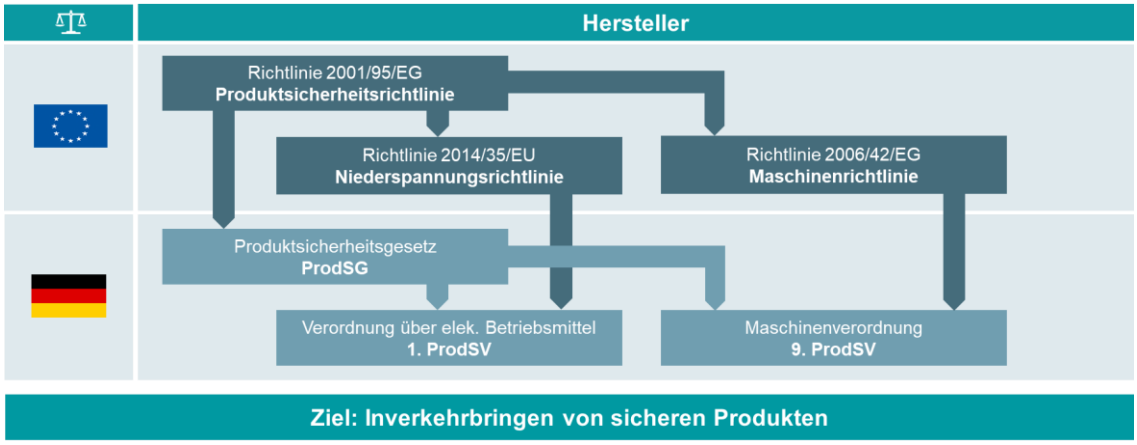
Anforderung an die Prüfung von Maschinen nach EN 60204-1 (VDE 0113-1)

1. Gesetzliche Anforderungen und Grundlagen

Die Forderung an die Prüfung von Maschinen ergibt sich aus mehreren Rechtsvorschriften. Im Folgenden werden die Anforderungen an Hersteller von Maschinen- und Anlagen näher beleuchtet.

Maßgebliche Rechtsvorschriften in diesem Bereich sind die Niederspannungs- und Maschinenrichtlinie, die die Beschaffenheit von elektrischen Betriebsmitteln bzw. Maschinen regeln.



Da in den Richtlinien lediglich allgemeine Anforderung enthalten sind, werden häufig sog. harmonisierte Normen herangezogen, um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Für die elektrische Ausrüstung von Maschinen hat sich die Anwendung der EN 60204-1 bzw. VDE 0113-1 bewährt.

Diese technische Regel enthält Anforderungen an die elektrischen, elektronischen und programmierbaren elektronischen Ausrüstungen von Maschinen und gibt, neben anderen Vorgaben, auch konkrete Prüfschritte für die Erstprüfung vor.

2. Prüfumfang nach EN 60204-1 (VDE 0113-1)

Das Kapitel 18 der EN 60204-1 (VDE 0113-1) enthält die folgenden Prüfschritte:

a) Überprüfung, dass die elektrische Ausrüstung mit ihrer technischen Dokumentation übereinstimmt
b) Überprüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiterstromkreise
c) Überprüfung der Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung
d) Isolationswiderstandsprüfung
e) Spannungsprüfung
f) Schutz gegen Restspannung
g) Überprüfung der relevanten Anforderungen an den Ableitstrom
h) Funktionsprüfungen

Die Prüfschritte a), b), c) und h) sind zwingend durchzuführen und werden in den folgenden Kapiteln thematisiert. Daneben spielt die Isolationswiderstandsprüfung in der Praxis eine große Rolle, da durch sie Montagefehler zuverlässig aufgedeckt werden können.

3. Überprüfung, dass die elektrische Ausrüstung mit ihrer technischen Dokumentation übereinstimmt

Als erster Prüfschritt muss überprüft werden, dass die elektrische Ausrüstung mit der technischen Spezifikation bzw. Dokumentation übereinstimmt. Dazu gehört neben der Aktualität der Unterlagen auch die korrekte Anwendung von Herstellervorgaben. Eine, zum Auslieferungszeitpunkt aktuelle, Dokumentation ist für die Erfüllung von Nachweispflichten essenziell und sollte in jedem Fall vorhanden sein.

