Einsatz von akustischer Teilentladungs-Diagnostik im Rahmen der Instandhaltung von Mittelspannungsschaltanlagen

Mittelspannungsschaltanlagen sind zentrale und wichtige Bestandteile moderner Energieversorgungssysteme. Effiziente Zustandsbewertungs- und Instandhaltungsstrategien, in Verbindung mit innovativen technischen Lösungen, sorgen im Betrieb der Anlagen für ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit. Für die Überprüfung des Parameters »Isolationsfähigkeit« setzt die Westnetz GmbH das Teilentladungsmessinstrument UltraTEV Plus+ von EA Technology ein.

Aufgabenstellung / Grundlagen

Instandhaltung komplexer elektrischer Energieversorgungsanlagen erfordert die Betrachtung und Bewertung verschiedener Parametergruppen, um ein aussagekräftiges Bild über den Zustand zu bekommen, Fehler oder Fehlertendenzen zu erkennen und ggf. notwendige Abhilfemaßnahmen einleiten zu können. Das wirtschaftliche Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen gilt es dabei ebenfalls entsprechend stets zu betrachten. Für Mittelspannungsschaltanlagen sind die Parametergruppen »Funktion der Betriebsmittel«, die »Isolationsfähigkeit« und die »Stromtragfähigkeit« als besonders relevant zu betrachten. Gemäß allgemein bekannter Störungsstatistiken sind hierbei Fehler in den ersten beiden Gruppen am häufigsten vorzufinden. Für die Überprüfung der Funktion von Betriebsmitteln, wie

Bastian Wölke (links), Engineering MS-Schaltgeräte, Primärtechnik – Technik Center Geräte, Westnetz GmbH, Standort Wesel
Matthias Welzbacher, Geschäftsführer, OHM Business Development UG
– Kooperationspartner von EA Technology in Deutschland

Bild 1: Einsatz des UltraTEV Plus+ mit dem flexiblem Ultraschallsensor

z.B. Schaltgeräten oder Schutz- und Steuerungsgeräten stehen umfangreiche Prüfungs- und Analysemöglichkeiten im Rahmen der Instandhaltung zur Verfügung. Mittels Durchführung von Schaltgeräteanalysen – wie z.B. für den Leistungsschalter – lassen sich die Hauptparameter messtechnisch analysieren und auf einwandfreien Zustand oder Zustandsveränderungen hin überprüfen. Diese Maßnahmen sind in der Regel mittels geplanter Probe- bzw. Freischaltungen problemlos durchführbar. In diesem Zuge kann auch die Stromtragfähigkeit, beispielsweise durch Widerstandsmessungen der Hauptstrombahnen, überprüft werden.

Für die Beurteilung der Isolationsfähigkeit von Anlagenteilen hat sich die Teilentladungsmessung als geeignete und zuverlässige Methode etabliert. Teilentladungsaktivitäten sind Teildurchschläge des Isoliermediums, die dauerhaft zu einer Schädigung und im weiteren Verlauf zum vollständigen Isolationsverlust führen können. Entstehen können diese z.B. durch Verunreinigungen, Beschädigungen oder Alterungsprozesse an Isoliermaterialien. Teilentladungen äußern sich einerseits durch Entladungsströme und elektromagnetische Signale, aber auch durch akustische, mechanische, chemische und optische Signale (*Bild 2*).

Eine Wiederholung bzw. die Durchführung von konventionellen elektrischen Teilentladungsmessungen an aktiven Anlagen ist allerdings nur mit hohem Zeit- und Kostenaufwand möglich. Durch die Anwendung von »Online-Messverfahren« im laufenden Normalbetrieb der Anlagen, können Fehler und Fehlertendenzen bereits genauer lokalisiert und auf betroffene Anlagenteile eingegrenzt werden. Im Anschluss können nähere Maßnahmen zur genaueren Untersuchung eingeplant werden. Gerade bei Schaltanlagen, bei denen Luft als Isolationsmedium eingesetzt wird, z.B. bestehende offene VDE-0101-Anlagen, eignet sich dabei der Empfang von Geräuschen (»akustische TE-Messung«) zur Detektion von äußeren Teilentladungen wie Korona-, Gleit- und Oberflächenentladungen.

