

Nullung mit Zusatzschutz – Eine wirkungsvolle Schutzmaßnahme

FÜR DIE WIRKSAMKEIT DER SCHUTZMASSNAHME NULLUNG IN NIEDERSPANNUNGSANLAGEN SIND IM FEHLERFALL SOWOHL DIE AUSSCHALTZEITEN IM VERTEILUNGSNETZ WIE AUCH IN DEN VERTEILUNGS- BZW. ENDSTROMKREISEN IN DEN VERBRAUCHERANLAGEN VON ENTSCHEIDENDER BEDEUTUNG. DIESE AUSSCHALTZEITEN BZW. DIE PARALLEL DAZU ANWENDBAREN AUSSCHALTSTROMFAKTOREN WERDEN IN DIESEM TEIL DER SERIE ERLÄUTERT.

2. Nullung gemäß OVE E 8101:2019

Der Abschnitt 2.1 wurde schon im Teil I der Artikelserie abgedruckt. Gehen wir zunächst nochmals zurück zum letzten Abschnitt des Teils I.

In den Abschnitten 2.1.1.1 und 2.1.1.2 haben wir die beiden Ausnahmen angesprochen, in denen eine automatische Abschaltung nicht erforderlich ist, obwohl die Nennspannung U_0 größer AC 50 V oder DC 90 V (Nennwechselspannung oder Nenngleichspannung Außenleiter gegen Erde) beträgt und in denen auf die Eigenschaft der Trennung unter bestimmten Voraussetzungen verzichtet werden kann.

Diese beiden Fälle dürfen jedoch keinesfalls mit einem weiteren in OVE E 8101 an anderer Stelle angegebenen „Spezialfall“ verwechselt werden, nämlich mit jenem, in dem die Schutzvorkehrung automatische Abschaltung beim ersten Fehler bei Schutzmaßnahme Isolationsüberwachungssystem installiert werden soll¹. In diesem Fall ist beim Auftreten des ersten Fehlers ebenso eine Ausschaltung innerhalb von 5 Sekunden erforderlich. Die Unterbrechung der Außenleiter hat in allen Fällen durch Einrichtungen zu erfolgen, die zum Trennen geeignet sind. *Ausnahmen hinsichtlich der die Eigenschaft der Trennung gibt es in diesen Anwendungen nicht!*

2.2. Ausschaltzeiten und Ausschaltstromfaktoren

In den internationalen und europäischen anerkannten Regeln der Technik werden schon seit einiger Zeit für die Anwendung der Schutzvorkehrung automatische Abschaltung der Stromversorgung maximale Ausschaltzeiten (maximale Abschaltzeiten) angegeben. Diese sind nun (mit Einschränkungen für TT-Systeme mit Spannungen gegen Erde größer 230 V; siehe mehr dazu in den weiteren Abschnitten dieser Ar-

Netzsystem	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$	$120 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$
TN	0,8 s	0,4 s
$U_0 \dots$ Nennwechselspannung Außenleiter gegen Erde		

Tabelle 2-1 Maximale Ausschaltzeiten (maximale Abschaltzeiten) bei Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung in TN-Systemen mit Wechselspannung. Für Nennwechselspannungen Außenleiter gegen Erde größer 400 V bzw. für Gleichspannung siehe OVE E 8101:2019-01-01, Tabelle 41.1

tikelserie) auch in die österreichischen elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften aufgenommen worden. Für Verteilungsstromkreise gilt bei Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung ein maximaler Wert der Ausschaltzeit von 5 Sekunden. Ebenso gilt für Endstromkreise mit Nennströmen größer 32 A, bei Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung, ein maximaler Wert der Ausschaltzeit von 5 Sekunden. Für Endstromkreise bis einschließlich 32 A, bei Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung, gelten die Werte in Tabelle 2.1.

Alternativ zu diesen maximalen Ausschaltzeiten dürfen für Nennwechselspannungen Außenleiter gegen Erde bis einschließlich 230 V auch die in den folgenden Abschnitten angesprochenen Ausschaltstromfaktoren (m-Faktoren) verwendet werden.

2.3. Ausschaltzeiten im Verteilungsnetz

Unter einem Verteilungsnetz² versteht man die Gesamtheit aller dem Fortleiten elektrischer Energie dienenden Anlagen (z. B. Freileitungen, isolierte Leitungen, Kabel, Verschienenungen) von der Stromquelle bis zum Beginn der Verbraucheranlagen.

