

Klemmen

- lösbare Anschluß- und Verbindungselemente für elektrische Leitungen -

Dipl.-Ing. Hartmut Birke

Allgemeines - Aufgaben und allgemeine Anforderungen - Bauarten und Normen - Sicherheitstechnische Anforderungen - Werkstoffe - Konstruktion - Kontaktkraft - Weitergehende Anforderungen - Zusammenfassung

Zu den wichtigsten Aufgaben der Elektrotechnik gehört es, elektrische Energie zum Zwecke der Arbeitsverrichtung zu erzeugen, umzuwandeln, zu speichern, zu übertragen und zu verbrauchen. Zur Erfüllung dieser Aufgaben sind Leitungen erforderlich, die die Verteilung des elektrischen Stromes zu den Verbrauchern übernehmen. Es entstehen zwangsläufig Verbindungs- und Anschlußstellen, die lösbar oder nicht lösbar sein können. Nicht lösbare Verbindungen sind zum Beispiel Löt-, Schweiß- und Preß-Verbindungen. Zu den lösbaren Verbindungen gehören beispielsweise Steck- und Würgeverbindungen, vor allem aber Klemmenverbindungen.

Alle elektrotechnischen Erzeugnisse, die der Anwendung elektrischer Energie dienen, werden im Sinne der VDE-Bestimmungen Betriebsmittel genannt. Auch Klemmen sind elektrische Betriebsmittel, weil sie zur Übertragung elektrischer Energie benutzt werden. Sie werden - wie kaum ein anderes Betriebsmittel - in allen Bereichen der Elektrotechnik eingesetzt. Nach unserem heutigen technischen Verständnis kann bei elektrotechnischen Erzeugnissen in der Regel überhaupt nicht auf Anschluß- und Verbindungsstellen verzichtet werden.

Bei der Gestaltung von Leitungsanschlüssen und -verbindungen spielen Klemmen eine wichtige Rolle. Sie sind nach Lösen ohne besondere Maßnahmen wiederverwendbar und bieten deshalb konstruktive Flexibilität und oft auch finanzielle Einsparungen. Den Vorteilen stehen jedoch auch Nachteile gegenüber. Klemmen, die sich z. B. durch Umwelteinflüsse lockern, können zu Unfall- und Brandgefahren werden. So kann es zum Beispiel sein, daß unterbrochene Leiterverbindungen Schutz-

maßnahmen unwirksam machen oder sogenannte Wackelkontakte zu unzulässigen Temperaturerhöhungen führen. Fehlerhafte Klemmenverbindungen können Temperaturen von 800 °C und darüber annehmen.

Die Brandursachen-Statistik des Verbandes der Sachversicherer e. V. weist aus, daß in den letzten Jahren etwa 12-15 % aller Brände durch Elektrizität verursacht wurden. Elektrische Betriebsmittel als Brandursache nehmen damit eine Spitzenstellung unter den Brandursachen ein. Klemmen, in fast allen Betriebsmitteln, Anlagen und Geräten vorhanden, sind hieran maßgeblich beteiligt.

Es ist daher für den Anwender und Errichter elektrischer Anlagen wichtig, die sicherheitstechnischen Auswahlkriterien der Klemmen zu kennen.

Aufgaben und allgemeine Anforderungen

Klemmen sind nach DIN VDE-Bestimmungen wieder lösbare Anschlüsse und Verbindungen, die elektrische Leiter untereinander oder mit anderen Betriebsmitteln dauerhaft mechanisch und elektrisch verbinden sollen, wobei der oder die Leiter ohne besonderes Herrichten angeschlossen werden können. Der Ausdruck „besonderes Herrichten“ umfaßt das Verlöten der Einzeldrähte eines Leiters, Verwenden von Aderendhülsen oder Kabelschuhen, das Biegen von Ösen usw., jedoch nicht das Geradbiegen des Leiters vor seiner Einführung in die Klemme oder das Verdrillen eines mehr- oder feindrätigen Leiters zum Zwecke der Verfestigung seines Endes. Für Schraubklemmen gilt diese Forderung nur bis zu einem Leiternennquerschnitt von 10 mm², wobei der Anschluß von verlöteten, flexiblen Leitern grundsätzlich nicht geeignet ist.