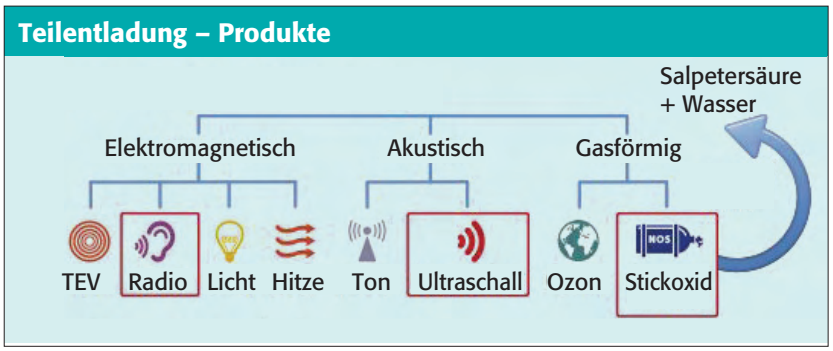

Bild 2: Emissionen bei Teilentladungen

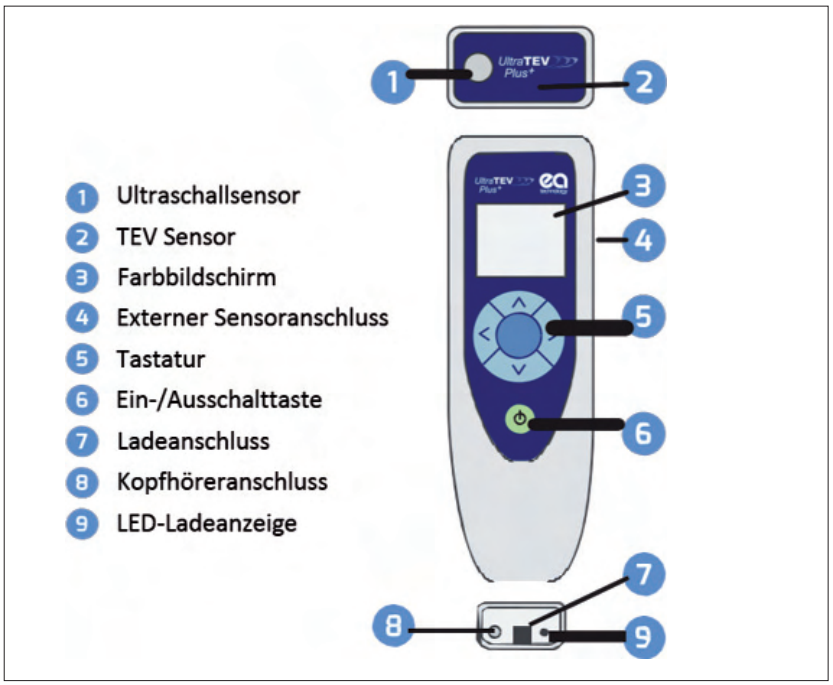

Bild 3: Der Aufbau des UltraTEV Plus+

Bild 4: UltraTEV Plus+ mit optionalem Zubehör

Bild 5 (oben): Magnetische Ultraschallsonde

Bild 6 (rechts): Das UltraTEV Plus+ mit magnetischer Ultraschallsonde an einer metallgekapselten Schaltanlage

Aufbau und Funktionen des UltraTEV Plus+

Für den oben erwähnten Einsatz im laufenden Betrieb der Anlagen hat EA Technology das UltraTEV Plus+ entwickelt. Das Gerät ist seit Jahren weltweit erfolgreich im Einsatz und kann ohne großen Schulungsaufwand des Personals eine verlässliche Erstindikation über den Zustand der Anlagen geben – und dies ohne Freischalten der Anlagen. Das UltraTEV Plus+ verfügt als multifunktionales Teilentladungs-Messinstrument neben der akustischen Ultraschall-Sensorik noch über einen »TEV-Sensor« (Transient Earth Voltage). Dieser Sensor dient dazu, innere Teilentladungen zu detektieren, die elektromagnetische Impulse aussenden und nicht akustisch detektiert werden können. Diese »transienten« Ableitspannungen können über einen kapazitiven Sensor an der Frontplatte des Gerätes direkt auf

Bild 7: Aufnahme der Rahmenbedingungen wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur

Bild 8: Monteur bei der Ortung mit dem Parabolmikrofon

der Metalloberfläche der Schaltanlagen abgegriffen werden.