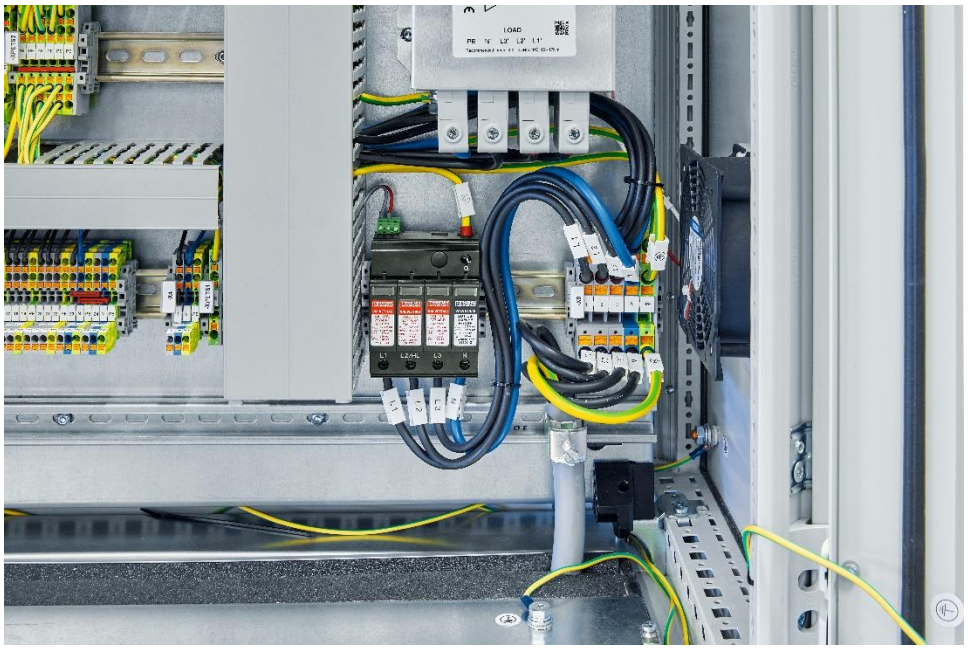
Die Sichtprüfung sollte, je nach Maschinentyp, durch weitere sinnvolle Prüfpunkte (z. B. IP-Schutzmaßnahmen) ergänzt werden, auch wenn die Norm hierzu keine Anforderungen enthält.

4. Überprüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiterstromkreise und Schutz durch automatische Abschaltung

Da bei Maschinen in der Regel der Fehlerschutz durch automatische Abschaltung (Schutzklasse I) angewendet wird, konzentriert sich die EN 60204-1 (VDE 0113-1) auf die hierzu passenden Prüfschritte.

Die Überprüfung anderer Fehlerschutzmaßnahmen (z. B. PELV-Stromkreise) ist anhand anderer technischer Regeln durchzuführen, hier empfiehlt sich die Anwendung der VDE 0100-600.

Die Grundlage für die automatische Abschaltung im Fehlerfall ist der Schutzpotentialausgleich (PE), dieser muss zunächst untersucht werden. Dabei wird die Verbindung der relevanten Teile des Schutzleitersystems zur Netzanschluss-Stelle (z. B. Einspeiseklemme) messtechnisch überprüft.



Bei der Messung wird durch das Messgerät eine Spannung von max. 24 V (DC oder AC) an die Prüfspitzen angelegt. Aus der Spannung und dem entstehenden Stromfluss wird anschließend der entsprechende Widerstandswert ermittelt. Die Messung muss dabei mit einem Strom von min. 0,2 A bis 10 A durchgeführt werden, wobei höhere Prüfströme zu einer höheren Genauigkeit der Ergebnisse führen.

Das Messergebnis muss der erwarteten Größenordnung entsprechen. Der Prüfer muss also vor jeder Messung ermitteln, welcher Widerstandswert zu erwarten ist. Bei Leitungen spielen hierbei der Querschnitt, die Länge und das Material eine Rolle.

Nachdem die ordnungsgemäße Einbindung aller relevanten Teile in den Schutzpotentialausgleich überprüft wurde, richtet sich der Fokus nun auf die automatische Abschaltung. Damit im Fehlerfall keine unzulässige Gefährdung entsteht, muss die Spannung ausreichend schnell abgeschaltet werden. Für Maschinen, die nicht beweglich sind oder von Hand gehalten werden, ist eine maximale Abschaltzeit von 5 s vorgeschrieben.