Bauarten und Normen

In DIN 46289 Teil 1 „Klemmen für die Elektrotechnik“ sind die Einteilungen nach Anwendung und die Begriffe für Klemmen beschrieben. Insbesondere sind Schraubklemmen nach Anwendung, Konstruktion und Kon-

taktkraftübertragung definiert. Zu schraubenlosen Klemmen wird nur die Grundanforderung angegeben. Sonstige ebenfalls in der Praxis gebräuchlichen Anschluß- und Verbindungsmittel, wie Steck-, Klammer-, Drahtwickel- und Lötanschluß, werden nur bildlich dargestellt. Diese und weitere, z. B. Würgeverbindungen, schaltbare Klemmen, Trenn-, Abgleich- und Sicherungsklemmen, sind in den Normen bislang nicht berücksichtigt, obwohl auch sie dem Stand der Technik entsprechen. Hier sei angemerkt, daß die Anforderungen für eine Reihe von Klemmmitteln international (bei IEC und CENELEC) zur Normung anstehen. Insbesondere gilt dies für Schraub- und schraubenlose Klemmen. Aus diesem Grunde und wegen der Tatsache, daß Schraub- und schraubenlose Klemmen vor allem in der Installations-technik besondere Bedeutung erlangt haben, soll im folgenden hauptsächlich auf sie eingegangen werden.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen sowie die Bau- und Prüfbestimmungen von Klemmen wurden von Fachgremien der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) erarbeitet und in das DIN VDE-Bestimmungswerk aufgenommen. Bei Beachtung dieser Normen ist sichergestellt, daß die Unfall- und Brandgefahren auf ein Mindestmaß reduziert werden können.

Da Klemmen gemäß ihrer Definition nicht nur als selbständiges Betriebsmittel gebaut werden, sondern auch an und in Geräten, Maschinen, Schränken, Leuchten und anderen Betriebsmitteln zum Einsatz kommen, war es nicht sinnvoll, alle Klemmen in einer Norm zu erfassen. Auch die Vielzahl der unterschiedlichen Bauarten von Klemmen machte es erforderlich, nur den Teil einer Klemme zu normen, der zur Aufrechterhaltung der erforderlichen Kontaktkraft dient. Dieser Teil der Klemme wird gemäß VDE-Bestimmung „Klemmstelle“ genannt und wie folgt definiert:

Klemmstelle ist die Stelle einer Klemme, an der Leiter mechanisch befestigt und elektrisch verbunden werden. Zur Klemmstelle gehören alle Teile, die zur Aufrechterhaltung der Kontaktkraft erforderlich sind. Dies sind z. B. bei einer Schraubklemme der Klemmkörper mit Muttergewinde, das Druckübertragungsteil und die Klemmschraube (Bild 1) sowie bei einer schraubenlosen Klemme der Klemmkörper und die Klemmfeder (Bild 7, Seite 27).

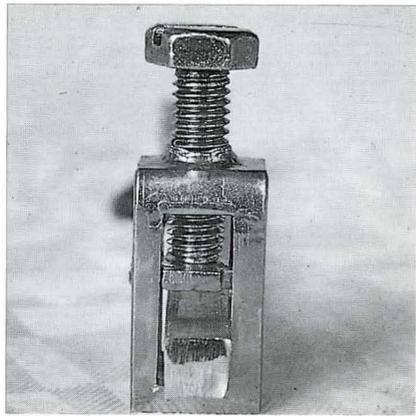


Bild 1: Klemmstelle einer Schraubklemme

Die Anforderungen und Prüfungen für Klemmstellen von Schraubklemmen sind in DIN VDE 0609 Teil 1 und für Klemmstellen von schraubenlosen Klemmen in DIN VDE 0607 festgelegt. Diese beiden DIN VDE-Bestimmungen gelten in der Regel als Basis für alle Betriebsmittelbestimmungen. Somit ist sichergestellt, daß die erforderlichen Sicherheitsanforderungen bei allen Schraub- und schraubenlosen Klemmen angewendet werden. Angemerkt sei hier, daß in den einschlägigen Bestimmungen für Betriebsmittel (Geräte) darüber hinausgehende Anforderungen an Klemmen gestellt werden können, die von der Anwendung der Betriebsmittel (Geräte) abhängig sind.

Sicherheitstechnische Anforderungen

Es werden im einzelnen folgende Anforderungen an Klemmstellen gemäß DIN VDE 0607 und 0609 gestellt:

1. Klemmstellen müssen so beschaffen sein, daß sie den bei bestimmungsgemäßem Gebrauch zu erwartenden mechanischen, elektrischen, thermischen und korrosiven Beanspruchungen standhalten.
2. Klemmstellen müssen so beschaffen sein, daß Leiter nicht fehlerhaft einzuführen sind, nicht unzulässig beschädigt werden und nicht ausweichen können.
3. Klemmstellen müssen so gebaut sein, daß die für eine sichere Klemmung erforderliche Kontaktkraft dauerhaft aufrechterhalten wird.

Diese Anforderungen sind gemäß den in den Bestimmungen enthaltenen mechanischen und elektrischen Prüfungen nachzuweisen bzw. zu erfüllen.

