit Rohrabmessungen nach DIN 46329 sowie Verbinder aus Aluminium mit Rohrabmessungen entsprechend DIN 46267 Teil 2 verwendet werden. Produkte renommierter Markenhersteller wie Klauke bestehen aus hochwertigen Elektrolyt-Aluminium-Legierungen. Sie weisen eine konstante Materialstärke, exakte Durchmesser und eine genaue Passform als Voraussetzungen für eine einfache Verarbeitung und hohe Sicherheit auf. Die marktüblichen Nennquerschnitte reichen von 10 mm² bis 500 mm². Als Sonderanfertigungen sind jedoch auch Querschnitte von bis zu 1000 mm² lieferbar, die z.B. bei Seekabeln mit hohen Übertragungsleistungen zum Einsatz kommen. Aluminium-Press-

kabelschuhe sind entsprechend der DIN 46239 längsdicht gefertigt (Bild 1), so dass sich auch ölgetränkte, papierisolierte Kabel verarbeiten lassen, ohne dass Öl austritt.

Aluminiumleiter im Überblick

Aluminiumleiter gibt es in vier verschiedenen Bauarten (Bild 2), die zum Teil besondere Verarbeitungsmethoden verlangen. Dies sind im Einzelnen:

- eindrängige Rundleiter (re)
- eindrängige Sektorleiter (se)
- mehrdrängige Rundleiter (rm)
- mehrdrängige Sektorleiter (sm)

Die Abkürzungen finden sich neben anderen Angaben auf den Markierungen der Aluminium-Presskabelschuhe und lassen damit erkennen, für welche Aluminiumleiter sich der jeweilige Kabelschuh eignet (Bild 3).

Im Übrigen entsprechen die Markierungen auf den Aluminium-Presskabelschuhen denen, die auch auf Kupfer-Kabelschuhen zu finden sind. Sie geben wichtige Hinweise zu Hersteller, Abmessungen und Ausführung des Produkts. So steht z.B. die Prägung »KL18 10-70 rm/sm 95 re/se« für

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

Die Verarbeitung von Kabelschuhen und Verbindern für Leiter aus Aluminium unterscheidet sich deutlich von der für Kupferleiter. Werden wesentliche Verarbeitungshinweise nicht beachtet, kann dies zu gravierenden Sicherheitsmängeln führen

Quelle: Klauke

AUF EINEN BLICK

Die falsche Verarbeitung von Presskabelschuhen und Verbindern aus Aluminium kann im schlimmsten Fall zu Bränden führen. Wir zeigen, was Sie bei einer fachgerechten Installation beachten müssen.



Bild 1: Die längsdichte Ausführung mit Ölstopf verhindert das Austreten des Öls der papierisolierten Kabel

Quelle: Klauke

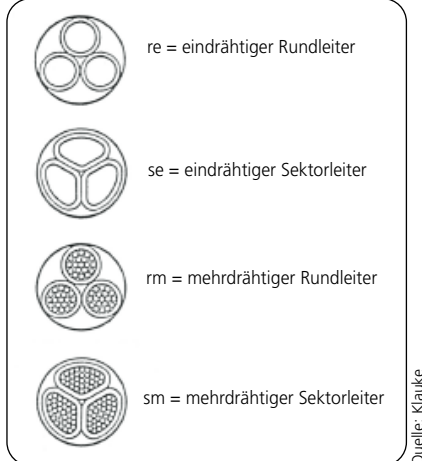


Bild 2: Verschiedene Ausführungen von Aluminium-Leitern

Quelle: Klauke



Bild 3: Markierungen auf den Kabelschuhen geben wichtige Hinweise zu Herstellerkennziffer, Anschlussbohrung, Querschnitt und Kabelzuordnung

Quelle: Klauke

- 10: Metrische Schraubenabmessung der Bohrung für den Anschlussbolzen (hier Schrauben M10)
- 70: Nennquerschnitt des Leiters in mm²
- rm/sm: für mehrdrähtige Rundleiter und mehrdrähtige Sektorleiter
- 95: Nennquerschnitt des Leiters in mm²
- re/se: für eindräftige Rundleiter und eindräftige Sektorleiter

Auffallend: Die Nennquerschnitte der Leiter se und re liegen immer um eine Maßeinheit höher als die Nennquerschnitte der Leiter sm und rm. Der Grund: Eindräftige Leiter beanspruchen weniger Volumen als mehrdräftige Leiter.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die Werkzeug-Kennziffer zu richten: Für eine fachgerechte Verpressung muss der verwendete Einsatz des Presswerkzeugs immer mit der Werkzeug-Kennziffer auf dem Kabelschuh übereinstimmen (**Bild 3** und **4**). Die Werkzeug-Kennziffer befindet sich spiegelverkehrt auf den Pressflächen des Einsatzes, so dass nach der Pressung die Kennziffer zur Kontrolle und Dokumentation sichtbar wird.

