

Kurzschlussschutz von MS-Verteiltransformatoren

QUERSCHNITTE IM DETAIL Im vergangenen Jahr diskutierten wir anhand eines Beispiels aus der Praxis in einer zweiteiligen Beitragserie die Auswirkungen von Teilbereichs-HH-Sicherungen auf die Sekundärseite eines Transformators. Der Autor kam dabei zu dem Schluss, dass sich diese Netzkonfiguration nur von Hand berechnen lässt. Dies ließ Spielraum für verschiedene Interpretationen.

Bezüglich der Querschnittsauslegung zwischen Erdungsschiene und PE-Schiene in der Niederspannungsanlage (NS-Anlage) gab es bei einigen »de«-Lesern unterschiedliche Meinungen, auf die der Autor an dieser Stelle noch einmal eingehen will. Der erste Beitragsteil in »de« 12.2016, S. 37 ff., befasste sich zunächst allgemein mit dem Kurzschlussschutz von 20kV/0,4kV- bzw. 10kV/0,4kV-Verteiltransformatoren. Im zweiten Beitragsteil in »de« 13–14.2016, S. 32 ff., ging es dann konkret weiter mit Erdkurzschlussströmen bei einer niederohmigen Sternpunktterdung und den Selektivitätsverhältnissen zwischen den Überstromschutzeinrichtungen.

Scheinbares Detail führt zu gespaltenen Ansichtsweisen

Kommen wir nun zu den Diskussionen, die aus dem zweiteiligen Beitrag entstanden sind. Es bildeten sich dabei »zwei Meinungslager«. Einige »de«-Leser waren der Ansicht, dass die Verbindung zwischen Erdungsschiene und PE-Schiene in der NS-Anlage einen Schutzleiter für die automatische Abschaltung der Stromversorgung darstellt. Demzufolge müssten die in DIN

VDE 0100-410:2007-06 und DIN VDE 0100-540:2012-6 geforderten Querschnitte anzuwenden sein. Hierfür ging man von folgender Prämisse aus: Falls es zu einem Körperschluss der leitenden Teile des Trockentransformators mit der vorhandenen Gittertür, Transformatorschienen oder Transformatorgehäuse kommt, würde sonst keine Abschaltung erfolgen.

Das »zweite Meinungslager« der »de«-Leser vertrat eine andere Ansicht. Die Querschnittsberechnung nach EN 61439-1 Anhang B wäre nach ihrer Meinung nicht zutreffend. Bei der Verbindung von der Erdungsschiene Transformatorraum zur PE-Schiene der NSHV handele es sich um einen Schutzpotentialausgleichsleiter für den Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene gemäß DIN VDE 0100-540:2012-06, Abs. 544 – mit deutlich verringertem Querschnitt. Der Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene hätte nicht die Aufgabe einen Fehlerstrom zu führen, der für die Abschaltung der Stromversorgung sorgen müsse. Die Funktion eines Schutzleiters für die automatische Abschaltung der Stromversorgung übernehme hier der PEN – sprich: der Leiter vom isolierten Sternpunkt des Transformators zur PEN-Schie-

ne der NS-Anlage. Die Wahrscheinlichkeit eines Körperschlusses in der Transformatorraum ginge nach Ansicht dieser »de«-Leser gegen null. Zudem ließe sich dieser Kurzschlussstrom auf Grund der Stromverzweigungen über die Erdungsschiene nur sehr schwer berechnen. Eine Abschaltung über die HH-Sicherungen wäre demzufolge nicht sichergestellt.

So bleibt an dieser Stelle die Klärung der Fragestellung, ob denn der in dem Praxisbeispiel des o.g. zweiteiligen Beitrags gewählte Querschnitt von 1x240mm² ein Kompromiss zwischen beiden zuvor vorgestellten Meinungslagern darstellen würde.

Vereinfachte Netzkonfiguration

Für die Beantwortung bzw. Behandlung der Fragen der beiden Meinungslager unserer »de«-Leser lassen wir zur Vereinfachung bei dem in »de« 12.2016 sowie in »de« 13-14.2016 verwendeten Praxisbeispiel die NSHV aus dem übergeordneten 10-kV-MS-Netz über nur einen Transformator versorgen. Zur Veranschaulichung der vereinfachten Netzkonfiguration dienen an dieser Stelle nun die **Bilder 1 und 2**. Das Bild 1 stellt dabei die Anlagenkonfiguration bzw. den ungestörten Normalbetrieb des Netzes dar.



AUF EINEN BLICK

KURZSCHLUSSSCHUTZ VON MS-VERTEILTRANSFORMATOREN In diesem Beitrag beziehen wir uns auf den gleichnamigen, zweiteiligen Beitrag in den Ausgaben »de« 12.2016, S. 37 ff., und »de« 13-14.2016, S. 32 ff.

REFERENZNORM DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12 Sämtliche Betrachtungen des vorliegenden Beitrags basieren auf der Grundlage dieser Norm zu Kurzschlussströmen in Drehstromnetzen



INFOS

Fachbeiträge zum Thema

Sofic, D.: Kurzschlussschutz von MS-Verteiltransformatoren (1) – Teilbereichs-HH-Sicherungen

»de« 12.2016 → S. 37 ff.