Werkstoffe

Um die gestellten Anforderungen bezüglich der mechanischen, elektrischen, thermischen und korrosiven

Beanspruchungen der Klemmstellen zu erfüllen, bedarf es der entsprechenden Auswahl der Werkstoffe. Sie müssen genügend mechanische Festigkeit aufweisen, da beim Anschließen bzw. Verbinden sowie beim Lösen eines Leiters die Teile der Klemmstelle einer Schraubklemme auf Druck, Zug und Torsion, die Teile der Klemmstelle einer schraubenlosen Klemme auf Druck und Zug beansprucht werden. Ein weiterer Aspekt ist ein genügend großer elektrischer Leitwert des Werkstoffes, der so auszuwählen ist, daß ein zu hoher Übergangswiderstand bzw. Spannungsabfall (maximaler Spannungsabfall ist in den Bestimmungen unter verschiedenen Prüfanforderungen angegeben) und damit eine gefährliche Temperaturerhöhung an der Klemmstelle vermieden wird. Korrosive Umwelteinwirkungen auf den Werkstoff der Klemmstelle können zum Verlust der Kontaktkraft und damit auch zu einem erhöhten Übergangswiderstand bzw. zu einer unzulässigen Temperaturerhöhung führen.

Die Baubestimmungen nach DIN VDE 0609 fordern, daß Klemmstellen, die zur Aufrechterhaltung der Kontaktkraft und der Stromleitung dienen, aus Metall sein müssen. Nach DIN VDE 0607 ist es zulässig, daß bei Klemmstellen bis zu einem Strom von 2 A die Kontaktkraft über Kunststoff aufrechterhalten werden darf. Kunststoffe besitzen die Eigenschaft zu „fließen“, wenn sie Druck und Temperatur ausgesetzt werden. Dies kann bei einer Klemmstelle dazu führen, daß der Leiter ausweicht und die Kontaktkraft verringert wird. Die Folge ist wiederum ein ansteigender Übergangswiderstand bzw. Spannungsabfall und eine unzulässige Temperaturerhöhung. Ein brandgefährlicher Zustand ist vorprogrammiert.

Die verwendeten Metalle für Klemmstellen sind Messing, Kupfer und Stahl. Aus Messing werden der Klemmkörper, die Klemmschraube oder Klemmmutter und der Druckübertragungsteil einer Klemmstelle gefertigt.

Kupfer und Kupferlegierungen werden für Klemmstellen verwendet, wenn ein guter elektrischer Leitwert erforderlich ist (Strombrücken). Kupferlegierungen werden bei Klemmstellen verwendet, wenn mit chemischer Verunreinigung beim Einbauort zu rechnen ist. Bei Verwendung von Kupfer muß dessen geringe mechanische Festigkeit berücksichtigt werden.

Stahl mit entsprechender Oberflächenbehandlung oder Stahllegierungen finden dort Anwendung, wo hohe mechanische Beanspruchungen, z. B. Klemmschrauben und Klemmfedern oder korrosive Atmosphäre, im Vordergrund stehen. Neben Stahl werden auch Kupfer und Messing oberflächenbehandelt,

um so den unterschiedlichen Umwelteinflüssen gerecht zu werden und einer schnelleren Korrosion der Klemmstelle vorzubeugen. Es werden Zinn und Zinn-Blei-Kombinationen für die Oberflächenbehandlung von Kupfer und Messing verwendet, die als stromführende Teile einer Klemmstelle Verwendung finden. Nicht stromführende Teile werden aus Messing mit einer Nickelschicht hergestellt. Stahlteile werden mit Zink, Nickel, Chrom und Zinn oberflächenbehandelt.

Die Oberflächenbehandlung bewirkt bei zinkbeschichtetem Stahl einen Ionisationsvorgang, wenn durch eine Beschädigung die Zinkschicht abgetragen wurde. Durch Einwirkung von feuchter Luft beispielsweise ist Zink gegenüber Stahl elektrisch negativ. Zinkionen wandern zum Stahl und die Korrosionsschutzwirkung kann auf lange Zeit aufrechterhalten werden. Einen zusätzlichen Schutz gegen eine Beschädigung der Zinkschicht wird durch einen Chromüberzug erreicht.

Konstruktion

Um sicherheitstechnischen Aspekten des Brandschutzes gerecht zu werden, sollten die konstruktiven Ausführungen der Klemmstellen einer Schraubklemme so beschaffen sein, daß nur ein Leiter angeschlossen bzw. verbunden werden kann. Damit würde dem Ausweichen der Leiter und dem Entstehen lockerer Klemmverbindungen wirksam vorgebeugt. Sollen mehrere Leiter angeschlossen bzw. verbunden werden, muß die Klemmstelle für diesen Anwendungsfall entsprechend ausgeführt sein.

Vorweg muß noch angemerkt werden, daß Klemmstellen gemäß den Anforderungen nach DIN VDE 0609 sowohl den für sie angegebenen Leiternennquerschnitt als auch die beiden nächstkleineren Leiternennquerschnitte generell klemmen müssen.

Bei Klemmstellen, die zum Klemmen mehrerer Leiter geeignet sind, werden diese gemäß den Anforderungen nach DIN VDE 0609 diversen mechanischen Prüfungen unterzogen.

Für die Praxis bedeutet dies jedoch, daß die Anzahl der zu klemmenden Leiter vom Hersteller angegeben werden sollte und im Zweifelsfall Rücksprache zu halten ist.

