TAEV 2020

Bundeseinheitliche Fassung

Austauschblätter

Bitte tauschen Sie die nachfolgenden aktualisierten Blätter mit den bisherigen aus.

www.taev.at

Technische Anschlussbedingungen
für den Anschluss an öffentliche
Versorgungsnetze mit Betriebsspannungen
bis 1000 Volt, mit Erläuterungen der
einschlägigen Vorschriften.

Im Einvernehmen mit der Bundesinnung der
Elektro-, Gebäude-, Alarm- und
Kommunikationstechniker

Bestellnummer: 251/030

Herausgeber:

oesterreichs energie.

In Kooperation mit:

OVE
Österreichischer Verband für Elektrotechnik

Hinweise für die Benützer der TAEV

Wenn Sie die TAEV nicht direkt über Oesterreichs Energie erworben haben, bitten wir Sie, uns unter www.taev.at Ihre Kontaktdaten mitzuteilen.
Sie werden dann über Änderungen, die Herausgabe von Austauschblättern sowie Neuerscheinungen per E-Mail informiert und bleiben so stets am aktuellen Stand.

Impressum

Herausgeber: Österreichs E-Wirtschaft, Brahmsplatz 3, 1040 Wien

Eigentümer und Verlag: Österreichs E-Wirtschaft Akademie GmbH, Brahmsplatz 3, 1040 Wien
Tel +43 1 501 98-304, Fax +43 1 501 98-902
akademie@oesterreichsenergie.at, www.akademie.oesterreichsenergie.at

Gestaltung und Druck: glanzlicht GmbH, 1050 Wien, www.glanzlicht.at

Trotz sorgfältiger Prüfung wird keine Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit übernommen. Außer für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit ist jegliche Haftung von Herausgeber und Medieninhaber aus dem Inhalt dieses Werks ausgeschlossen. Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. © 2020

Bestellnummer: 251/030

ISBN: 978-3-902222-80-0

(2) Elektrische Leitungen und Kabel sind gegen zu hohe Erwärmung mittels Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPD) zB Schmelzsicherungen, Leitungsschutzschalter zu schützen.

(2.1) In den nachstehenden Tabellen sind die wichtigsten Verlegearten mit den entsprechenden Nennströmen der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) bzw deren Bemessungsströmen angeführt. Als belastete Adern sind nur die tatsächlich vom Strom durchflossenen Leiter zu berücksichtigen. Der PE-Leiter ist daher nicht mitzuzählen. Bei gemeinsamer Führung aller Leiter eines Drehstromkreises sind der Neutral- und der PE-Leiter nicht als stromdurchflossene Leiter anzusehen. **Dementsprechend gelten die für die Aderzahl „3“ angegebenen Werte für Drehstromkreise sowohl mit als auch ohne Neutralleiter.**

2.3.2 Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPD) in Hausinstallationen und Anlagen mit vergleichbaren Anforderungen bei festgelegten Verlegebedingungen

(1) Die nachstehende Tabelle II/2-4 gilt nur unter folgenden Bedingungen:

(1.1) Einzelverlegung

(1.2) 2 oder 3 belastete Adern

(1.3) keine aufgewickelte Leitung

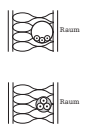
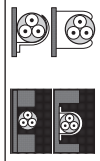
(1.4) Umgebungstemperatur von 30 °C für Leitungen und nicht in Erde verlegte Kabel

(1.5) Umgebungstemperatur für Kabel in Erde 20 °C, Belastungsgrad 0,7, Länge von Überschubrohren < 6 m
Anmerkung: ÖVE/ÖNORM E 8200-603 macht keine Angaben zu den Längen von Überschubrohren.

(1.6) Erdbodenwärmewiderstand 1 Km/W

(1.7) Keine Berücksichtigung des Temperaturanstiegs, der durch Sonneneinstrahlung oder andere Infrarotstrahlung verursacht wird.

(2) Weichen die tatsächlichen Bedingungen von diesen Voraussetzungen ab, ist nach Punkt 2.3.3 vorzugehen.

	Aderleitungen und Mantelleitungen										**flexible Leitungen**	**Kabel**	
Isolierwerkstoff	PVC												
Zulässige Betriebs-temperatur	70 °C												
Umgebungs-temperatur	30 °C												20 °C
Verlegeart	A1 		A2		B1		B2		C 		Haus-halts- und Hand-geräte	Kabel in Luft	Kabel in Erde
belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3
Nennquerschnitt (mm²) Cu	maximal zulässiger Nennstrom einer Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) mit der **Auslösekennlinie B/C/D** in Ampere												
1,5	13	13	13	13	16	13	16	13	16	16	16	16	20
2,5	16	16	16	16	20	20	20	20	25	20	20	25	25
4	25	20	25	20	32	25	25	25	35	32	25	32	40
6		25		25		35		32		40		40	50
10		40		35		50		40		50		50	63
16		50		50		63		50		63		80	80
25		63		63		80		80		80		100	100
35		80		80		100		80		100		125	125
Nennquerschnitt (mm²) Cu	maximal zulässiger Nennstrom einer Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) mit der **Auslösekennlinie gG**(gL) *) bzw L/U **) in Ampere												
1,5	10	10	10	8	13	10	12	10	16	13	12	16	20
1,5*)	13	10	10	8	13	10	13	10	16	13	13	16	20
2,5	16	16	16	13	20	16	20	16	20	20	16	20	25
4	20	20	20	20	25	25	25	20	32	25	20	25	35
6		25		25		32		25		35		35	40
10		35		35		40		40		50		50	50
16		50		40		50		50		63		63	63
25		63		50		80		63		80		80	80
35		80		63		80		80		100		100	100
Nennquerschnitt (mm²) Al	maximal zulässiger Nennstrom einer Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) mit der **Auslösekennlinie B/C/D** in Ampere												
10	35	32	32	25	40	35	40	35	40	35		40	
16	40	35	40	35	50	50	50	40	63	50		50	50
25	63	50	50	50	63	63	63	50	80	63		63	63
35	63	63	63	63	80	80	80	63	100	80		80	80
Nennquerschnitt (mm²) Al	maximal zulässiger Nennstrom einer Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) mit der **Auslösekennlinie gG**(gL) *) bzw L/U **) in Ampere												
10	25	25	25	25	35	35	35	25	40	35		40	
16	35	35	35	35	50	40	40	40	50	50		50	40
25	50	50	50	40	63	63	63	50	63	63		63	50
35	63	63	63	50	80	63	63	63	80	80		80	63

**) gilt für Sicherungen mit Auslösekennlinie gG gemäß Reihe ÖVE/ÖNORM E 8669-2 bzw -3*

Extreme Messungen erfordern extreme Prüfgeräte.

Unsere 5-, 10- und 15-kV-Isolationstester haben das Zeug zur Durchführung von Isolationsprüfungen der besonderen Art. Einige ihrer Merkmale sind:

- 30 TΩ maximaler Widerstand (15kV)
- Entspricht IP65 (Deckel geschlossen), IP40 (Deckel offen)
- Hohe Rauschunterdrückung - 3mA (5kV & 10kV); 6 mA (15kV) Rauschunterdrückung
- Betrieb mit Batterie oder Wechselstromquelle
- Schnelllade-Li-ion-Batterie
- Sicherheitseinstufung CATIV 1000 V bis 3000 m (15 kV)

MIT525/1025/1525...die Außergerwöhnlichen.

