Ein Unternehmen
der EnBW

Netze BW

Technische Richtlinie

Erdung in Anlagen des Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetzes

„Auszug für TAB Mittelspannung“

Geltungsbereich	Netze BW GmbH
Dokumentennummer	„Auszug für TAB MS“ aus TTG 3001, Version 4.1
Version	1.0
Inkrafttreten	27.04.2019
Letzte Aktualisierung	-

Papierfassung unterliegt nicht dem Änderungsdienst, gültige Fassung auf der Homepage der Netze BW GmbH.

Änderungshistorie

Version	Aktualisierungs-datum	FZS / Autor	Kurzbeschreibung/Anlass der Änderung
1.0	27.04.2019	NETZ TEOS	Erstellung, „Auszug für TAB MS“ aus TTG 3001, Version 4.1

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung 4

2 Geltungsbereich 4

3 Begriffsdefinitionen 4

4 Erdung von Umspannstationen 5
4.1 Umspannstation im globalen Erdungssystem 5
4.2 Umspannstation außerhalb eines globalen Erdungssystems 6
4.3 Maststationen 7
4.4 Umspannstation in Netzen mit niederohmiger Sternpunkterdung, einschließlich Kurzzeit-Erdung zur Abschaltung 7

5 Erderwerkstoffe 8
5.1 Fundamenterder 8
5.2 Werkstoffe für Anlagen der Netze BW im Mittelspannungsnetz 8
5.3 Verlegung von Erder 8

1 Zielsetzung

Dieser Auszug ergänzt die Vorgaben der VDE-AR-N 4110 und der TAB Mittelspannung der Netze BW (TAB MS) und ist bei Neu- und Umbaumaßnahmen an Umspannstationen, die Erdungsanlagen umfassen anzuwenden.

2 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich umfasst die Spannungsebenen des 10-, 20- und 30-kV-Netzes der Netze BW. Die Vorgaben gelten für den Neu- und Umbau von Umspannstationen im globalen und außerhalb eines globalen Erdungssystems.

3 Begriffsdefinitionen

Erdungsimpedanz Z_E	Impedanz zwischen der Erdungsanlage und der Bezugserde. Anmerkung: Die Erdungsimpedanz wird nicht nur von den unmittelbar angeschlossenen Erdern bestimmt. Auch angeschlossene Kabel mit Erderwirkung und andere Erdungsanlagen, die mit der betreffenden Erdungsanlage durch Kabelmäntel und -schirme, PEN-Leiter oder auf andere Weise leitend verbunden sind beeinflussen die Erdungsimpedanz.
Globales Erdungssystem	Erdungssystem, das durch die Verbindung von örtlichen Erdungsanlagen hergestellt ist und sicherstellt, dass durch den geringen gegenseitigen Abstand dieser Erdungsanlage keine gefährlichen Berührungsspannungen auftreten. Typische Beispiele für globale Erdungssysteme sind Stadtzentren, städtische oder industrielle Bereiche mit verteilten Nieder- und Mittelspannungserdungen.
Erdungsspannung U_E	Spannung zwischen einer Erdungsanlage und der Bezugserde.
Erdungsstrom I_E	Strom, der über die Erdungsimpedanz in die Erde fließt.
Faktor F	Faktor nach DIN VDE 0101-2. Doppelt oder mehrfach verbundene Erde F = 2. Einseitige Erde F = 1.
Zulässige Berührungsspannung U_{TP}	Spannung über den menschlichen Körper. Nach DIN VDE 0101-2 Anhang B: Berührungsspannung und Körperstrom

4 Erdung von Umspannstationen

Schirme, Mäntel und Bewehrungen der Mittelspannungskabel werden verbunden und in den Umspannstationen beidseitig angeschlossen.

4.1 Umspannstation im globalen Erdungssystem

An einer Umspannstation im globalen Erdungssystem werden die Berührungsspannungen per Definition eingehalten. Grundsätzlich wird an einer Umspannstation im globalen Erdungssystem eine Erdungsanlage errichtet.

Empfohlene Verlegung einer Standard-Erdungsanlage im globalen Erdungssystem:

- Strahlenerder im Kabelgraben jeweils 30 m nach beiden Seiten verlegen.
  Wenn nur eine Seite offen ist, nur einen Strahlenerder verwenden.
  Material: Rundstahl Ø 10 mm feuerverzinkt, 30 m entspricht einer Verpackungseinheit.
  Bei einem spezifischen Erdwiderstand von 100 Ωm (Lehm, Ton, Humus: 20 bis 200 Ωm) ist bei gestreckter Verlegung von 2 x 30 m = 60 m ein Ausbreitungswiderstand von ca. 5 Ω erreichbar.

