

Fachbeitrag Sicherheit von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen

Allgemeines:

Elektrische Betriebsmittel und Anlagen können durch Beschädigungen, nicht sachgemäßen Gebrauch und Verschleiß aufgrund der anliegenden elektrischen Spannung zu schweren und tödlichen Verletzungen führen.

Daher ist es unerlässlich, dass sich diese Betriebsmittel und Anlagen zum Gebrauch im betrieblichen Alltag in einem elektrotechnisch einwandfreien Zustand befinden. Dies wird insbesondere von der gesetzlichen Unfallversicherung (Berufsgenossenschaft) und den staatlichen Behörden zum Schutz der Beschäftigten in Unternehmen gefordert.

Rechtliche Situation:

§ 5 der Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 3 (früher BGV A3) schreibt vor, dass der Unternehmer dafür Sorge zu tragen hat, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf deren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.

Als weitere elektrotechnische Grundlage gelten die folgenden DIN VDE Bestimmungen: DIN VDE 0701-0702, DIN VDE 0100, DIN VDE 0105-100.

Prüfobjekte:

Bei elektrischen Betriebsmitteln unterscheidet man zwischen ortsfesten und ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln sowie elektrische Anlagen.

Ortsfeste elektrische Betriebsmittel

Ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind dadurch gekennzeichnet, dass sie fest angebracht oder nur schwer bewegbar sind und keine Tragevorrichtung besitzen. Hierzu zählen auch elektrische Betriebsmittel, die nur vorübergehend befestigt sind und über bewegliche Anschlussleitungen betrieben werden.

Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel

Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel hingegen können während ihres Einsatzes bewegt oder leicht transportiert werden, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind.

Als elektrische Betriebsmittel gelten z. B.: Computer, Monitore, Drucker, Kopiergeräte, Steckdosenleisten, Verlängerungskabel, Netzteile, Ladegeräte, Ventilatoren, Heizlüfter, Warmwasserboiler, Wasserkocher, Kaffeemaschinen, Kühlschränke, Papierschredder, elektr. Küchengeräte, elektr. Werkzeuge usw..

Elektrische Anlagen

Bei elektrischen Anlagen unterscheidet man zwischen stationären und nichtstationären Anlagen. Stationäre Anlagen sind jene Elektroanlagen, die mit ihrer Umgebung fest verbunden sind. Dazu zählen z. B. Installationen in Gebäuden, Baustellenwagen, Containern und auf Fahrzeugen. Nichtstationäre Anlagen sind Elektroanlagen, die nach Gebrauch abgebaut und an einem neuen Einsatzort wieder aufgebaut werden können. Dazu zählen z. B. Anlagen auf Bau- und Montagestellen sowie fliegende Bauten.

Als elektrische Anlagen gelten z. B.: Steckdosen oder Unterverteilungen.

Ablauf der Prüfung gemäß DGUV Vorschrift 3:

a) Elektrische Betriebsmittel:

Sichtprüfung:

Feststellung, dass bei dem zu prüfenden Gerät keine äußeren, sicherheitsrelevanten Mängel vorliegen; z. B. Zustand von Gehäuse, Schalter, Stecker, Anschlussleitungen usw.

Messen:

In Abhängigkeit vom jeweiligen Prüflingstyp und der Schutzklassenzuordnung werden folgende Messungen durchgeführt:

- Messung des Schutzleiterwiderstandes
- Messung des Isolationswiderstandes
- Messung der Ableitströme (Differenz-, Schutzleiter- bzw. Berührungsstrom)

Funktionsprüfung:

Das elektrische Gerät wird, wo möglich und sinnvoll, auf Funktion geprüft.

Prüfplakette:

Kennzeichnung der geprüften Betriebsmittel durch eine Prüfplakette mit fortlaufender Nummer, durch die eine eindeutige Identifikation und Zuordnung des Betriebsmittels zu den Messwerten im Prüfbericht sichergestellt ist.

Dokumentation:

Es wird ein schriftlicher Prüfbericht erstellt, in dem alle geprüften Betriebsmittel mit den entsprechenden Messwerten sowie der Prüffentscheid aufgeführt sind.

b) Elektrische Anlagen:

Sichtprüfung:

- Ist der Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile noch vorhanden?
- Sind die Überspannungs- und Überstrom-Schutzeinrichtungen vorhanden, richtig eingestellt oder bestückt?
- Sind die Stromlaufpläne und Beschriftungen der Stromkreise sowie Sicherungselemente vorhanden und zutreffend?