Laden Sie Megger´s
Leitfaden für diagnostische
Isolationsprüfungen über 1 kV
herunter https://bit.ly/3eagxvx

PREMIUM Partner
e-Marke Austria

Megger GmbH T +49 6171 9292870
bestellungen@megger.com www.megger.at

Megger

Der zulässige Dauerstrom (I_Z) für einen Leiter unter bestimmten Installationsbedingungen muss jedenfalls größer oder gleich dem Nennstrom der Überstromschutzeinrichtung (OCPD) sein.

Bei Verwendung von Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPD) mit den Auslösekennlinien B, C oder D ist bei Einhaltung der Nennstromregel immer auch die Schaltstromregel erfüllt.

Verwendet man dagegen Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPD) mit den Auslösekennlinien gL oder gG, bzw für Ersatzzwecke L oder U, ist die Einhaltung der Schaltstromregel in jedem Fall zu prüfen.
Der „Große Prüfstrom“ (I_f) ist jener Strom, der eine Auslösung der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) entsprechend den Gerätebestimmungen bewirkt. Zu seiner Ermittlung ist die Nennstromkonstante i gemäß Tabelle II/2-9 oder II/2-10 zu berücksichtigen:

$$I_f = i \cdot I_n$$

i ..... Nennstromkonstante

Für den nächsthöheren Nennquerschnitt von 4 mm² wird der Bemessungsstrom I_R von 27 A aus der Tabelle II/2-5 ermittelt. Daraus ergibt sich ein zulässiger Dauerstrom von: I_Z = 27 A · 0,48 · 1,06 / 0,6 = **22,9 A**

Für die Schaltstromregel gilt nun: $I_f \leq 1{,}45 \cdot I_Z$ ..... 25,6 A ≤ **33,2 A**

Bei Verwendung von Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPD) mit Auslösekennlinien gL/gG bzw L/U ist ein Leiterquerschnitt von 4 mm² Cu erforderlich.

2.4 Querschnittsbestimmung hinsichtlich Spannungsabfall

(1) Durch eine entsprechende Querschnittsbestimmung der Vorzählerleitungen und Leitungen in den Verbraucheranlagen mit Rücksicht auf den Spannungsabfall ist zu gewährleisten, dass die von den Netzbenutzern verwendeten Betriebsmittel auch unter Berücksichtigung der im Netz des Netzbetreibers zulässigen, durch die Belastungsschwankungen physikalisch bedingten Spannungstoleranzen noch ordnungsgemäß funktionieren.
Die an der Übergabestelle zwischen dem Netz des Netzbetreibers und der Anlage des Netzbenutzers (Kundenanlage) zulässigen Spannungstoleranzen sind der ÖVE/ÖNORM EN 50160 zu entnehmen.

(2) Der gesamte Spannungsabfall für den Bereich von der Übergabestelle des Netzbetreibers bis zum letzten Verbrauchsgerät ist mit 4 % der Nennspannung begrenzt. Von diesen 4 % Gesamtspannungsabfall ist 1 % für den Spannungsabfall im Bereich von der Übergabestelle des Netzbetreibers bis zur Messeinrichtung (Zähleranlage) reserviert (siehe ÖVE/ÖNORM E 8015-1 sowie ÖVE/ÖNORM EN 60038). Für die Berechnung des Spannungsabfalls ist der Nennstrom der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) zu Grunde zu legen. Bei einstellbaren Schutzeinrichtungen ist für die Berechnung des Spannungsabfalls der eingestellte Strom zu verwenden.

(3) Im Interesse der Netzbenutzer wird empfohlen, vom Zähler bis zu den Stromverbrauchseinrichtungen den Höchstwert von 3 % Spannungsabfall für den Nachzählerbereich nur in Sonderfällen in Anspruch zu nehmen.

(4) Werden Anlagen des Netzbenutzers unmittelbar an Trafostationen angeschlossen, so ist die Auslegung der Leitungen vor dem (den) Zähler(n) bei ausgedehnten Anlagen erforderlichenfalls mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

(5) Eine mathematisch exakte Berechnung des Spannungsabfalls auf einer Leitung ist relativ aufwändig. Ausgehend von einem komplexen Belastungsstrom (dem Scheinstrom) müsste die Berechnung mit dem komplexen Widerstand Z der Leitung erfolgen (siehe Abbildung II/2-2). Für die Installationspraxis erfolgt die Berechnung daher unter folgenden Vernachlässigungen:

(5.1) Die Leitung wird nicht als über ihre Länge **verteilter**, sondern als kompakter Widerstand betrachtet.

(5.2) Ableitwiderstände und Leiterkapazitäten werden bei Niederspannung überhaupt vernachlässigt.

(5.3) Der Betriebsstrom (Scheinstrom) wird näherungsweise aus der Nennleistung des (der) anzuschließenden Geräte und der Nennspannung gemäß Punkt 2.1.6 (1) ermittelt, obwohl die tatsächlich am Gerät anliegende Spannung davon abweichen kann und die Spannungsabhängigkeit der Leistungsaufnahme meist unbekannt ist.

(5.4) Für Niederspannungsleitungen und -kabel von nicht zu großer Länge in Installationen ist auch der induktive Widerstand vernachlässigbar und es wird nur der Spannungsabfall des Scheinstromes am ohmschen Widerstand herangezogen. Für blanke Freileitungen, die auf Grund der Leiterabstände einen höheren induktiven Widerstand haben, wäre dies nicht in jedem Falle zulässig.

(5.5) Letztlich wird auch die Winkelabweichung der Spannung am Anfang der Leitung und am Ende der Leitung (und damit der so genannte Querspannungsabfall) im Allgemeinen vernachlässigt.

(5.6) Der Einfluss von Oberschwingungen, die in Folge nichtlinearer Lasten entstehen, wird vernachlässigt.

(8) Die Errichtung eines Anschlusses für eine Ersatzstromversorgungsanlage setzt die schriftlich erteilte Zustimmung des Verteilernetzbetreibers voraus. Änderungen an diesem Anschluss dürfen nur einvernehmlich mit dem Verteilernetzbetreiber durchgeführt werden.

(9) Bei ortsfesten Ersatzstromerzeugern kann die Einholung der erforderlichen Bau- und Betriebsbewilligungen sowie der elektrizitätsrechtlichen Bewilligung (ElWOG) vom Betreiber der Anlage erforderlich sein. Die Leistungsgrenzwerte und die landesspezifischen Bestimmungen sind dabei zu beachten.

6.11.2 Einsatz transportabler Ersatzstromerzeuger

(1) Damit auch im Notfall rasch ein transportabler Ersatzstromerzeuger (zB Zapfwellengenerator) in Betrieb genommen werden kann, ist eine entsprechende Ersatzstromversorgungsanlage (Notstrominstallation und Ersatzstromerzeuger) entsprechend ÖNORM E 2700 bzw ÖNORM E 2701 vorzusehen. Eine sichere elektrische Trennung vom Netz und die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen müssen gewährleistet sein.

(2) Werden transportable Ersatzstromerzeuger zur Anspeisung von Kundenanlagen verwendet, darf der Mittelpunktleiter (zB des Generators) nicht mit dessen Gehäuse verbunden sein.

Damit bei der Versorgung einer Anlage mittels eines transportablen Ersatzstrom-Generators die Funktion der Anlagen-Fehlerschutzeinrichtungen erhalten bleibt, ist vor diesen eine Verbindung des N-Leiters mit dem PE-Leiter erforderlich. Diese Verbindung muss beim Umschalten auf Ersatzstromversorgung hergestellt werden oder vorhanden sein.

