

Anzugsdrehmomente für Klemmstellen

DIN VDE 0606-1, DIN VDE 0100-520, DIN VDE 0100-600, EN 60947-1, DIN EN 60670-1 und -22, DIN EN 60998 und DIN EN 60999

PROBLEM

Bei einer fachtechnischen Abnahme/Prüfung bemängelte der Sachverständige das Fehlen der Dokumentation von Anzugsmomenten an Klemmstellen nach VDE 0606. In meiner langjährigen beruflichen Tätigkeit habe ich noch keinen Nachweis dieser Art erbringen müssen. Ist dieser bei der Errichtung von Elektroanlagen gefordert und wenn ja, wie wäre dieser zu führen? Es geht in erster Linie um Klemmstellen zwischen 70mm² und 240mm².

H. R., Mecklenburg-Vorpommern

ANTWORT

Nachweis der maximalen Anzugsdrehmomente

Leider ist in ihrer Anfrage der Wortlaut aus dem Prüfungsbericht des Sachverständigen nicht erkennbar. Auch fehlt der Hinweis auf die Art der elektrischen Anlage und damit auch zu dem Hintergrund der »fachtechnischen Abnahme/Prüfung«, da in bestimmten Anwendungsbereichen besondere Anforderungen zu Prüfungen und auch zu den Dokumentationen festgelegt sind. Lediglich ihre beiden Hinweise auf die Klemmstellen nach VDE 0606 und auf die Leitungsquerschnitte 70mm² und 240mm² lassen zumindest den Schluss zu, dass es sich um Verbindungsklemmen handelt.

Ich gehe auf die erwähnte »VDE 0606« zum Schluss noch etwas ausführlicher ein, um diese im Gesamtzusammenhang plausibler zu machen. Dennoch drängt sich mir die Frage auf, mit welchen Anzugsdrehmomenten die Klemmen denn tatsächlich angezogen wurden. Um einen praktischen Ansatz zu bekommen, greife ich ihre Frage zum Nachweis zuerst auf. Den Nachweis zu den maximalen Anzugsdrehmomenten – z.B. bei »Schraubklemmen« – liefert der Hersteller der Klemme als Vorgabe bei der Errichtung in seinen Produktdokumentationen. Die Festlegungen erfolgen in den einzelnen Betriebsmittelnormen mit festgelegten Prüfverfahren, in erster Linie gerichtet an die Hersteller der Betriebsmittel.

Durch die Produktverantwortung der Hersteller müssen diese für die Anwendungen

durch reproduzierbare Prüfverfahren die sicheren Verbindungen nach Norm nachweisen. Neben vielen anderen technischen Merkmalen ist das maximale Anzugsdrehmoment ein wesentliches Merkmal einer dauerhaften und sicheren elektrischen Verbindung. Wie gehen Sie mit diesen Informationen nun um?

Worauf ist bei der Errichtung zu achten?

In den VDE-Errichtungsbestimmungen finden wir keine spezifischen Ausführungsregeln für den Umgang mit Klemmen. Wobei für jede Elektrofachkraft durch die Ausbildung die wichtigsten Grundlagen und Sicherheitsziele in der Elektrotechnik bekannt sein müssen. So finden wir beispielsweise im Teil 520 der DIN VDE 0100 die Forderung: »Verbindungen zwischen Leitern untereinander sowie zwischen Leiter und Anschlussstellen an Betriebsmitteln müssen für eine dauerhafte Stromübertragung, eine angemessene Festigkeit und einen Schutz bemessen sein.« Der Nachweis bei Inbetriebnahme, Änderung oder Wiederholungsprüfung wird mit den Prüfungen und dem Prüfprotokoll z.B. nach VDE 0100-600 erbracht.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen finden wir mit Querverweisen und Anforderungen im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), in der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und den Technischen Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1203. In besonders gefährdeten Bereichen werden Prüfverfahren und auch Arten der Dokumentationen individuell festgelegt. In der DGUV Vorschrift

3 für »Elektrische Anlagen und Betriebsmittel« finden wir im § 4 zu Prüfungen den Hinweis: »Zur Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes sind elektrische Anlagen und Betriebsmittel wiederholt zu prüfen.« Die Prüffrist für »Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel« wird mit vier Jahren festgelegt. Mit dieser Prüfung soll der »ordnungsgemäße Zustand« festgestellt und dokumentiert werden. Voraussetzung ist die fachgerechte Planung, Auswahl der Betriebsmittel, Errichtung, Prüfung und Dokumentation.

