

# Effiziente Prüfung vor Ort

## Hochspannungsprüfungen an Leistungstransformatoren



**Kompakt:** Das OMICRON CPC 100 mit eingebautem 5 kVA-Leistungsverstärker ermöglicht die effiziente Prüfung von Leistungstransformatoren im Feld.

Für Energieversorgungsunternehmen und Industriebetriebe sind Leistungstransformatoren betriebskritische und äußerst kapitalintensive Betriebsmittel. Deshalb kommt ihrer Prüfung und Diagnose größte Bedeutung zu. Neben verschiedenen labortechnischen Verfahren zur Untersuchung der Isolierflüssigkeit stehen eine Reihe elektrischer Diagnoseverfahren zur Verfügung. Einige dieser Methoden können mit geringem Aufwand vor Ort durchgeführt werden, andere verlangen hohe Spannungen, welche dann mit transportablen Prüfquellen erzeugt werden müssen.

### Hochspannungsprüfungen vor Ort

Bei Hochspannungsprüfungen vor Ort kommen mobile Prüffelder zum Einsatz, welche in Containern oder Trailern installiert werden. Auf Straße, Schiene oder mit Schiff geht es ohne großen Aufwand direkt an den Einsatzort. In der Vergangenheit kamen für die Realisierung mobiler Wechselspannungsprüffelder

Um Vor-Ort-Prüfungen von Leistungstransformatoren zu erleichtern, entwickelte ABB ein »reisefreudiges« Hochspannungsprüffeld. Dieses weltweit einmalige mobile System auf Basis eines 3-phasigen, statischen Frequenzkonverters wurde speziell für die Durchführung von Routine- und Sonderprüfungen gemäß den Standards IEC 60060-3, IEC 60076-1 und IEEE Std. C57.12.00 konstruiert.

In Kombination mit den multifunktionalen Prüfgeräten von OMICRON kann ABB so eine breite Palette an diagnostischen Möglichkeiten für alle Typen und Marken von Transformatoren, von kleinen Netz- bis hin zu den größten Kraftwerkstransformatoren, anbieten.

überwiegend Motor-Generator-Sätze zur Anwendung. Aufgrund des hohen Gewichts ist deren Transport jedoch kompliziert und kostenintensiv. Deshalb werden immer häufiger Prüffelder mit dreiphasiger Konvertertechnik eingesetzt, die zur Erzeugung der Ausgangsspannung variabler Frequenz einen statischen Frequenzumrichter auf IGBT-Basis (Insulated Gate Bipolar Transistor) verwenden. Dieser wandelt eine dreiphasige Eingangsspannung in eine Gleichspannung und dann mittels der erwähnten Halbleitermodule in eine dreiphasige Wechselspannung um, deren Frequenz in einem Bereich von beispielsweise 15 bis 200 Hz einstellbar ist.

### Hohe Ausgangsleistungen des Prüffelds notwendig

Wechselspannungsprüfungen mit besonderer Bedeutung bei Transformatoren sind die Ermittlung der Leerlaufverluste, die Ermittlung der Kurzschlussverluste sowie Warmläufe. Während

die Ermittlung der Leerlaufverluste noch vergleichsweise moderate Ausgangsleistungen des mobilen Prüffelds erfordert, ist eine Bestimmung der Kurzschlussverluste infolge der benötigten Prüffeldleistung oftmals nur bei reduziertem Nennstrom des Transformators möglich. Warmläufe hingegen können in der Regel nur mit zusätzlichen Kompensationskondensatoren durchgeführt werden. Bei größeren Transformatoren sind jedoch auch dabei Grenzen gesetzt.