Anmerkung **1**: Speisen Ersatzstrom-Generatoren, die mit einem Fehlerstrom-Schutzschalter ausgerüstet sind und deren Sternpunkt mit dem Generatorgehäuse verbunden ist, in die Verbraucheranlage ein, erfolgt beim Betrieb von elektrischen Geräten in dieser Anlage eine sofortige Auslösung des Generator-Fehlerstrom-Schutzschalters.

Anmerkung **2**: Sollen transportable Generatoren sowohl für Anlagen- als auch für Direktversorgung verwendet werden, so sind folgende Hinweise zu beachten.

Am Generator darf keine Verbindung zwischen Sternpunkt und Gehäuse vorhanden sein.
Am Generator ist ein Betriebsartenwahlschalter für DIREKTVERSORGUNG oder ANLAGENVERSORGUNG vorzusehen.

Bei DIREKTVERSORGUNG muss das Auftreten eines Körperschlusses bzw Fehlerstromes durch eine Isolationsüberwachung bzw Fehlerstrom-Schutzeinrichtung erfasst werden, die zu einer automatischen Abschaltung der Stromversorgung führt (siehe Beispiele in Abbildung II/6-5 und Abbildung II/6-6).

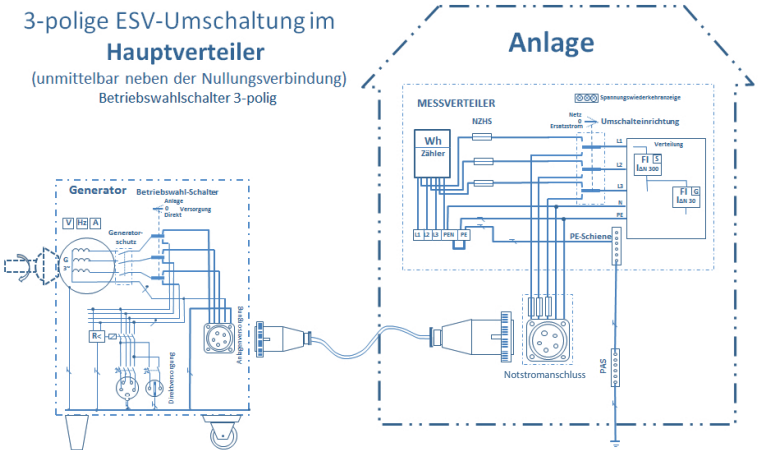


Abbildung II/6-5: Ausführungsbeispiel einer Einspeisung in den Hauptverteiler mittels eines transportablen Generators mit Betriebswahlschalter und Isolationsüberwachung (TN-Netz).
Quelle: Netz Oberösterreich GmbH

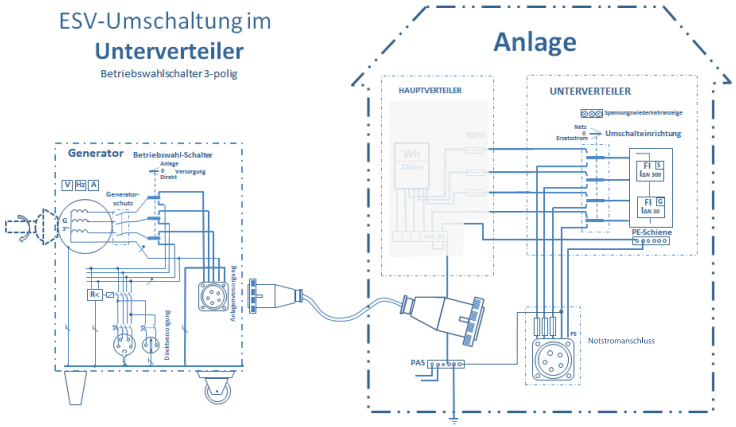


Abbildung II/6-6: Ausführungsbeispiel einer Einspeisung in den Unterverteiler (TN-Netz) mittels eines transportablen Generators mit Betriebswahlschalter und Isolationsüberwachung.
Quelle: Netz Oberösterreich GmbH

Hinweis: Laut [E 8101] muss der PE-Kontakt der Dose so angeordnet werden, dass er in der ein-Uhr Position zu liegen kommt.

6.11.3 Einsatz ortsfester Ersatzstromerzeuger

(1) Ortsfeste Ersatzstromversorgungsanlagen mit Verbrennungskraftmaschinen und den dazugehörenden Hilfseinrichtungen, zB Starterbatterien, Schaltanlagen der Aggregatautomatik, sollen in eigens dafür vorgesehenen Räumen aufgestellt werden.

(2) Ersatzstromerzeuger, die nicht nur von ihrem Aufstellungsort aus gestartet werden können, müssen in einem abgegrenzten, gegen unbefugtes Betreten gesicherten Bereich aufgestellt werden.

(3) Ersatzstromversorgungsanlagen können auch mit stationären Batterien mit Sekundärzellen und inselbetriebsfähigen Umrichtersystemen realisiert werden. Dabei ist insbesondere auf die Wirksamkeit der Fehlerschutzmaßnahmen im Ersatzstrombetrieb (Inselbetrieb) des Umrichters zu achten. Hilfestellung bei der Errichtung bietet die OVE-Richtlinie R 20 mit einigen Ausführungsbeispielen.

6.11.4 Umschalteinrichtung

(1) Die Umschalteinrichtung entsprechend OVE EN 60947-3 für die Ersatzstromversorgung (siehe Abbildungen II/6-5 und II/6-6) mit ihrer Hauptschalterfunktion hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Drei- oder vierpolige Ausführung (dreipolig wenn sich die Umschalteinrichtung unmittelbar neben der Nullungsverbindung befindet max. 2 m Leitungslänge; siehe auch OVE E 8101, Teil 5, 55)
- Der Neutralleiterpol muss voreilend schließen bzw nacheilend öffnen
- Lastschalt- und Trennschaltfunktion
- Bemessungsstoßspannung 6 kV
- Mechanische gegenseitige Verriegelung zwischen Netz- und Ersatzstrombetrieb
- zB Umschalter mit drei Schaltstellungen: **Netz – 0 – Ersatzstrom**

(2) In bestehenden Anlagen mit PEN-Leiter (4-polige Installation) ist dieser grundsätzlich nicht zu schalten.

(3) Die Umschalteinrichtung und zugehörige Einrichtungen sind so auszuführen, dass eine Plombierbarkeit gegeben ist. Abweichungen sind nur im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber zulässig.
Der Netzumschalter ist zweckmäßigerweise in jenem Verteilerschrank anzuordnen, der die zu versorgenden Verbraucher speist. Die Umschalteinrichtung muss eine sichere elektrische Trennung sowie eine mechanische Verriegelung zwischen Netz- und Ersatzstromversorgung aufweisen und die Schaltstellungen müssen eindeutig erkennbar bzw beschriftet sein. Bei Anwendung einer Schützensteuerung bzw Verwendung von Leistungsschaltern müssen diese neben einer elektrischen auch eine mechanische Verriegelung aufweisen.

(4) Muss nicht die gesamte Verbraucheranlage notstromversorgt werden, kann die Anlage in einen „notstromberechtigten Teil“ und in einen „nicht notstromberechtigten Teil“ aufgetrennt werden. Sollen mehrere Einzelverbraucheranlagen bzw Zähleranlagen (zB Zusatztarif) in einem Objekt vom gleichen Ersatzstromgenerator ersatzstromversorgt werden, ist für jede Zähleranlage eine eigene Umschalteinrichtung vorzusehen.