Für die fachgerechte Verarbeitung von Presskabelschuhen empfiehlt es sich, generell 6-Kant-Presssätze nach DIN 48083 Teil 4 zu verwenden. Wie bei Kupfer-Kabelschuhen und -Verbindern gilt auch bei den Aluminium-Ausführungen: Voraussetzung für eine fachgerechte Verpressung ohne Unter- oder Überpressung ist die Verwendung des geeigneten Werkzeugs. Pressfehler können zu erhöhten Übergangswiderständen mit Temperaturerhöhungen bis hin zu Bränden führen (**Bild 5**). Um solche Konsequenzen möglichst auszuschließen, empfiehlt Klauke, für die Verpressung seiner Kabelschuhe ausschließlich die entsprechenden Werkzeuge dieses Herstellers zu verwenden. So z.B. die speziellen Presssätze für Aluminium, deren 7 mm breite Kontaktflächen 2 mm größer sind als die der

MEHR INFOS

Buch zum Thema
Schmolke, Herbert: Auswahl und Bemessung von Kabeln und Leitungen, 2007. 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. 120 Seiten, Taschenbuchformat, kartoniert, mit CD-ROM, 18€, ISBN 978-3-8101-0263-8, www.de-online.info/shop/fachbuecher/schmolke_kabel.html

Beiträge zum Thema
<http://www.de-online.info/archiv/2008/01-02/index.php?Page=elektroinstallation04.html>
• Welcher Kabelschuh für welche Anwendung?, »de« 1-2/2008, S.33
<http://www.de-online.info/archiv/2008/08/index.php?Page=elektroinstallation02.html>
• Rohrkabelschuhe für Sonderanwendungen, »de« 8/2008, S.27



Bild 4: 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

Presssätze für Verbindungsmaterialien aus Kupfer (**Bild 6**). Der Grund: Einsätze mit größeren Pressbreiten verbinden breitere Leiterbereiche mit den Kabelschuhen und gleichen so die schlechtere Leiteigenschaft von Aluminium aus. Zur einfachen Unterscheidung sind die Alu-Presssätze von Klauke silberfarbig, die Einsätze für Kupfer hingegen gelb-gold.

Kontaktfett in Aluminium-Verbindungsmaterialien

Verbindungsmaterialien für Aluminiumleiter sind ab Werk mit einem speziellen Kontaktfett ausgestattet (**Bild 7a**). Dieses zerstört beim Verpressen die nicht leitende Oxidschicht des

Aluminiums, die sich innerhalb weniger Minuten an der Oberfläche bildet. Das Fett verbessert damit die Kontakteigenschaften und ermöglicht eine einwandfreie elektrische Verbindung. Darüber hinaus verhindert das Fett den Zutritt von Sauerstoff an die Kontaktstellen und vermeidet damit eine erneute Oxidation (**Bild 7b**). Um die Funktionsfähigkeit des Fettes zu erhalten, sind Marken-kabelschuhe mit einem Kunststoff-Stopfen versiegelt, der ein Austrocknen oder Auslaufen des Presszusatzes verhindert (**Bild 8**).

Kontaktfette für Aluminiumverbindungen enthalten Zusatzstoffe wie Korund, einem sandähnlichen Material, das sich durch hohe Festigkeit und Härte, Temperaturstabilität sowie durch



Bild 5: Die Überpressung (links) deutet auf einen zu kleinen, die Unterpressung (Mitte) deutet auf einen zu großen Presseinsatz hin. Bei einem korrekt verpressten Kabelschuh (rechts) wurde ein zum Kabelschuh passender Presseinsatz verwendet

Quelle: Klauke



Bild 6: Die Kontaktfläche der Presseinsätze für Al-Kabelschuhe (links) sind um 2 mm breiter als die der Presseinsätzen für Cu-Kabelschuhe (rechts)

extreme Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit selbst bei hohen Temperaturen auszeichnet. Beim Verpressen entsteht ein »Schmirgeleffekt«, der die Oxidschicht aufreißt. Außerdem begünstigt das Fett die Gleitreibung zwischen Leiter und Hülse, so dass beim Pressvorgang ein »Festfressen« der Materialien verhindert und eine maximale Kontaktfläche hergestellt wird. Wichtig bei mehrdrätigen Leitern: Beim Pressen verteilt sich das Fett auch zwischen den Einzeldrähten und versiegelt diese gegen den Zutritt von Sauerstoff und Feuchtigkeit.

In diesem Zusammenhang ebenfalls von Bedeutung: Aluminium-Pressverbindungen mit Presszusatz »verkräften« höhere Strombelastungen als solche ohne Zusatz von Kontaktfett. Um sichere Verbindungen auch bei einer hohen Auslastung von Kabelnetzen sicherzustellen, empfiehlt Klauke grundsätzlich die Verwendung von Kabelschuhen und Verbindern mit Presszusatz.

Verarbeitungsschritte von Al-Presskabelschuhen und -Verbindern

Die beschriebenen Eigenschaften des Aluminiums erfordern eine besondere Vorgehensweise bei der Bearbeitung der entsprechenden Leiter und Verbindungsmaterialien. Folgende fünf Arbeitsschritte sind erforderlich:

- Isolation des Aluminiumleiters entfernen.
- Die blanken Leiterenden mit einer Drahtbürste behandeln, um die Oxidschicht grob zu entfernen und eine saubere Kontaktfläche herzustellen.
- Den Leiter in den Kabelschuh bzw. in den Verbinder bis zur vollen Einschublänge der Hülse einführen. Dabei quillt das Kontaktfett seitlich heraus und sorgt so für einen Luftabschluss, der eine erneute Oxidation verhindert.
- Die 6-Kant-Verpressung mit dem – wie oben beschrieben – geeigneten Presswerkzeug durchführen. Wichtig bei ein- und mehrdrätigen Sektorleitern: Diese sind vor der 6-Kantverpressung

- mit einem maßlich passenden Rundpresseinsatz rund zu pressen.
- Den ausgequollenen Presszusatz entfernen.

Beim Pressen selbst gilt es, einige Besonderheiten zu beachten: Alle DIN-Presskabelschuhe verfügen über Markierungen für ein korrektes Verpressen. Diese geben die Anzahl der erforderlichen Verpressungen vor. Auf Aluminium-Kabelschuhen finden sich alternative Markierungen für schmale und breite Verpressungen (**Bild 9**). Vorteil der breiten Verpressung: die Zahl der Verpressungen reduziert sich dadurch um bis zur Hälfte. Zu beachten ist dabei jedoch, dass entsprechend starke Presswerkzeuge zum Einsatz kommen – Klauke empfiehlt für breite Verpressungen Werkzeuge mit einer Leistung von mehr als 60kN. Wichtig: Beim Verpressen ist stets auf die richtige Pressrichtung zu achten, die grundsätzlich immer in Richtung des Leiters erfolgt (**Bild 10**).

Ausblick: Al-Cu Presskabelschuhe

Einen weiteren Sonderfall der Verbindungstechnik stellen Al-Cu-Presskabelschuhe und -Verbinder dar. Auf die Besonderheiten der Verbindung von Aluminium- und Kupferleitern gehen wir in einer der nächsten Ausgaben ein.

Lutz Rimmel, Anwendungstechnik & Application Engineering, Gustav Klauke GmbH www.klauke.com

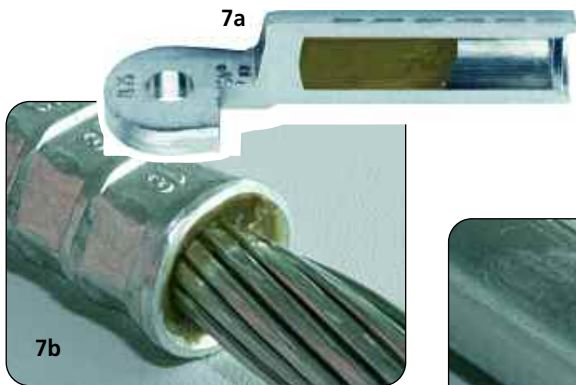


Bild 7a: Kontaktfette mit Zusatzstoffen wie Korund verursachen einen »Schmirgeleffekt« beim Verpressen von Aluminiumverbindungen (ganz oben)
Bild 7b: Das Kontaktfett verhindert der Zutritt von Sauerstoff und vermeidet so Oxidation (oben)

Bild 9: Markierungen auf den Kabelschuhen kennzeichnen Anzahl und Platzierung der vom Hersteller empfohlenen Pressungen



Bild 8: Kunststoff-Stopfen von qualitativ hochwertigen Kabelschuhen verhindern bei Lagerung das Austrocknen oder Auslaufen des Presszusatzes

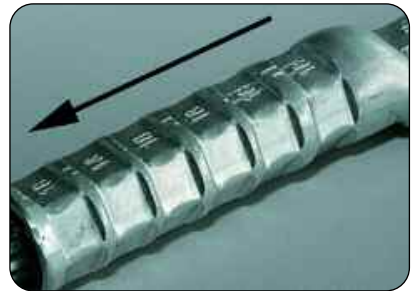


Bild 10: Die erste Verpressung erfolgt immer von der Anschraubseite zum Leiter hin. So kann sich das beim Pressvorgang verdichtete Material zum Leiter hin ausdehnen