Der Errichter der elektrischen Anlage muss entsprechend den Vorgaben der Hersteller die elektrische Verbindung einer »Verbindungsklemme als Schraubklemme« mit dem vom Hersteller vorgegebenen Anzugsdrehmoment anziehen. Dies erfolgt mit einem Drehmoment-Schraubendreher (z.B. von 1,0...5,0Nm) oder einem Drehmoment-schlüssel (z.B. von 7,5...42,0Nm). Nur mit dem richtigen Drehmoment wird der vom Klemmenhersteller vorgegebene erforderliche Kontaktdruck bei allen zulässigen Betriebszuständen sicher erreicht.

Neben dem Drehmoment ist zu beachten, dass Sie die Leiter zug- und druckentlastet in der Klemmstelle verbinden und die Verbindungsklemme selbst nicht mechanisch z.B. durch massive Leiter belasten. Die Kraftübertragung mit dem Hebelarm einer Schraubknarre oder mit dem Handgelenk sind keine objektiven und reproduzierbaren Anzugsdrehmomente für eine sichere und dauerhafte elektrische Verbindung in einer Schraubklemme.

Mit dem vorgegebenen Drehmoment wird der erforderliche Kontaktdruck zwischen



Gerhard Budde

Ausbildung als Elektroinstallateur und Elektromeister sowie späteres berufsbegleitendes Studium der Betriebswirtschaft. Er war in der Papierindustrie und viele Jahre in der Elektroindustrie in Planung, Projektierung, Produktmarketing und Produktmanagement von Niederspannungsschaltanlagen tätig. Gerhard Budde ist Verfasser zahlreicher Fachbeiträge in der Fachzeitschrift »de« sowie Mitautor diverser Fachpublikationen. Auch die Verbandsarbeit gehörte zu seinen Aktivitäten, z. B. im ZVEI, ZVEH, E-Check, ETIM oder EDIFACT. Heute arbeitet Gerhard Budde als freier Fachautor und Referent für Elektrotechnik.

Klemmkörper und dem Leiter erzeugt. Dabei wird bei modernen Klemmensystemen die mechanische Vorspannkraft durch Feder- und/oder Scherenwirkung der Schraubverbindung hergestellt und die Selbstlockerung der Klemmstelle damit verhindert. Lose Verbindungen sind potentielle Fehlerquellen, zu feste Verbindungen führen zu Zerstörung der Klemme und damit in beiden Fällen zum Totalausfall der Verbindungen mit den bekannten Folgen.

Müssen Klemmen gewartet werden?

Bei fachgerechter und richtiger Montage sind qualitativ hochwertige und moderne Schraubklemmen wartungsfrei. Mehrfache, nachträgliche Prüfungen der Anzugsdrehmomente führen häufig zur Zerstörung der Klemme, da u. a. die Federeigenschaft der Klemme aufgehoben wird. Auch die Übergangswiderstände werden durch das »Nachdrehen« und den »Materialfluss« ungünstiger, d. h. in der Regel höher werden. Bei Lastwechsel und Temperaturänderungen führt das u. U. zum Versagen der Verbindung. Bei nicht definierten Drehmomenten durch die Hersteller müssten Sie z. B. die **Anzugsdrehmomente der EN 60947-1** für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubenanschlüssen anwenden.

Was wird geprüft und dokumentiert?

Wenn es keine individuell festgelegten Anforderungen durch besondere Auflagen für den Betrieb gibt, wird die einzelne Klemmstelle in der Regel nicht nachträglich mechanisch geprüft und auch nicht gesondert dokumentiert. Damit zurück zu ihrer Frage nach der Dokumentation zum Nachweis der maximalen Anzugsdrehmomente bei Schraubklemmen: hier dienen die Datenblätter der entsprechenden Betriebsmittel als Teil der Auftrags- und Anlagendokumentation zusammen mit ihrem Prüfprotokoll als Gesamtnachweis. Dazu finden wir im Rahmen der unterschiedlichen Prüfungen die bekannten Dokumentationen:

- Erst- und Wiederholungsprüfungen elektrischer Anlagen als Prüfprotokoll nach DIN VDE 0100-600
- Übergabebericht, Arbeitsanweisungen und Checklisten für besondere Handhabungen
- Prüf- und Messprotokoll für Teil- oder Gesamtanlagen.

Neben den elektrischen Prüfungen »Messen von Isolationswiderständen und Durchgangswiderständen« werden seit einigen Jahren berührungslose IR-Temperatur- und thermografische Wärmebildkameras eingesetzt, um z. B. im Betriebszustand erhöhte Temperaturen und Fehlerstellen zu lokalisieren. Die Prüfungen werden im Rahmen des Prüfprotokolls als bestanden oder nicht bestanden mit den üblichen Folgemaßnahmen dokumentiert.