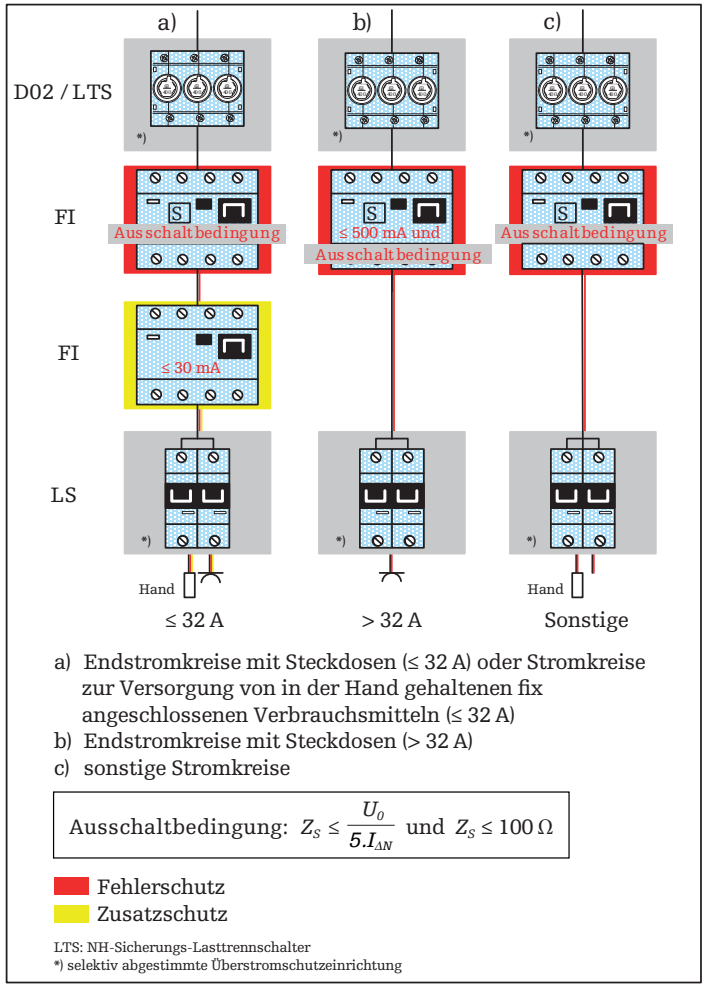


Abbildung II/6-12: Schema für Fehlerschutz und Zusatzschutz bei Baustromanlagen im TT-System

Quelle: Netz NÖ

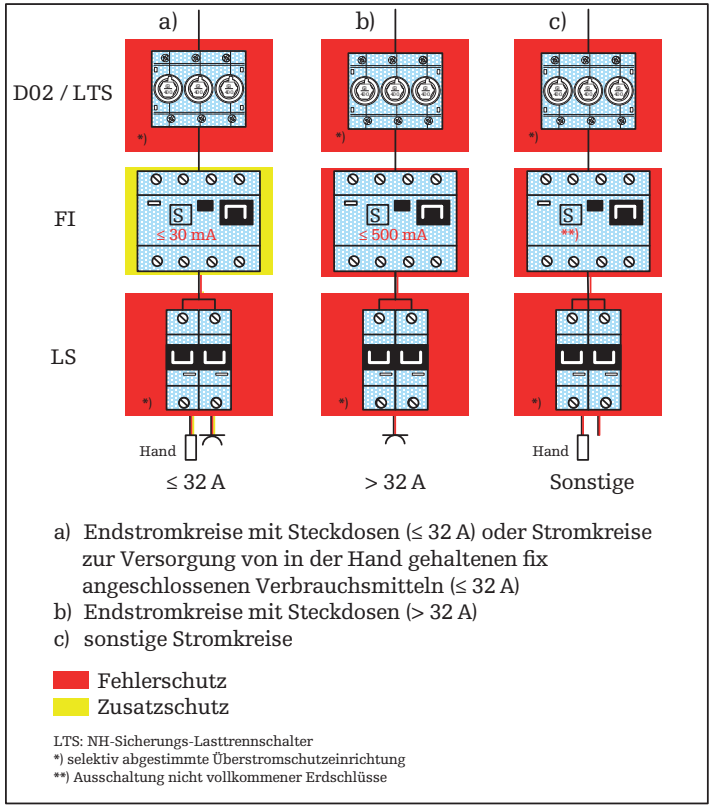


Abbildung II/6-13: Schema für Fehlerschutz und Zusatzschutz bei Baustromanlagen im TN-System

Quelle: Netz NÖ

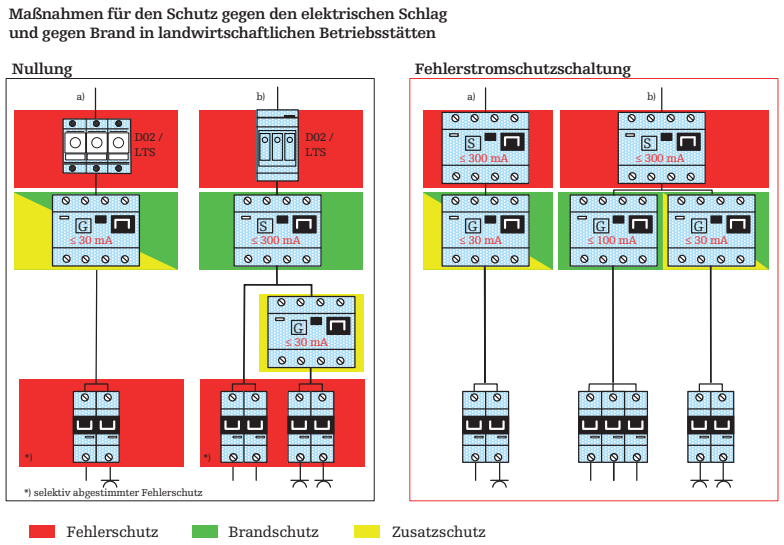


Abbildung II/6-14: Schema für Fehlerschutz und Zusatzschutz bei Anlagen in landwirtschaftlichen Betriebsstätten im TN- und TT-System
Quelle: Netz OÖ GmbH

(4.4) Um die leider häufig vernachlässigte Prüfung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) zu fördern, ist der Anlagenbetreiber vom Errichter ausdrücklich auf die regelmäßige Betätigung der Prüfeinrichtung aufmerksam zu machen und in der Nähe von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) aller Art ein Hinweisschild anzubringen:
„Prüftaste von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) monatlich und nach jedem Gewitter betätigen!“

(5) Maßnahmen des Fehlerschutzes ohne PE-Leiter gemäß [E 8101], wie Schutzisolierung, Kleinspannung mittels SELV oder PELV und Schutztrennung, sind jedenfalls zulässig, spielen für die Praxis jedoch aus Kostengründen eine eher untergeordnete Rolle.

6.15.3 Zusatzschutz: Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich

(1) Dem zusätzlichen Schutzpotentialausgleich kommt in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten eine besondere Bedeutung zu. Daher wird nicht nur ein ordnungsgemäß ausgeführter Hauptpotentialausgleich für die Gesamtanlage, sondern auch ein zusätzlicher (örtlicher) Schutzpotentialausgleich in Stallungen einschließlich stationärer Melk- und Tränkstände gefordert. Die dafür zu verwendenden Potentialausgleichsleiter müssen mindestens mit 4 mm², empfohlen werden 10 mm² Cu, feuerverzinktem Rundstahl mit mindestens 8 mm Durchmesser oder feuerverzinktem Bandstahl mindestens 30 x 3 mm ausgeführt werden. Andere geeignete Materialien dürfen verwendet werden. Schutzpotentialausgleichsleiter müssen gegen mechanische Beschädigung und Korrosion geschützt sein, und müssen so ausgewählt werden, dass elektrolytische Wirkungen verhindert sind.

