**Verbindungsarten in der Elektrotechnik**

Die Verbindungstechnik im Bereich der Elektrotechnik besteht aus einer Vielzahl von Technologien, mit der ein elektrischer Kontakt hergestellt werden kann. Die Kontaktierung ist die sichere elektrische Verbindung zwischen zwei Leitern. Die Aufgabe einer elektrischen Verbindung ist die Leitung eines elektrischen Stromes über diese Kontaktstelle. Dabei ergibt sich naturgemäß ein Übergangswiderstand, der idealerweise so klein wie möglich sein soll. Verbindungen sind unter anderem verfügbar als:

* Lösbare elektrische Verbindung: Schrauben, Stecker, Lüsterklemme, Krokodilklemmen, Federzugtechnik, Kabelschuhe
* Bedingt lösbare elektrische Verbindung: Löten, Wickeln, Schneidklemmtechnik, Einpresstechnik
* Unlösbare elektrische Verbindung: Schweißen, Kleben, Quetschverbinder, Stoßverbinder

**Warum sind bei Schraubverbindungen die Anzugsmomente wichtig?**

Die wohl wichtigsten Anforderungen an eine elektrische Verbindung sind ein dauerhaft ausreichender Kontaktdruck und ein niedriger Übergangswiderstand. Ein falsches Anzugsmoment ist die Ursache der meisten Brandschäden an elektrischen Verteilungen.

Daher sollten die Anschlussschrauben und Anschlussklemmen an Stromschienen, Schaltgeräten und sonstigen Betriebsmitteln keinesfalls „bis zum Anschlag“ mit dem Schraubendreher oder Schraubenschlüssel angezogen werden, weder bei der Herstellung noch nach dem Transport bzw. dem Errichten (Aufstellen und Anschließen). Unsachgemäß (zu lose, zu fest) ausgeführte Klemm- und Quetschverbindungen gehören zu den typischen Schwachstellen in Niederspannungs-Schaltanlagen.

**Beispiel aus der Praxis**

Nach dem Transport und dem Errichten wurden sämtliche Anschlussschrauben und Anschlussklemmen der Schaltgerätekombination auf der Baustelle durch den Installateur „bis zum Anschlag“ nachgezogen. Eine durch Federelemente vorhandene Federwirkung wurde damit wirkungslos. Während des Betriebs erwärmten sich die Kupferschienen, nach abendlicher Abschaltung trat eine Abkühlung ein. Bei den Kupferschienen kam es dadurch zu einem Materialfluss. Die Federwirkung reichte nicht aus und somit war an dieser Stelle ein ordentlicher Kontaktübergang nicht mehr gewährleistet – ein Ausglühen war die Folge.

Daher sollten sämtliche Anschlussschrauben und Anschlussklemmen mit einem Drehmomentschlüssel unter Berücksichtigung der empfohlenen Anzugsdrehmomente für Anschlussschrauben und Anschlussklemmen an Stromschienen und Schaltgeräten befestigt werden. Damit wird die Aufrechterhaltung einer ausreichenden Vorspannkraft sichergestellt und ein Selbstlockern der Schraubverbindungen verhindert.

*Bild 1 Quelle: Hoffmann Group*

**Wo bekomme ich die Anzugsdrehmomente her?**

Schraubverbindungen lassen sich nicht pauschal an Betriebsmitteln festmachen, sondern sind immer davon abhängig, welche Art der Schraube mit welchem Gewinde und welche Festigkeitsklasse die Schraube (Mutter) hat. Eine Hilfestellung zur Orientierung kann die Tabelle unter dem nachfolgenden Link liefern:

*Anzugsdrehmoment Tabelle M2 bis M68 - www.anzugsmoment.de*

Bei Schaltgeräten und Schaltgerätekombinationen wird das erforderliche Drehmoment für die Schraubverbindungen vom ursprünglichenHersteller des Betriebsmittels festgelegt und in den technischen Datenblättern dem Verwender vorgegeben. Diese Vorgabe mussanschließend vom Verwender eingehalten werden, d. h. sowohl die Bauteile zur Schraubverbindung als auch das notwendige Drehmoment muss eingehalten und gegebenenfalls nachgewiesen werden.

*Bild 2 Quelle: ABB*

Die elektrische Verbindung sollte niemals „von Hand nach Gefühl“, sondern gewissenhaft mit dem definierten Drehmoment angezogen werden. Bei nicht definierten Drehmomenten sind die Empfehlungen nach DIN 43673, Teil 1 zu beachten.

*Bild 3 Quelle: ABB (Anzugsdrehmoment aus dem Datenblatt für den Sicherungsautomaten aus Bild 2)*

Die DIN 43673, Teil 1 gibt Anhaltswerte als Empfehlungen, speziell fürAnschlussdrehmomente der Anschlussschrauben und Anschlussklemmen an Stromschienen und Schaltgeräten.

**Welche Folgen können lose Verbindungen haben und wie in welcher
Abhängigkeit steht die Erwärmung zum Widerstand und zum Stromfluss?**

Liegt ein zu geringer Kontaktdruck bzw. ein zu hoher Übergangswiderstand an einer elektrischen Verbindung vor, etwa als klassischer Wackelkontakt, so erhöht sich bei einem Stromfluss an der Verbindungsstelle die Verlustleistung.

Diese Verlustleistung tritt in Form von Wärme auf und kann an einer fehlerhaften Verbindungsstelle je nach Höhe des Übergangswiderstandes und der vorherrschenden Stromstärke (P=I²∙R) brandgefährliche Temperaturen von bis zu 800 °C erzeugen. Eine Verlustleistung an solchen Übergangswiderständen über 60 W gilt als akut brandgefährlich.

**Fazit**

Maßnahmen zur Vermeidung eines Brandes in Folge einer fehlerhaften elektrischen Verbindung mit einem erhöhten Übergangswiderstand sind:

* Sach- und fachgerechte Errichtung von elektrischen Verbindungen
* Regelmäßige und sorgfältige Prüfung und Wartung der elektrischen Anlage
* Wiederkehrende berührungslose Temperaturmessungen (Thermografie)