Bild 2 (Seite 26) zeigt eine Hauptleitungsklemme. Sie ist durch ihre konstruktive Ausführung in der Lage, mehrere Leiter zu klemmen, da die Leiter in voneinander unabhängigen Klemmstellen verbunden werden können.

Bild 3 (Seite 26) zeigt eine Einzelverbindungsklemme (Buchsenklemme).

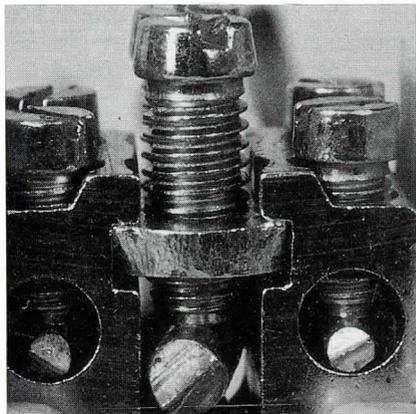


Bild 2: Hauptleitungsklemme

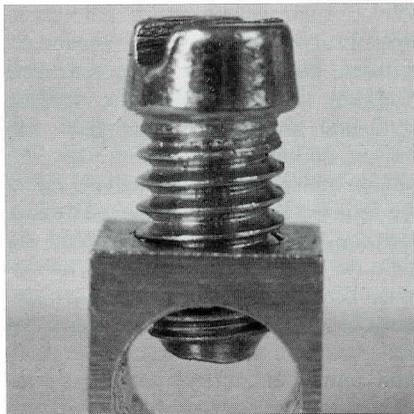


Bild 3: Klemmstelle einer Einzelverbindungsklemme

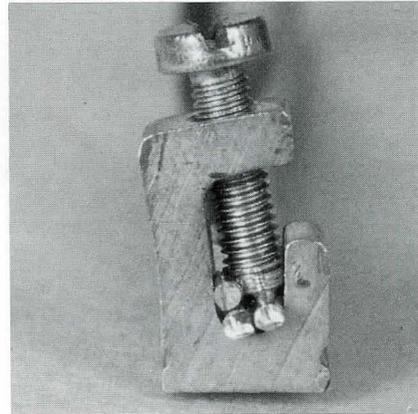


Bild 4: Deformierter Klemmkörper einer Maulklemme

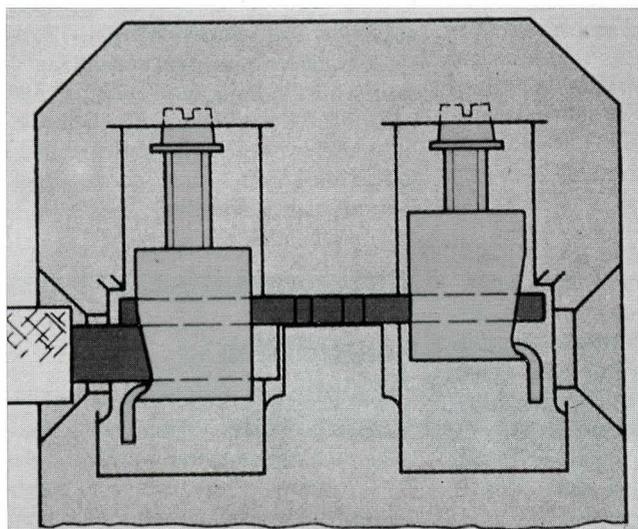


Bild 5: Die Strombrücke (Druckübertragungsteil) verhindert eine unzulässige Leiterbeschädigung

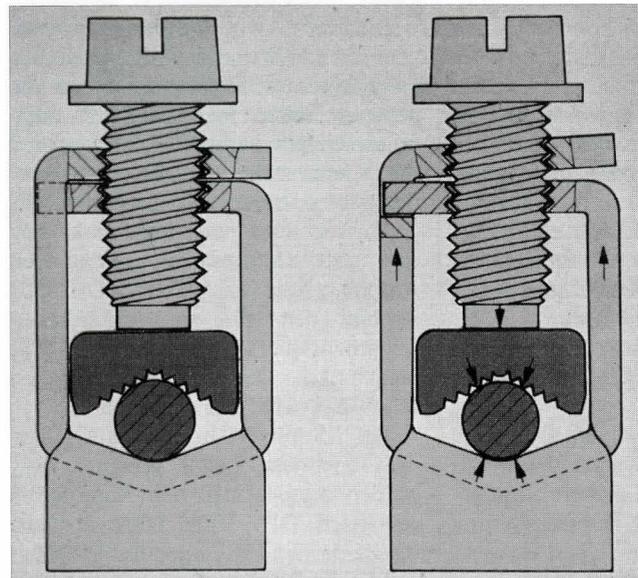


Bild 6: Die Längsriefen des Druckübertragungsteiles bewirken eine gasdichte, gut leitende Verbindung

Bei fehlender Herstellerangabe (Anzahl der Leiter) ist eine sichere Verbindung nur bei entsprechenden handwerklichen Fähigkeiten zu erzielen, z. B. durch Verwürgen der Leiter miteinander.