(2) Mit dem zusätzlichen Potentialausgleich gemäß Absatz (1) sind alle von Menschen und Tieren berührbaren Metallteile (zB metallische Fressgitter, Selbsttränkeanlagen, freiliegende Metallrohre, Entmister, Melkanlagen) untereinander sowie mit dem Schutzleiter und vorhandenen Erdern zu verbinden.

(3) Kleinere Metallteile, metallene Tür- und Fensterzargen müssen nicht in den zusätzlichen Potentialausgleich mit einbezogen werden, wenn diese kein fremdes Potential in den Raum einbringen können.

6.15.4 Potentialsteuerung

(1) Für neu zu errichtende Stallungen sowie bei der baulichen Erneuerung von Viehstandplätzen bzw Liegeflächen für Nutztiere ist darüber hinaus eine besondere Potentialsteuerung durch ein Potentialsteuergitter auszuführen. Für Melkstände wird diese Maßnahme empfohlen. Das Potentialsteuergitter ist als Baustahlgitter mit einer Maschenweite von maximal 150 mm und einem Drahtdurchmesser von mindestens 3 mm auszuführen und unter den Standflächen einzubetonieren. In Melkständen und in Melkergruben werden Maschenweiten von 50 mm bis 100 mm empfohlen. Die Verlegetiefe muss mindestens 5 cm betragen. Es ist an mindestens zwei Stellen mit dem Schutzleiter elektrisch gut leitend zu verbinden (siehe Abbildung II/6-15).

6.15.12 Motoren

(1) Motoren müssen mindestens der Schutzart IP44 entsprechen. Wo mit Staubablagerungen zu rechnen ist, müssen diese mindestens in Schutzart IP54 ausgeführt sein. In feuchten und nassen sowie in brandgefährdeten Räumen müssen sie mindestens IP55 entsprechen. Motoren sind durch Motorschutzschalter oder durch gleichwertige Einrichtungen zu schützen.

6.15.13 Greiferanlagen

(1) Für Greiferanlagen sind nachstehende Bestimmungen bzw Normen zu beachten:

(1.1) ÖVE/ÖNORM EN 60204-32: Anforderungen für Hebezeuge

(1.2) ÖNORM EN 14492-1, Kraftgetriebene Winden

(1.3) ÖNORM M 9613, Landwirtschaftliche Greiferanlagen, Bauvorschriften,

(1.4) ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, Blitzschutz – Teil 3, Schutz von baulichen Anlagen und Personen

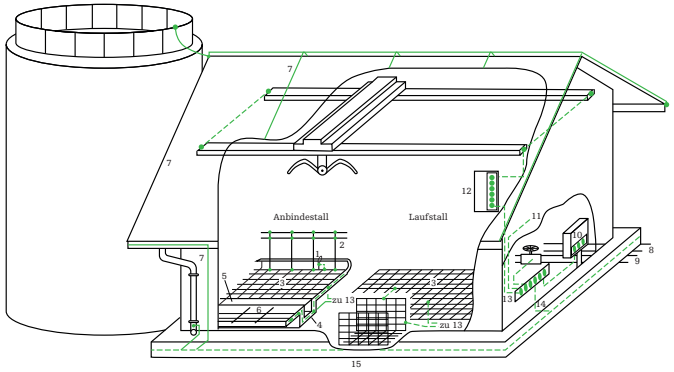
(2) Für die Elektroinstallation, Potentialsteuerung und hinsichtlich einer Blitzschutzanlage sind grundsätzlich folgende Ausführungsmerkmale von Heugreifanlagen zu berücksichtigen:

(2.1) Greiferanlage ausschließlich im Gebäude,

(2.2) Greiferanlage ragt über die Dachfläche ins Freie,

(2.3) Wird eine Greiferanlage in einem Gebäude mit einem Blitzschutzsystem (LPS) errichtet, so sind die erforderlichen Mindestabstände (Trennungsabstände) zwischen der Greiferanlage und den Fang- und Ableitungen des Blitzschutzsystems gemäß ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 einzuhalten. Andernfalls ist in jenem Bereich, in dem diese Mindestabstände unterschritten werden, eine Blitzschutz-Potentialausgleichsverbindung (entweder direkt oder über Überspannungs-Schutzeinrichtungen) herzustellen (siehe Abb. II/6-16), oder es ist die Ableitung im betreffenden Bereich durch eine hochspannungsfest isolierte Ableitung zu ersetzen.

(2.4) Kranbahnen sind an beiden Enden mittels Verbindungsleitungen, Mindestquerschnitt 16 mm² Cu oder gleicher Leitwert, miteinander und mit dem Schutzleiter (PE-Leiter) zu verbinden.



1 Selbsttränke
2 Anbindeeinrichtung
3 Potentialsteuergitter unter dem Viehstandplatz
4 Schwemmkanalarmierung (Güllekellerarmierung)
Hinweis: Siehe auch Bild 705.A.2.
5 Schwemmkanalgitter
6 Längs- und Querbetonbewehrung im Stallgang
7 Blitzschutzsystem (LPS)
Hinweis: Das LPS ist nicht vollständig dargestellt – siehe dazu ÖVE/ÖNORM EN 62305-3.
Allfällige Näherungen des LPS zum Heugreifer sind zu beachten.
8 Zuleitung zum elektrischen Verteiler
9 Metallene Wasserleitung
10 Elektrischer Verteiler zB Unterverteiler „Stall“ mit Schutzleiterschiene
11 Schutzpotentialausgleichsleiter ins Stallinnere, zB zum Potentialsteuergitter, Vakuum- oder Milchleitungsrohr
12 Anschlussgehäuse für Heugreifer
13 Haupterdungsschiene
14 Erdungsleiter (oder Anschlussfahne vom Fundamenterder)
15 Fundamenterder (siehe OVE E 8014)
-·- Schutzpotentialausgleichsleiter

Abbildung II/6-16: Beispiel für Blitzschutz und Potentialausgleich
Quelle: [E 8101 Bild 705.A.001.AT]

1.5 Schutzmaßnahmen und ihre Schutzvorkehrungen

Gemäß [E 8101-410.3.2] bestehen Schutzmaßnahmen in der Regel aus:

- einer Kombination von zumindest zwei unabhängigen Schutzvorkehrungen und zwar eine Basisschutzvorkehrung und einer Fehlerschutzvorkehrung
- oder einer verstärkten Schutzvorkehrung (für Basis und Fehlerschutz),

sowie, wenn gefordert, aus einer zusätzlichen Schutzvorkehrung (Zusatzschutz) in Abhängigkeiten von bestimmten Bedingungen und äußeren Einflüssen oder in bestimmten besonderen Räumen und Orten.

Dabei versteht man unter einer Schutzvorkehrung eine unabhängige Vorkehrung gegen den elektrischen Schlag unter bestimmten Bedingungen. Die Vorkehrung kann eine Maßnahme, ein Verfahren, ein Bauteil oder ein Vorgang sein. Diese unabhängigen Schutzvorkehrungen dürfen sich gegenseitig nicht derart beeinflussen, dass ein Fehler einer Schutzvorkehrung die Wirkung anderer Schutzvorkehrungen beeinträchtigen könnte.