Der öffentliche Bereich eines Verteilungsnetzes bis zur Eigentumsgrenze wird auch als *Verteilernetz*³ bezeichnet. Verteilernetze sind demnach Teile von Verteilungsnetzen; eben jene Teile, die in öffentlichem Eigentum sind. Dieser Begriff darf nicht mit

dem Begriff der Verteilungsleitung (siehe Abschnitt 2.4) verwechselt werden. Querschnitte und Leitungslängen sowie die Bemessungsstromstärken („Nennströme“) der zugeordneten Überstrom-Schutzeinrichtungen müssen so dimensioniert sein das für Verteilungsnetze mit *Nennspannungen bis 400/230 V* die Beziehung

$$Z_S \cdot 1,6 \cdot I_N \leq U_0$$

Z_S ... Impedanz der Fehlerschleife, kann durch Rechnung oder Messung ermittelt werden

I_N ... Nennstrom der jeweils vorgelagerten Überstrom-Schutzeinrichtungen

U_0 ... Nennspannung Außenleiter gegen Erde eingehalten wird⁴.

Verteilungsnetze mit Nennspannungen über dem genannten Wert von 400/230 V sowie Gleichspannungsnetze sollen hier bewusst nicht näher betrachtet werden.

Teile von Verteilungsnetzen, die sich *innerhalb von elektrisch versorgten Objekten* befinden, müssen die Ausschaltzeit für Verteilungsleitungen (5 Sekunden⁵ oder die Ausschaltbedingung mit Ausschaltstromfaktor $m = 3,5$ für Verteilungsleitungen⁶) einhalten. In jenen Fällen wo dies nicht möglich ist, muss die Kabel und Leitungsanlage bis zur ersten Überstrom-Schutzeinrichtungen in der ersten Verteilung kurz- und erdschlussicher verlegt werden.

Art der Überstrom-Schutzeinrichtung	Faktor m für Verteilungsleitungen (m-Faktor)
Schmelzsicherungen bis 125 A gG ⁹	3,5
Leitungsschutzschalter Charakteristik B ¹⁰	3,5
Leitungsschutzschalter Charakteristik C ¹¹	3,5
Leitungsschutzschalter Charakteristik D ¹²	3,5
Leistungsschalter oder andere geeignete Schaltgeräte	Ausschaltstrom-Zeitverhalten muss den Anforderungen an die jeweils max. zulässigen Ausschaltzeiten entsprechen.
Für von B, C und D abweichende Kennlinien (Charakteristiken) ist m so zu wählen, dass die Magnetauslösung des Leitungsschutzschalters anspricht. Das Ausschaltstrom-Zeitverhalten muss den Anforderungen den jeweils max. zulässigen Ausschaltzeiten entsprechen.	

Tabelle 2-2 Ausschaltstromfaktoren m (Faktor m) gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1/A4:2009, Tabelle 10-1 bzw. OVE E 8101:2019 Tabelle 41.002.AT

2.4. Ausschaltzeiten in Verteilungsleitungen („Verteilungsstromkreisen“)

Grundsätzlich müssen in Anlagen mit Schutzmaßnahme Nullung beim Auftreten von Kurz- oder Körperschlüssen mit vernachlässigbarer Impedanz fehlerbehaftete Stromkreise innerhalb festgelegter Zeiten ausgeschaltet werden (Fehlerschutz).

Dies erfolgt in den meisten Fällen mittels Überstrom-Schutzeinrichtungen. Es dürfen dafür jedoch auch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen verwendet werden. Dies gilt für Verteilungsleitungen ebenso wie für Endstromkreise. Verteilungsleitungen⁷ sind Leitungen innerhalb eines elektrisch versorgten Objektes einschließlich aller elektrischen Betriebsmittel im Zuge dieser Leitungen zwischen den Abgangsklemmen der Überstrom-Schutzeinrichtungen des Verteilers mit dem Anschlusspunkt der Nullungsverbindung und den Eingangsklemmen der Überstrom-Schutzeinrichtungen der Endstromkreise. Auch Hauptleitungen sind demnach Verteilungsleitungen. Für Verteilungsleitungen in TN-Systemen gilt generell eine zulässige Ausschaltzeit von 5 Sekunden. Auch hier muss der Wert des einpoligen Kurzschlussstroms bei einem Körperschluss durch Berechnung⁸ oder Messung der Impedanz der Fehlerschleife ermittelt werden. Die Einhaltung der Ausschaltzeit ergibt sich dann durch Vergleich dieses Ergebnisses mit der Charakteristik der Überstromschutzeinrichtung. Für