Bild 4 zeigt eine deformierte Maulklemme. Bei dem Versuch, mehrere Leiter zu verbinden, ist ein Leiter ausgewichen und zwischen Klemmschraube und Klemmkörper-Innenwand geraten. Eine sichere Verbindung der Leiter ist

nicht gewährleistet, da durch die Deformierung sowie die Lage der Leiter keine ausreichende Kontaktkraft gegeben ist. Bei dieser Art von Klemmen bedarf es einer noch größeren handwerklichen Fähigkeit als es bei der in Bild 3 gezeigten Buchsenklemme erforderlich ist.

Klemmstellen müssen so gebaut werden, daß sie das fehlerhafte Einführen, eine unzulässige Beschädigung und das Ausweichen der Leiter verhindern.

Bild 5 zeigt eine Schraubklemme, die diese Anforderungen erfüllt. Die Strombrücke übernimmt die Funktion des Druckübertragungsteiles und verhindert sowohl die Beschädigung als auch das Ausweichen des Leiters. Durch die senkrecht zur Leiterachse angebrachte Zunge wird das sichere Einführen gewährleistet.

Der Anwendungsbereich für Klemmstellen von Schraubklemmen und schraubenlosen Klemmen gemäß den DIN VDE-Bestimmungen schließt das Anschließen und Verbinden von ein-, mehr- oder feindrähtigen Leitern ein. Auch diese Leiter müssen wie massive Leiter ohne besonderes Herrichten der Leiterenden geklemmt werden können. Um dieser Anforderung nachzukommen, wäre es für Klemmstellen von Schraubklemmen erforderlich, Druckübertragungsteile (hier indirekte Kontaktkraftübertragung mittels eines Druckstückes) vorzusehen, die eine unzulässige Beschädigung oder das Ausweichen des Leiters verhindern. Es muß angemerkt werden, daß die Gefahr der unzulässigen Beschädigung gerade bei Klemmstellen für kleine Leiternennquerschnitte besteht, jedoch in der Praxis Druckübertragungsteile in erster Linie für größere Leiternennquerschnitte Anwendung finden. Ein weiteres Augenmerk sei auf die verschiedenen Konstruktionen der Fußflächen von Klemmschrauben gerichtet. Sowohl Kegel- als auch halbkreisförmige Konstruktionen verursachen zwangsläufig eine unzulässige Beschädigung des Leiters. Hierbei soll zwar eine bessere mechanische und elektrische Leiterverbindung erreicht werden; es besteht jedoch die Gefahr eines Leiterbruches, z. B. bei Vibrationen.

Eine konstruktiv bessere Lösung bieten Klemmstellen mit Querriefen im Klemmkörperboden. Durch diese Konstruktion wird zwischen Leiter und Klemmkörper ein erhöhter Reibungswiderstand und eine gasdichte Kontaktierung ohne unzulässige Beschädigung des Leiters erzielt. Die Querriefen der Leiterauflagefläche im Klemmkörper

bewirken eine höhere mechanische Haftkraft und bieten somit einen größeren Schutz gegen das Herausziehen des Leiters. Die Längsriefen des Druckübertragungsteiles (Bild 6) durchdringen die Leiteroxidschicht und bewirken so eine gasdichte linienförmige Kontaktstelle. Somit wird eine Oxidation verhindert und zwangsläufig einer Erhöhung der Stromdichte vorgebeugt.

Anmerkung:

Leiteroxidation bewirkt eine Erhöhung der Stromdichte, die eine Temperatur- und Übergangswiderstandserhöhung zur Folge hat und somit eine Unfall- und Brandgefahr bewirken kann.

Eine weitere sicherheitstechnische Anforderung ist gemäß den VDE-Bestimmungen das ausschließliche Klemmen der Leiter. Klemmschrauben oder Klemmuttern dürfen nicht zum Klemmen anderer Teile dienen. Damit wird der Gefahr vorgebeugt, daß die Klemmstelle durch eine ungewollte Handlung gelöst wird. Eine weitere Gefahr ist, daß sich eine zu geringe Kontaktkraft einstellt und sich der Leiter dadurch lockern kann.

Schutzleiterklemmen sollten aus Sicht des vorbeugenden Unfall- und Brandschutzes konstruktiv so ausgeführt sein, daß zum Lösen des Leiters ein Werkzeug verwendet werden muß, um so die versehentliche Aufhebung der Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren zu verhindern.