Einen Überblick über die Schutzmaßnahmen gegen den elektrischen Schlag und die dazugehörigen Schutzvorkehrungen gibt die Tabelle IV/1-1, die sich aufgrund ihrer Größe über die beiden Seiten IV/12 und IV/13 gemeinsam erstreckt. Aus dieser Tabelle kann der Praktiker ablesen, welche der diversen "Schutzvorkehrungen" er für eine ihm bisher gewohnte "Schutzmaßnahme", die als solche in Österreich weiterhin beibehalten wird, realisieren muss.

Zu den beiden Abkürzungen in der Tabelle auf Seite IV/13 sei vermerkt:

- SELV (safety extra low voltage) ist die Abkürzung für "Sicherheitskleinspannung",
- PELV (protective extra low voltage) ist die Abkürzung für "Funktionskleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung".

Details zu den Schutzmaßnahmen siehe im Kapitel 2: Die Schutzmaßnahmen im Detail.

Schutzmaßnahmen / Schutzvorkehrungen	**Nullung**	**Fehlerstrom-Schutzschaltung**	**Überstrom-Schutzerdung**	**Isolations-Überwachungssystem**
Netz-System	**TN**	**TT**	**TT**	**IT**
Basisschutzvorkehrung	Basisisolierung	Basisisolierung	Basisisolierung	Basisisolierung
Fehlerschutzvorkehrung	automatische Abschaltung der Stromversorgung beim ersten Fehler *i.A. durch Überstrom-Schutzeinrichtungen* d.h. Schutz gegen schädlichen elektrischen Schlag durch zeitliche Begrenzung der Überschreitung des vereinbarten Grenzwertes der zeitlich unbegrenzten Fehlerspannung	automatische Abschaltung der Stromversorgung beim ersten Fehler *i.A. durch Überstrom-Schutzeinrichtungen* d.h. Schutz gegen schädlichen elektrischen Schlag durch zeitliche Begrenzung der Überschreitung des vereinbarten Grenzwertes der zeitlich unbegrenzten Fehlerspannung	automatische Abschaltung der Stromversorgung beim ersten Fehler *i.A. durch Überstrom-Schutzeinrichtungen* d.h. Schutz gegen schädlichen elektrischen Schlag durch zeitliche Begrenzung der Überschreitung des vereinbarten Grenzwertes der zeitlich unbegrenzten Fehlerspannung	- Warnung/Meldung beim ersten Fehler und automatische Abschaltung der Stromversorgung beim zweiten Fehler *i.A. durch Überstrom-Schutzeinrichtungen* oder - in bestimmten Räumen und Anlagen besonderer Art automatische Abschaltung der Stromversorgung beim ersten Fehler d.h. Schutz gegen schädlichen elektrischen Schlag durch zeitliche Begrenzung der Überschreitung des vereinbarten Grenzwertes der zeitlich unbegrenzten Fehlerspannung
	Schutzpotentialausgleich	Schutzpotentialausgleich	Schutzpotentialausgleich	Schutzpotentialausgleich
Zusätzliche Schutzvorkehrungen gegen schädlichen elektrischen Schlag (Zusatzschutz)	zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta n} \leq 0{,}03$ A	zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta n} \leq 0{,}03$ A	zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta n} \leq 0{,}03$ A	
	zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	

Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzisolierung)	**Schutztrennung**	**SELV (Kleinspannung ohne Erdverbindung mit sicherer Trennung)**	**PELV (Kleinspannung mit oder ohne Erdverbindung mit sicherer Trennung)**
-	-	-	-
Basisisolierung	Basisisolierung	- Basisisolierung der aktiven Teile, oder - Begrenzung der Spannung zB für trockene Umgebung und wenn großflächige Berührung von aktiven Teilen mit dem menschlichen Körper nicht zu erwarten ist auf AC 25 V Effektivwert	- Basisisolierung der aktiven Teile, oder - Begrenzung der Spannung zB für trockene Umgebung und wenn großflächige Berührung von aktiven Teilen mit dem menschlichen Körper nicht zu erwarten ist auf AC 25 V Effektivwert
Isolation zwischen aktiven Teilen mit Basisisolierung und berührbaren Teilen ausgeführt als - getrennte zusätzliche Isolierung, oder - verstärkte Isolierung (als untrennbare Einheit mit der Basisisolierung) d.h. Schutz gegen elektrischen Schlag durch zusätzliche oder verstärkte Isolierung	Isolation zwischen aktiven Teilen unterschiedlicher Stromkreise ausgeführt als - getrennte zusätzliche Isolierung, oder - verstärkte Isolierung (als untrennbare Einheit mit der Basisisolierung) sowie Begrenzung der Summe der Längen der Kabel- und Leitungsanlage gemäß 41.C.3.8 zur Begrenzung des kapazitiven Erdschlussstromes d.h. Schutz gegen elektrischen Schlag durch zusätzliche oder verstärkte Isolierung in der Stromversorgung	Spannung liegt im Normalbetrieb bei Werten unterhalb des Grenzwertes für Kleinspannung Sichere Trennung von den aktiven Teilen anderer Stromkreise, die nicht SELV- oder PELV-Stromkreise sind, durch - doppelte oder verstärkte Isolierung für die höchste vorkommende Spannung, oder - durch Basisisolierung für die höchste vorkommende Spannung und Schutzschirmung Einfache Trennung von anderen SELV- oder PELV-Stromkreisen und von Erde	Spannung liegt im Normalbetrieb bei Werten unterhalb des Grenzwertes für Kleinspannung Sichere Trennung von den aktiven Teilen anderer Stromkreise, die nicht SELV- oder PELV-Stromkreise sind, durch - doppelte oder verstärkte Isolierung für die höchste vorkommende Spannung, oder - durch Basisisolierung für die höchste vorkommende Spannung und Schutzschirmung
	Schutzpotentialausgleich für mehrere elektrische Betriebsmittel		
nur wenn in Teilen [E 8101-7xx] in Sonderfällen ausdrücklich gefordert	-	-	-
„-“ bedeutet: nicht erforderlich / kein Zusammenhang			

Tabelle IV/1-1: Schutzmaßnahmen gegen den elektrischen Schlag und zugehörige Schutzvorkehrungen

Quelle: [E 8101 Tabelle 41.001.AT]

1.6 Internationale Einteilung der Netzsysteme

(1) Die unterschiedlichen Netzsysteme, die den Schutzmaßnahmen zu Grunde liegen und weltweit in Netzen und Kundenanlagen Verwendung finden, werden in Gruppen eingeteilt und durch eine Kombination von zwei Buchstaben bezeichnet [E 8101-312.2].

(1.1) Der erste Buchstabe charakterisiert dabei die Erdungsverhältnisse der Stromquelle (Transformator oder Generator).
Dabei bedeutet:
T („**t**erra“ = Erde) eine direkte Erdung über einen oder mehrere Betriebserder; üblicherweise wird der Sternpunkt des Transformators direkt geerdet,
I („**i**solated“ = getrennt) entweder Isolierung aller aktiven Teile von Erde oder Verbindung eines Systempunkts mit Erde über eine hochohmige Impedanz oder über eine offene Erdung (Überspannungsableiter)

(1.2) Der zweite Buchstabe charakterisiert die Erdungsverhältnisse des Schutzleiters der angeschlossenen elektrischen Anlagen (die Erdungsverhältnisse der Körper der elektrischen Betriebsmittel).
Dabei bedeutet:
N („**n**eutral“) Körper direkt mit der Betriebserde der Stromquelle verbunden, d.h. Verbindung des PE-Leiters (Schutzleiters) mit der Betriebserdung der Stromquelle, üblicherweise dem geerdeten Neutralleiter des Netzes (PEN-Leiter),
T („**t**erra“) Körper direkt geerdet, d.h. eine Verbindung des Schutzleiters mit einer eigenen, von der Betriebserdung der Stromquelle getrennten Erdungsanlage (= Anlagenerder).

