

## Korrekte Leiterklemmung = Voraussetzung für dauerhafte Verbindung

### *Correct cable clamping = Prerequisite for durable cable connection*

Die Vielzahl der elektrischen Verbindungen in Stromkreisen wirken zusammen mit den Leitungen und Stromschienen wie in Reihe geschaltete Widerstände. Die Summe aller Widerstände bestimmt maßgeblich die Impedanz sowie die Verlustleistung der Leitung und hat damit große wirtschaftliche Bedeutung. Der Widerstand von Leitungen und Stromschienen definiert sich über Abmessungen und Materialkonstanten. Der Widerstand elektrischer Verbindungen wird besonders von der Anfangskontaktgüte beeinflusst.

Diese wird vor allem bestimmt durch:

- die Anzahl und Güte der Mikrokontaktflächen zwischen Kabel und Kontaktstück
- das Vorhandensein möglicher Fremdschichten
- den Kontaktdruck

Eine schlechte Klemmverbindung kann durch die daraus resultierende Verlustleistung zu einem Ausglühen der Verbindung sowie zu Schäden an benachbarten Komponenten führen.

*In electrical circuits are multiplicity electrical connections that act like in series connected resistors. Together with cables and bus bars they operate like a serial connection of resistances. The sum of all resistances significantly determines the impedance as well as the power dissipation of the circuits. The resistance of conductors and bus bars is defined by dimensions and material constants. The resistance of electrical connections is particularly influenced by the initial contact quality.*

*This is mainly determined by:*

- *the number and quality of the micro-contact surfaces between cable and contact piece*
- *the presence of possible contamination layers*
- *the contact pressure*

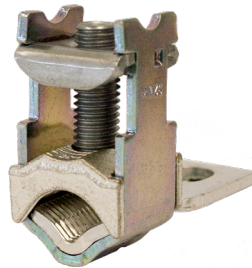
*Due to the resulting power loss a bad clamping connection can lead to an overheating of the connection and can damage the adjacent components.*

### **Die Anfangskontaktgüte ist entscheidend/*The initial contact quality is vitally important***

Beim Anschluss eines Kabels an ein Schaltgerät mittels Direktanschlussklemme ist Form und Oberfläche des Leiters vorbestimmt. Daher kommt dem Kontaktstück des Schaltgerätes und der Klemme eine besondere Bedeutung zu. NH-Sicherungsleisten und NH-Sicherungslastschaltleisten von JEAN MÜLLER verfügen in der Regel über V-förmige Anschlusslaschen, die hinsichtlich Formgebung und Oberflächenbeschichtung optimale Voraussetzungen für eine dauerhaft gute Klemmverbindung bieten. Die Anschlussklemme presst den Leiter so auf das V-förmige Kontaktstück, dass eine möglichst großflächige Kontaktierung erfolgt. Die Riffelung der Anschlusslasche begünstigt hierbei die Bildung möglichst vieler Mikrokontakte und bietet bessere Haftung gegen Herausziehen.

Beim Einsatz von Aluminiumkabeln sind im Gegensatz zu Kupferkabeln für die fachgerechte und sichere Kontaktierung neben dem Abisolieren weitere vorbereitende Arbeiten unbedingt erforderlich. Die Nichtbeachtung der nachfolgenden Maßnahmen ist gefährlich und kann große Schäden verursachen. Hierbei ist Folgendes zu beachten:

- Beim Ablängen der Kabel einen entsprechenden Überhang(>1m) belassen, den man später auf das erforderliche Maß reduziert. So soll vermieden werden, dass Luft in die Zwischenräume der verdrehten Litzen eindringt.
- Den Leiter erst unmittelbar vor dem Verklemmen abisolieren.



*When connecting a cable to a switching device, the terminal shape and surface of the conductor is predetermined. Therefore the connection lug of the switchgear and the clamp play the most important role in the connection technology. NH strip type fuse ways and NH strip type fuse switch disconnectors manufactured by JEAN MÜLLER have V-shaped connection lugs, which offer optimal requirements with respect to shape forming and surface coating for a durable good clamp-connection. The terminal has the task to press the conductor in such a way against the V-shaped connection lug that a wide contact area can be ensured. The ribbed contact surface of the connection lug serves to create as much micro contacts as possible.*

*In use of aluminium conductors also an eventually existing thin oxide layer can be broken. A professional and save handling of such cable is more labour-intensive and ambitious as for appropriate copper cable. Not following the enclosed described measures is dangerous and can cause big damages.*

*The following is to be considered:*

- *When cutting the cable a corresponding overhang(<1m) should be left, which can later be reduced to the required level. This is to prevent an air exchange with the spaces between the single conductors.*
- *The wire should be dismantled directly before mounting.*

- Eine eventuell bereits vorhandene Oxidschicht mechanisch, z. B. durch Abschaben mit einem scharfen Messer, entfernen. **Es dürfen nur Feilen, Schmirgelpapier oder Bürsten eingesetzt werden, welche speziell für die Anwendung bei Aluminiumkabeln geeignet sind. Ungeeignete Feilen, Schmirgelpapier oder Bürsten können Eisenpartikel auf dem Leiter hinterlassen, was auf Grund der elektrochemischen Spannungsreihe zu einer Zersetzung des Aluminiums führen kann.**
  - Danach den Leiter mit säure- und alkalifreiem Fett behandeln. Dieses Fett sorgt dafür, dass die erneute Bildung einer Oxidschicht verhindert wird.
  - Beim Einlegen des Leiters in die Klemme darauf achten, dass die Klemmschraube nicht mit Fett oder anderen Schmiermitteln in Berührung kommt (Drehmomentwert wird negativ beeinflusst).
- *An eventually existing oxide layer has to be mechanically removed, for example by chipping it off with a sharp knife. **Rasps, emery papers or brushes may only be used, which are especially suitable for use with aluminium wire. By the use of unsuitable rasps, emery paper or brushes, or tools which have been used previously but differently, iron particles can remain on the conductor, which can lead to a decomposition of the aluminium due to the electrochemical series.***
  - *After this the wire must be treated with acid- and alkali-free grease. This grease ensures that the renewed formation of an oxide layer is prevented.*
  - *No grease or other lubricant may get in contact with the clamping screw when inserting the conductor to the terminal (the torque value can be affected negatively).*

### Die richtige Klemmverbindung herstellen/*Establish the correct clamp connection*

Eine Klemmverbindung muss so ausgelegt sein, dass die ausgeübte Klemmkraft ausreichend groß ist, um das Kabel in gewünschter Weise zu fixieren. Andererseits ist darauf zu achten, dass die Klemmkraft nicht so groß ist, dass es zu plastischen Verformungen kommt. Deshalb werden von den Klemmenherstellern Drehmomente für die verschiedenen Kabelarten vorgeschrieben, die für ein Gleichgewicht dieser Anforderungen ausgelegt sind.

Eine einmal hergestellte, gute Verbindung zwischen Leiter und Klemme wird durch Nachziehen nicht weiter verbessert, da nach kurzer Zeit der gleiche Beharrungszustand der Kontaktgüte erreicht wird wie vor dem Nachziehen. Ein Nachziehen der korrekten Klemmverbindung ist nicht notwendig, da JEAN MÜLLER bei der Auslegung seiner Klemmen das unvermeidbare Setzverhalten der Materialien (s.u.) berücksichtigt hat.

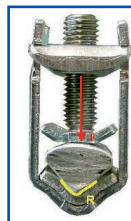
*A terminal connection must be designed in that way, that the exerted clamping force is sufficiently high enough to fix the cable in a desired manner. On the other hand, make sure that the clamping force is not as high that it comes to plastic deformations. Therefore, manufacturers of clamps prescribe the torques of the various types of cables, which are defined for a balance of these requirements. A good connection between conductor and terminal cannot be further improved by retightening, because after a short time the same steady state is achieved, the contact quality is the same as before the retightening. A retightening of the correct clamping connection is not necessary, because in interpreting its terminals JEAN MÜLLER has taken into account the inevitable settling behavior of materials (see below).*

### Klemmkraft müssen senkrecht wirken/*Clamping forces must work vertical*

Während bei der Klemmung von Rundleitern lediglich darauf zu achten ist, dass diese vollständig von der Klemme umfasst werden und nicht über den Rahmen herausragen, ist bei Sektorleitern die Lage des Leiters in der Klemme von großer Bedeutung.

Nur so kann die Klemmkraft des Druckstücks senkrecht auf den Leiter und damit parallel zu den beiden Schenkeln des Klemmenrahmens wirken sowie die maximale Kontaktfläche zwischen Leiter und Lasche gebildet werden.

Legt man den Leiter mit dem Winkel zur Seite in die Klemme ein, so wird die Klemmkraft des Druckstücks in Querkraften umgeleitet, welche die Klemme zerstören können.



**Bei Verwendung von V-Klemmen muss der Leiter stets mit dem Winkel in das V-Bett der Anschlusslasche eingelegt werden.**  
*Using V-terminals the conductor must always be inserted with the angle into the V-formed connection lug.*

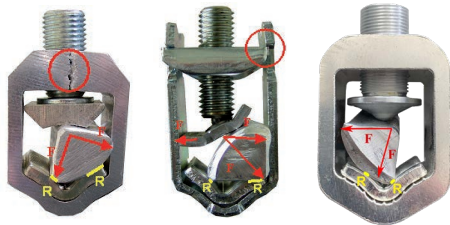
*While clamping round conductors just needs to ensure that they are completely enfolded by the terminal and does not poke out of the frame, the positioning of the conductor inside the clamp is very important when clamping sector-shaped conductors.*

*This is the only way to ensure, that the clamping force can be exerted by the compression plate perpendicular to the conductor and parallel to the two limbs of the clamp frame in order to achieve the maximum contact area between conductor and connection lug.*

