

# Besichtigung einer neu errichteten Anlage

**PRÜFTECHNIK ELEKTRISCHER ANLAGEN NACH DIN VDE 0100-600 (TEIL 2)** Bereits im ersten Teil gingen wir am Ende eher allgemein auf diesen ersten wichtigen Punkt der Prüfung ein. Dieser Beitrag zeigt die konkreten Handlungsschritte auf.

Die erfahrene Elektrofachkraft weiß, dass bereits im ersten Schritt der Prüfung nach DIN VDE 0100-600 viele Fehler entdeckt werden können. Daher widmen wir uns auch eingehend diesem Kapitel, u.a. mit einem ausführlichen Fragenkatalog für den Prüfer.

## Handproben und Drehmomente

Die Besichtigung beinhaltet die Handprobe, die grob über den festen Anschluss von Leitern und Verschraubungen Aufschluss gibt. Besonders die Schutzleiter, Schutzerdungs- und Schutzpotenzialausgleichsleiter sind diesem zu unterziehen. Beim Hausanschlusskasten (HAK) wird aufgrund der eingangsseitig unter Spannung stehenden Anschlüsse auf eine Handprobe der abgangsseitigen Leitern verzichtet.

Weiterhin ist bei elektrischen Anschlüssen auf Grundlage von Schraubensystemen und Verschraubungen das Drehmoment nach den Vorgaben des Herstellers zu kontrollieren. Die notwendigen Anzugsmomente der Anschlüsse sind oft auf den Betriebsmitteln selbst und auf jeden Fall in der begleitenden Dokumentation enthalten.

**Bild 1** zeigt ein Drehmoment-Schraubendreher-Set von Wera für den Drehmomentbereich von 1,2Nm bis 3Nm, welches mit einem weiteren Drehmomentschraubendreher den unteren Drehmomentbereich von 0,35Nm bis 1,15Nm ergänzt. Mit diesem Set können die meisten energietechnischen Anschlüsse im Bereich von 1,5mm<sup>2</sup> bis 10mm<sup>2</sup> kontrolliert werden. **Bild 2** zeigt eine Drehmomentratsche von Knipex, die einstellbar von 5Nm bis 35Nm ist und **Bild 3** eine Ausführung von Lemp mit fest eingestelltem Drehmoment von 20Nm, die Anschlüsse des Hauptstromversorgungsbereiches bedienen.

**Bild 4** zeigt eine Drehmomentratsche von Lapp mit einem einstellbaren Bereich von 2Nm bis 10Nm in Verbindung mit speziellen Aufsätzen, die für Verschraubungen konstruiert wurde. Auch für dieses Set ist eine weitere Drehmomentratsche für den Bereich von 5Nm bis 25Nm verfügbar. Der Hersteller weist entsprechend seiner Publikation T21 beispielhaft für eine M20-Verschraubung aus Kunststoff ein Anzugsmoment von 6Nm und aus Metall von 12Nm aus. Ergänzt werden die Angaben durch Berücksichtigung geringerer Anzugsmomente, sofern, entsprechend der Kabelmantelmaterialien, eine Beschädi-



**Bild 1:** Drehmomentschraubendreher-Set von Wera



**Bild 3:** Fest eingestellte Drehmomentratsche von Lemp



**Bild 2:** Einstellbare Drehmomentratsche von Knipex



**Bild 4:** Einstellbare Drehmomentratsche für Verschraubungen von Lapp

Quelle: alle Bilder FBZ Leer

gung möglich wäre. Für ATEX-Verschraubungen sind die Anzugsmomente den beiliegenden Bedienungsanleitungen zu entnehmen.

## Steckkontakte

Bei Steckkontakten ist die erforderliche Vorbereitung der Leiter zu beachten. Neben der abzuisolierenden Länge sind unter Umständen Konfektionierungen mit gasdichten Aderendhülsen oder Crimp-Produkten erforderlich. Die abzuisolierende Länge kann selbst innerhalb eines Installationsprogramms abweichend sein. So sind beispielhaft für den Schalter 12 mm und für die Steckdose 14 mm abzuisolierende Länge vorzusehen, damit der elektrische Anschluss auch bei Strombelastungen nahe am maximalen Nennstrom keine Brandgefahren verursacht. Die notwendigen Abisolierlängen für Steckkontakte sind oft auf den Betriebsmitteln selbst und auf jeden Fall in der begleitenden Dokumentation enthalten.