Normativer Gesamtzusammenhang

Nun noch zu dem oben angekündigten letzten Teil meiner Ausführungen, in dem ich auf Ihren Hinweis zur »VDE 0606« und den erwähnten Klemmstellen 70 mm² und 240 mm² eingehe, wobei ich hier nur Kupferleiter betrachte. Bei der VDE 0606 handelt es sich um eine **Betriebsmittelnorm**, die aus mehreren Teilen besteht, beginnend mit der DIN EN 60670-1 (VDE 0606-1:2014-01), für Dosen und Gehäuse, für Installationsgeräte im Haushalt und ähnliche ortsfeste elektrische Installationen. Der Teil 1 beschreibt »Allgemeine Anforderungen«. Durch ihren Hinweis auf die »Klemmstellen zwischen 70 mm² und 240 mm²«, kommt der Teil 22 der deutschen Ausgabe als DIN EN 60670-22: »Besondere Anforderungen für Verbindungsdosen« mit in die Betrachtung. Damit auch der internationale Hintergrund mit der EN 60670-22, sowie der IEC 60670-22. Im nächsten Schritt ist die »Art der Verbindungsklemme« von besonderer Bedeutung.

Bei Ihrem beschriebenen »Fehlen der Dokumentation«, konzentriere ich mich im Wesentlichen auf Schraubklemmen. Wobei es grundsätzlich unter dem Begriff »Verbindungsmaterial« dann u. a. um die Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmen und schraubenlose Klemmstellen für Kupferleiter geht und damit auch um die Sicherheitsanforderungen der IEC 60998 oder IEC 60999 (DIN EN 60999). Zur Erläuterung kurz ein Blick auf die Besonderheiten von den genannten Verbindungsklemmen.

Auswahl der Klemmen für unterschiedliche Leiterarten

Aluminium-Leiter erfordern im Vergleich zu Kupfer-Leitern andere Merkmale bei den Klemmen. Die Form der Leiter – eindrängige Leiter als Rundleiter, mehrdrängige oder feindrängige Leiter sowie Sektorleiter – erfordert spezielle Kontaktformen oder Zusatzelemente.

Unterschiedliche Klemmentechniken

Grundsätzlich unterscheiden wir Klemmen mit schraubenlosem Anschluss und Klemmen mit Schraubanschluss. Bei schraubenlosem Anschluss werden die Verbindungen der Leiter mit den Kontaktschienen durch spezielle Leiterführungen und Federn in den Klemmen hergestellt. Schraubenlose Klemmen sind wartungsfrei und erfordern in der Regel kein spezielles Werkzeug. Bei einigen Produktangeboten für größere Leiterquerschnitte sind spezielle mechanische Hilfskonstruktionen zur Federentlastung beim Anschluss vorgesehen. Wobei sich die Angebote derzeit bei Verbindungsklemmen bis maximal 50 mm² oder 70 mm² bewegen. Darüber hinaus gibt es bei Anschlussklemmen inzwischen sogenannte »Hochstromklemmen« bis 185 mm². Auch diese Technik ist normativ geregelt.

Beim Schraubanschluss werden unterschiedliche Bauformen mit einer oder mehreren Schrauben für verschiedene Leiterformen und Arten angeboten. Dabei liegt die fachgerechte Ausführung und Handhabung beim Elektrofachmann oder speziell ausgewiesenen Personen mit den entsprechenden Werkzeugen.

Zusammenfassung

Exakte Festlegungen erfolgen in den einzelnen Betriebsmittelnormen mit speziellen Prüfverfahren, die in erster Linie an die Hersteller der Betriebsmittel gerichtet sind. Eine wichtige Hilfe für die Praxis bieten die Dokumentationen der Hersteller. Die Hersteller haben durch die Produktverantwortung ein großes Interesse daran, dass alle notwendigen Informationen für die Anwendung und Verarbeitung bekannt sind und beachtet werden. Dies gewährleistet die »zugesicherten Eigenschaften des Produkts« oder – wie in Ihrem Anwendungsfall – »eine sichere und dauerhafte elektrische Verbindung.

Dazu der Hinweis auf die notwendige Qualifikation der Elektrofachkraft, die mit derartigen elektrotechnischen Arbeiten beauftragt wird: Insbesondere die verantwortliche und leitende Elektrofachkraft hat auch die Aufgabe, die Mitarbeiter für den fachgerechten Umgang mit Werkzeugen und Materialien einzuweisen und für eine entsprechende Prüfung und Dokumentation der Anlage zu sorgen.

Gerhard Budde