Für die Detektion von äußeren und Oberflächen-Teilentladungen wird die Eigenschaft ausgenutzt, dass Teilentladungen Ultraschallwellen emittieren und diese mit geeigneten Mikrofonen aufgenommen werden können. Die Mikrofone des UltraTEV Plus+ haben eine hohe Empfindlichkeit und nutzen eine Wandler-Mittenfrequenz um 40 kHz. Die Anzeige des akustischen Pegels der Ultraschallwellen erfolgt visuell über den Bildschirm und kann gleichzeitig auch akustisch als charakteristische Geräusche über den Kopfhörer wahrgenommen werden.

Durch eine Erfassung der Teilentladungs-Pegel können somit Veränderungen von Teilentladungs-Aktivitätsniveaus zwischen Anlagen und Anlagenteilen verglichen und im Zeitverlauf analysiert werden. Auf Basis dieser Informationen können notwendige Maßnahmen und tiefergehende Untersuchungen effektiv geplant werden (*Bild 3*).

Flexibel durch den Einsatz von Zubehör

Im Netz der Energieversorger sind vielfältige Anlagentypen mit unterschiedlichem Aufbau vorhanden, die entsprechend unterschiedlich analysiert und bewertet werden müssen. Damit auf diese Herausforderung bei der Teilentladungsmessung reagiert werden kann, ist es notwendig dass Messgeräte möglichst flexible Sensorik bereitstellen.

Gerade wenn es um eine genaue Lokalisierung der Teilentladungs-Fehlerquellen geht, bietet bei luftisolierten Schaltanlagen ein extern anschließbarer Ultraschall-Parabolspiegel einen guten Nutzen. Die Schallwellen der Teilentladung werden am Reflektor gebündelt und auf ein in der Mitte installiertes, hochempfindliches Mikrofon übertragen. Je näher man mit dem integrierten Laserpointer auf die Teilentladungsquelle zielt, desto mehr steigt das Signal – akustisch über die Kopfhörer und visuell über den Bildschirm – an (*Bild 4*).

Bei der Detektion von Oberflächen-Teilentladung innerhalb geschlossener Behälter ist es manchmal nicht möglich, die Teilentladungen akustisch zu detektieren. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn kein Luftpfad vorhanden ist, der die Schallwellen vom inneren Bereich der Anlage an das Mikrofon außerhalb der Anlage transportieren kann (*Bild 5*).

Eine Möglichkeit in diesen Fällen Teilentladungen im Inneren von geschlossenen Behältern zu erkennen ist der Einsatz einer magnetischen Ultraschallsonde (Körperschallsensor). Diese wird an das UltraTEV Plus+ angeschlossen und auf das Metallgehäuse aufgesetzt. Die Sonde nimmt die Schwingungen des Metalls auf, die durch die Schallwellen der Teilentladung vom Inneren auf das Metall übertragen werden (*Bild 6*).

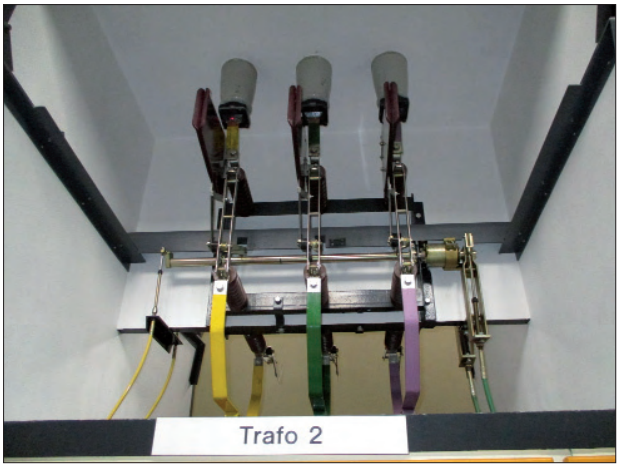

Bild 9 bis 11: Mittels akustischer TE-Messung gefundene defekte Wanddurchführung

Praxiseinsatz

Die Westnetz GmbH war für die Instandhaltung von MS-Schaltanlagen auf der Suche nach einem geeigneten Messinstrument für die ergänzende Messung von möglichen Teilentladungsaktivitäten. Die Wahl fiel hierbei auf das UltraTEV Plus+ des britischen Herstellers EA Technology. Das Messgerät wird einerseits für die Überprüfung im laufenden Betrieb bestehender Anlagen, als auch zur Qualitätssicherung z.B. nach Umbau- oder Erweiterungsmaßnahmen genutzt. Die Vorteile liegen hierbei besonders im Bereich der Anwenderfreundlichkeit durch einfaches Handling und flexibler Detektionsmöglichkeiten mittels variablem Zubehör. Zu Beginn jedes Messeinsatzes werden zunächst die Umgebungsbedingungen, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und der Grundstörpegel vor Ort aufgenommen, da diese Einfluss auf TE-Aktivitäten haben und wichtig für spätere Analyse sein können (*Bild 7*).