## DIN VDE 0100-510

Für die Besichtigung ergänzt die Norm DIN VDE 0100-510 zur Auswahl und Errichtung von elektrischen Betriebsmitteln. Neben notwendiger Zugänglichkeit der Betriebsmittel, einschließlich der Kabel- und Leitungsanlagen, behandelt sie die notwendigen Kennzeichnungen von Kabeln und Leitungen, ordnet den verschiedenen Leiterfarben (Adern) erlaubte und nicht erlaubte Zwecke (Funktionen) sowie Ausnahmen der durchgehenden Farbkennzeichnung ab 16 mm<sup>2</sup>, in Form einer am jedem Leiterende angebrachten Farbkennzeichnung, zu.

Weiterhin werden Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von Betriebsmitteln, die im Wesentlichen durch eine geeignete Auswahl der Betriebsmittel in Abgleich aufgeführter Normen erfolgt, gestellt. Sofern weitere Maßnahmen zur EMV notwendig sind, ist die Norm DIN VDE 0100-444 Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen, zu berücksichtigen. Maßnahmen im Bezug zu Schutzleiterströmen werden mit Verweis auf die DIN EN 61140 beziehungsweise VDE 0140-1 gefordert. Die zulässigen Schutzleiterströme sind entsprechend den Angaben zu den Betriebsmitteln durch eine geeignete Gestaltung der elektrischen Anlage zu berücksichtigen und bei fehlenden Angaben seitens der Hersteller sind die in EN DIN 61140 bzw. VDE 0140-1 zulässige Schutzleiterströme in Betracht zu ziehen.

## Besichtigungsüberprüfung

Die Besichtigungsüberprüfungen erfordern Einblick und normativen Abgleich der Unterlagen des Planers und Errichters der elektrischen Anlage. Folgende Besichtigungsüberprüfungen geben Aufschluss über eine korrekte Planung, Projektierung und Realisierung:

- Ist eine ausreichende Dokumentation der elektrischen Anlage bezüglich Schaltpläne, Stromkreiszusordnungen und die Montage- und Bedienungsanleitungen der verbauten Betriebsmittel, wie Verteilerschränke, Schutz- und Schalteinrichtungen sowie der Installationsgeräte vorhanden?
- Sind alle veränderbaren Parameter von Schutz- und Steuereinrichtungen in der Dokumentation und an den Schutz- und Steuereinrichtungen mit Ihrem Einstellwert vermerkt?
- Ist eine lückenlose Identifizierung der Zugehörigkeit von Schutz- und Schaltgeräten zu den Reihenklemmen (sofern zutreffend) und den Leitungen der Endstromkreise durch entsprechende Kennzeichnungen gewährleistet?

- Sind die Schutz- und Neutralleiter durch die entsprechende Farbgebung oder unter Berücksichtigung der Ausnahmen nach DIN VDE 0100-510 gekennzeichnet?
- Entspricht das Kabel- und Leitungssystem einschließlich möglicher Brandschottungen den Anforderungen entsprechend DIN VDE 0100-520?
- Sind, sofern zutreffend, geeignete Überspannungs-Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0100-534 installiert worden?
- Ist die Auswahl und Errichtung der Erdungsanlage, Schutzleiter einschließlich Schutzpotenzialausgleichsleiter und Haupterdungsschiene entsprechend DIN VDE 0100-540 ordnungsgemäß durchgeführt worden?
- Ist die Auswahl, Einstellung und Koordination von Schutz- und Überwachungsgeräten berücksichtigt?
- Sind die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag entsprechend DIN VDE 0100-410 vorhanden?
- Sind die Maßnahmen zum Schutz gegen thermische Einflüsse und Brandschottungen gegen die Ausbreitung von Feuer entsprechend DIN VDE 0100-420 zutreffend und realisiert?
- Ist die Auswahl der Leitungen, Kabel und Stromschienen für die Strombelastbarkeit und den Spannungsfall entsprechend DIN VDE 0100-430 umgesetzt?
- Ist für die EMV der Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen, sofern zutreffend, entsprechend DIN VDE 0100-444 berücksichtigt?