Nachfolgend wird die bauliche Umgebung einer Umspannstation beurteilt und daraus Verlegemaßnahmen für Umspannstationen in Netzen mit Erdschlusskompensation einschließlich Kurzzeit-Erdung zur Fehlerortung abgeleitet:

- Umspannstation umgeben von Gebäuden mit Fundamenterdern

  Voraussetzung:
  Station in einem besiedelten Gebiet hat mindestens drei abgehende Niederspannungskabel mit jeweils mindestens 10 angeschlossenen Fundamenterdern oder örtlichen Erdern.
  Maßnahmen:
  Standard-Erdungsanlage in oder am Rand des Gebiets errichten. Es sind keine Erdungsmessungen erforderlich.

- Umspannstation mit einer bestimmten Anzahl von nahegelegenen Stationen

  Voraussetzung:
  Besiedeltes Gebiet mit mind. zwei Stationen, Stationsabstand weniger als 1 km, Stationen sind über MS-Kabel verbunden
  Maßnahmen:
  Standard-Erdungsanlage in oder am Rand des Gebiets errichten. Es sind keine Erdungsmessungen erforderlich.

› Umspannstation im Neubaugebiet

Neubaugebiete oder neue Industriegebiete befinden sich oft am Stadtrand oder in der Nähe von Städten. Bei der Inbetriebnahme der Station stehen meistens noch keine Gebäude bzw. Industriebauten, sodass man noch von keinem globalen Erdungssystem ausgehen kann.
Voraussetzung:
Station in dem Neubaugebiet wird über ein MS-Kabel, Länge weniger als 1 km, aus einer Nachbarstation gespeist, die innerhalb einer geschlossenen Bebauung liegt. Es stehen noch keine Gebäude in dem Neubau-, Industriegebiet, ein wesentlicher Teil der Bebauung erfolgt aber in absehbarer Zeit.
Maßnahmen:
Standard-Erdungsanlage errichten.
Nachweis der Erdungsimpedanz erbringen.
Nachweis Erdungsimpedanz: $Z_E \leq \frac{U_E}{I_E} \leq 2 * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq \frac{2*80V}{60A} \leq 2{,}6\ \Omega$

4.2 Umspannstation außerhalb eines globalen Erdungssystems

Bei Umspannstationen außerhalb eines globalen Erdungssytems, z. B. im MS-Freileitungsnetz, gibt es keinen Stromflussweg über MS-Kabelschirme. Aus Gründen der Korrosionsbeständigkeit und Strombelastbarkeit wird ein Kupferseil mit A = 50 mm² verzinnt empfohlen.

Nachfolgend wird die bauliche Umgebung einer Umspannstation beurteilt und daraus Verlegungsmaßnahmen für Umspannstationen in Netzen mit Erdschlusskompensation einschließlich Kurzzeit-Erdung zur Fehlerortung abgeleitet:

› Umspannstation angeschlossen an MS-Kabel, das z. B. ein Gehöft versorgt.

Mehrere Gebäude mit Fundamenterder vorhanden.
Voraussetzung:
Durch die Fundamenterder ist der PEN-Leiter mehrfach mit Erde verbunden, daher ist F = 2.
Maßnahmen:
Strahlenerder im Kabelgraben jeweils 30 m nach beiden Seiten verlegen. Wenn nur eine Seite offen ist, nur ein Strahlenerder mit 60 m, einschließlich eines Ringerders mit einem Meter Abstand zur Station verwenden.
Material: Strahlen- und Ringerder aus Kupfer verzinnt A = 50 mm².
Nachweis der Erdungsimpedanz erbringen.
Nachweis Erdungsimpedanz: $Z_E \leq \frac{U_E}{I_E} \leq F * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq\ 2 * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq \frac{160V}{60A} \leq 2{,}6\ \Omega$

› Umspannstation angeschlossen an MS-Kabel

Noch kein weiterer Erder (z. B. Fundamenterder) vorhanden, Station dient auch zur Baustromversorgung.
Voraussetzung:
PEN-Leiter ist mit der HS-Erdungsanlage[1] und mit der Erde der Nachbarstation verbunden, daher F = 2.
Maßnahmen:
Verlegung von Strahlenerder im Kabelgraben jeweils 30 m nach beiden Seiten verlegen. Wenn nur eine Seite offen ist, nur ein Strahlenerder 60 m verwenden, einschließlich eines Ringerders mit einem Meter Abstand zur Station verwenden.
Material:
Strahlen- und Ringerder aus Kupfer verzinnt A = 50 mm²
Nachweis der Erdungsimpedanz erbringen.
Nachweis Erdungsimpedanz: $Z_E \leq \frac{U_E}{I_E} \leq F * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq 2 * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq \frac{160V}{60A} \leq 2{,}6\ \Omega$

› Umspannstation eingeschleift in eine MS-Freileitung oder angeschlossen an MS-Kabel ohne Verbindung zur Erde der Nachbarstation.