Messen:

- Nennwerte (Spannung, Strom)
- Schleifenimpedanz, Netzzinnenwiderstand
- RCD- bzw. FI-Prüfung (Auslösezeit, Nennfehlerstrom)
- Isolationswiderstand
- Durchgängigkeit und Widerstand des Schutz- und Potentialausgleichleiters
- Drehfeld

Erproben:

- RCD- bzw. FI-Schutzschalter
- Wirksamkeit von Schutzeinrichtungen
- Funktionsfähigkeit von erforderlichen Melde- und Anzeigeeinrichtungen

Prüfplakette:

Kennzeichnung der geprüften Anlagen

Dokumentation:

Es wird ein schriftliches Prüfprotokoll mit allen relevanten Angaben erstellt.

Prüffristen

Anhand der Tabelle in § 5 DGUV Vorschrift 3 können Prüffristen ermittelt werden, wenn die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel einer normalen Beanspruchung durch Umgebungstemperatur, Staub, Feuchtigkeit oder dergleichen ausgesetzt sind. Dabei wird unterschieden zwischen ortsveränderlichen und ortsfesten elektrischen Betriebsmitteln sowie stationären und nichtstationären elektrischen Anlagen. Bei Abweichung von der normalen Beanspruchung, z. B. durch besondere Umgebungsbedingungen bzw. mechanische Belastungen, müssen die Prüffristen ggf. verkürzt werden.

a) Wiederholungsprüfungen ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Prüffrist:

4 Jahre auf ordnungsgemäßen Zustand durch eine Elektrofachkraft

b) Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nichtstationären Anlagen

Prüffrist:

1 Monat auf Wirksamkeit durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte

c) Fehlerstrom-, Differenzstrom und Fehlerspannungs-Schutzschalter

Prüffristen:

- **in stationären Anlagen: 6 Monate** auf einwandfreie Funktion der Prüfeinrichtung **durch den Benutzer**
- **in nichtstationären Anlagen: arbeitstäglich** auf einwandfreie Funktion der Prüfeinrichtung **durch den Benutzer**

d) Wiederholungsprüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel im Baustellenbetrieb

Prüffrist:

- 3 Monate durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
- sonst 6 Monate durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte

Wird bei den Prüfungen eine Fehlerquote < 2 % erreicht, kann die Prüffrist entsprechend verlängert werden.

e) Wiederholungsprüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel in sonstigen Betrieben (Werkstatt usw.)

Prüffrist:

- 1 Jahr durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte

Wird bei den Prüfungen eine Fehlerquote < 2 % erreicht, kann die Prüffrist entsprechend verlängert werden.

f) Wiederholungsprüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel in Verwaltungen und ähnlichen Bedingungen

Prüffrist:

- 2 Jahre durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte

g) Wiederholungsprüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel in Schulen, Kindertagesstätten

Prüffrist:

- 1 Jahr durch eine Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte

In Kindertagesstätten bzw. Bereichen, in denen mit der Anwesenheit von Kindern zu rechnen ist und diese Kontakt zu elektrischen Betriebsmitteln haben können, ist eine maximale Prüffrist von einem Jahr anzusetzen, da Kinder nicht unterwiesen werden können und eine nicht bestimmungsgemäße Benutzung der elektrischen Betriebsmittel im Zweifelsfall nicht ausgeschlossen werden kann.

Besondere Anforderungen an elektrische Betriebsmittel und Anlagen in Bereichen mit Kindern (z.B. Kindertagesstätte)

In Kindertagesstätten ist es besonders wichtig, dass elektrische Betriebsmittel und Anlagen in einem einwandfreien Zustand sind, da Kinder Schäden an elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen womöglich nicht erkennen können und dabei einer erheblichen bis tödlichen Gefahr ausgesetzt wären.

Daher sind die Fristen zur Prüfung der elektrischen Betriebsmittel und Anlagen unabdingbar einzuhalten.

Dies alleine ist allerdings nicht ausreichend, um Kinder sicher vor elektrischen Gefahren zu schützen. Daher wird nachfolgend auf die elektrotechnischen Anforderungen hinsichtlich des sog. direkten und indirekten Berührungsschutz eingegangen.

Direkter und indirekter Schutz vor elektrischen Gefahren:

Schäden an elektrischen Betriebsmitteln können dazu führen, dass Kontakt zu elektrisch aktiven Komponenten haben. Auch Nässe kann an elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen zum elektrischen Schlag führen.