Die aufgeführten und zu treffenden Anforderungen gelten auch für Klemmstellen von schraubenlosen Klemmen. In DIN VDE 0607 werden für Klemmstellen von schraubenlosen Klemmen folgende weitere Anforderungen gestellt:

1. Klemmstellen müssen in Verbindung mit den Betriebsmitteln so beschaffen sein, daß das Einführen des Leiterendes oder der Leiterenden durch einen Anschlag begrenzt ist.
2. Aus der Bauart der Klemme muß erkennbar sein, wie die zugehörigen Leiter zum ordnungsgemäßen Gebrauch anzuschließen und zu lösen sind.
3. Klemmstellen müssen für den Anschluß eines Leiters gebaut sein. Sollen mehrere Leiter angeschlossen werden, so müssen die Leiter unabhängig voneinander geklemmt werden können.

Die letztgenannte Forderung wäre aus der Sicht des Brandschutzes auch für Schraubklemmen zu begrüßen, um so für diese die Brandrisiken auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Bild 7 zeigt das Klemmgehäuse einer schraubenlosen Klemme. Die Begrenzung der Leitereinführung (Anschlag) wird durch das Klemmgehäuse sichergestellt. Das ordnungsgemäße Anschließen und Lösen wird durch eine separate Einführungsöffnung gewährleistet, die so ausgebildet ist, daß auch das Ausweichen des Leiters verhindert wird.

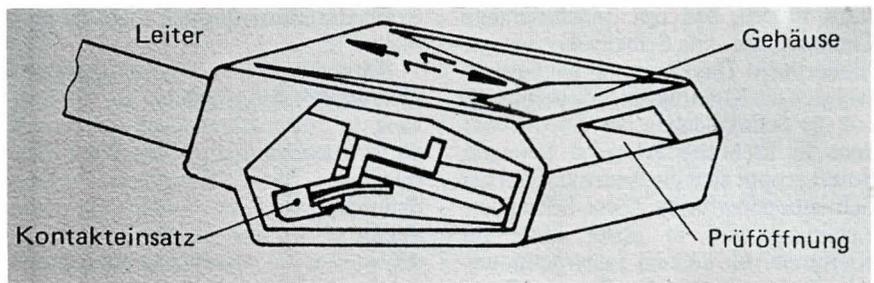


Bild 7: Gehäuse einer schraubenlosen Verbindungsklemme.

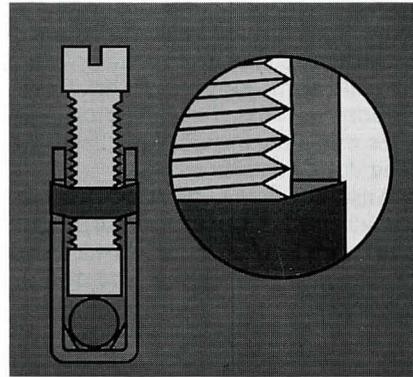


Bild 8: Die Ausführung des Gewindebalkens bewirkt mit zunehmendem Drehmoment eine elastische Verformung der Klemmkörper-Seitenwände (Schraubensicherung)

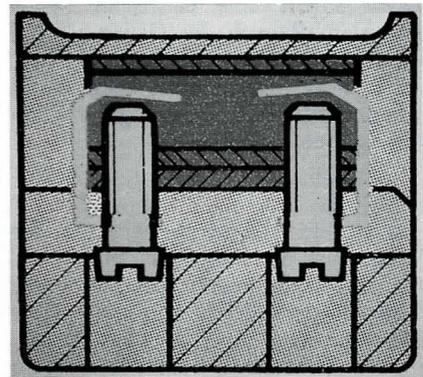


Bild 9: Druckübertragungsteil wirkt als Bremse und Feder

Kontaktkraft

DIN VDE 0609 fordert für Schraubklemmen, daß sie so gebaut sind, daß die für eine sichere Klemmung erforderliche Kontaktkraft dauerhaft aufrechterhalten wird. Die Kontaktkraft wird in der Regel durch eine Klemmschraube erzeugt. Da die Klemmschraube mittels Schraubendreher oder anderer Werkzeuge einem manuellen Vorgang ausgesetzt wird, ist die Kontaktkraft bzw. das hierbei aufgebraachte Drehmoment in erster Linie von dem Handhaben abhängig. Somit sind die praktischen Erfahrungen des Handhabenden ein weiteres Maß für die Qualität einer sicheren Klemmverbindung. Werden die vorgenannten Anforderungen an die Konstruktion der Klemmstelle erfüllt und wird bei dem Klemmvorgang die praktische Erfahrung sowie die handwerkliche Fähigkeit optimal umgesetzt, so ist das Risiko einer fehlerhaften Verbindung auf ein Mindestmaß reduziert. Trotz aller vorgenannten sicherheitstechnischen Maßnahmen als auch dem manuellen Vorgang, der eine genügend große Reibungskraft zwischen der Klemmschraube und den Gewindeflanken erzeugt, bleibt offen, ob durch das Zusammenwirken aller Faktoren eine dauerhafte Klemmverbindung erreicht wird.