Noch kein weiterer Erder (z. B. Fundamenterder) vorhanden, Station dient auch zur Baustromversorgung.
Voraussetzung:
PEN-Leiter ist nur mit der HS-Erdungsanlage[1] verbunden, daher F = 1.
Maßnahmen:
Strahlenerder im Kabelgraben jeweils 30 m nach beiden Seiten verlegen. Wenn nur eine Seite offen ist, nur ein Strahlenerder mit 60 m verwenden, einschließlich eines Ringerders mit einem Meter Abstand zur Station verwenden.
Material:
Strahlen- und Ringerder aus Kupfer verzinnt A = 50 mm².
Nachweis der Erdungsimpedanz erbringen.
Nachweis Erdungsimpedanz: $Z_E \leq \frac{U_E}{I_E} \leq F * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq 1 * \frac{U_{Tp}}{I_E} \leq \frac{80V}{60A} \leq 1{,}3\ \Omega$

4.3 Maststationen

Für bestehende Maststationen mit zusammengeschlossenen HS- und NS-Erdungsanlagen[1] gelten die Werte für Umspannstationen außerhalb eines globalen Erdungssystems.

4.4 Umspannstation in Netzen mit niederohmiger Sternpunkterdung, einschließlich Kurzzeit-Erdung zur Abschaltung

Die in Kap. 4.1 und 4.2 genannten Verlegemaßnahmen gelten im Wesentlichen auch für Netze mit niederohmiger Sternpunkterdung einschließlich Kurzzeit-Erdung zur Abschaltung. Die erforderliche Erdungsimpedanz muss in Abhängigkeit der örtlichen Parameter (Kurzschlussstrom, Fehlerdauer) ermittelt werden. Wenn die erforderliche Erdungsimpedanz nicht erreicht wird, muss die Einhaltung der zulässigen Berührungsspannung durch eine Messung mit der Strom-Spannungs-Methode nachgewiesen werden. Netze BW kann eine solche Messung durchführen.

[1] HS-Erdungsanlage ist hier die Stationserdung mit > 1 kV

5 Erderwerkstoffe

5.1 Fundamenterder

Seit 2007 besteht in Deutschland die Verpflichtung, in allen neuen Gebäuden einen Fundamenterder zu errichten.

Es wird unterschieden zwischen Fundamenterder und Ringerder. Wenn der Fundamenterder einen erhöhten Erdübergangswiderstand hat, z. B. bei wasserundurchlässigem Beton (weiße Wanne), bei Bitumenabdichtungen (schwarze Wanne), oder bei Wärmedämmung des Fundaments (Perimeterdämmung), wird ein Ringerder installiert.

- Werkstoffe für Erder im Fundament
  - blanker oder verzinkter Stahl
    z. B. Rundmaterial Ø mind. 10 mm oder Bandmaterial mind. 30 mm x 3,5 mm
  - bei besonderen Anforderungen nichtrostender Stahl sowie Kupferwerkstoffe
- Werkstoffe für Ringerder außerhalb Gebäude
  - Rundstahl Ø mind. 10 mm oder Bandstahl mind. 30 mm x 3,5 mm aus korrosionsbeständigem Material (z. B. nichtrostender Stahl Werkstoffnummer 1.4571).
  - mehrdrähtige Kupferseile (blank oder verzinnt) mind. A = 50 mm².
  - feuerverzinktes Material ist nicht zulässig

Einbaustationen werden generell mit dem Fundamenterder des Gebäudes verbunden.

5.2 Werkstoffe für Anlagen der Netze BW im Mittelspannungsnetz

- Erdungsanlagen im globalen Erdungssystem
  - Oberflächenerder: Runddraht aus Stahl feuerverzinkt Ø 10 mm
- Erdungsanlagen außerhalb eines globalen Erdungssystems
  - Oberflächenerder: Kupferseil verzinnt A = 50 mm²

5.3 Verlegung von Erdern

- Oberflächenerder
  - Oberflächenerder am Boden eines Grabens oder einer Baugrube verlegen.
  - Erder mit Erdreich umgeben und leicht anstampfen, um den Ausbreitungswiderstand zu vergrößern.
  - Wenn das ursprüngliche Erdreich auf den Erder aus feuerverzinktem Stahl sehr korrodierend wirkt, das Erdreich durch geeigneteres Erdreich ersetzen.

Erder-Verbindungen aus unterschiedlichen Metallen müssen gegen galvanische Korrosion geschützt werden, z. B. mit Korrosionsschutzband umwickeln.