

Österreichische Richtlinie für die Stromversorgung von Mobilfunk-Antennen auf Hochspannungsmasten

Dr. Gerhard Diendorfer, Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE), Wien
Ing. Josef Groiss, Energie AG Oberösterreich, Gmunden
Ao.Univ.-Prof. Dr. Stephan Pack, Abteilung für Hochspannungstechnik, TU Graz

1. Einleitung

Im zunehmenden Maße werden in Österreich Hochspannungsmaste der Spannungsebenen 110 kV bis 380 kV als Standorte für Mobilfunk-Antennen gewählt, da dies eine kostengünstige Variante darstellt und eine zusätzliche Beeinträchtigung der Landschaft durch den Bau eigener Funkmaste vermieden wird (Bild 1). Derzeit wird die Anzahl von Mobilfunk-Antennen auf Hochspannungsmasten in Österreich mit ca. 850 Standorten eingeschätzt.



Bild 1: Mobilfunk-Antennen auf einem 110 kV Hochspannungsmast

Der Bedarf für eine einheitliche Richtlinie resultiert aus der Erfahrung der Vergangenheit, daß bisher unterschiedliche Lösungen für die Stromversorgung dieser Mobilfunk-Antennenanlagen zur Anwendung gelangten. Durch die Anwendung dieser Richtlinie soll erreicht werden, daß sowohl im Mastbereich als auch im versorgenden Niederspannungsnetz bei allen betriebsfrequenten Fehlern im Hochspannungsnetz und bei atmosphärischen Entladungen in die Hochspannungsfreileitungen ein ausreichender Personen- und Sachschutz gewährleistet ist.

2. Ursachen für betriebsfrequente Potentialanhebung am Maststandort

In Abhängigkeit der Sternpunktsbehandlung des Hochspannungsnetzes sind unterschiedliche Maßnahmen zu setzen.

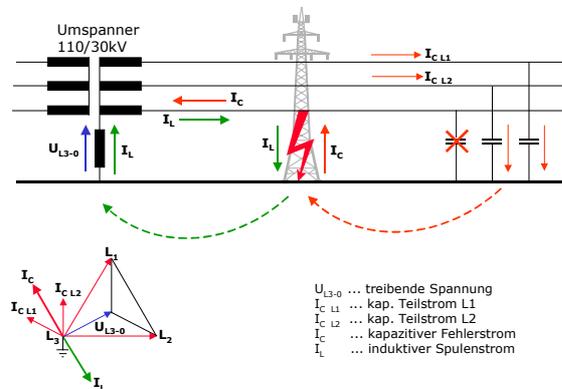


Bild 2a: Erdschluß im gelöschten Hochspannungsnetz

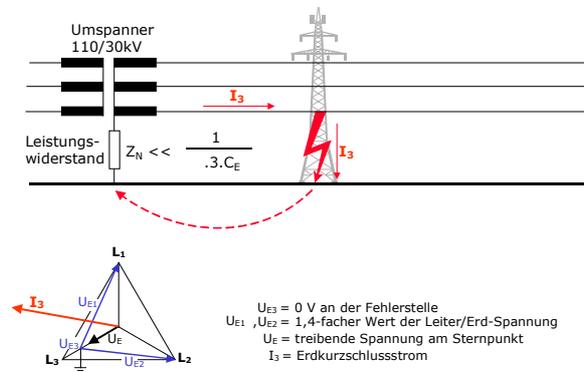


Bild 2b: Erdkurzschluß bei niederohmiger Sternpunktserdung

Erdschluß im gelöschten Hochspannungsnetz: Fehlerströme bis 132 A (Löschgrenze), keine automatische Fehlerabschaltung, daher längere Fehlerdauer möglich. Die zu erwartende Potentialanhebung in Abhängigkeit der Erdungsverhältnisse kann bis zu 100 V betragen.