(2) Bei der Kombination „TN“ wird zusätzlich die gemeinsame oder getrennte Führung des PE-Leiters mit dem Neutralleiter durch die Buchstaben:
C („combined“ = kombiniert, Neutralleiter und PE-Leiterfunktion kombiniert in einem Leiter = PEN-Leiter), gekennzeichnet „TN-C“,
und
S („separated“ = getrennt, Neutralleiter und PE-Leiter als getrennte Leiter geführt), gekennzeichnet „TN-S“, auch kombiniert.

Die durch die Nullungsverordnung und die aktuelle Normung am häufigsten anzutreffende Netzform in Österreich ist das TN-C-S-System, welches im Bereich der Verteilernetze und Verteilleitungen als TN-C- und im Bereich der Verbraucheranlage als TN-S-System geführt wird.

(3) Die angeführten Systembezeichnungen nach IEC sind nicht unmittelbar gleichbedeutend mit den national definierten Schutzmaßnahmen, bilden jedoch deren Basis. International spricht man von einem „Schutz durch automatische Abschaltung“ im jeweiligen System. So entspricht ein „Schutz durch Abschaltung (vorzugsweise mittels Überstromschutzeinrichtungen) im TN-System“ der national definierten Schutzmaßnahme „Nullung“, wobei für die Abschaltung nunmehr auch eine Fehlerstromschutzeinrichtung uneingeschränkt zulässig ist. Die Anwendung des „TN-Systems“ ist das physikalisch wirksame Kernstück dieser Schutzmaßnahme.
Die Anwendung der nationalen Schutzmaßnahme „Fehlerstrom-Schutzschaltung“ heißt bei IEC sinngemäß „Schutz durch Abschaltung mittels RCD *(Residual Current Device)* im TT-System“.

1.7 Koordinierung elektrischer Betriebsmittel mit dem Schutzkonzept

1.7.1 Schutzklassen

Gemäß OVE EN 61140-Abschnitt 7 unterscheidet man bei Betriebs- und Verbrauchsmitteln entsprechend der notwendigen Maßnahme des Fehlerschutzes vier Schutzklassen:

(1) Schutzklasse 0
Solche Betriebs- und Verbrauchsmittel weisen nur Basisisolierung auf und besitzen keinen Schutzleiteranschluss. Sie sind in Österreich und in den meisten europäischen Ländern bereits seit Jahrzehnten verboten. Wo derartige Geräte noch immer in Verwendung stehen, sind diese verlässlich und dauernd außer Betrieb zu nehmen oder, zB bei künstlerisch wertvollen Betriebsmitteln wie dekorativen Beleuchtungskörpern, von einer Elektrofachkraft entsprechend den geltenden Sicherheitsbestimmungen in Stand setzen zu lassen (Erneuerung der Basisisolierung und Anbringung eines Schutzleiteranschlusses am Verbrauchsmittel oder komplett schutzisolierte Ausführung).

(2) Schutzklasse I
Diese Betriebs- und Verbrauchsmittel weisen nur Basisisolierung auf. Berührbare Metallteile solcher Geräte („Körper“) sind untereinander elektrisch leitend verbunden und besitzen einen Schutzleiteranschluss. Steckvorrichtungen an den Anschlussleitungen sind als Schutzkontakt-Stecker ausgeführt. **Für den sicheren Betrieb dieser Geräte ist daher eine anlagenseitige Schutzmaßnahme erforderlich.**

(3) Schutzklasse II
Betriebs- und Verbrauchsmittel der Schutzklasse II weisen neben der Basisisolierung eine zusätzliche Isolierung auf, die entweder als zweite Isolierung oder durch Verstärkung der Basisisolierung ausgeführt ist. Sie sind durch das Symbol ⧈ gekennzeichnet. Diese Betriebs-und Verbrauchsmittel sind durch ihre Schutzisolierung bereits mit einer Maßnahme des Fehlerschutzes (ohne PE-Leiter) ausgestattet. Ein weiterer Fehlerschutz für diese Betriebs- oder Verbrauchsmittel könnte daher entfallen. Dies gilt aber nur solange die Betriebs-oder Verbrauchsmittel keine Beschädigungen der äußeren zusätzlichen oder verstärkten Isolierung aufweisen und solange sie unter bestimmungsgemäßen Einsatzbedingungen verwendet werden.

(4) Schutzklasse III
Solche Betriebs- und Verbrauchsmittel sind ausschließlich für den Betrieb mit Schutzkleinspannung ausgelegt. Für ihre Kennzeichnung ist das Symbol ⧫ vorgesehen. Sie kommen im Allgemeinen nur für Sonderzwecke zum Einsatz und müssen, sofern sie nicht fest angeschlossen sind, Sondersteckvorrichtungen aufweisen, die nicht in normale Steckdosen passen. Die Schutzkleinspannung muss durch geeignete Geräte erzeugt werden, meist durch einen Sicherheitstransformator. Bei Elektrospielzeugen handelt es sich dagegen um eine „Funktionskleinspannung“, wenn ein Schutz gegen direktes Berühren nicht in jedem Falle gegeben ist (zB an den Schienen der Spielzeugeisenbahn).

(4) Ausschaltbedingung für Endstromkreise bis einschließlich 32 A Nennstrom [E 8101-411.4.4.002.2.AT]

Die Ausschaltzeit darf 0,4 s für Stromkreise mit Nennspannung bis 230 V gegen Erde sowie 0,2 s für Stromkreise mit Nennspannung bis 400 V gegen Erde nicht überschreiten. Für höhere Spannungen sind ergänzende Maßnahmen erforderlich. Der einpolige Kurzschlussstrom bei einem Körperschluss muss durch Berechnung oder Messung der Impedanz der Fehlerschleife ermittelt werden. Die Einhaltung der Ausschaltzeit muss durch Vergleich des Ergebnisses mit der Charakteristik der Überstrom-Schutzeinrichtung nachgewiesen werden. Alternativ können zur Erfüllung dieser Forderung Ausschaltstromfaktoren gemäß (5) zur Anwendung kommen.

(5) Alternativ zu den Ausschaltbedingungen nach (3) und (4) kann folgende Bedingung angewendet werden [E 8101-411.4.4.003.AT]:

$$Z_S \cdot I_A \leq U_N$$

mit

$$I_A = m \cdot I_N$$

Z_S … Impedanz der Fehlerschleife, ermittelt durch Rechnung oder Messung

I_A … Ausschaltstrom der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung

U_N… Nennspannung gegen Erde

Der erforderliche Ausschaltstrom I_A ergibt sich aus dem Nennstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung durch Multiplikation mit einem Ausschaltstromfaktor „m“ (Tabelle IV/2-1) für Kurz- und Körperschluss.

Anmerkung AT: Unter anderem wird die Erwärmung des Stromkreises im Fehlerfall bei der Überprüfung der elektrischen Anlage im Allgemeinen mit einem Faktor 2/3 berücksichtigt (siehe [E 8101 Anhang 6.D.600.4.3.7.2]).