Gerade betriebliche Einflüsse, z. B. Stromlastwechsel und damit Temperaturschwankungen sowie äußere Einflüsse, wie Erschütterungen oder mecha-

nische Schwingungen, Rüttelvorgänge, Zug- und Druckbeanspruchungen bei Transport, Montage, Wartung und Instandhaltungsarbeiten, können langaber auch kurzfristig zu einer Lockerung der Klemmschrauben und somit zu den vorgenannten Unfall- und Brandrisiken führen. Immer noch wird das Verzinnen der Leiterenden von mehr- und feindrätigen Leitern praktiziert. Zinn besitzt die Eigenschaft, unter Druck und Temperatur zu fließen. Die Folge sind Selbstlockerung und zunehmende Übergangswiderstände, die zu den genannten Gefahren führen können. Soll diesen begegnet werden, müssen zusätzliche Maßnahmen an die Konstruktion der Klemmstelle gestellt werden.

Die sogenannte Schraubenblockierung oder eine Federwirkung der Klemmschraube sind geeignete Maßnahmen. Somit sind bei der Auswahl der Klemme auch die auf sie wirkenden Einflüsse zu berücksichtigen. Die Einschätzung solcher Einflüsse gestaltet sich jedoch nicht immer einfach, da in vielen Fällen die Verhältnisse am Verwendungsort nicht näher bekannt sind oder sich im Laufe der Zeit verändern können. Die nachfolgenden Konstruktionen von Klemmstellen zeigen einige Möglichkeiten, um einen Schutz gegen die Selbstlockerung der Leiter zu erreichen: Progressive Schraubensicherung

Das Bild 8 zeigt eine Klemmstelle, bei der die besondere Gestaltung des Gewindebalkens, die abgeschragten Flächen im Bereich der Gewindelöcher sowie dessen Lage im Klemmkörper

dazu führen, daß mit zunehmendem Drehmoment eine Selbstlockerung verhindert wird. Das Drehmoment bewirkt, daß sich die Klemmkörper-Seitenwände auf die Schrägflächen des Gewindebalkens in Richtung Schraube bewegen. Somit erhöht sich die Bremskraft an der Schraubenoberfläche. Diese Schraubensicherung wird in erster Linie für Klemmen mit kleinen Leiternennquerschnitten verwendet. Bei größeren Leiternennquerschnitten wird der Gewindebalken so ausgeführt, daß das Drehmoment eine elastische Verformung im Bereich der Gewindelöcher erzeugt und somit die Schraube blockiert wird. Der flach ausgebildete Klemmkörperboden erzeugt darüber hinaus eine Federwirkung.

Schraubensicherung mittels Zugbügelssystem

Das Bild 6 (Seite 26) zeigt die Wirkungsweise des Zugbügels. Mit zunehmendem Drehmoment federt der obere Gewindelappen leicht auf, und auf die Klemmschraube wirkt eine zunehmende Bremskraft. Die Bremskraft kann auch durch entsprechende Konstruktion des Druckübertragungsteiles erzielt werden.

Druckübertragungsteil als Schraubensicherung und Federung

Das Bild 9 (Seite 27) zeigt eine Buchsenklemme mit einem Druckübertragungsteil, das unmittelbar unter dem Schraubenkopf greift. Beim Anziehen der Schraube wird durch das Druckübertragungsteil ein Reibmoment erzeugt, was auf die Schraube wirkt. Die dabei entstehende Biegung des Schenkels des Druckübertragungsteiles bewirkt eine zusätzliche federnde Eigenschaft.

Federnde Druckübertragungsteile

Bild 10 zeigt eine Buchsenklemme mit zwei voneinander unabhängigen Klemmstellen. Die Konstruktion des Druckübertragungsteiles ist so ausgeführt, daß dieses unverlierbar ist und das fehlerhafte Einführen der Leiter verhindert wird. Durch das Anziehen der Schrauben wird das Druckübertragungsteil elastisch verformt und besitzt so federnde Eigenschaften.

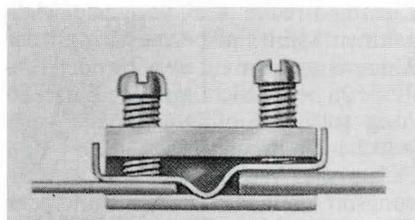


Bild 10: Buchsenklemmstelle mit zwei unabhängigen Klemmstellen und unverlierbarem Druckübertragungsteil

Das Klemmprinzip für schraubenlose Klemmen bringt automatisch den Selbstlockerungsschutz in Form von federnden Eigenschaften mit sich. Die Klemmstelle, wie bereits erwähnt, besteht aus einer Klemmfeder, die zur

Kontaktkraftübertragung dient (Bild 7, Seite 27).

Schraubenlose Verbindungsklemmen werden hauptsächlich zur Verdrahtung in Installationsdosen verwendet, da ihr Klemmprinzip keine Werkzeuge erfordert. Das Klemmen erfolgt dadurch, daß der Leiter bis zum Anschlag in das Gehäuse hineingedrückt und die Anordnung der Klemmfeder so gewählt ist, daß automatisch die Kontaktkraft erzeugt wird. Durch gleichzeitiges Drehen und Ziehen des Leiters kann die Verbindung gelöst werden.