Für andere Stromkreise, die Klasse-I-Betriebsmittel oder tragbare Ausrüstung versorgen, sind die maximalen Abschaltzeiten in der Tabelle A.1 (EN 60204-1:2018) zu finden. Da U_0 die Nennwechselspannung gegen Erde (siehe EN 60204-1:2018, Tabelle A.1) repräsentiert, wäre in üblichen europäischen Spannungssystemen eine maximale Abschaltzeit von 0,4 s erlaubt.

Maximale Abschaltzeiten in TN-Systemen			
120 V < U_0 ≤ 230 V		230 V < U_0 ≤ 400 V	
AC	DC	AC	DC
0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s

Damit die maximalen Abschaltzeiten durch die Überstromschutzreinrichtung erreicht werden, ist ein ausreichend großer Fehlerstrom notwendig. Da dieser maßgeblich von der Fehlerschleifenimpedanz abhängig ist, muss diese durch Berechnung ermittelt oder gemessen werden. Der maximal zulässige Impedanz-Wert ergibt sich aus der folgenden Formel:

$$Z_s \leq \frac{2}{3} * \frac{U_0}{I_a}$$

Z_s = Impedanz der Fehlerschleife
I_a = Auslösestrom der Überstromschutzeinrichtung
U_0 = Nennwechselspannung gegen Erde

Durch den Faktor 2/3 wird die Widerstandserhöhung der Leiter im Fehlerfall berücksichtigt, diese tritt durch das Ansteigen der Leitertemperatur auf.

Die Fehlerschleifenimpedanz muss pro Schutzorgan an der „ungünstigsten Stelle“ gemessen bzw. berechnet werden. Die Messung ist nicht erforderlich, falls in dem betreffenden Stromkreis eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) verbaut wurde. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen müssen gemäß der technischen Regeln auf ihre Funktion hin überprüft werden.

5. Funktionsprüfungen

Die Funktionsprüfung stellt den letzten Schritt der Maschinenüberprüfung dar. In der EN 60204-1 wird lediglich gefordert, dass die Funktionen der elektrischen Ausrüstung geprüft werden müssen. Die allgemein gehaltene Anforderung gilt es in der Praxis mit Leben zu füllen. Neben der reinen Überprüfung von Betriebsfunktionen sollten auch Sicherheitsfunktionen nicht vernachlässigt werden.

Da Sicherheitsfunktionen von Maschinen vor der Inbetriebnahme validiert werden müssen, sollte die sog. Wirksamkeitsüberprüfung der Sicherheitsfunktionen im Rahmen der Funktionsprüfung erfolgen. Insbesondere bei sicherheitsbezogener Software, sollte die Validierung allerdings möglichst früh im Produktentstehungsprozess geplant und definiert werden. Normative Anforderungen hierzu sind in der EN ISO 13849-2 zu finden.

6. Fazit

Auch wenn auf den ersten Blick die Prüfanforderungen an die elektrische Ausrüstung klar geregelt sind, gibt es doch einige Punkte zu beachten. So sind, je nach Aufbau der Maschine, zusätzliche Prüfschritte durchzuführen. Auch das Zusammenspiel verschiedener Gewerke oder Montagezustände, muss in der Praxis geregelt werden und stellt eine Herausforderung dar.

Da sich das Kap. 18 der EN 60204-1 lediglich auf die Überprüfung der montierten Maschine (Stücknachweis) konzentriert, müssen zur Überprüfung der Konstruktion ggf. andere Maßnahmen getroffen werden. Insbesondere Themen wie die Wärmeberechnung oder die Betrachtung der Kurzschlussfestigkeit sollten, wie normativ gefordert, im Vorfeld betrachtet werden.

Glücklicherweise sind die entsprechenden Methoden in anderen technischen Regeln, z. B. der EN 61439 (Niederspannungs-Schaltgerätekombination), detailliert beschrieben. So kann auch, wenn Konstruktion und Montage von unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt werden („verlängerte Werkbank“), die Durchführung aller erforderlichen Nachweise sichergestellt werden.

Autor Hauke Abbas PHOENIX CONTACT Deutschland GmbH hauke.abbas@phoenixcontact.de	