## Besichtigungspunkte

Die Besichtigungspunkte innerhalb der elektrischen Anlage können bevorzugt in Energieflussrichtung von der Einspeisung zu den Endstromkreisen erfolgen. Sie dienen zur Ermittlung des korrekten Zustandes oder vorhandener Beschädigungen und Fehler. Jedes Teil für sich und in Kombination mit weiteren Teilen muss unbeschädigt und ordnungsgemäß verarbeitet sein. Beispielhaft sei eine elektrische Leitung betrachtet, die in ein Gehäuse eingeführt ist: Die Leitung als zentrales Teil in der Beurteilung ihrer Unversehrtheit und ergänzend in der Kombination mit den Leitungsbefestigungsteilen sowie der Gehäuseeinführung in Form einer Verschraubung.

## Besichtigungsweg

Auf dem Besichtigungsweg durch die elektrische Anlage können sich vielfältige Feststellungen ergeben. Basierend auf einer elektrischen Anlage, versorgt durch einen Hausanschlusskasten bis 100A, dienen nachfolgende Beschreibungen der Reflektion.

### Hausanschlusskasten

Im HAK weisen die Abgangsklemmen eine halbrunde Grundform auf, in der die Leitungen (Adern) eine umgreifende Kontaktierung erfahren. Durch eine nicht präzise Positionierung gelangen die Adern schräg in die formgebenden Aufnahmen mit der Folge nicht ausreichender Kontaktierungen und einem zu erwartenden Verlust der Klemmkraft. Auch gilt es zu kontrollieren, dass die Aderisolierungen nicht in den Klemmbereich eintauchen. Die Leitungsführung durch einen Membranstutzen bietet gegenüber einer Verschraubung keine stabile Führung der Leitung. Somit neigt eine unsaubere Verlegung der Leitung zu einer einseitigen Druckbeaufschlagung der Membranen, welche sich in einer nicht vollständigen Umschließung der Leitung und der Gefahr des Eindringens nicht erwünschter Kleinteile äußert.

Das Entfernen des Gehäusedeckels beim Hausanschlusskasten basiert oft auf einer Entnahmemöglichkeit in 30°-Öffnungswinkel. Die beidseitig am Gehäuseunterteil vorhandenen Scharniere weisen eine kreisrunde Innenform mit Zuführungssteg auf. Hierdurch kann der Gehäusedeckel mit seinen ausgebildeten Stegen bei der 30°-Position in die Kreisform eintauchen und ist nach einer Positionsveränderung fixiert. Beim Öffnen des Hausanschlusskastens mit einseitigem Lüpfen des Deckels gerät der Steg in die Zuführung, verkantet sich und bei ausreichendem Zug bricht das formgebende Scharnier. Hierdurch besteht die Gefahr, dass ohne Austausch des beschädigten Hausanschlusskastens und einem Öffnen des Gehäusedeckels, dieser in der 30°-Position seitlich wegfällt und die Gefahr des reflexhaften Greifens zu Kontakt der unter Spannung stehenden Teile führt.

### Biegeradien

Die Biegeradien von Leitungen fallen oft kleiner aus als normativ erlaubt. Für die Kontrolle der Biegeradien kann die VDE 0298-565-1 beziehungsweise DIN EN 50565-1 als Leitfadensystem für die Verwendung von Kabel und isolierten Leitungen, zu Rate gezogen werden. Für eine Hauptleitung in der Ausführung NYM-J 5x16mm<sup>2</sup> mit 24,3mm Durchmesser beträgt der Radius dem sechsfachen oder bei vorsichtiger Biegung mit einer Vorrichtung dem vierfachen Durchmesser. In der Norm sind weiterhin die maximalen Schellenabstände bei leicht zugänglichen Leitungen, in der Unterscheidung waagerechter und senkrechter Verlegung, enthalten. Für die beispielhafte Leitung NYM-J 5x16mm<sup>2</sup> ergibt sich ein maximaler Schellenabstand bei waagerechter Verlegung von 400mm und senkrechter Verlegung von 550mm.

### Zählerschrank

Im Verlauf der Hauptleitung kann sich der Schrank für die Zählrichtung befinden. Die Leitungseinführung durch oftmals enthaltene Durchsteckflansche unterliegt den identischen Beurteilungen entsprechend den Membranstützen. Die Anschlusssituation der Adern der Hauptleitung auf das Schienensystem im unteren Anschlussbereich erfordert – entsprechend den Betrachtungen im Hausanschlusskasten – vergleichende Beurteilungen bezüglich Anschluss, Positionierung und Aderisolierung.