Darüber hinaus werden schraubenlose Klemmstellen mit indirekter Kontaktkraftübertragung ausgeführt. Durch Einbringung des Druckübertragungsteiles wird einer unzulässigen Beschädigung des Leiters vorgebeugt.

Anschluß- bzw. Geräteklammen werden zum Teil mit Tastern ausgeführt. Durch Niederdrücken des Tasters wird die Klemmfeder so bewegt, daß die Einführungsöffnung frei wird und der Leiter ohne große Kraftaufbringung bis zum Anschlag hineingeführt werden kann. Hierdurch wird das Verbinden und Lösen des Leiters erleichtert.

Weitergehende Anforderungen

In den VDE-Bestimmungen wird als Anmerkung darauf hingewiesen, daß darüber hinausgehende Anforderungen an Klemmstellen in den einschlägigen Bestimmungen für Betriebsmittel festgelegt sind. Auch in den einschlägigen Bestimmungen der Normenreihe DIN VDE 0100 zur Errichtung elektrischer Anlagen mit Nennspannungen bis 1000 V sind weitergehende Anforderungen an Klemmen aufgeführt. So werden z. B. spezielle Anforderungen in bezug auf den Einbauort gestellt. Ein weiterer Aspekt sei hier nicht unerwähnt, was das Anschließen und Verbinden von Aluminiumleitern betrifft. Lt. VDE-Bestimmungen ist der Anwendungsbereich von Klemmstellen auf das Verbinden oder Anschließen von Kupferleitern beschränkt. Eine Empfehlung des ZVEI (Zentralverband Elektronikindustrie e.V. und Elektrotechnikindustrie e.V.), was das Anschließen mittels Anschluß- und Geräteklammen von Aluminiumleitern betrifft, lautet wie folgt:

Für Geräte, die in Al-Netzen Verwendung finden könnten, werden folgende Aufschriften empfohlen:

1. „Al-Leiter sind vorzubehandeln, z. B. durch Schaben und Fetten“.
2. „Nicht für Al-Leiter“ als Hinweis für Geräte, die nicht für den Anschluß von Al-Leitern zugelassen sind.

Es ist zu empfehlen, diese Aufschriften auf Beipackzetteln oder auf den Geräten selbst anzubringen, und zwar für alle produzierten Geräte, da außer über direkte Lieferung nicht

zuletzt Geräte über Groß- und Einzelhandelsmärkte auch in die neuen Bundesländer gelangen können.

3. Geräte, die uneingeschränkt für den Anschluß von Al-Leitern geeignet sind, erhalten keinen Hinweis.

Zu diesem Thema sei angemerkt, daß von seiten des Fachgremiums der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) angeregt wurde, auf internationaler Ebene (hier IEC = International Electrotechnical Commission) eine Norm für „Klemmstellen von Schraubklammen und schraubenlosen Klemmen zum Anschließen oder Verbinden von Aluminiumleitern“ zu erarbeiten (zwischenzeitlich wurde eine Arbeitsgruppe mit dieser Aufgabenstellung gebildet, die einen Normenentwurf erarbeitet hat).

Zusammenfassung

Die gültigen und hier näher erläuterten VDE-Bestimmungen für Klemmen beinhalten im großen und ganzen ausreichende sicherheitstechnische Anforderungen. Im Gegensatz zu den früheren TGL, die Gesetze darstellten, sind VDE-Bestimmungen die Regeln der Technik, die einen bestimmenden Einfluß in Zivil- und Strafverfahren haben können. Sie stellen Mindestanforderungen dar. So ist es jedem Planer, Errichter und Betreiber freigestellt, darüber hinausgehende Anforderungen an die Sicherheit zu stellen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Aus Sicht der Schadenverhütung wäre es zu begrüßen, wenn jeder Klemmstelle nur ein Leiter zugeordnet würde. Beim Zusammenspiel aller genannten sicherheitstechnischen Anforderungen und Maßnahmen, und vorausgesetzt, daß diese in die Praxis umgesetzt sind und werden, kann man davon ausgehen, daß die Unfall- und Brandgefahren auf ein Mindestmaß reduziert sind.

Anhang

Zitierte Normen für Klemmen:

- DIN 46289 -

Klemmen für die Elektrotechnik: Einteilung, Begriffe, Fachwörter

- DIN VDE 0607 -

VDE-Bestimmungen für die Klemmstelle von schraubenlosen Klemmen zum Anschließen oder Verbinden von Kupferleitern von 0,5 mm² bis 16 mm²

- DIN VDE 0609 Teil 1 -

Klemmstellen von Schraubklammen zum Anschließen oder Verbinden von Kupferleitern bis 240 mm²; allgemeine Festlegungen