

Was versteht man unter...

■ Schutz durch Schutztrennung

Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag in Niederspannungsanlagen nach DIN VDE 0100-410 [1].

Zweck, Ausführung

Der „Schutz durch Schutztrennung“ (engl. protection by electrical separation) soll verhindern, dass die berührbaren Teile von elektrischen Betriebsmitteln weder im Normalbetrieb noch im Fehlerfall ein gefährliches Potential annehmen können. Zur Erfüllung dieses Schutzziels wird gefordert:

- Die aktiven Teile der elektrischen Betriebsmittel sind ungeachtet der Spannungshöhe – demnach selbst bei Kleinspannungen $\leq AC 50 V$ oder $\leq DC 120 V$ – so zu isolieren oder abzudecken, dass diese Teile während des Betriebs nicht berührt werden können (Basischutz). Die normativen Ausführungsbestimmungen für den Basischutz enthält [1], Abschnitt 413.2.
- Der Betriebsstromkreis ist zuverlässig vom speisenden Netz, von anderen Stromkreisen und von Erde zu trennen. Die elektrische Trennung zum Schutz bei indirektem Berühren (Fehlerschutz) erfolgt in Wechselstromanlagen durch **Trenntransformatoren** (engl. isolating transformers) nach den Normen [2][3] oder durch Stromquellen, die eine ebensolche elektrische Sicherheit bieten, z. B. Motor-Generatoren. Die sicherheitstechnischen Bestimmungen für den Fehlerschutz enthält [1], Abschnitt 413.3.
- Die Körper der elektrischen Betriebsmittel dürfen in einem schutzgetrennten Stromkreis weder mit Erde noch mit dem Schutzleiter oder den Körpern von Betriebsmitteln anderer Stromkreise verbunden sein. Außerdem darf die Spannung des Betriebsstromkreises 500 V nicht überschreiten, s. Bild 1. Grundsätzlich ist die Schutzmaßnahme „Schutztrennung“ auf die Versorgung eines einzigen elektrischen Verbrauchsmittels (Gerät) beschränkt. Fehlerspannungen, z. B. infolge Doppelkörperschlüssen, sind damit von vornherein ausgeschlossen. Sofern die Anlage ausschließlich durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen betrieben und ständig überwacht wird, darf bei Anwendung der genannten Schutzmaß-

nahme die Stromquelle auch mehr als nur ein Verbrauchsmittel gleichzeitig versorgen. Dabei sind jedoch die in [1], Anhang C.3, genannten verschärften Sicherheitsanforderungen, z. B. an den Überstromschutz bei einem Doppelfehler und den erdfreien, örtlichen Schutzpotentialausgleich, zusätzlich zu berücksichtigen.

Anwendung

Der Schutz durch Schutztrennung bei Benutzung nur eines einzigen elektrischen Verbrauchsmittels wird meist dann angewendet, wenn eine vergleichsweise hohe elektrische Gefährdung besteht. Das ist z. B. beim Einsatz elektrischer Handgeräte in Kesseln, Tanks und ähnlichen engen Räumen (Bereichen) mit leitfähigen Begrenzungen der Fall. Rasiersteckdosen-Transformatoren bzw. -Einheiten realisieren ebenfalls das Prinzip der Schutztrennung [4].

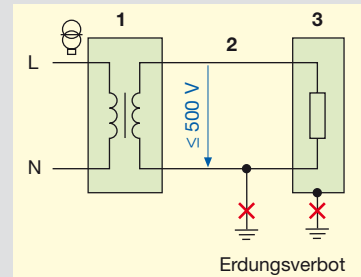
Der Schutz durch Schutztrennung bei gleichzeitiger Verwendung mehrerer elektrischer Verbrauchsmittel ist relativ schwierig zu realisieren und angesichts der Probleme bei der Sicherung der geforderten Schutzwirkung während des praktischen Betriebs auf nur wenige Anwendungsfälle (Sonderfälle) beschränkt. Außerdem darf diese Maßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag ohnehin nur dann angewendet werden, wenn die betreffende Anlage ausschließlich durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen betrieben und ständig überwacht wird [1], Anhang C.

■ Schaltsperre

Vorrichtung zum Schutz gegen unbefugtes Ein- oder Ausschalten von fest installierten Leitungsschutzschaltern, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen u. dgl.

Schaltsperren (engl. operating barriers) sollen verhindern, dass ein bestimmter Schaltzustand willentlich oder unbewusst verändert werden kann. Zu diesem Zweck sind Schaltsperren – auch „Betätigungssperren“ genannt – in der Regel abschließbar, s. Bild 2 a). Die Wirksamkeit der selbsttätigen Ausschaltung (Freiauslösung) der betreffenden Schaltgeräte wird dadurch nicht beeinträchtigt. Klebestreifen über der Betätigungseinrichtung sind als Schutz gegen das unbefugte (Gefahr bringende) Ein- bzw. Ausschalten von elektrischen Geräten ungeeignet.