Bei vorkonfektionierten Schränken sind die bereits enthaltenen Adern, zum Beispiel vom Typ H07 V-K in der Ausführung 10mm<sup>2</sup> vom Schienensystem zum Zähler und weitergehend zum oberen Anschlussbereich auf eine 5-polige Hauptleiterabzweigklemme oft maschinell mit Aderendhülsen ohne Kunststoffkragen konfektioniert. Hier ist die richtige Länge des leitfähigen Teils der Aderendhülsen zur Höhe der Stromschienen, z. B. in der Ausführung 12mm, meist gewährleistet. Das Vorhandensein von Aderendhülsen mit Kunststoffkragen in Verbindung der Sammelschienenklemmen bedingt oftmals ein nicht ausreichendes Eindringen des leitfähigen Teils der Aderendhülse in die Sammelschienenklemme. Das hat eine nicht ausreichende Kontaktfläche und eine Verformung der Aderendhülse mit hoher Verdichtung an der Aderendhülspitze zur Folge und eine sich reduzierende Verdichtung im Bereich des Kunststoffkragens. Hierdurch ist eine dauerhafte Verbindung nicht gewährleistet.

Die entsprechend VDE 0603-2 verwendete 5-polige Hauptleiterabzweigklemme oberhalb des Zählers, in der Ausführung von jeweils zwei Durchgangsanschlüssen und somit gesamt vier Anschlusspunkten pro Klemmenpotenzial, sollte in der erkennenden Form der Energiezuführung und Weiterleitung angeschlossen werden. Entsprechend der Logik von links nach rechts befinden sich die energiezuführenden Adern jeweils links unten und die weiterreichenden Adern jeweils rechts oben.

Die Systematik bei der Wahl der bevorzugten Anschlusspunkte wird durch die weitere Logik von oben nach unten bestimmt. Die Anwendung ist hier, aufgrund der eher störenden Verlegung der Adern um die Hauptleiterabzweigklemme herum, nicht empfehlenswert.

Die zum Einsatz kommenden Schränke – entsprechend VDE 0603-1 in schutzisolierter Ausführung – erfordern bei dem Einsatz von PE-Reihenklemmen mit Kontaktierung des PE-Potentials auf die Hutschiene, die Verwendung von Isolierstücken (z. B. Hager, Typ U84T). Alternativ lassen sich Hutschienen auch in isolierter und tiefenverstellbarer Ausführung (Hager, Typ UT22B und UT22C) einsetzen. Durch die tiefer liegende Hutschiene lassen sich, neben den für Installationsverteiler in der Bauhöhe reduzierten Reihenklemmen (z. B. Phoenix-Contact vom Typ UTI und UIK), auch die üblichen Bauhöhen einsetzen (Typ UT und UI). Es lohnt sich auf den Internetseiten der Produkthersteller zu recherchieren, weil ergänzend zur Produktbestellung »Zählerschrank« oder »Installationsverteiler« das Zubehör berücksichtigt werden muss, damit der Schrank für die jeweiligen Anforderungen und dem Einsatzbereich perfekt ausgestattet wird.

Spätestens beim Stromkreisverteiler kommt die Koordination und Selektivität von Schutzeinrichtungen ins Spiel. Die entsprechenden Anforderungen sind in der DIN VDE 0100-530 für Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel von Schalt- und Steuergeräten, enthalten. Die jeweiligen Vorgaben, entsprechend TAB und regionaler Ergänzung durch den Verteilungsnetzbetreiber, müssen sich in der zu prüfenden Anlage bestätigen. Die Auslegung unserer beispielhaften elektrischen Anlage mit einer Versorgung über einen HAK mit maximal 100A für den prospektiven Kurzschlussstrom (unbeeinflusster Dauer-Kurzschlussstrom) muss

