

M I C A F I L A G

Symposium 1989 in Stuttgart

Referent

Giuseppe P. Costa

Verkauf und Engineering
der MICAFIL-Durchführungen

Titel

Durchführungen: Ein wichtiger Teil
des Transformators

DURCHFUEHRUNGEN: EIN WICHTIGER TEIL DES TRANSFORMATORS

Spricht man von der Werterhaltung von Transformatoren, wird für gewöhnlich eine für den Transformator lebenswichtige Komponente, nämlich die Durchführung, oft vernachlässigt.

Allgemein ist heute Praxis, einen Transformator in gewissen Abständen zu überprüfen und notwendige Wartungsarbeiten und Revisionen auszuführen, um somit seinen Wert zu erhalten.

Nicht so bei den Durchführungen, welche in Europa allgemein als wartungsfrei angesehen und auch so behandelt werden. Dieses Vertrauen ehrt wohl den Durchführungshersteller, sollte aber insbesondere für Höchstspannungsdurchführungen nicht ohne Einschränkung so gehandhabt werden.

Wir haben es bei einer Durchführung ebenfalls mit einem Hochspannungsapparat zu tun, dessen mechanischer Aufbau notwendigerweise mit einem Dichtungssystem gegen das Eindringen von Luft und Feuchtigkeit einerseits und das Auslaufen von Isolieröl andererseits versehen ist. Beides, das Eindringen von Feuchtigkeit und das Auslaufen der Isolierflüssigkeit, kann zu elektrischen Schäden führen, wodurch in letzter Konsequenz auch der Transformator in Mitleidenschaft gezogen werden kann.

Durchführungsisoliersysteme, welcher Art auch immer, sind ebenso wie bei allen anderen elektrischen Apparaten in Funktion der elektrischen Beanspruchung und Betriebszeit einer Alterung unterworfen.

Allgemein wird mit einer Lebensdauer von 25 - 30 Jahren gerechnet, was aber in der Praxis sehr oft weit überschritten wird.

Leider sind aber auch negative Beispiele bekannt. Eine gezielte, in gewissen Zeitabständen durchgeführte Ueberprüfung und die eventuell damit verbundene Wartung verhindert erfahrungsgemäss grössere Schäden.

Durchführungen: Ein wichtiger Teil des Transformators

1. Wo liegen bei Durchführungen die Möglichkeiten zur Werterhaltung ?

1.1 Mechanischer Aufbau

Durchführungen haben bekannterweise in den meisten Fällen eine innere und eine äussere Isolation. Die äussere Isolation dient neben den elektrischen Aufgaben auch dem Schutz der inneren Isolation gegen mechanische Beschädigungen und Umwelteinflüsse aus der die Durchführung umgebenden Atmosphäre.

Schäden oder Mängel können im Laufe der Jahre an den Porzellanüberwürfen selbst (mechanische Beschädigung) oder am Dichtungssystem (Alterung) auftreten.

Während Beschädigungen am Porzellanüberwurf oder metallischen Kopf oder Flanschteilen, sofern keine durchgehenden Risse auftraten, nicht unmittelbar zu grösseren elektrischen Schäden führen, sind Leckagen an Dichtungen, insbesondere bei Durchführungen mit Oelpapierisolierung, nicht zu vernachlässigen. Auslaufendes Oel und daher das Eindringen von Feuchtigkeit können zu schweren Schäden führen.

1.2 Elektrischer Aufbau

Neben der bereits erwähnten äusseren Isolation hat eine Durchführung auch ein inneres Isoliersystem, welches aus einer trockenen Isolation, z.B. harzprägnierter Papierisolation (modernes System) oder harzbeschichtetem Material (veraltetes System) sowie aus ölimprägnierter Papierisolation, bestehen kann. Auch andere Isolierungen werden teilweise angewendet wie reine Giessharz- oder Oelisolierung (tiefe Spannungsreihen) oder reine SF₆-Gasisolation unter mehr oder weniger hohen Betriebsdrücken bis zu den höchsten Spannungen, jedoch nur für Schaltanlagen.

Alle diese Isolierungen sind in Funktion der elektrischen Beanspruchung, der Betriebsdauer und den Umwelteinflüssen einer mehr oder weniger starken Alterung unterworfen.

Periodischen Ueberprüfungen der mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Höchstspannungsdurchführungen sollte daher im Sinne der Werterhaltung von Durchführungen und Transformatoren vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Durchführungen: Ein wichtiger Teil des Transformators

2. Welche Möglichkeiten bieten sich heute für eine periodische Ueberprüfung und Wartung von Durchführungen an ?

2.1 Ueberprüfung resp. Wartung des mechanischen Zustandes

Periodische Kontrolle des Oelstandes im Betrieb, insbesondere bei Durchführungen mit ölimprägnierter Papierisolierung, da hier das Isolieröl neben dem Feuchtigkeitsschutz primär eine Isoliereigenschaft hat, was bei Durchführungen mit Trockenisolation, sei es harzbeschichtetes (Hartpapier) oder harzimprägniertes Material (RIP), nicht der Fall ist.

Diese Durchführungen sind daher auch in den meisten Fällen nicht mit Oelstandsanzeigern ausgerüstet, da das Füllöl primär als Feuchtigkeitsschutz für die Isolierkörper dient und Leckagen keine unmittelbare Notwendigkeit für die Ausserbetriebnahme darstellen.

Visuelle Kontrolle der Porzellanüberwürfe auf mechanische Beschädigung oder ev. vorhandene starke Ueberschlagsspuren.

2.2 Ueberprüfung auf Dichtheit

Wenn Abschaltungen von Transformatoren und Anlagen zur Ueberprüfung derselben oder Reinigung von Isolatoren in extrem verschmutzter Umgebung vorgenommen werden, empfiehlt es sich, auch die äusserlich zugänglichen Dichtungen an den Durchführungen visuell zu kontrollieren.

Agressive Atmosphäre (Salze, säurehaltige Niederschläge etc.) und damit verbundene Kriechströme über die Dichtungen, Ultraviolettstrahlen usw. können zum Zersetzen des Dichtungsmaterials und damit zur Leckage führen.

Silikonisierung, d.h. wiederholtes Abdecken der Dichtungen mit geeigneten Silikonpasten kann hier gute Abhilfe schaffen. Befinden sich die Durchführungen wegen einer periodischen Transformerrevision im Werk, ist der Ersatz von kritischen Dichtungen in Erwägung zu ziehen.

Neben den rein visuellen Ueberprüfungen von Durchführungen auf Dichtheit sind Dichtigkeitsprüfungen mit Ueberdruck, Wassergehaltsbestimmung oder in Spezialfällen SF₆-Gasgehaltsanalysen des Füllöles wertvolle Möglichkeiten zur Bestimmung des Dichtheitsgrades.

Durchführungen: Ein wichtiger Teil des Transformators

3. Ueberprüfung des inneren dielektrischen Isolationszustandes von Durchführungen

3.1 Messung des Verlustfaktors und der Kapazität

Was in USA schon seit über 50 Jahren eine Selbstverständlichkeit ist, wird auch in anderen Ländern, zumindest bei Höchstspannungsdurchführungen ≥ 245 kV Nennspannung mehr und mehr eingeführt.

Es handelt sich um die periodische Ueberprüfung des dielektrischen Zustandes von Durchführungen.

Mag der Grund in USA früher auf negative Erfahrungen mit schlechten Isoliersystemen zurückzuführen sein, hat sich diese periodische Ueberprüfung von Durchführungen doch bis heute bewährt und etabliert. Konnten früher mit der Doble-Methode nur Durchführungen mit starken tg-Erhöhungen gefunden werden, kommt heute eine Messung in der Station einer Messung im Prüffeld an Präzision sehr nahe. Die Ueberprüfung des dielektrischen Zustandes mittels einer Verlustfaktor- und Kapazitätsmessung mit niedriger Spannung, z.B. 10 kV, an Durchführungen in der Station hat bedingt durch moderne Messeinrichtungen sehr stark an Zuverlässigkeit gewonnen.

Störende elektromechanische Umwelteinflüsse können mit den neuen Messbrücken mehrheitlich eliminiert werden. Trotz dieser wesentlich verbesserten Messeinrichtungen ist die Bewertung der Messergebnisse und die damit verbundene Beurteilung des Zustandes der Durchführungsisolierung mehrheitlich auf Erfahrungen aufgebaut. Müssen doch z.B. für die Beurteilung von Oelpapier- oder Gas-Isolierung andere Kriterien als für Trockenisoliersysteme wie Hartpapier oder harz imprägnierter Papierisolierung zugrunde gelegt werden.

Prinzipiell handelt es sich immer um Vergleichsmessungen mit einer Ausgangsmessung im Neuzustand. Um die Differenzen zwischen Labormessung und Messung in der Station zu vermeiden, werden heute in vielen Fällen Basismessungen mit niedriger Spannung an den auf dem Transformator aufgebauten Durchführungen im Prüffeld oder in der Station vor Inbetriebnahme ausgeführt.

Durchführungen: Ein wichtiger Teil des Transformators

Bewertungskriterien sind heute durch die Durchführungs-hersteller festgelegt und es ist auch Usus, dass oftmals die Messungen, immer aber die Beurteilung durch den Fabrikanten vorgenommen wird.

Mögliche Ursachen, welche über die natürliche Veränderung der dielektrischen Werte durch Alterung hinausgehen, können sein:

- Unterbrüche von Potentialanlenkungen
- elektrische Teildurchschläge im Isoliermaterial
- eingedrungene Feuchtigkeit
- mechanische Rissbildung
- Uebererwärmung u.s.w.

In praktisch allen solchen Fällen ist es jedoch möglich, die Durchführung mittels einer Revision, sei es durch Trocknung, Ölwechsel oder im Extremfall Ersatz des Isolierkörpers, wieder in einen betriebstüchtigen Zustand zu bringen und somit auch die Werterhaltung der Durchführung und des gesamten Trafos zu steigern.

Bei Traforevisionen im Werk empfiehlt es sich in jedem Fall, die Durchführungen einer vollständigen elektrischen Prüfung mit Verlustfaktor- und Kapazitätsmessung, Teilentladungsmessung und einer reduzierten 1-Min.-Wechselspannungssprobe zu unterziehen.

Neben der bekannten Verlustfaktor- und Kapazitätsmessung bieten sich in Verbindung mit dieser noch weitere Methoden zur genaueren Beurteilung des dielektrischen Zustandes von Durchführungsisolierungen an:

a) Messung des Wassergehaltes im Durchführungsfüllöl

Die Messung kann eine grosse Hilfe bei der Interpretation von erhöhten Verlustfaktorwerten sein, da bekanntlich die Werte in Abhängigkeit des Feuchtegrades steigen. Als alleinige Methode zur Ueberprüfung des Isolationszustandes ist die Wassergehaltsbestimmung jedoch nicht geeignet, da andere elektrische Unzulänglichkeiten wie z.B. Teildurchschläge, TE etc. nicht angezeigt werden. Werte von ≤ 10 ppm sind in einer trockenen, dichten Durchführung Normalwerte.

Durchführungen: Ein wichtiger Teil des Transformators

b) Schadgas in Oel - Analyse

Auch diese Methode zur Beurteilung des dielektrischen Zustandes einer Durchführung sollte immer im Zusammenhang mit einer Verlustfaktor- und Kapazitätsmessung angewendet werden.

Grössere Mengen von Schadgasen zeigen sicher eine Unregelmässigkeit in der Durchführung an. Deren Zusammensetzung lässt auch gewisse Schlüsse auf die Fehlerursache zu.

Dies gilt jedoch in vermehrtem Masse bei Durchführungen mit Ölimprägnierter Papierisolation. Bei Durchführungen mit Trockenisolierung zeigt das Nichtvorhandensein von Schadgasen im Füllöl nicht unbedingt ein einwandfreies Isoliermaterial an.

c) Teilentladungsmessung

Diese, den dielektrischen Zustand einer Isolierung am besten aufzeichnende Methode ist bis dato leider mehrheitlich auf das Prüflokal begrenzt.

Messungen in der Station mit Spannungen über die Betriebsspannung hinaus sind mit grossem zeitlichen und kostenmässigen Aufwand verbunden. Die Messempfindlichkeit und die oft durch Umweltstörungen verfälschten Messwerte lassen auch keine einwandfreie Beurteilung zu.

Es ist aber in jedem Fall zu empfehlen, Durchführungen, welche bei Traforevisionen ins Werk zurückkommen, dort oder beim Hersteller einer TE-Messung zu unterziehen.