Dem gleichen Zweck wie Schaltsperren dienen auch **Sperrkappen**. Sie werden



1 Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel (Prinzipdarstellung)

1 Trenntransformator; 2 Anschlussleitung; 3 Verbrauchsmittel (Gerät)

2 Schutzvorrichtungen gegen unbefugtes Schalten von Sicherungsautomaten

- abschließbare Schaltsperren
- aufsteckbare Sperrkappen (Steckkappen)



3 Schaltsperren für Wago-Trennklemmen

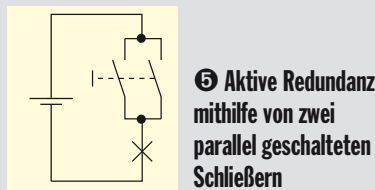
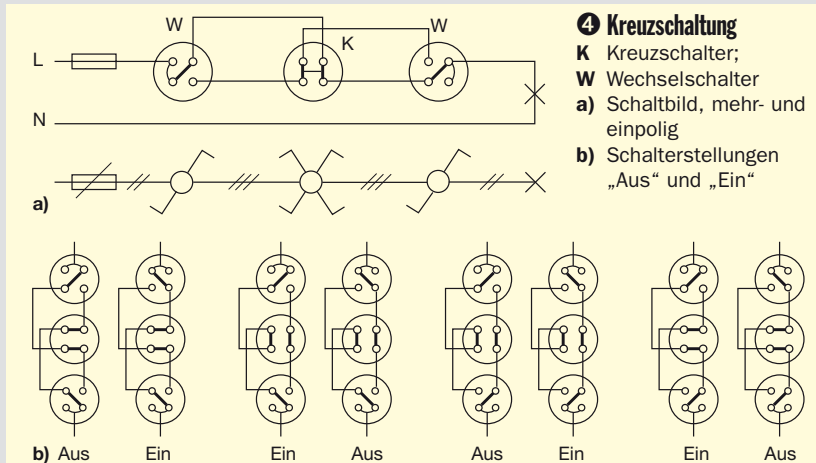


z. B. auf Leitungsschutzschaltern (Sicherungsautomaten) aufgesetzt und können nur mithilfe von Werkzeugen wieder entfernt werden. Sperrkappen tragen zuweilen den Warnvermerk „Gefahr, nicht schalten“ oder ein entsprechendes Bildzeichen, s. Bild 2 b).

Schaltsperren gibt es auch für bestimmte Trennklemmen, s. Bild 3. Diese Vorrichtungen verhindern, dass eine Schaltposition unbewusst verändert werden kann. Die Aufhebung der Schaltsperre erfolgt mithilfe eines Schraubendrehers.

■ Kreuzschaltung

- Installationsschaltung (Lampenschaltung) mit zwei Wechselschaltern und einem oder mehreren Kreuzschaltern zum Ein- und Ausschalten elektrischer Lampen von verschiedenen Stellen aus. Die Kreuzschalter befinden sich in den sog. Korrespondenzleitern zwischen den Wechselschaltern, s. Bild 4 a). Im Bild 4 b) sind die Schalterstellungen „Aus“ und „Ein“ für die Kreuzschaltung dargestellt.
- Schaltung, bestehend aus zwei Stromrichtern, die gleichstromseitig gegensein-



nig miteinander verbunden sind und folglich Gleichstrom in beiden Richtungen abgeben können. Der Speisetransformator verfügt über elektrisch getrennte Wicklungen für die beiden gegenparallelen Brücken. Die genannte Kreuzschaltung (Stromrichter-Umkehrschaltung) dient vorzugsweise zur Drehmomentumkehr von Gleichstrommotoren.

Redundanz

Bereitstellung von zusätzlichen technischen Mitteln, z. B. Bauelementen, Geräten oder Systemen, die zur Erfüllung einer Funktion normalerweise nicht notwendig sind, im Bedarfsfall, z. B. bei Versagen bestimmter Komponenten, jedoch die vorgesehene Funktion weiterhin aufrechterhalten können.

Allgemeines

Redundanzen (engl. redundancys) – das Vorhandensein von mehr funktionsbereiten technischen Mitteln, als zur Erfüllung einer Funktion notwendig ist – übernehmen keine zusätzlichen Aufgaben. Die im Überfluss vorhandenen (redundanten) technischen Mittel erhöhen vielmehr die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit einer bestimmten Sache, z. B. einer Schaltung oder eines Systems, i. Allg. aber auch die Kosten und den Platzbedarf, insbesondere bei Mehrfachfehlerberücksichtigung.