Sofic, D.: Kurzschlussschutz von MS-Verteiltransformatoren (2) – Erdkurzschluss und Selektivität

»de« 13–14.2016 → S. 32 ff.

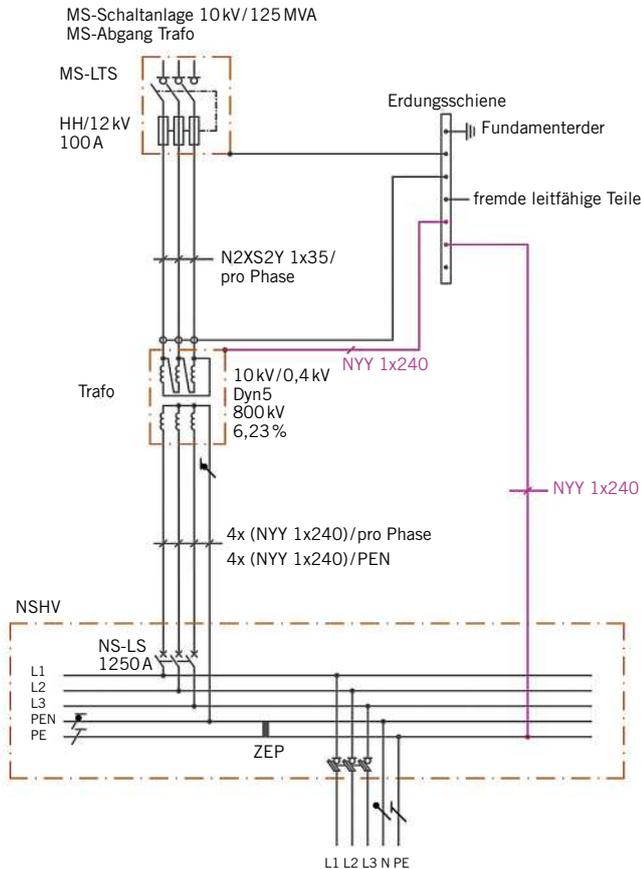


Bild 1: Darstellung der Anlagenkonfiguration im ungestörten Betrieb

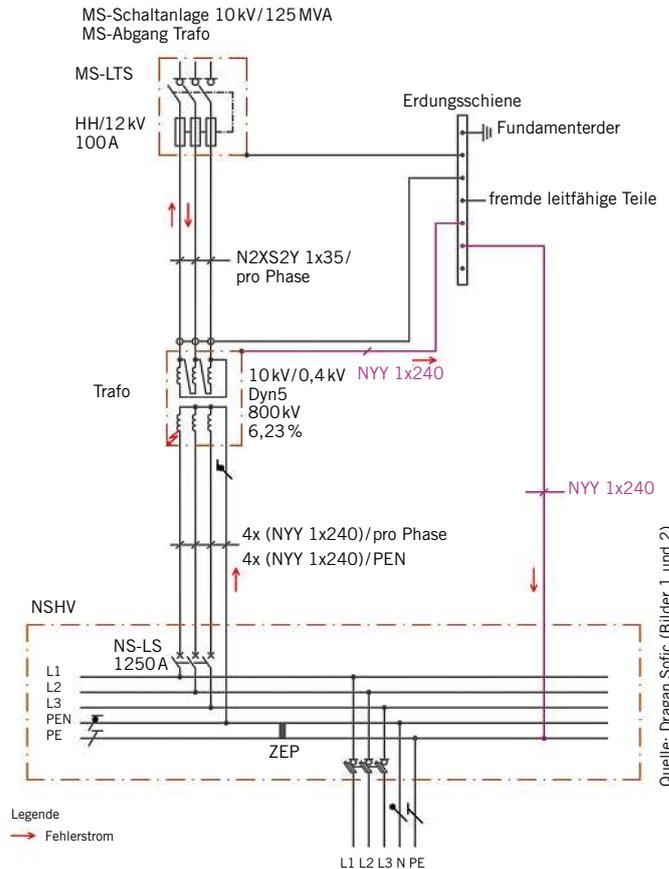


Bild 2: Darstellung eines Fehlers am Transformator

Quelle: Dragan Sofic (Bilder 1 und 2)

Kurzschlüsse treten in der Praxis trotz aller sorgsamsten Planung und Errichtung auf. Zum Glück ereignen sich Kurzschlüsse am Transformator äußerst selten, man kann sie aber de facto nicht völlig ausschließen und sollte sie deshalb auch nicht ignorieren.

Tritt in der Transformatorzelle auf der Unterspannungsseite des MS-Verteiltransforma-

tors eine leitende Verbindung mit einer im Vergleich zu Impedanzen der anderen elektrischen Betriebsmittel vernachlässigbaren Impedanz zwischen einem Außenleiter und dem Gehäuse des MS-Verteiltransformators auf, bildet sich automatisch eine Fehlererschleife. In dieser Schleife befindet sich dann zwangsläufig die von den »de«-Lesern er-

wähnte Anbindung zwischen der PE-Schiene des Sammelschienensystems der NSHV und der Erdungsschiene. Einen derartigen Kurzschlussfall präsentiert die im Bild 2 dargestellte Situation.

Zur Gewährleistung des Netzschutzes muss man bei der Auslegung des Leiterquerschnittes der genannten Anbindung von so

einem Fehlerfall am MS-Verteiltransformator ausgehen.

Betrachtung der Fehlerschleife

Bei einem derartigen Fehler wird die gesamte Fehlerschleife übrigens dann auch die Anbindung zwischen dem Gehäuse des MS-Verteiltransformators und der Erdungsschiene mit den physikalischen Gegebenheiten eines einpoligen Kurzschlusses (Körperschlusses) konfrontiert, egal wie man die beiden genannten Anbindungen (als Schutzleiter oder Schutzpotentialausgleichsleiter) deklariert. Diesen Fehler charakterisieren die folgenden physikalischen Merkmale:

- die elektrodynamischen Kräfte, welche auf die kurzschlussstromdurchflossenen Leiter wirken sowie
- die thermische Kurzschlussbeanspruchung, welche auf die Leiter auf Grund der entstandenen Wärme wirkt.

Diesen harten Beanspruchungen muss die gesamte Fehlerschleife – also nicht etwa nur die Leiter – der genannten beiden Anbindungen standhalten können.

Die Kurzschlussstromberechnung zur Ermittlung der Kurzschlussbelastungen an dieser Kurzschlussstelle kann nicht mit den auf dem Markt befindlichen NS-Berechnungsprogrammen bzw. nach der VDE 0102 (DIN EN 60909-0) erstellt werden. Solche Fehlerschleifen müssen Planer »von Hand« berechnen und betrachten.

Die Leiterquerschnitte der beiden genannten Anbindungen sowie deren Längen bestimmen dabei zusammen mit den komplexen Kurzschlussimpedanzen der anderen Komponenten der Fehlerschleife die Höhe der Kurzschlussbelastungen. Der dominante bzw. bestimmende Einfluss auf die Höhe der Kurzschlussbelastungen geht dabei aus vom Bemessungswert der Kurzschlussspannung des MS-Verteiltransformators im Verhältnis zu seiner Bemessungsscheinleistung.

Auslegung der Leiterquerschnitte

In diesem Zusammenhang müssen die Leiterquerschnitte der beiden genannten Anbindungen, ihre Position sowie ihr festes Bandagieren so günstig ausgeführt werden, dass sie die durch diesen Kurzschluss hervorgerufene mechanische Beanspruchung verkraften können, ohne Schaden zu nehmen.

Ebenso müssen die genannten beiden Anbindungen in der Lage sein, die entstandene Kurzschlussenergie problemlos zu führen,

ohne dass dabei ihre Isolation verformt wird oder sonstigen Schaden erleidet. Das bedeutet, dass die Leiterquerschnitte der beiden genannten Anbindungen bei deren Projektierung so ausgewählt werden müssen, dass sie sowohl elektrodynamisch als auch thermisch kurzschlussfest sind.

Zu den Kurzschlussbelastungen

Bei der Ausführung des Kurzschlusschutzes des MS-Verteiltransformators, wie in diesem Praxisbeispiel durch die Schaltgerätekombination bestehend aus dem Lasttrennschalter und der HH-Schmelzsicherung, soll bei der Planung und Errichtung darauf geachtet werden, dass neben allen zu erfüllenden Merkmalen (siehe »de« 12.2016 und »de« 13–14.2016), auch der Bemessungsmindestausschaltstrom der HH-Sicherung kleiner ist als die kleinste von Hand ermittelte Kurzschlussbelastung in der Fehlerschleife. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, muss noch die zulässige thermische Belastung der Leiter der genannten Anbindungen größer als die spezifische Ausschaltenergie bzw. das spezifische Ausschaltintegral der HH-Sicherung sein.

Viel günstiger lässt sich die manuell ausgeführte, rechnerische Abschätzung der kleinsten Kurzschlussbelastungen erstellen, wenn die Kabelanlage zum Energietransport zwischen dem MS-Verteiltransformator und der NSHV neben den drei Außenleitern L1, L2, L3 und dem PEN-Leiter noch den PE-Leiter beinhaltet. Dieser dient dann als Anbindung zwischen dem Gehäuse des MS-Verteiltransformators und der PE-Schiene des Sammelschienensystems der NSHV (siehe »Verbindungen von Transformatoren zur NSHV« in »de« 15–16 / 2011, S. 31 ff.).

Fazit

Entscheidet man sich für die Ausführung mit dem PE-Leiter, verfügt man über die definierten Impedanzbeläge der Fehlerschleifen und löst damit das Problem, das sich in diesem Praxisbeispiel gezeigt hat. Man kennt nämlich die genauen Werte der Impedanz- bzw. Induktivitätsbeläge der genannten beiden Anbindungen nicht, muss diese aber abschätzen.

AUTOR

Dragan Sofic
EAB GmbH Rhein Main, Dietzenbach
