

STÖRLICHTBOGENSICHERHEIT IN TRAFOSTATIONEN – PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

Dominik CZESCHKA^{1,2}, Marcus MILNERA³, Katrin FRIEDL⁴,

Verteilnetz mit neuen Herausforderungen

Die Verteilnetze der Nieder- und Mittelspannung spielen bei der Transition zu einer nachhaltigen Energieerzeugung und -nutzung eine entscheidende Rolle. Der zunehmende Einsatz von elektrischer Energie, beispielsweise im Bereich der Individualmobilität, Raumklimatisierung, sowie die Verdichtung der Industrialisierung in urbanen Gebieten bewirkt eine zunehmende Auslastung der Netzinfrastruktur sowie der dabei eingesetzten elektrischen Betriebsmittel. Unter diesen Rahmenbedingungen sind Anforderungen an diese Infrastruktur wie hohe Verfügbarkeit bei geringer Sichtbarkeit und geringem räumlichem Platzbedarf, sowie Personensicherheit, Planungssicherheit und effizienter Betrieb in Einklang zu bringen.

Transformatorstationen dienen als Verknüpfungspunkt von Mittelspannungsnetz und Niederspannungsnetz. Sie sind aufgrund der Nähe zu Endkunden in deren unmittelbar umliegenden öffentlichen Raum situiert oder direkt in Wohn- und Geschäftsgebäude integriert. Insbesondere im urbanen Bereich ist die Aufstellung freistehender Transformatorstationen durch die räumliche Situation oftmals nicht möglich, sodass diese vorzugsweise in Gebäuden – z. B. in Räumlichkeiten im Kellerbereich – untergebracht werden müssen.



Abbildung 1: Beispiele für freistehende Transformatorstationen v.l.n.r.: Sonderstation, Betonfertigteilstation, Turmstation

Aufgrund dieser Entwicklungen ist die frühzeitige Betrachtung der Störlichtbogensicherheit von besonderer und zunehmender Relevanz. Die Berücksichtigung von adäquaten Druckentlastungswegen in der Planung von Einbaustationen erspart beispielsweise hohe Folgekosten.

Druckbelastung durch Störlichtbögen

Der Störlichtbogen stellt ein bekanntes, wenn auch seltenes Fehlerbild dar. Kommt es zum Isolationsversagen und bildet sich ein Lichtbogen, folgt ein rascher Druckanstieg verbunden mit Heißgasströmen in der Transformatorstation. Dieses Ereignis stellt eine potente Gefahr für Bedienpersonal, Passanten sowie die bauliche Struktur dar. Die bei diesem Fehlerfall auftretenden Heißgasströme sowie die Druckbelastung müssen daher bei Planung, Auslegung und Errichtung der Gebäudestruktur berücksichtigt werden.

Bei fabrikfertigen Transformatorstationen kann dies durch normativ festgelegte Typprüfungen erfolgen (ÖVE/ÖNORM EN 62271-202) bzw. können bestehende Typprüfergebnisse auf abgeänderte

¹ IES Institut für Elektrotechnik und Sicherheitswesen Ziviltechniker GmbH, Gastgebgsasse 27, 1230 Wien, +43 660 905 1007, czechka@ies-zt.at, www.ies-zt.at

² Technische Universität Graz - Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/1, 8010 Graz, www.tugraz.at/institute/iean

³ AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 2, 1210 Wien, marcus.milnera@ait.ac.at, www.ait.ac.at/ueber-das-ait/center/center-for-energy/

⁴ Technische Universität Graz - Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/1, 8010 Graz, katrin.friedl@tugraz.at, www.tugraz.at/institute/iean

Stationsvarianten umgelegt werden. Bei der Durchführung einer Störlichtbogenprüfung wird ein Lichtbogen in der Station gezündet und anhand von Prüfkriterien, das Bestehen bzw. Nicht-Bestehen des Prüflings ermittelt. Bei Einbaustationen in Gebäuden kann in der Planungsphase eine rechnerische Überprüfung der Druckbelastung erfolgen. Für die Druckermittlung stehen unterschiedliche Werkzeuge zur Verfügung, welche grob in drei Gruppen eingeteilt werden können.

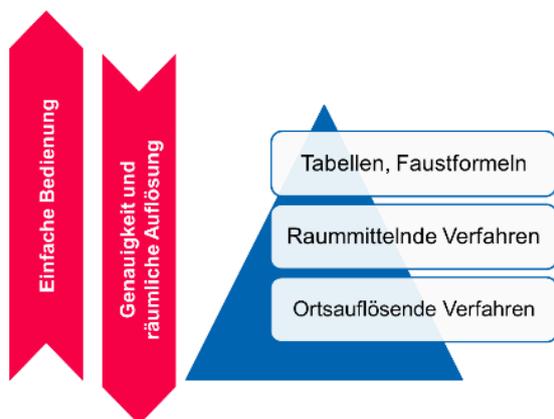


Abbildung 2: Verfahren zur Ermittlung des Störlichtbogendrucks

Als Beispiel für die einfachste Form der Ermittlung von maximal möglichen Druckwerten, sei auf [1] verwiesen. Verfahren, die zwischen unterschiedlichen Entlastungsräumen differenzieren, jedoch in diesen homogene Verhältnisse ansetzen, werden als „raummittelnde Verfahren“ bezeichnet (vgl. „Basic Model“ [2]). Die Berücksichtigung physikalischer Phänomene variiert jedoch je nach Programm stark. Eine detaillierte Nachbildung von Störlichtbogenereignissen und deren Druckentwicklung ist mit ortsauflösenden Verfahren möglich. Die diskretisierte Raumnachbildung ist in diesem Fall die Grundlage für die Computational-Fluid-Dynamics-(CFD)-Berechnung.

Ergebnisse aus Prüfungen

Im Zuge von Typprüfungen wurden Druckverläufe aufgezeichnet und den Simulationsdaten gegenübergestellt. Die Auswertung der Druckmessungen zeigt, dass diese im Allgemeinen unter den konservativen Berechnungsergebnissen liegen. Insbesondere das Abklingverhalten fiel bei den gemessenen Druckdaten deutlich schneller aus, als dies bei den Simulationen der Fall war.

Darüber hinaus konnte im Versuch gezeigt werden, dass die Reduktionswirkung des Lichtbogenenergieabsorbers bei der ersten Druckspitze stärker als erwartet ausfällt. Die erste Druckspitze konnte auf rund 50% reduziert werden.

Referenzen

- [1] F. Pigler, "Druckbeanspruchung der Schaltanlagenräume durch Störlichtbögen.", Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 1976
- [2] N. Uzelac, et al. "Tools for the Simulation of the Effects of the Internal Arc in Transmission and Distribution Switchgear.", Brochure 602, CIGRE Working Group A3.24, 2014