Erdkurzschluß bei niederohmiger Sternpunktserdung: Fehlerströme bis max. 30 kA, Dauer in der Größenordnung von 150 ms. Die zu erwartende Potentialanhebung in Abhängigkeit der Erdungsverhältnisse kann bis zu 20 kV betragen.

3. Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Berührungsspannungen

Um unzulässige Berührungsspannungen am Maststandort zu vermeiden, sind je nach Sternpunktsbehandlung unterschiedliche Maßnahmen in der Niederspannungsversorgung der Mobilfunkstation zu treffen.

Erdschluß im gelöschten Hochspannungsnetz: Es sind nur geringe Spannungsanhebungen im Fehlerfall zu erwarten. Der PEN-Leiter kann direkt mit der Masterdung verbunden werden (TN-System).

Erdkurzschluß bei niederohmiger Sternpunktserdung: Da hohe Potentialanhebungen im Fehlerfall möglich sind, ist der direkte Zusammenschluß des PEN-Leiters mit der Masterdung unzulässig. Eine galvanische Trennung zu dem versorgenden Niederspannungsnetz mittels Trenntransformator ist notwendig (Bild 3). Ein direkter Zusammenschluß des PEN-Leiters mit der Masterdung führt zu einer Potentialverschleppung und somit zu unzulässigen Berührungsspannungen in den Kundenanlagen.

Das Niederspannungskabel der Netzversorgung wird im Mastbereich in einem Kabelschutzrohr mit einer Spannungsfestigkeit von 100 kV geführt, um den im Fehlerfall auftretenden Potentialtrichter zu beherrschen.

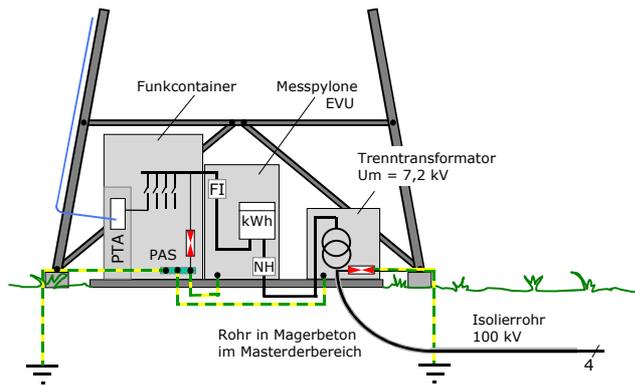


Bild 3a: Netzeinspeisung bei niederohmiger Sternpunktserdung



Bild 3b: Vorort-Situation am Maststandort

4. Anforderungen an den Trenntransformator

Die österreichische Richtlinie sieht als elektrotechnische Mindestanforderungen für den Trenntransformator (Betriebsspannung 400 V) folgende Werte vor:

Höchste Spannung für Betriebsmittel: 7,2 kV effektiv

Nenn-Steh-Wechselspannung (Kurzzeitprüfung): 20 kV effektiv

(Anm.: Die geforderte Nenn-Steh-Wechselspannung von 20 kV effektiv resultiert aus der maximal auftretenden Potentialanhebung des Maststandortes bei Erdkurzschluß).

Nenn-Steh-Blitzstoßspannung (1,2/50): 60 kV Scheitelwert

Die Auslegung des Trenntransformators kann in Anlehnung an die Reihe 6 erfolgen. Die angegebenen Spannungswerte sind für große Aufstellungshöhen (Seehöhe) zu korrigieren.

5. Überspannungsschutz des Trenntransformators

Bei einem Blitzschlag in eine Hochspannungsleitung (repräsentative Annahme 100kA) können in die Masterdungsanlage Teilblitzströme in der Größenordnung von einigen 10 kA abfließen. Die Einwirkdauer kann mit wenigen hundert μ s angenommen werden. Die daraus resultierende Potentialanhebung in Abhängigkeit der Erdungsverhältnisse am Maststandort kann einige 100 kV betragen und liegt damit über der Stoßspannungsfestigkeit des Trenntransformators.

Daraus resultieren die folgenden in der österreichischen Richtlinie definierten Anforderungen an den Überspannungsschutz für den Trenntransformator:

Alle einspeisenden Leiter des versorgenden Niederspannungsnetzes werden beim Trenntransformator über Niederspannungsableiter (MOx 1) auf die Hilfspotentialausgleichsschiene geführt, die mit dem PEN-Leiter verbunden ist.

Die Hilfspotentialausgleichsschiene beim Trenntransformator wird über einen Metalloxidableiter (MOx 2) mit der Hauptpotentialausgleichsschiene der Antennenanlage, die direkt zur Masterdung führt, verbunden. Eine direkte Verbindung des PEN-Leiters mit der Masterdung ist nicht zulässig (Bild 4).

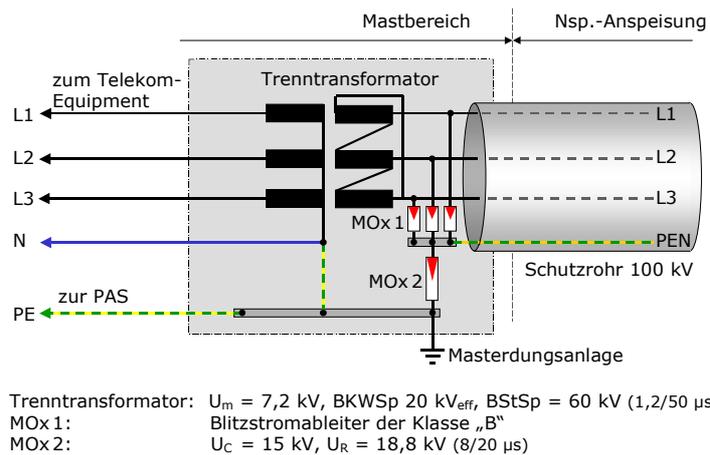


Bild 4a: Galvanische Trennung zwischen Mastbereich und Niederspannungsanspeisung mit Überspannungsschutz



Bild 4b: Ausführung in einem Schaltschrank

Für den Ableiter sind in der österreichischen Richtlinie folgende Werte zum Schutz des galvanischen Trenntransformators festgeschrieben:

Blitzstromableiter MOx 1

Nennableitstoßstrom 10/350: $\geq 50 \text{ kA}$
 Klasse B

Überspannungsableiter MOx 2

Bemessungsspannung: $18,8 \text{ kV}$ effektiv
 Max. Dauerspannung: 15 kV
 Restspannung bei 20 kA , $8/20$: $\leq 50 \text{ kV}$
 Energieentladungsklasse 3 oder 4

6. Überspannungsschutz der Netzeinspeisung

Das Niederspannungskabel der Netzversorgung wird im Mastbereich in einem Kabelschutzrohr mit einer Spannungsfestigkeit von 100 kV geführt, um den im Fehlerfall auftretenden Potentialtrichter zu beherrschen. Aufgrund der geforderten Potentialtrennung ist eine Verlegung von Kabelbegleiterdramen im Bereich des Spannungstrichters der Masterdung unzulässig. Ein zusätzlicher Überspannungsschutz der Klasse C am Netzübergabepunkt dient zur Begrenzung von transienten Spannungen im Bereich des Vversorgungnetzes.

Dr. Gerhard Diendorfer, Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE), ALDIS
 Kahlenbergerstraße 2b, A-1190 Wien
 Tel.: ++43 (0)1 3180566-0, e-mail: G.Diendorfer@ove.at

Ing. Josef Groiss, Energie AG Oberösterreich
 Bahnhofstraße 67, A-4810 Gmunden
 Tel.: ++43 (0)7612 9000 2363, e-mail: josef.groiss@energieag.at

Ao.Univ.-Prof. Dr.techn. Stephan Pack, Technische Universität Graz
 Abteilung für Hochspannungstechnik, Inffeldgasse 18, A-8010 Graz
 Tel. +43 316 873 7416, e-mail: pack@hspt.tu-graz.ac.at