

3 Grundlagen für den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)

3.1 Allgemeine Begriffe

In Verbindung mit dem Schutz bei indirektem Berühren werden eine Reihe von elektrotechnischen Begriffen verwendet, die in Deutschland seit vielen Jahren in der Norm DIN VDE 0100 und seit 1982 im Teil 200 dieser Norm enthalten sind. Ein Teil dieser Begriffe wurde mit gleicher Bedeutung in das „Internationale Elektrotechnische Wörterbuch“ (IEV) aufgenommen, das zukünftig weiter vervollständigt werden soll. Der Begriff Starkstromanlage wird in Deutschland im Energiewirtschaftsgesetz gleichlautend definiert. Darüber hinaus werden die in der öffentlichen Energieversorgung häufig verwendeten Begriffe Verteilungsnetz und Verbraucheranlage in den Allgemeinen Versorgungsbedingungen (AVBEltV) übereinstimmend mit den Normen erläutert.

Die wichtigsten Begriffe, die für die weitere Betrachtung des Fehlerschutzes von Bedeutung sind, werden nachfolgend beschrieben.

Starkstromanlage

Elektrische Anlagen mit Betriebsmitteln zum Anwenden elektrischer Energie (Erzeugen, Umwandeln, Speichern, Fortleiten, Verteilen, Verbrauchen) mit dem Zweck des Verrichtens von Arbeit, z. B. in Form von mechanischer Arbeit, zur Wärme- und Lichterzeugung oder bei elektrochemischen Vorgängen. Nach dem Energiewirtschaftsgesetz ist das Endprodukt maßgebend. Es handelt sich dann um eine Starkstromanlage, wenn elektrische Arbeit verrichtet wird.

Verteilungsnetz

Gesamtheit aller dem Fortleiten elektrischer Energie dienenden Anlagen und Betriebsmittel (z. B. Freileitungen, Kabel, Schaltanlagen) von der Stromquelle bis zum Beginn der Verbraucheranlage. Unter Verteilung wird eine beliebige Schaltanlage verstanden. Dies kann ein Schaltschrank, ein Schaltkasten, aber auch eine Steuer-, Meß- oder Regelanlage sein.

Verbraucheranlage

Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel einschließlich der Hauptleitung nach dem Hausanschlußkasten oder, wo dieser nicht vorhanden ist, nach den Abgangsklemmen der letzten Verteilung vor den Verbrauchsmitteln. Eine Verbraucheranlage wird als Hausinstallation bezeichnet, wenn ihre Betriebsspannung auf 250 V gegen Erde beschränkt bleibt und ihre Ausführung den elektrischen Anlagen für Wohnungen oder vergleichbaren Anwendungsfällen entspricht. Der Planer und Errichter muß davon ausgehen, daß Verbraucheranlagen bzw. Hausinstallationen von elektrotechnischen

Laien genutzt und bedient werden und daß solche Anlagen in vielen Fällen keiner regelmäßigen Überwachung unterzogen werden. Dies erfordert eine sorgfältige Auswahl der elektrischen Betriebsmittel und die Errichtung zuverlässiger Anlagen.

Die **Hauptleitung** als Verbindung zwischen dem Hausanschlußkasten und den Meßeinrichtungen (Zählerverteiler) ist Teil der Verbraucheranlage.

Abgrenzung zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage

Die Abgrenzung zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage wird in **Bild 3.1** und **Bild 3.2** dargestellt. Für die verschiedenen Leitungsabschnitte sind Bezeichnungen üblich bzw. genormt. Sie sind in den Bildern benannt.

Gefährliche Berührungsspannung

Spannung, die unter bestimmten Bedingungen (z. B. Umgebung, Stromweg) im Körper von Menschen oder Nutztieren einen schädlichen elektrischen Schlag verursachen kann.