Arten

Redundanzen werden hauptsächlich wie folgt unterschieden:

- **funktionsbeteiligte Redundanz** (aktive oder On-line-Redundanz), bei der die zusätzlichen technischen Mittel ständig in

Betrieb und an der Erfüllung der vorgesehenen Funktion aktiv (unterstützend) beteiligt sind;

- **nicht funktionsbeteiligte Redundanz** (passive oder Off-line-Redundanz), die während des üblichen Betriebs nicht wirksam ist, bei der die zusätzlichen technischen Mittel erst bei Ausfall bestimmter Komponenten die vorgesehene Funktion übernehmen. Systeme mit passiver Redundanz werden auch **stand-by-Systeme** (in Bereitschaft stehend) genannt.

Eine aktive Redundanz wird mitunter durch parallel geschaltete Kontakte (Schließer) realisiert, Beispiel s. Bild 5. In der dargestellten Schaltung fließt der Strom über die Lampe, wenn entweder der linke oder der rechte Kontakt oder beide geschlossen sind. Ein einziger Kontakt genügt an sich zum Schließen des Stromkreises, der andere ist mithin redundant.

elektrotechnisch unterwiesene Person

Person, die über die ihr übertragenen elektrotechnischen Aufgaben und die dabei auftretenden Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet sowie über die erforderlichen Schutzmaßnahmen und persönlichen Schutzausrüstungen unterwiesen (belehrt) worden ist [5].

Allgemeines

Elektrotechnisch unterwiesene Personen (engl. electrically instructed persons) haben in der Regel keine elektrotechnische Ausbildung. Sie können demzufolge – auch mangels Erfahrungen – elektrische Gefahren oft nicht erkennen und beurteilen. Sicherheitsrelevante Entscheidungen treffen elektrotechnisch unterwiesene Personen (EUP) mithin nicht.

Die Unterweisung der mit der Durchführung bestimmter elektrotechnischer Arbeiten beauftragten Personen erfolgt aus-

nahmslos durch Elektrofachkräfte. Sie haben die betreffenden Personen hinsichtlich der durchzuführenden Arbeiten verständlich (nachvollziehbar) und praxisnah zu belehren. Das ist mehr als nur das Vorlesen oder Aushändigen z. B. einer Arbeitsanweisung. Am besten für die zu unterweisenden Personen ist es, wenn ihnen die einzelnen Arbeitsschritte genau gezeigt werden (vormachen) und sie diese anschließend nachmachen (üben) können. Personen ohne ausreichende Kenntnisse der deutschen Sprache sind gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Dolmetschers in ihrer jeweiligen Landessprache zu belehren.

Umfang und Tiefe der fachlichen Unterweisung richten sich nach der Schwere (Kompliziertheit) der durchzuführenden Tätigkeiten und werden durch die zuständige Elektrofachkraft festgelegt. Bei vergleichsweise hohen Anforderungen an die zu verrichtende Tätigkeit kann es erforderlich sein, die betreffenden Personen entsprechend fachlich anzulernen.

Tätigkeitsbereich

Elektrotechnisch unterwiesene Personen werden unter der Leitung und Kontrolle einer Elektrofachkraft auf unterschiedlichen Gebieten tätig. Die genannten Personen verfügen nach erfolgter fachlicher Unterweisung über jene Kenntnisse und praktischen Fertigkeiten, die zur ordnungsgemäßen Ausführung der jeweiligen Arbeiten erforderlich sind. Das Betätigungsfeld reicht von den eher weniger qualifizierten Arbeiten, z. B. der Verlegung von Erdern, Kabeln oder Leitungen, bis hin zur eigenständigen Durchführung von elektrischen Prüfungen, Messungen und Fehlereingrenzungen.

Die zuständige Elektrofachkraft – der Arbeitsverantwortliche vor Ort – kontrolliert von Zeit zu Zeit, ob unter Verwendung der notwendigen Schutzeinrichtungen sicherheitsgerecht gearbeitet wird und ob die verrichtete Arbeit weisungsgemäß den gewünschten Anforderungen und Normen entspricht.

R. Müller

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-410:2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen; Schutzmaßnahmen; Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [2] DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570-2-4):1998-07 Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen; Besondere Anforderungen an Trenntransformatoren für allgemeine Anwendungen.
- [3] DIN EN 61558-2-15 (VDE 0570-2-15):2001-11 –; Besondere Anforderungen an Trenntransformatoren zur Versorgung medizinischer Räume.
- [4] DIN EN 61558-2-5 (VDE 0570-2-5):1998-10 –; Besondere Anforderungen an Rasiersteckdosen-Transformatoren und Rasiersteckdosen-Einheiten.
- [5] DIN VDE 1000-10:2009-01 Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen.