

# Basisschutz oder Schutz gegen direktes Berühren

- Im Allgemeinen besteht der Schutz gegen direktes Berühren aus einem physikalischen Schutz durch Abdeckungen oder Isolierung von aktiven Teilen.

In besonderen Bereichen (z.B. elektrische und abgeschlossene elektrische Betriebsstätten) reicht ein teilweiser Schutz, wie Schutz durch Hindernisse oder Schutz durch Abstand usw. aus.

- In besonderen Fällen (z.B. in Bereichen erhöhter elektrischer Gefährdung) kann ein zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren gefordert sein, um bei eventuellen Fehlern bei den Schutzmaßnahmen noch eine Schutzwirkung zu haben. Dieser Schutz basiert auf hochempfindlichen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom nicht größer als 30 mA. Aufgrund der sehr kurzen Ausschaltzeit wird in den meisten Fällen ein Schutz auch bei direktem Berühren aktiver Teile gewährleistet.

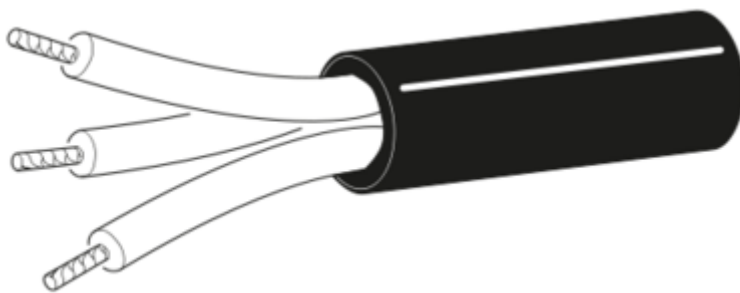
## Schutz durch Isolierung aktiver Teile

In den Normen wird zwischen zwei Arten von Schutzmaßnahmen unterschieden:

- vollständiger Schutz (Isolation, Abdeckung)
- teilweiser Schutz.

Dieser Schutz besteht aus einer Isolierung gemäß den entsprechenden Produkt-normen (siehe **Abb. F4**).

Farbanstriche und Lacke gewährleisten keinen ausreichenden Schutz.



**Abb. F4:** Schutz gegen direktes Berühren durch die Aderisolierung eines 3-phasigen Kabels

## Schutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen

Diese Maßnahme ist weit verbreitet, denn viele Betriebsmittel werden in Schaltschränke, Steuerkonsolen und Verteiler eingebaut (siehe **Abb. F5**).

Damit ein wirksamer Schutz gegen direktes Berühren gewährleistet ist, müssen diese Abdeckungen oder Umhüllungen mindestens der Schutzart IP 2X oder IP XXB entsprechen (gem. IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1)), siehe Kapitel E, Abschnitt 4.4.



**Abb. F5:** Beispiel: Isolation durch Gehäuse

Wenn es notwendig ist, Schutzabdeckungen abzunehmen, Umhüllungen zu öffnen oder Teile davon zu entfernen (Türen, Klappen, Deckel, Verkleidungen u.ä.), muss eine der folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- Das Abnehmen, Öffnen und Entfernen ist nur unter Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeuges möglich.
- Alle aktiven Teile, die nach dem Öffnen der Tür zufällig berührbar sind, müssen elektrisch getrennt sein, bevor sich die Tür öffnen lässt

oder sind mit einer zusätzlichen Berührungsschutzabdeckung zu versehen. In TN-C-Systemen darf der PEN-Leiter nicht getrennt oder geschaltet werden. In TN-S-Systemen braucht der Neutralleiter nicht getrennt oder geschaltet werden.

## Teilweiser Schutz gegen direktes Berühren

- Schutz durch Hindernisse oder Abstand

Dieser Schutz ist ausschließlich für Betriebsstätten vorgesehen, zu denen nur Elektrofachkräfte oder unterwiesene Personen Zugang haben. Weitere Details über diese Maßnahme finden Sie in IEC 60364-4-41 (VDE 0100-410).

## Sonstige Schutzmaßnahmen

- Schutz durch Kleinspannung SELV und PELV (Safety Extra-Low Voltage = SELV; Protective Extra-Low Voltage = PELV) oder Schutz durch Begrenzung der Entladeenergie.

Diese Maßnahmen werden nur in Stromkreisen mit niedriger Leistung und unter besonderen Bedingungen verwendet (siehe Abschnitt 3.5.).

## Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) auch als Schutz bei direktem Berühren bezeichnet

Einen zusätzlichen Schutz bei direktem Berühren bewirken Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (Residual current protective device = RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht mehr als 30 mA. RCDs mit einem Bemessungsdifferenzstrom von  $\leq 30$  mA bezeichnet man auch als hochempfindliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen.



**Abb. F6:** Hochempfindliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

Alle zuvor beschriebenen Maßnahmen sind vorbeugende Maßnahmen. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass sie nicht immer ausreichend sein können, z.B. bei:

- fehlender Instandhaltung,
- Unvorsichtigkeit, Fahrlässigkeit,
- normalem (oder erhöhtem) Verschleiß der Isolierung, z.B. häufige Biegung oder Abrieb von Kabel/Leitungen insbesondere bei Anschlussleitungen,
- unbeabsichtigtem Berühren aktiver Teile,
- Eintreten von Situationen, in der die Isolierung nicht mehr wirksam ist (z.B. Eintauchen in Wasser usw.).

Zum Schutz des Anwenders in solchen Situationen werden hochempfindliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) verwendet. Diese Geräte erkennen Fehlerströme (die u.U. durch den Körper eines Menschen oder Tieres fließen können) und schalten die Stromversorgung sehr schnell automatisch ab. Sie müssen schnell genug auslösen, um Verletzungen oder den Tod durch Stromeinwirkung eines Menschen zu verhindern (siehe **Abb. F6**).

Diese Geräte arbeiten nach dem Prinzip der Differenzstrommessung, bei der jede Differenz in einem Stromkreis, z.B. bei einem Fehler zur Erde erfasst wird. Differenzen entstehen entweder durch Isolationsfehler (Körperschluss) oder durch versehentliches Berühren eines aktiven Teils (z.B. durch Berühren eines stromführenden Leiters).

Die Fehlerstromschutzgeräte (Residual current protective devices = RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von max. 30 mA sind für den Schutz bei direktem Berühren ausreichend empfindlich.

Dieser zusätzliche Schutz wird für Stromkreise mit Steckvorrichtungen üblicherweise für Bemessungsströme bis max. 32 A gefordert. In einigen Fällen müssen alle Steckdosen/Steckdosenstromkreise (ohne Begrenzung des Bemessungsstromes) entsprechend geschützt sein.

## **Schutz von Geräten bei Isolationsfehlern**

In den Normen werden Geräteschäden aufgrund von Isolationsfehlern (hauptsächlich hervorgerufen durch Erwärmung) als sehr hoch eingeschätzt. Daher müssen in feuergefährdeten Betriebsstätten Schaltgeräte mit Fehlerstromschutz mit einem Bemessungsstrom von 300 mA verwendet werden. Für andere Betriebsstätten verweisen einige Normen auf den „Erdschlusschutz (Ground Fault Protection = GFP)“.

## **Schutz durch Schaltgeräte mit Fehlerstromschutz in feuergefährdeten Betriebsstätten**

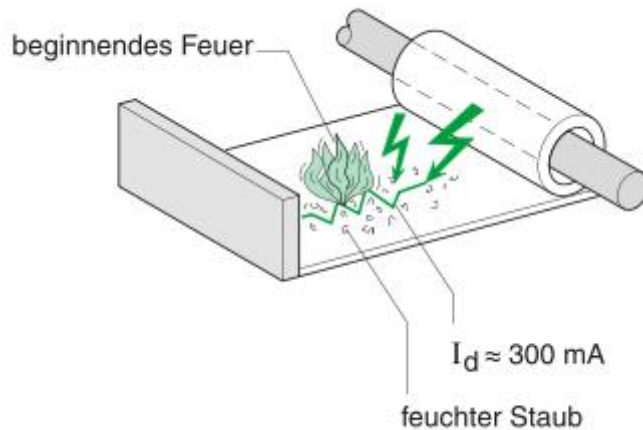
Schaltgeräte mit Fehlerstromschutz gewährleisten, aufgrund der Erkennung von Isolationsfehlern, einen sehr effektiven Schutz in feuergefährdeten Betriebsstätten. Der hier auftretende Fehlerstrom ist für eine Erfassung durch andere Schutzgeräte zu niedrig (Überstrom, Umkehrzeit).

In TN-S, TT- und IT-Systemen können Fehlerströme auftreten. Schaltgeräte mit Fehlerstromschutz mit einer Empfindlichkeit von 300 mA gewährleisten einen Schutz aufgrund dieser Fehlerströme in feuergefährdeten Betriebsstätten. Untersuchungen haben ergeben, dass die durch Feuer entstehenden Kosten pro Schadensereignis in Industrie- und Dienstleistungsgebäuden sehr hoch sein können.

Analysen haben gezeigt, dass das Brandrisiko, hervorgerufen durch die Überhitzung elektrischer Betriebsmittel, eng mit der durch eine fehlerhafte Koordination zwischen den maximalen Bemessungsströmen der Leitungen (oder isolierter Leiter) und den Einstellungen der Überstromschutzvorrichtungen zusammenhängt.

Ebenso kann es durch Veränderungen des Anlagenaufbaus (Hinzufügen von Kabeln/Leitungen auf ein bereits genutztes Kabelträgersystem) zu einer Überhitzung kommen.

Durch diese Überhitzung kann ein Isolationsfehler in den elektrischen Betriebsmitteln entstehen, der sich zu einem elektrischen Lichtbogen ausbilden kann. Diese elektrischen Lichtbögen entwickeln sich, wenn die Fehlerschleifenimpedanz größer als  $0,6 \Omega$  ist und treten nur bei einem Isolationsfehler auf. Tests haben ergeben, dass sich das Brandrisiko bei einem Fehlerstrom von mehr als 300 mA stark erhöht (siehe **Abb. F26**).

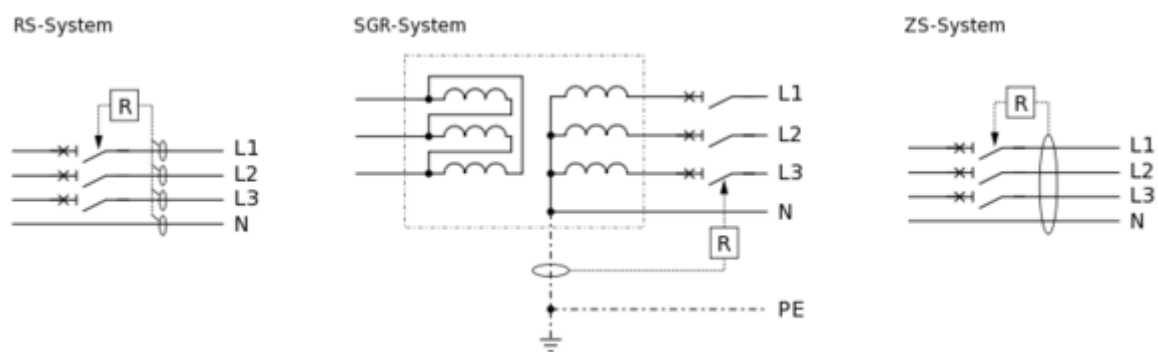


**Abb. F26:** Brandursachen in Gebäuden

## Erdschlussschutz (Ground Fault Protection = GFP)

### Verschiedene Erdschlussschutztypen

(siehe **Abb. F27**)



**Abb. F27:** Verschiedene Erdschlussschutztypen

Es können, je nach installiertem Messgerät, drei Erdschlussschutztypen verwendet werden:

- „Residual Sensing“ RS

Der „Isolationsfehlerstrom“ wird mit Hilfe der Vektorsumme der Stromwandler-Sekundärströme berechnet. Der Stromwandler am Neutraleiter befindet sich häufig außerhalb des Leistungsschalters.

- „Source Ground Return“ SGR

Der „Isolationsfehlerstrom“ wird an der Neutraleiter-Erde-Verbindung des NS-Transformators gemessen. Der Stromwandler befindet sich außerhalb des Leistungsschalters.

- „Zero Sequence“ ZS

Der „Isolationsfehlerstrom“ wird direkt an der Sekundärseite des Stromwandlers durch Verwendung der Stromsumme der stromführenden Leiter gemessen. Dieser Erdschlussschutztyp wird nur bei niedrigen Fehlerstromwerten verwendet.

Positionierung von Erdschlussschutzgeräten in der Anlage

| Typ/Anlagenebene            | Hauptverteilung          | Unterverteilung                     | Anmerkungen |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Source Ground Return (SGR)  | <input type="checkbox"/> |                                     | üblich      |
| Residual Sensing (RS) (SGR) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | häufig      |
| Zero Sequence (SGR)         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | selten      |

☐ möglich

☒ empfohlen oder erforderlich

Stand September 2015