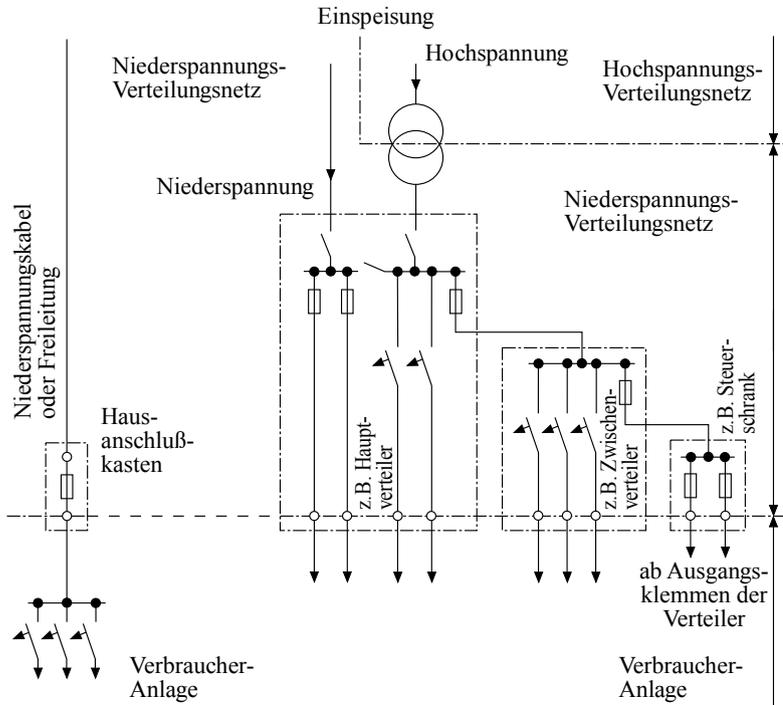


Bild 3.1 Abgrenzung zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage in industriellen und gewerblichen Anlagen

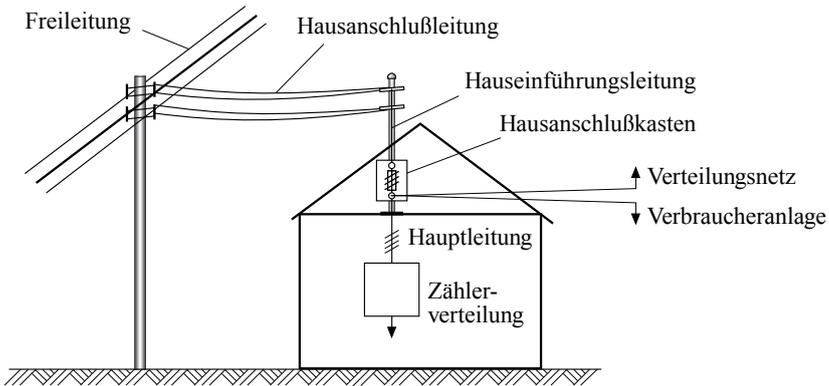


Bild 3.2 Benennungen für Installationsabschnitte im Netz, den Hausanschluß und die Verbraucheranlage bei Vorhandensein eines Hausanschlusses

Gefährlicher Berührungsstrom (schädlicher elektrischer Schlag)

Strom, der den Körper eines Menschen oder Nutztieres durchfließt und dabei eine Elektrisierung mit electropathologischen Wirkungen hervorruft, die vorübergehend oder dauernd die Gesundheit eines Menschen oder Nutztieres beeinträchtigen können. Sekundärwirkungen, wie Schreckreaktionen, z. B. ein Sturz von einer Leiter, gelten nicht als solche Wirkungen.

Restrisiko einer Elektrisierung

Verbleibendes Risiko eines schädlichen elektrischen Schlags oder der dabei auftretenden Sekundärwirkung trotz Einhaltung der Bestimmungen für den Schutz gegen gefährliche Berührungsströme.

Gebiete mit geschlossener Bebauung sind Gebiete, in denen durch die Dichte der Bebauung Fundamentenerder, Versorgungseinrichtungen und sonstige Einbauten mit Erderwirkung in ihrer Gesamtheit wie Maschenerder wirken. In Gebieten mit geschlossener Bebauung ist eine einwandfreie elektrische Trennung von Anlagen-erdmern (R_A) gegen die Gesamtheit aller Betriebserder (R_B) des Versorgungssystems nicht möglich.