An offenen Schaltanlagen wird in der Regel zunächst das flexible Mikrofon eingesetzt. Alle Bauteile des Schaltfeldes werden durch das Abhören mit dem Mikrofon in nur wenigen Minuten kontrolliert. Hierbei wird stets das Audiosignal mittels Kopfhörer abgehört. Sollte eine Teilentladung stattfinden wird diese durch Geräusche und den Anstieg des Signalpegels auf dem Gerät erkannt. Im Falle der Detektion wird dann zur genaueren Lokalisierung der präzise Ultraschall-Parabolspiegel mit integriertem Laserpointer verwendet. TE-Quellen können hiermit bis auf wenige cm genau lokalisiert und anschließend dokumentiert werden. Entsprechende Kontroll- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen lassen sich somit konkret planen. (*Bild 8*)

Durch eine Freischaltung des betroffenen Bereiches und z.B. Sichtkontrolle auf Beschädigungen, Verunreinigung oder sonstige Unregelmäßigkeiten, kann dann gezielt die potenzielle Fehlerstelle instandgesetzt werden. Durch eine Wiederholungsmessung nach der durchgeführten Instandsetzung kann abschließend wieder der einwandfreie Zustand als Qualitätskontrolle nachgewiesen und dokumentiert werden (*Bild 9 bis 11*).

Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz akustischer TE-Diagnostik an MS-Schaltanlagen unterstützt die Instandhaltung gezielt in der Bewertung des Zustandes für die Isolationskomponenten. Durch Erfahrung, vorangegangene Referenzwerte und den Quervergleich von Messergebnissen innerhalb der Anlagen können potenzielle Fehlerstellen bereits in der Entstehungsphase durch die Ultraschallortung lokalisiert und gezielt untersucht werden. Durch die Sensitivität des Gerätes und das flexible Zubehör zeigt sich das UltraTEV Plus+ als besonders praxistauglich. Eine Erweiterung der Funktionalitäten des Geräts durch einen integrierten Temperatur-/Luftfeuchtesensor und die Möglichkeit Messwerte intern zu speichern würde den Nutzen weiter erhöhen. Diese zusätzlichen Funktionen sind bereits in einigen Instrumenten der UltraTEV-Reihe von EA Technology integriert und sind auch für die Weiterentwicklung des UltraTEV Plus+ vorgesehen.

bastian.woelke@westnetz.de

www.westnetz.de

matthias.welzbacher@ohm-bd.de

ohm-bd.de

Westnetz GmbH

Die Westnetz mit Sitz in Dortmund ist der Verteilnetzbetreiber für Strom und Gas im Westen Deutschlands. Das Unternehmen ist eine 100-prozentige Tochter der RWE Deutschland AG. Westnetz betreibt mit 5.200 Mitarbeitern eine Vielzahl von Netzen unterschiedlicher Eigentümer im Westen Deutschlands. Sie ist ein unabhängiger Verteilnetzbetreiber und stellt die Gas- und Stromnetze allen Marktteilnehmern diskriminierungsfrei zur Verfügung. Im RWE-Konzern verantwortet Westnetz im regulierten Bereich Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb von 195.000 km Stromnetz und 26.000 km Gasnetz. Westnetz unterstützt die Energiewende in Deutschland mit zukunftsorientiertem Aus- und Umbau der Netze sowie etlichen Innovationsprojekten.

EA Technology

EA Technology wurde in den 1960er Jahren als staatliches UK Electricity Council's Research and Development Centre gegründet und ist heute eine unabhängige Gesellschaft mit beschränkter Haftung mit rd. 200 Mitarbeitern. Ursprünglich wurde das Unternehmen mit dem Schwerpunkt auf Elektrizitätsverteilung und -verwendung gegründet. Heute arbeitet EA Technology mit Kunden in den Bereichen Elektrizität, Energie, Infrastruktur und verwandten Feldern und bietet innovative Lösungen in Form von technischer Beratung, Dienstleistungen sowie speziellen Messinstrumenten und spezieller Software.

SONDERDRUCK PDF 15 311 aus np Jg.54 (2015), Heft 9, S. 30-35