Art der Überstrom-Schutzeinrichtung	Endstromkreise mit Nennstrom ≤ 32 A gemäß (4)	Verteilungsleitungen und Endstromkreise > 32 A gemäß (3)
Schmelzsicherungen bis 125 A gG gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60269 Reihe	10	3,5
Leitungsschutzschalter B gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60898 Reihe	5	3,5
Leitungsschutzschalter C gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60898 Reihe	10	3,5
Leitungsschutzschalter D gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60898 Reihe	20	3,5
Leistungsschalter oder andere geeignete Schaltgeräte	Ausschaltstrom-Zeitverhalten gemäß (3) bzw (4)	
Anmerkung: Für von B, C und D abweichende Kennlinien ist „m" so zu wählen, dass die Magnetauslösung des Leitungsschutzschalters anspricht. Ausschaltstrom-Zeitverhalten gemäß (3) bzw (4)		

Tabelle IV/2-1: Ausschaltstromfaktor „m“

Quelle: [E 8101 Tabelle 41.002.AT] – Ausschaltstromfaktor m

(6) Wird in einem Stromkreis die Ausgangsspannung der Stromquelle innerhalb der jeweils für die automatische Abschaltung zulässigen Zeit auf AC 50V oder DC 90 V gegen Erde herabgesetzt (zum Beispiel durch elektronische Regelung), so ist danach innerhalb weiterer 5 s abzuschalten. Die dafür eingesetzte Einrichtung muss zum Trennen geeignet sein. Von dieser zusätzlichen Abschaltung darf abgesehen werden, wenn die Anlage durch Elektrofachkräfte (BA5) oder durch elektrotechnisch unterwiesene Personen (BA4) betrieben wird und es sich nicht um eine Anlage unter dem Begriff „Hausinstallationen“ handelt [E 8101-411.3.2.5].

(7) Kann in einer Verbraucheranlage weder die automatische Abschaltbedingung gemäß (3) bzw (4) noch der Ausschaltstromfaktor gemäß (5) eingehalten werden oder eine Abregelung der Spannung im Fehlerfall gemäß (6) erfolgen, so muss ein zusätzlicher Potentialausgleich gemäß [E 8101-415.2] hergestellt werden, bei dem die Querschnitte der Potentialausgleichsleiter gemäß [E8101-544.2] bemessen sein müssen, wodurch die Berührungsspannung auf einen ungefährlichen Wert reduziert wird. Ergänzend ist innerhalb von 5 s abzuschalten. Die dafür eingesetzte Einrichtung muss zum Trennen geeignet sein. Von dieser

ist die Aufteilung der Speisung des elektrisch versorgten Objektes auf mehrere einzelne Stromquellen oder mehrere Gruppen von Stromquellen mit jeweils separatem SVL, deren Sternpunkte bzw Sternpunkt-Verbindungs-Leiter jeder für sich geerdet sind [E 8101-444.4.6.2.002.AT]. Eine Zusammenschaltung dieser Gruppen sollte dabei wieder aus EMV Gründen vermieden werden.

Werden Verbraucher oder Verbrauchergruppen zwischen einzelnen Stromquellen oder Gruppen von Stromquellen umgeschaltet, so sollten die N-Leiter der einzelnen Stromquellen oder mehreren Gruppen von Stromquellen nicht miteinander verbunden werden, um ein unkontrolliertes Fließen von Teilströmen über verschiedene Zweige der Anlage und/oder über unterschiedliche Erdungen der Stromquellen zu vermeiden. Dies erfordert jedoch Umschaltungen mit Unterbrechung und die Verwendung vierpoliger Schaltgeräte [E 8101-444.4.7].

2.2.2 Die Verlegungsbedingungen

(1) Da das Vorhandensein eines funktionsfähigen PEN-Leiters eine wesentliche Voraussetzung für die ordnungsgemäße Wirkung der Schutzmaßnahme „Nullung“ ist, werden an dessen Dimensionierung und Ausführung entsprechende Forderungen gestellt. Die wesentlichste dieser Forderungen ist, dass ein PEN-Leiter – ebenso wie ein Schutzleiter – weder einpolig (mit einem Schaltgerät) unterbrochen noch durch einpolige Überstrom-Schutzeinrichtungen geschützt werden darf [E 8101-543.3.3].

(2) Von einem PEN-Leiter dürfen beliebig oft weitere PEN-Leiter, Neutralleiter und PE-Leiter abgezweigt werden, jedoch darf ein abgezweigter Neutralleiter nicht mehr mit einem PEN- oder einem PE-Leiter verbunden oder geerdet werden. Ein abgezweigter Neutralleiter muss auch als solcher gekennzeichnet sein (Kennfarbe hellblau) und darf keinesfalls die grün/gelbe Kennzeichnung tragen, die für PE- und PEN-Leiter reserviert ist [E 8101-411.4.6.001.AT und -543.4.3].

(3) In Freileitungsnetzen mit blanken Leiterseilen darf der PEN-Leiter nicht oberhalb der Außenleiter verlegt werden. Dies gilt jedoch nicht für vorhandene Freileitungsnetze im Falle einer Erweiterung (NVO) [E 8101-543.4.001.AT].

(4) In Verbraucheranlagen ist der PEN-Leiter, der bei neu zu errichtenden Anlagen nur mehr bis zum Anschlusspunkt der Nullungsverbindung geführt wird, wie ein Außenleiter zu isolieren und in einer gemeinsamen Umhüllung mit den Außenleitern zu führen [E 8101-543.4.1 und -543.4.2]. Dies gilt jedoch nicht für die nachträgliche Verlegung eines PEN-Leiters. PEN-Schienen in Schalt- und Verteilungsanlagen müssen nicht isoliert ausgeführt werden. Profilschienen dürfen nur dann als PEN-Leiter verwendet werden, wenn sie nicht aus Stahl bestehen und keine Geräte tragen.

(5) Isolierte PEN-Leiter sind in ihrem gesamten Verlauf grün-gelb zu kennzeichnen. Zusätzlich müssen sie eine blaue Farbkennzeichnung an den Leiterenden aufweisen. Alternativ dazu ist eine durchgehende blaue Kennzeichnung mit zusätzlicher grün-gelber Farbkennzeichnung an den Leiterenden möglich, wobei die erstere Kennzeichnung zu bevorzugen ist [E 8101 Anhang 51.ZB sowie Nationale Ergänzung 51.NE].

Farbkennzeichnungen von Leiterenden müssen bei Leiterquerschnitten bis 6 mm² mindestens 15 mm lang sein. Bei größeren Leiterquerschnitten sind entsprechend größere Längen zu kennzeichnen, wobei eine Länge von 100 mm jedenfalls ausreicht. Dabei sollte die Farbe der vorhandenen Leiterisolierung nach Möglichkeit noch erkennbar bleiben.

(6) Bis zu einem Außenleiterquerschnitt von einschließlich 16 mm² Cu ist der PEN-Leiter mit gleichem Querschnitt auszuführen. Vorhandene Kabel mit dem Querschnitt 3 · 16/10 mm² bleiben jedoch weiterhin zulässig. Für höhere Außenleiter-Querschnitte sind zulässige Abminderungen festgelegt. So ist bis zu einem Außenleiterquerschnitt von 35 mm² ein PEN-Leiter mit 16 mm² zulässig, darüber hinaus jeweils der halbe Außenleiterquerschnitt. Aus grundsätzlichen Überlegungen und im Hinblick auf eine zunehmende Belastung der PEN-Leiter mit Oberschwingungsströmen wird jedoch empfohlen, von einer Querschnittsverminderung des PEN-Leiters nicht Gebrauch zu machen [E 8101-524.2 aber auch Tabelle 54.2].