3.2 Leiter und leitfähige Teile

Bei den leitfähigen Teilen einer elektrischen Anlage unterscheidet man zwischen Teilen, die im normalen Betrieb unter Spannung stehen, also für die Stromleitung bestimmt sind, und leitfähigen Teilen, die im Fehlerfall Spannung annehmen kön-

nen. Der Begriff „unter Spannung stehen“ ist unabhängig von der Höhe der Spannung. Sie kann Werte von der ungefährlichen Kleinspannung bis zu den gefährlichen Spannungen annehmen. In der englischen Fachsprache wird diese Begriffstrennung mit „*live parts*“ (alle Spannungen) und „*hazardous live parts*“ (gefährliche Spannung) ermöglicht. In der deutschen Sprache müßte man entsprechend „aktive Teile“ und „gefährliche aktive Teile“ sagen, aber entsprechend der allgemeinen Praxis wird in der Folge „aktives Teil“ als leitfähiges Teil definiert, dessen Berührung gefährlich ist.

Aktive Teile sind Leiter oder leitfähige Teile, die bei ungestörtem Betrieb, ggf. auch bei Erdschlüssen im Verteilungsnetz, unter gefährlicher Spannung stehen. Gefährliche Spannungen können zwischen aktiven Teilen oder einem aktiven Teil und der Bezugserde auftreten.

Stromführende Teile sind Leiter oder leitfähige Teile, die im normalen Betrieb oder bei Fehlern für die Stromleitung bestimmt sind.

Unter Berücksichtigung obiger Festlegungen ergeben sich folgende Definitionen für die Leiter einer elektrischen Anlage:

Außenleiter sind Leiter, die Stromquellen mit Verbrauchsmitteln verbinden, aber nicht vom Mittel- oder Sternpunkt ausgehen. Außenleiter sind daher immer aktive und stromführende Teile.

Neutralleiter ist ein mit dem Mittel- bzw. Sternpunkt des Netzes verbundener Leiter, der geeignet ist, zur Übertragung elektrischer Energie beizutragen. Neutralleiter sind daher immer stromführende und per Definition auch aktive Teile. Ob sie gefährliche aktive Teile sind, hängt von den Betriebserdungen des Verteilungsnetzes ab. Allgemein gilt, daß im TN-System (siehe Abschnitt 3.4.2) der Neutralleiter kein gefährliches aktives Teil ist, weil die Erdungsbedingungen immer eingehalten werden müssen und bei Erdschlüssen im Hochspannungsnetz die PEN-Leiterspannung und damit auch der mit dem PEN-Leiter in der Transformatorstation oder in einem Verteiler verbundene Neutralleiter keine gefährlichen Spannungen annehmen kann. Er muß deshalb beim Auftrennen des Stromkreises weder im Verteilungsnetz noch in der Verbraucheranlage geschaltet werden.

Auch im TT-System (siehe Abschnitt 3.4.3) gilt der Neutralleiter nicht als gefährlicher aktiver Leiter, wenn die Erdungsbedingungen eingehalten werden. Erdschlüsse im Niederspannungsnetz können keine gefährlichen Spannungen des Neutralleiters hervorrufen, da er nicht mit den Schutzleitern der Verbraucheranlagen verbunden ist. Deshalb können die Erdungen in den Transformatorstationen ausschließlich nach den Bedingungen des TT-Systems, also unabhängig von den Erdschlüssen im Hochspannungsnetz, bemessen werden. In der Normendiskussion wurde in Verbindung mit dem TT-System der Begriff des *wirksam geerdeten Neutralleiters* geprägt.

Das bedeutet, daß im Fehlerfall die Spannung des Neutralleiters gegen Erde kleiner ist als die maximal zulässige prospektive Berührungsspannung.

In einem solchen Fall braucht der Neutralleiter im Verteilungsnetz nicht geschaltet zu werden. In den Verbraucheranlagen muß er dagegen geschaltet werden, weil im TT-System die Ausschaltbedingung im Verteilungsnetz nicht gefordert wird.

In den meisten Fällen gilt im TT-System der Neutralleiter wie im TN-System als wirksam geerdet, da der vierte Leiter im Verteilungsnetz an vielen Stellen mit Erde (Betriebserder) verbunden wird.