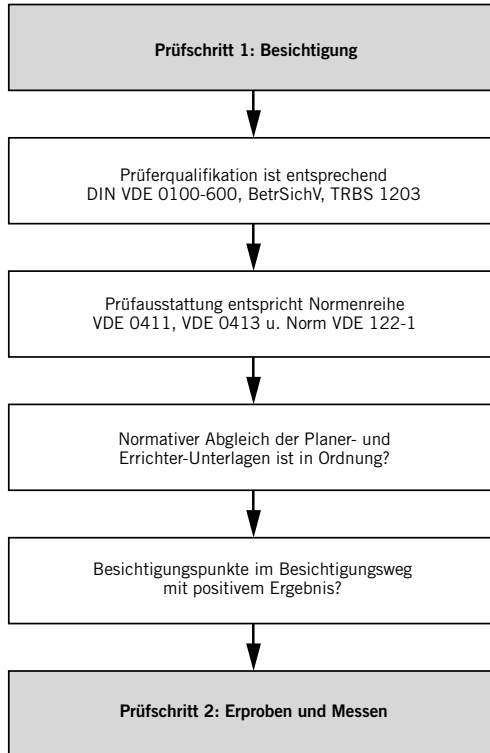
- 25kA für das Hauptstromversorgungssystem von der Übergabestelle des Netzbetreibers (z. B. Abgangsseite des Hausanschlusskastens bis einschließlich zur letzten Überstrom-Schutzeinrichtung vor der Messeinrichtung) und
- 10kA zwischen der letzten Überstrom-Schutzeinrichtung vor der Messeinrichtung und dem Stromkreisverteiler betragen.

Die Leitungsschutzschalter im Stromkreisverteiler müssen entsprechend VDE 0641-11 beziehungsweise DIN EN 60898-1 ein Bemessungsschaltvermögen von mindestens 6kA haben. Die eingesetzten Schutz- und Schaltgeräte müssen die jeweils zutreffende Angabe aufweisen. Dies ist auf der Vorderseite der Schutzeinrichtungen durch ein umrahmtes Rechteck mit der Angabe »25000«, »10000« oder »6000« erkennbar.

### Endstromkreise

Der Besichtigungsweg geht weiter zu den Endstromkreisen. Auf dem Weg zwischen den Schutz- und Schaltgeräten bis zum Verlassen des Stromkreisverteilers ist eine durchgehende Kennzeichnung für die Zugehörigkeit der Schutz- und Schaltgeräte zu den Reihenklemmen und abgehenden Leitungen erforderlich. So muss, zumindest unter Verwendung der Dokumentation, gewährleistet sein, dass für jeden Stromkreis die Bestandteile erkennbar sind. Die Leitungsführung durch Durchsteckflansche unterliegt den Beurteilungen, entsprechend den Membranstützen, wie bereits beschrieben.

Sofern die abgehende Leitungsführung in einem Bündel erfolgt, gilt es zu bedenken, dass durch die Häufung eine reduzierte Strombelastung der Leitungen zum Tragen kommt. Entsprechend VDE 0298-4 für empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit ergeben sich beispielhaft für ein Bündel aus neun Leitungen mit drei stromführenden Adern oder zehn Leitungen mit zwei stromführenden Adern in einem Kabelkanal verlegt eine reduzierte Strombelastbarkeit von 50%. Die Norm enthält



**Bild 5:** Übersicht der ersten Prüfschritte

umfangreiche Beschreibungen und Tabellen, die für die Bündelung, auch aus unterschiedlichen Leitungen bestehend, anwendbar sind.

Die Bestandteile der Endstromkreise als versorgende Raumausstattung für Beleuchtung und Steckdosen erfordern die stichprobenartige Kontrolle auf korrekte Leitungseinführung, Unversehrtheit der Aderisolierung im Bereich der Abisolierung des Leitungsmantels, der Notwendigkeit der Isolationsüberlappung zwischen dem Leitungsmantel und dem Schalter- oder Hohlwanddosengehäuse. Die elektrischen Anschlüsse sind auf Unversehrtheit der Adern im Bereich der Abisolierung der Aderisolierung, der seitens des Herstellers vorgegebenen abzuisolierenden Länge und des sorgfältigen Anschlusses in Form eines gradlinig aus dem Steckkontakt verlaufenden Anschlusses zu kontrollieren. Adern, die unmittelbar ab Steckkontakt verformt erscheinen, belasten in der Regel den Steckkontakt durch Druckbeaufschlagung und reduzierter Klemmkraft.

Bei Betrachtung der bisherigen Themen, die in diesem Fachbeitrag der Einleitung und Besichtigung zugeordnet wurden, lässt sich ein Struktogramm ableiten (**Bild 5**).

**(Fortsetzung folgt)**



## AUTOR

**E. Josef Pott**

Geschäftsführer FBZ-E Fachbereichszentrum  
Energietechnik GmbH, Leer