Verteilungsleitungen gilt die Ausschaltbedingung:

$$I_A \cdot Z_S \leq U_0$$

I_A ... Ausschaltstrom der Abschalteinrichtung; diese muss innerhalb von maximal 5 Sekunden automatisch abschalten

Z_S ... Impedanz der Fehlerschleife, kann durch Rechnung oder Messung ermittelt werden

U_0 ... Nennspannung Außenleiter gegen Erde

Als Alternative zur dieser Vorgangsweise können für Nennspannungen Außenleiter gegen Erde (U_0) bis 230 V auch die Ausschaltstromfaktoren gemäß Tabelle 2-2 verwendet werden.

Nennstromgrenze für die Anwendbarkeit des m-Faktors für Stromkreise mit Schutz mittels Schmelzsicherungen beachten!

Für Schmelzsicherungen mit einem Nennstrom über 125 A kann der in Tabelle 2-2 angegebene m-Faktor nicht angewandt werden. Die Einhaltung der geforderten Ausschaltzeit ist in diesen Fällen aus dem für die jeweilige Sicherung gültigen Strom-Zeit-Diagramm zu ermitteln. Bei Verwendung der m-Faktoren gilt:

$$I_A = m \cdot I_N$$

I_A ... Ausschaltstrom der vorgelagerten Überstrom-Schutzeinrichtung
 m ... Ausschaltstromfaktor

I_N ... Nennstrom der jeweils vorgelagerten Überstrom-Schutzeinrichtungen ■

2. Literaturhinweise

- [1] ... Henschl, T., Mörx, A.; Elektroinstallation in Gebäuden, Neuauflage; Österreichischer Wirtschaftsverband; 2012; ISBN 3-85212-116-5
- [2] ... BGBl. 106/1993; Elektrotechnikgesetz 1992, in der Fassung BGBl. I/27/2017
- [3] ... Mörx, A., Sicherheit und Gefahr in elektrischen Niederspannungsanlagen; Mai 2015; <https://www.youtube.com/watch?v=mGJyVAAUV7A&feature=youtu.be>
- [4] ... OVE E 8101:2019-01-01 und OVE E 8101/AC1:2020-05-01; Elektrische Niederspannungsanlagen; OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik; Wien 2019, 2020
- [5] ... OVE EN 6140:2016-12-01; Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel; OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik; Wien 2016

¹ Dies zum Beispiel in Anlagen besonderer Art (z. B. bei Versorgung von mehreren von Hand geführten elektrischen Verbrauchsmitteln über einen einzelnen Transformator).

² ÖVE/ÖNORM E 8001-1/A4:2009-04-01, Abschnitt 3.1.3 bzw. OVE E 8101:2019-01-01, Abschnitt 204.NE.2

³ Diese Bezeichnung wird auch im Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – ElWOG 2010 idgF. verwendet und nun auch in OVE E 8101:2019-01-01.

⁴ Siehe dazu die Festlegungen in OVE E 8101:2019-01-01, Unterabschnitt 411.4.4.001.AT

⁵ siehe OVE E 8101: 2019-01-01, Unterabschnitt 411.4.4.002.1.AT

⁶ siehe OVE E 8101:2019-01-01, Unterabschnitt 411.4.4.003.AT

⁷ ÖVE/ÖNORM E 8001-1/A4:2009-04-01, Abschnitt 3.1.9; dieser Begriff wird in OVE E 8101:2019 wohl verwendet, ist jedoch nicht neuerlich definiert worden. Aus diesem Grund wird hier auf die Definition in ÖVE/ÖNORM E 8001-1/A4:2009-04-01, Abschnitt 3.1.9 hingewiesen.

⁸ z. B. auf Basis von ÖVE/ÖNORM EN 60909 Reihe und OVE EN 61660

⁹ gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60269 Reihe

¹⁰ gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60898 Reihe

¹¹ gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60898 Reihe

¹² gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60898 Reihe



Alfred Mörx
 Eur.Phys. Dipl.-Ing. Alfred Mörx, OVE, IEEE; Inhaber und Leiter von diam-consult, Ingenieurbüro für Physik, Wien; Vorsitzender des Technischen Komitees Elektrische Niederspannungsanlagen des OVE. E-Mail: am@diamcons.com