Ist der Neutralleiter im TT-System nicht wirksam geerdet – und das ist z. B. derzeit in Frankreich oder Italien der Fall –, muß der Neutralleiter sowohl im Verteilungsnetz als auch in den Verbraucheranlagen geschaltet werden, und das bedeutet bei Drehstromnetzen vierpolige Schaltgeräte.

Im TN- und TT-System wird der Neutralleiter in den Verbraucheranlagen ebenso isoliert verlegt wie die Außenleiter.

Schutzleiter (PE-Leiter) ist ein Leiter, der für die Schutzleiter-Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Berührungsströme erforderlich ist, um die elektrische Verbindung zu einem der nachfolgenden Teile herzustellen:

- Körper der elektrischen Betriebsmittel,
- fremde leitfähige Teile,
- Haupterdungsklemme,
- Erder,
- geerdeter Punkt der Stromquelle oder künstlicher Sternpunkt.

PEN-Leiter ist ein geerdeter Leiter, der zugleich die Funktion des PE-Leiters und des Neutralleiters erfüllt.

Es sind folgende Buchstaben-Kennzeichnungen genormt:

- Außenleiter L1, L2, L3
- Neutralleiter N
- Schutzleiter PE
- PEN-Leiter PEN

Bezüglich der Farbkennzeichnung gilt für die verschiedenen Leiterarten:

- Außenleiter sind in der Regel schwarz oder braun gekennzeichnet. Sie können auch hellblau (blau) gekennzeichnet sein, wenn der blaue Leiter nicht als Neutralleiter verwendet wird. Bei der Kennzeichnung von einadrigen Leitern sind alle Farben außer gelb und grün zulässig. Nicht zulässig sind zwei- oder mehrfarbige Kennzeichnungen aller Art.
- Neutralleiter sind, wenn eine hellblaue (blaue) Ader vorhanden ist, hellblau zu kennzeichnen. Ist keine hellblaue Ader vorhanden, kann dem Neutralleiter eine beliebige Farbe, nicht aber grün-gelb, zugeordnet werden.
- Schutzleiter dürfen nur grün-gelb gekennzeichnet werden.
- PEN-Leiter dürfen, wie Schutzleiter, nur grün-gelb gekennzeichnet werden.

Der Vollständigkeit halber werden noch folgende, häufig vorkommende Begriffe definiert:

Körper, äußere leitfähige Teile sind leitfähige Teile elektrischer Betriebsmittel, die normalerweise nicht unter Spannung stehen, die aber im Fehlerfall, z. B. beim Versagen der Basisisolierung, Spannung annehmen können.

Inaktive Teile sind leitfähige Teile elektrischer Betriebsmittel, die nicht aktive Teile oder stromführende Teile sind und im Fehlerfall unter gefährlicher Spannung stehen können, aber nicht berührbar sind. Sie können zum Beispiel im Innern eines Isolierstoffgehäuses angeordnet sein.

Fremdes leitfähiges Teil ist ein leitfähiges Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, das jedoch elektrische Potentiale einschließlich des Erdpotentials einbringen kann.

Beispiel: Metallene Rohrsysteme, Gebäudekonstruktionsteile, leitfähige Fußböden und Wände, aber z. B. keine Zentralheizkörper, die an isolierende Rohrsysteme angeschlossen sind, oder metallene Türrahmen.

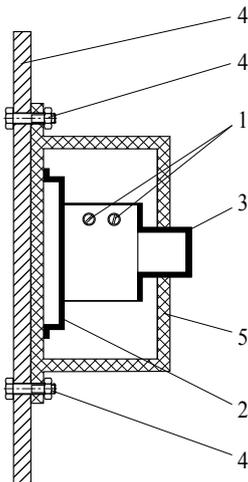


Bild 3.3 Definitionen

- 1 Anschlußklemmen, aktive Teile
- 2 nicht berührbarer, metallener Geräteträger als inaktives Teil
- 3 leitfähiges, berührbares Teil des Betriebsmittels als Körper
- 4 Metallwand mit Befestigungsschrauben als fremdes leitfähiges Teil
- 5 Isolierstoffgehäuse