### Weltweit leistungsstärkstes mobiles Wechselspannungsprüffeld

Das von ABB entwickelte mobile Wechselspannungsprüffeld ist derzeit das weltweit leistungsstärkste. Es arbeitet auf Konverterbasis und ist in einem 40-Fuß-Container installiert. Seine Konverterleistung liegt bei 1,35 MW. Mit zusätzlicher Blindleistungskompensation wird eine Prüfleistung von rund 2 MVA für induzierte Spannungsprüfungen bis zu 90 kV erreicht. »Angelegte Spannungsprüfungen sind mit diesem System bis zu 500 kV möglich«, sagt Matthias Steiger aus dem Bereich Mobile Prüffelder der ABB in Halle, und erklärt: »So können selbst größte Maschinentransformatoren vor Ort geprüft werden.« Mit dem Teilentladungsanalysesystem MPD 600 sind dann begleitende Teilentladungsmessungen mit einem Störpegel aus dem System mit einer Empfindlichkeit von weniger als 5 pC realisierbar. Die vom Generator generierte Sinusspannung weist in der Regel einen Klirrfaktor (THD) von weniger als 3% auf.

### Sichere Messung von Energiesystemen mit dem OMICRON CPC 100

Mit moderner Leistungselektronik ist es möglich, die Kurzschluss- und Leerlaufimpedanzen, die Übersetzung, den Leerlaufstrom, die Kapazität und den Verlustfaktor unabhängig von der Netzfrequenz über einen weiten Frequenzbereich zu messen. Da vor Ort häufig hohe elektromagneti-

sche Störfelder herrschen, ist es vorteilhaft, empfindliche Messungen nicht genau bei Netzfrequenz zu machen, sondern bei Frequenzen in deren Nähe. So lassen sich die netzfrequenten Störungen wegfiltern. Zusätzlich ermöglicht das OMICRON CPC 100-Prüfgerät auch die Analyse der Streuflussverluste durch die Messung der ohm'schen Komponente der Kurzschlussimpedanz in einem weiten Frequenzbereich. Mit dieser Messung, in der Literatur auch »Frequency Response of Stray Losses« genannt, können auch Kurzschlüsse zwischen Parallell Leitern erkannt werden. Das CPC 100 ist hierfür bestens geeignet.

### Flexibles Diagnosesystem

Weitere Beispiele der innovativen OMICRON-Messtechnik ist die im CPC 100 integrierte »Frequency Response Analysis« (FRA), welche eine eingehende Analyse von Wicklungsverformungen ermöglicht, aber auch Windungsschlüsse, Kernfehler, fehlerhafte Anlenkungen von Schirmen sowie fehlerhafte Kernerndungen erkennt. Durch Erweiterung mit dem Zusatz CP TD1 wird das CPC 100 zum derzeit flexibelsten in der Industrie verfügbaren System

**Ermöglicht die Prüfung von Transformatoren der 750 kV-Ebene mit Blitz- und Schaltstoßspannungen:** Mobiles Impulsprüfsystem von ABB mit einer Summenladespannung von 2 MV und einer Energie von 300 kJ.



»Mit der modernen Analysetechnik des CPC 100 ist eine effiziente Prüfung von Leistungstransformatoren möglich.«

#### Dr.-Ing. Peter Werle

Leiter des Bereichs Engineering Solutions,  
ABB Transformer Service Center in Halle/Saale

zur Isolationsdiagnose. Messungen der dielektrischen Antwort mit dem »Dielectric Response Analyzer« (DIRANA) ermöglichen eine Aussage über den Wassergehalt in der festen Isolation (Zellulose) eines Transformators. Hierzu dienen vorzugsweise zwei Messverfahren: Die »Frequency Domain Spectroscopy« (FDS), welche eine



## 24 Applikation



**Vor Ort:** Teilentladungsmessung am Beispiel eines 400 kV/433 MVA-Maschinentransformators.

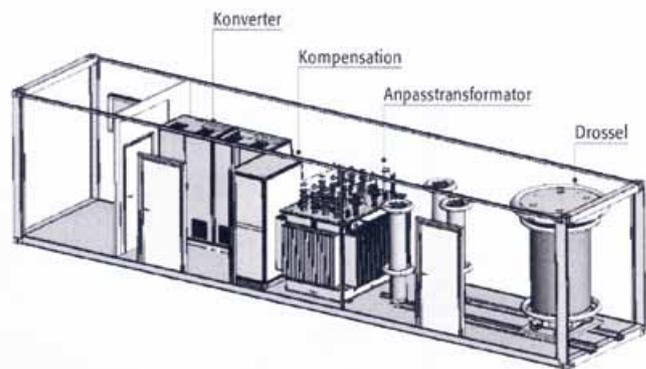
Verlustfaktormessung über einen großen Frequenzbereich von 0,1 mHz bis zu einigen kHz ermöglicht, und die »Polarisation Depolarisation Current« (PDC)-Messung, welche den Auf- und Entladestrom beim Anlegen bzw. der Abschaltung der Gleichspannung misst. Durch Messungen an Modellen mit definierten Wassergehalten und mit Ersatzschaltbildern, die die Geometrie der Transformatorisolation mit Ölspalten, Barrieren und Zentrierstäben nachbilden, kann der Wassergehalt in der Zellulose bestimmt werden. Das Messgerät DIRANA kombiniert beide Verfahren und reduziert den zeitlichen Aufwand für die Messung.

### Mobiles Impulsspannungsprüffeld

Mit Impulsspannungsprüfsystemen werden Blitz- und Schaltstoßspannungsprüfungen durchgeführt, um transiente Spannungsbeanspruchungen zu simulieren. Dabei werden Marxgeneratoren verwendet, die einen hohen Spannungsimpuls mittels spezieller Anordnung von Kondensatoren erzeugen, welche parallel geladen, aber dann zur Erzeugung der hohen Prüfspannung als Serienschaltung über den Prüfling entladen werden. Zur Erzeugung hoher Spannungen sind entsprechend viele Stufen übereinander notwendig. Generatoren für die Prüfung von Großtransformatoren können so leicht eine Höhe von 15 m und mehr erreichen.

### Hydraulisch aufrichtbarer Impulsgenerator

Um eine Prüfung vor Ort zu realisieren, wurde in der Vergangenheit ein solcher Generator oftmals aus einzelnen Modulen, die mittels Kran übereinander gesetzt wurden, aufgebaut. Dieses Verfahren ist aufwendig und zeitintensiv. »Unser neuentwickeltes Konzept der mobilen Stoßspannungsprüfung zeichnet sich vor allem durch einen einfachen und schnellen Aufbau des zur Impulsprüfung notwendigen Impulsgenerators aus«, beschreibt Dr.-Ing. Peter Werle, Leiter des Bereichs Engineering Solutions bei »ABB Transformer Service Center« in Halle/Saale, einen der entscheidenden Vorzüge des neuen Systems. Der Impulsgenerator



wird liegend in einem 40-Fuß-Container untergebracht und dann mit einer Hydraulik in kurzer Zeit aufgerichtet, sodass keine weiteren Hilfsmittel vor Ort notwendig sind.

### Erfolgreiche Partnerschaft

In Fällen, in denen der Transport des Transformators zum Hersteller oder zum Reparaturwerk zu teuer, zu kompliziert oder zu riskant ist, sowie in Fällen bei denen die Ausfallzeit auf ein Minimum reduziert werden muss, stellt die Reparatur vor Ort eine sinnvolle Alternative dar. Nach einer solchen Instandsetzung ist es jedoch notwendig, Standardmessungen und Hochspannungsprüfungen durchzuführen, um die Qualität der Reparatur bzw. die Zuverlässigkeit des Transformators nachzuweisen. »Die moderne Analysetechnik von OMICRON und die mobilen Hochspannungsprüfanlagen von ABB ermöglichen es, die zunehmenden Anforderungen an eine Prüfung vor Ort zu erfüllen und diese in ähnlicher Weise wie im Werk durchzuführen«, fasst Dr.-Ing. Werle die Vorzüge für den Kunden und damit das Ergebnis einer erfolgreichen Partnerschaft der beiden Unternehmen zusammen.

## ABB Engineering Solutions

ABB hat weltweit über 50 Transformatorenwerke und mehr als 30 Servicestandorte. Das Unternehmen ist Weltmarktführer für Vor-Ort-Prüfungen und -Reparaturen von Transformatoren. Als neueste Entwicklung bietet das Mobile Hochspannungsprüffeld zur Vor-Ort-Prüfung von Leistungstransformatoren einmalige Möglichkeiten in der Zustandsbewertung, Wartung und Reparatur von Transformatoren am Standort. OMICRON liefert die zugehörige Messtechnik.

 Weitere Infos: [www.ABB.de](http://www.ABB.de)