Schutz kann auf folgenden technischen Wegen herbeigeführt werden:

- **direkter Berührungsschutz** (Schutz durch Barriere, sog. IP-Schutzklasse):
 - o Kabelisolierung,
 - o Schutzgehäuse (z.B. Radiogehäuse),
 - o Kapselung (z.B. wasserdicht eingegossene elektrische Komponente),
 - o Abschrankungen (z.B. Kindersicherung in den Steckdosen)

Bei Schäden am direkten Berührungsschutz sind betroffene elektrische Betriebsmittel außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiederbenutzung zu sichern.

In den Einrichtungen ist es unerlässlich, dass elektrische Betriebsmittel hinsichtlich ihrer IP-Schutzklasse geeignet sind. Im Zweifelsfall ist eine Elektrofachkraft zur Beratung einzubinden, um beurteilen zu können, ob ein elektrisches Betriebsmittel für den Einrichtungsbetrieb geeignet ist.

- **indirekter Berührungsschutz:**

- FI-Schutzschalter (RCD)

Dem FI-Schutzschalter (RCD) in den Elektrounterverteilungen gilt besondere Aufmerksamkeit in den Einrichtungen. Er schützt bei Berührung oder Kontakt zu elektrisch aktiven Komponenten wirksam gegen elektrischen Schlag. Er ist eine wertvolle Ergänzung zum direkten Berührungsschutz, d.h. selbst wenn z.B. Isolierungen oder Schutzgehäuse defekt sind oder Barrieren überwunden werden konnten, ist der Mensch vor elektrischem Schlag geschützt.

Bedeutung des FI-Schutzschalters

Der FI-Schutzschalter ist in den Elektrounterverteilungen nicht zu verwechseln mit den herkömmlichen Sicherungen sog. „Leistungsschutzschalter“, welche das elektrische System lediglich gegen Überlast schützt und somit insbesondere Elektrobrände abwenden soll. Diese Leistungsschutzschalter sind in Elektrounterverteilung z.B. wie eine übliche Sicherung in einem Haushalt an der Aufschrift 250 Volt, 16 A zu erkennen. Diese lösen bei einem Überschreiten des fließenden Stroms von 16 A nach kurzer Zeit aus, um das elektrische System vor Überlast zu schützen (z.B. Kurzschluss).

Bei elektrischen Strömen $>30 \text{ mA}$ ($0,03 \text{ A}$) ist von einer Verstärkung des elektrischen Stromes im menschlichen Körper bei Kontakt auszugehen. Dabei wird der Sinusknoten des menschlichen Herzens durch den fließenden Strom in der Netzfrequenz von 50 Hz angeregt, sodass das Herz 50-mal/Sekunde zum Schlagen angeregt wird. Dies entspräche einem Puls von 3000 Herzschlägen/Minute. Es tritt das Herzkammerflimmern ein, welches tödlich verlaufen kann, wenn das Herz nicht wieder in den üblichen Takt zurückgebracht wird z.B. durch einen Defibrillator. Daher sind in den Elektrounterverteilungen FI-Schutzschalter seit geraumer Zeit Pflicht, um Menschen selbst bei Kontakt zu elektrisch aktiven Komponenten wirksam zu schützen.

FI-Schutzschalter sind in den Elektrounterverteilungen an der Aufschrift 250 Volt, $0,03 \text{ A}$ oder 30 mA zu erkennen. Des Weiteren weisen FI-Schutzschalter neben dem wie bei Sicherungen üblichen Kippschalter einen zusätzlich Druckknopf auf, der zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des FI-Schutzschalters dient.

Wenn der Druckknopf des FI-Schutzschalters betätigt wird, durchläuft der FI-Schalter intern einen Prüfmodus. Wenn bei Betätigen des Druckknopfes der Kippschalter des FI-Schutzschalter herauspringt und dadurch die Netztrennung vornimmt, ist der FI-Schutzschalter intakt. Wenn die Netztrennung nicht eintritt, ist der FI-Schutzschalter umgehend durch eine Elektrofachkraft auszutauschen.

Funktion des FI-Schutzschalters

Der FI-Schutzschalter überwacht in einem Stromkreis die zum elektrischen Gerät hin und von ihm abfließenden Ströme. Bei einem einwandfreien Zustand der elektrischen Komponenten sind diese Ströme insgesamt jeweils gleich groß.

Wenn ein Mensch z.B. ein ungenügend isoliertes Gerät berührt, fließt durch seinen Körper ein elektrischer Strom zur Erde. Demnach ist der verbleibende abfließende Strom zum elektrischen Betriebsmittel geringer als der zugeflossene Strom. Der FI-Schutzschalter misst diese Differenz, den sog. Fehlerstrom über den Schutzleiter des elektrischen Betriebsmittels und unterbricht den Stromkreis sofort.

Durch die kurzen Abschaltzeiten reduzieren FI-Schutzschalter die Zeit des Stromflusses durch den menschlichen Körper. So wird die Wirkdauer des Stroms begrenzt und die Wahrscheinlichkeit für bleibende Gesundheitsschäden und tödliche Einflüsse wie beispielsweise Herzkammerflimmern lebensrettend reduziert.

Da der FI-Schutzschalter eine enorm wichtige Rolle zum Schutz des Menschen vor elektrischem Schlag spielt, ist die korrekte Funktion unerlässlich. Daher sind FI-Schutzschalter halbjährlich durch den elektrotechnischen Laien (Benutzer) durch Betätigen des Druckknopfes an den FI-Schutzschaltern prüfbar und in den Einrichtungen verpflichtend zu prüfen.

Bedingung für die Funktion des FI-Schutzschalters

Der FI-Schutzschalter kann Fehlerströme nur messen und bei Überschreiten des Limits von 30 mA bzw. 0,03 A, wenn eine elektrische Anbindung des elektrischen Betriebsmittel an den Schutzleiter gegeben ist.

Eine Anbindung an den Schutzleiter ist lediglich bei elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse 1 und 2 (2-poliger Stecker zzgl. Schutzleiterblech) gegeben. Diese Betriebsmittel sind am Schutzkontaktstecker (Schuko-Stecker) der Zuleitung zu erkennen.

Bei elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse 3, zu erkennen an flachen Steckern der Zuleitung (2-poliger Stecker ohne Schutzleiterblech), ist der FI-Schutzschalter mangels existenter Schutzleiteranbindung nicht wirksam. Daher ist der Kontakt zu elektrisch aktiven Komponenten von Betriebsmitteln der Schutzklasse 3 >50 Volt Wechselspannung (z.B. übliche Netzspannung 230 Volt) oder 120 Volt Gleichspannung lebensgefährlich. Insbesondere gilt dies für Bereiche mit Kindern, da Kinder z.B. selbst augenscheinliche Isolationsschäden an elektrischen Betriebsmitteln hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit nicht wie unterwiesene bzw. geschulte Erwachsene nicht richtig einordnen können.

Daher fordern die Unfallversicherungsträger in Einrichtungen mit zu erwartender Anwesenheit von Kindern den Einsatz elektrischer Betriebsmittel der Schutzklasse 1 oder 2.

Einsatz eigensicherer elektrischer Betriebsmittel der Schutzklasse 3

Viele elektrische Betriebsmittel sind in der Schutzklasse 3 ausgeführt und trotz nicht existenter Anbindung an den Schutzleiter dabei dennoch sehr sicher und auch in Bereichen mit Kindern einsetzbar.

Dies gilt nur bei elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse 3, welche z.B. als Steckernetzteil mit Schutzkleinspannung auf der Abgangsseite ausgeführt sind.

Typische Beispiele dafür sind:

- Ladegeräte Mobiltelefone
- Netzteile Babyphone
- Steckernetzteile für Lichterketten im Niedervoltbereich
- ...

Bei derart ausgeführten elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse 3 ist das schützende Steckergehäuse sehr robust ausgeführt, dass diese nur mithilfe mechanischer Werkzeuge beschädigt oder geöffnet werden können. Aufgrund der robusten Ausführung ist nicht davon auszugehen, dass diese im Einrichtungsbetrieb in der Form beschädigt werden können, dass elektrische Komponenten mit der hohen Eingangsspannung berührt werden könnten. Begründet ist diese Annahme damit, dass Kinder aufgrund der Aufsicht durch Personal keinen Zugriff auf mechanische Werkzeuge haben.

Zusammenfassung: Was ist zum sicheren Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen erforderlich?

- Auswahl geeigneter elektrischer Betriebsmittel
 - o Schutzklasse 1 und 2 für Bereiche mit Kindern
 - o Schutzklasse 3 nur bei Steckernetzteilen / Steckerladegeräten mit Schutzkleinspannung auf der Abgangsseite
- Fristgerechte Prüfung der elektrischen Betriebsmittel und Anlagen:
 - o Prüfung gemäß DGUV Vorschrift 3
 - o Visualisierung erfolgter erfolgreicher Prüfung durch eine Prüfplakette
 - o Prüfung der FI-Schutzschalter durch Auslösen mind. halbjährlich
- Sichtkontrolle der elektrischen Betriebsmittel vor Gebrauch durch die Nutzenden
- Unterweisung der Mitarbeitenden zum sicheren Einsatz der elektrischen Betriebsmittel und Anlagen (vor Aufnahme der Tätigkeit, nachfolgend regelmäßig mindestens jährlich).