*If the conductor is placed aside the angle into the clamp, the clamping force by the compression plate is diverted into a shearing force, which can destroy the clamp.*

## Fehlanwendung und die Folgen / *Misapplication and the consequences*

Bei offenen Stahlrahmenklemmen führt falsches Einlegen von Sektorleitern zum Aufspreizen des Klemmenrahmens. Das Drehmoment kann nicht erreicht werden. Bei geschlossenen Rahmenklemmen aus Aluminium sind Risse in Klemmenrahmen die Folge. Oft werden diese Risse während der Montage nicht erkannt und stellen deshalb eine besonders hohe Gefahr für die Betriebssicherheit dar. Doch selbst wenn die Klemme nicht zerstört wird, ist die mechanisch feste Klemmung kein Indiz für eine zuverlässige elektrische Verbindung. Die Kontaktfläche zur Anschlusslasche ist stark reduziert und ein erhöhter Übergangswiderstand mit der damit verbundenen Erwärmung ist die Folge. Ein späterer Anlagenausfall ist damit quasi vorprogrammiert. Entsprechende Werkzeuge zum Ausrichten von sektorförmigen Leitern sollten deshalb in keinem Werkzeugkoffer fehlen.



*In open steel frame terminals the wrong positioning of sector-shaped conductors causes a spreading steel frame. The rated torque cannot be achieved. In the case of closed aluminium box terminals the frame will crack. Usually these cracks are not recognised while mounting, so later there is a very high risk for the operational safety. Even if the terminal does not get destroyed the mechanical firmness of the clamping is not at all an indication for a reliable electrical connection. The main failure is that the contacting area of the connection lugs with the conductor is drastically reduced, with consequence that the contact resistance increases, followed by an unwanted temperature increase. A system break-down is sure to follow. Suitable tools to align the sector-shaped conductors are very important and should never be missed in any toolbox.*



Beispiel eines Ausrichtwerkzeugs  
*Example of an alignment tool*

## Verhalten bei Alterung / *Aging characteristics*

Unter Alterung wird das unvermeidbare Setzverhalten der Klemmverbindung über die Zeit verstanden, womit sich der Kontaktdruck reduziert. Solche Alterung entsteht in elektrischen Verbindungen durch schwankende Temperaturbeanspruchung und die Einebnung von Oberflächenrauigkeiten der verspannten Teile. Diesem Effekt kann vor allem auf zwei Arten entgegen gewirkt werden:

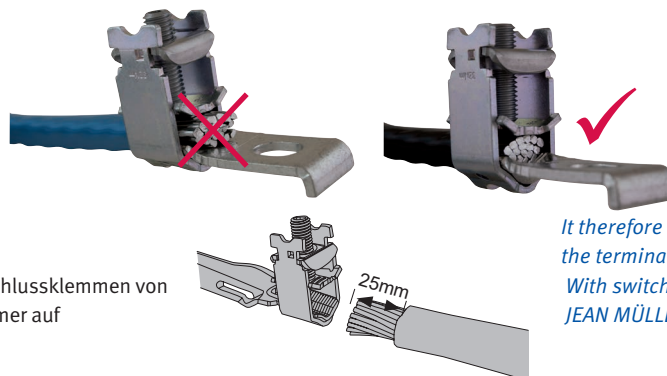
- a) mit einer Vorspannkraft in der Klemmverbindung.
- b) mit gleichen Materialien bei Kabel und Klemme

zu a: Stahlrahmenklemmen haben durch das hohe Elastizitätsmodul einen Federkraft-Speicher. Die vorgespannte Federkraft gleicht nach Bedarf den abnehmenden Kontaktdruck aus.

Zu b: Bei Aluminiumkabel ist ein Einsatz von reinen Aluminiumklemmen sinnvoll.

Auf Grund des gleichen Temperaturausdehnungskoeffizienten der Materialien bleibt der Kontaktdruck erhalten. Ein Nachziehen der Klemmen ist daher nicht sinnvoll.

Mit Schaltgeräten und Anschlussklemmen von JEAN MÜLLER liegen Sie immer auf der sicheren Seite!



*In the process of aging, each electrical connection is exposed to inevitable settling behavior so that the contact pressure decreases continuously by prolonging the period. Such aging occurs in electrical connections by fluctuating temperature stress and the leveling of surface roughness of the strained parts. This effect can be counteracted in two main ways:*

- a) with a preload force in the clamp connection.*
- b) with the same materials for cable and clamp*

*to a: Steel frame clamps have a spring-loaded accumulator due to the high modulus of elasticity. The Preloaded spring force compensates the decreasing contact pressure as required.*

*To b: For aluminium cables it makes sense to use pure aluminium terminals. The contact pressure is maintained due to the same coefficient of thermal expansion of the materials.*

*It therefore does not make sense to retighten the terminals.  
With switchgear and terminals from JEAN MÜLLER you are always on the safe side!*