**Einleitung**

Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, im Folgenden als Schaltgerätekombination oder SGK bezeichnet, stellen eine zentrale Komponente in elektrischen Systemen dar. Die ordnungsgemäße Anordnung von Betriebsmitteln in Deckeln, Türen, Abschlussplatten u. ä., und die ordnungsgemäße Ausführung der Schutzklassen sind von entscheidender Bedeutung.

Die nachfolgende Übersicht gibt eine Darstellung der verschiedenen Schutzklassen.

|  |
| --- |
| **Schutzklasse I** |
| Ein Bild, das Symbol, Kreis, Schrift, Logo enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Betriebsmittel/ Schaltgerätekombinationen mit mindestens einer Vorkehrung für den Basisschutz und einer Verbindung mit dem Schutzleiter als Vorkehrung für den Fehlerschutz. |
| **Schutzklasse II** |
| Ein Bild, das Bilderrahmen, Rechteck, Rahmen enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Betriebsmittel/ Schaltgerätekombinationen der Schutzklasse II erfordern* Basisisolierung als Vorkehrung für den Basisschutz und
* zusätzliche Isolierung als Vorkehrung für den Fehlerschutz,

oder es wird* Basis- und Fehlerschutz durch verstärkte Isolierung realisiert.
 |
| **Schutzklasse III** |
| Ein Bild, das Reihe, weiß, Symbol, Design enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Betriebsmittel mit Begrenzung der Spannung auf Werte von ELV (< AC 50 V oder DC 120V) als Vorkehrung für den Basisschutz und ohne Vorkehrung für den Fehlerschutz (Verbindungen mit Erde sind keine Vorkehrung für den Fehlerschutz, sondern dienen funktionellen Gründen) |
| Tabelle 1: Schutzklassen gemäß DIN VDE 0140-1: 2016-11 - Koordinieren der elektrischen Betriebsmittel mit den Schutzvorkehrungen in der elektrischen Anlage |

**Normative Anforderungen nach DIN VDE 0660-600-1: 2021-10 und DIN VDE 0113-1:2019-06 im Kontext von Betriebsmitteln in Türen von Schaltgerätekombinationen**

**Allgemeine Anforderungen an Schutzleiter in Schaltgerätekombination in Schutzklasse I**

Die DIN VDE 0660-600-1: 2021-10 definiert, dass innerhalb einer SGK der Schutzklasse 1 alle Körper miteinander und mit dem Schutzleiter der Stromversorgung verbunden sind. Diese Verbindungen können durch metallene Schraubverbindungen, geschweißte oder leitende Verbindungen oder durch einen separaten Erdungsleiter hergestellt werden. Bei Teilen mit widerstandsfähiger Oberfläche ist das Durchdringen der Beschichtung für eine durchgehende Erdverbindung erforderlich.

Die Durchgängigkeit dieser Verbindungen muss auch dann gewährleistet sein, wenn Teile der SGK für Wartungsarbeiten entfernt werden. Es ist erforderlich nachzuweisen, dass die verschiedenen Körper der SGK effektiv mit dem externen Schutzleiteranschluss verbunden sind. Der Nachweis erfolgt mittels eines Widerstandsmessgeräts, das einen Mindeststrom von 10 A (Wechselstrom oder Gleichstrom) liefert. Der Widerstand zwischen jedem Körper und dem äußeren Schutzleiteranschluss darf 0,1 Ω nicht überschreiten.

**Spezielle Anforderungen an Türen von Schaltgerätekombination in Schutzklasse I**

| **Bemessungsbetriebsstrom *I*e**A | **Mindestquerschnitt für Schutzleiter**mm2 |
| --- | --- |
| *I*e ≤ 20 | *S*a |
| 20 < *I*e ≤ 25 | 2,5 |
| 25 < *I*e ≤    32 | 4 |
| 32 < *I*e ≤    63 | 6 |
| 63 < *I*e | 10 |
| a   *S* ist der Querschnitt des Außenleiters (mm2) |
| Tabelle 2: Mindestquerschnitte für Schutzleiter aus Kuper |

Bei Deckeln, Türen, Abschlussplatten u. ä. ohne elektrische Betriebsmittel, außer solche, die Teil eines PELV- oder SELV-Systems sind, reichen übliche Schraubverbindungen und Scharniere aus Metall für die Erdverbindung. Wenn Geräte mit höherer Spannung als PELV- oder SELV an solchen Teilen befestigt sind, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, wie der Anschluss an einen Schutzleiter mit ausreichendem Querschnitt. Für befestigte Geräte mit einem Bemessungsbetriebsstrom von 16 A oder weniger ist eine gleichwertige und speziell für diesen Zweck konstruierte elektrische Verbindung erforderlich. Diese Verbindung muss nachgewiesen werden und kann beispielsweise durch einen Schleifkontakt oder korrosionsgeschützte Scharniere realisiert werden.

**Spezielle Anforderungen an Türen von Schaltgerätekombination in Schutzklasse II**



Werden bei SGKs der Schutzklasse II Geräte in Deckeln, Türen oder Abschlussplatten als Bedienteile aus Metall installiert, müssen diese mit einer Isolation versehen werden, die den höchsten Bemessungsisolationsanforderungen und Bemessungsstoßspannungsfestigkeiten aller Stromkreise in der SGK entspricht.

Abbildung 1: Graphische Darstellung des geschützten Raums

Im Falle von Bedienteilen, die hauptsächlich aus Isolierstoff bestehen, gilt der vorgenannte Satz äquivalent für alle darin enthaltenen Metallteile. Zusätzlich muss das Gehäuse oder der geschützte Raum nach dem Anschließen an das Versorgungsnetz alle aktiven Teile, Körper und Teile des Schutzleiterkreises so umschließen, dass sie nicht berührt werden können. Das Gehäuse muss zur Einhaltung des Basisschutzes mindestens dem Schutzgrad IP2XC entsprechen.

Elektrische Betriebsmittel in metallischen Türen von SGKs der Schutzklasse II deren Versorgung aus dem geschützten Bereich müssen die Bedingungen der doppelten Isolierung der Schutzklasse II erfüllen

*Hinweis: SGKs können trotz eines Gehäuses aus Kunststoff, durch ihren inneren Aufbau, trotzdem in Schutzklasse I ausgeführt sein.*

**Spezielle Anforderungen an Türen von Schaltgerätekombination als elektrische Ausrüstung von Maschinen**

Die DIN VDE 0113-1:2019-06 definiert, dass bei elektrischer Ausrüstung, die an Deckeln, Türen oder Abdeckplatten befestigt ist, die Durchgängigkeit des Schutzleitersystems gewährleistet sein muss. Es wird dringend empfohlen, einen Schutzleiter anzuschließen. Falls dies nicht möglich ist, müssen Klammern, Scharniere oder Gleitschienen mit niedrigem Übergangswiderstand verwendet werden. Der Übergangswiderstand ist zwischen der PE-Klemme und den relevanten Punkten, die Teil des Schutzleiterstromkreises sind, mit einem Prüfstrom von mindestens 0,2 A bis ungefähr 10 A zu messen. Der gemessene Widerstand muss bewertet werden, und der erwarteten Größenordnung entsprechen, die sich aus Länge, Querschnitt und Material ergibt.

Zusätzlich müssen alle aktiven Teile, auf der Innenseite von Türen gegen Berührung geschützt sein. Dies erfordert für aktive Teile, die möglicherweise beim Zurücksetzen oder Justieren berührt werden können, einen Schutzgrad von mindestens IP2X oder IPXXB. Andere aktive Teile müssen gegen unbeabsichtigtes direktes Berühren in der Schutzart von mindestens IP1X oder IPXXA geschützt sein.

**Fazit**

Die Normen DIN VDE 0660-600-1:2021-10 und DIN VDE 0113-1:2019-06 stellen klare Anforderungen an die Ausführung von Betriebsmitteln in Deckeln, Türen, Abschlussplatten und ähnlichem. Die praktische Umsetzung gestaltet sich teilweise herausfordernd, erweist sich jedoch in der Regel als durchführbar.

Bei SGKs der Schutzklasse I und nicht mit Betriebsmitteln bestückten Deckeln, Türen und Abschlussplatten genügt die Erdverbindung durch herkömmliche Schraubverbindungen und Metallscharniere. Falls Geräte mit Spannungen > AC 50 V oder DC 120V befestigt werden, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, wie der Anschluss an einen Schutzleiter. Bei Bemessungsbetriebsströmen von 16 A oder weniger, kann eine spezielle nachgewiesene elektrische Verbindung verwendet werden (z.B.: Schleifkontakte oder korrosionsgeschützte Scharniere).

Bei SGKs der Schutzklasse II und Türen aus metallischen Türen erfordert die Ausführung von Betriebsmitteln und deren Versorgung aus dem geschützten Bereich die doppelte Isolierung der Schutzklasse II.

Hingegen ist bei SGKs der Schutzklasse II mit Türen aus Kunststoff die Verwendung und der geschützte Raum maßgeblich. Sollten diese Verteiler trotz Einbaugeräten von Laien bedient werden, gelten die vorherigen Anforderungen in äquivalenter Weise.

Für SGKs, die nicht für die Bedienung durch Laien vorgesehen sind, müssen Einbaugeräte, die hauptsächlich aus Isolierstoff bestehen, hinsichtlich ihrer Bemessungsisolationsspannung und Bemessungsstoßspannungsfestigkeiten den Anforderungen aller Stromkreise in der SGK entsprechen. Zusätzlich gilt die Anforderung an einen Schutzgrad von mindestens IP2XC.

Die DIN VDE 0113-1:2019-06 betont die Notwendigkeit der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems bei elektrischer Ausrüstung in Türen. Ein Schutzleiteranschluss oder alternative Verbindungsmittel sind essenziell, während die Schutzart IP2X oder IPXXB für aktive Teile auf der Innenseite von Türen, die quittiert oder justiert werden, unabdingbar ist. Alle restlichen aktiven Teile auf der Innenseite von Türen sind mindestens in IP1X oder IPXXA auszuführen.