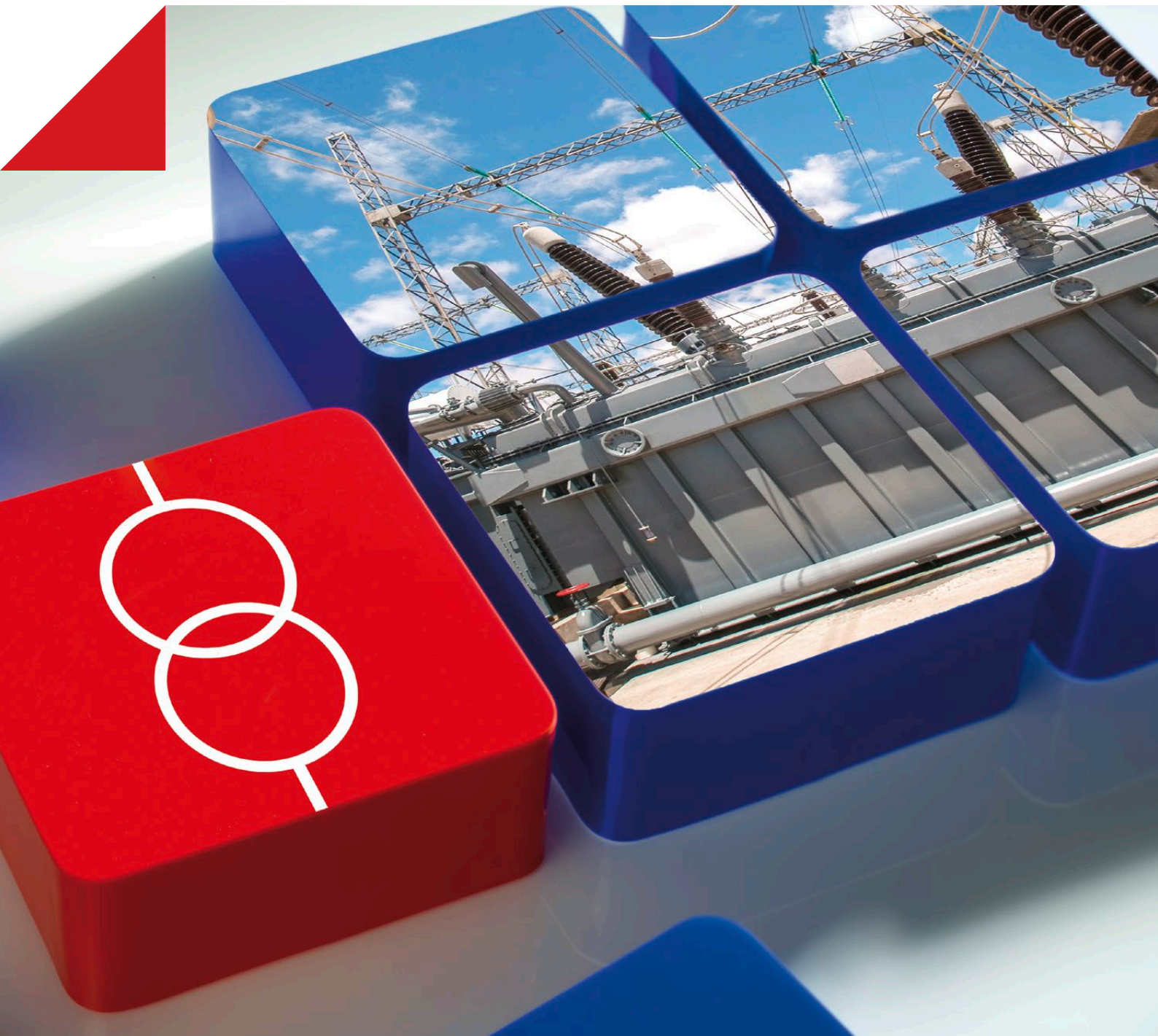




Diagnoseprüfungen und Monitoring von Leistungstransformatoren



Analysieren Sie den Zustand Ihres Transformators, um sein volles Pot

Der einwandfreie Zustand von Leistungstransformatoren muss über die gesamte Lebensdauer gewährleistet werden. Unterschiedliche Einflüsse können die voraussichtliche Nutzungsdauer während des Lebenszyklus eines Transformators beeinflussen.

Diagnoseprüfungen und Monitoring unterstützen Sie dabei, den Zustand Ihres Transformators zu bestimmen und geeignete Maßnahmen zu wählen, um einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen und die voraussichtliche Lebensdauer zu verlängern.

Negative Einflüsse auf die Lebensdauer eines Transformators

- **Thermische Einflüsse**
Überlast, Überhitzung, Umgebungsbedingungen
- **Alterung**
Feuchte, Säuren, Sauerstoff, Kontaminierung, Leckagen
- **Mechanische Einflüsse**
Transportschäden, Belastungen durch Kurzschlüsse, Erdbebenaktivität
- **Elektrische Einflüsse**
Schaltspannungstöße, Blitz, Überspannungen, Kurzschlussströme
- **Probleme beim Schutz**
Unterfunktion, Ausfall

Zustand eines Transformators



Herstellung

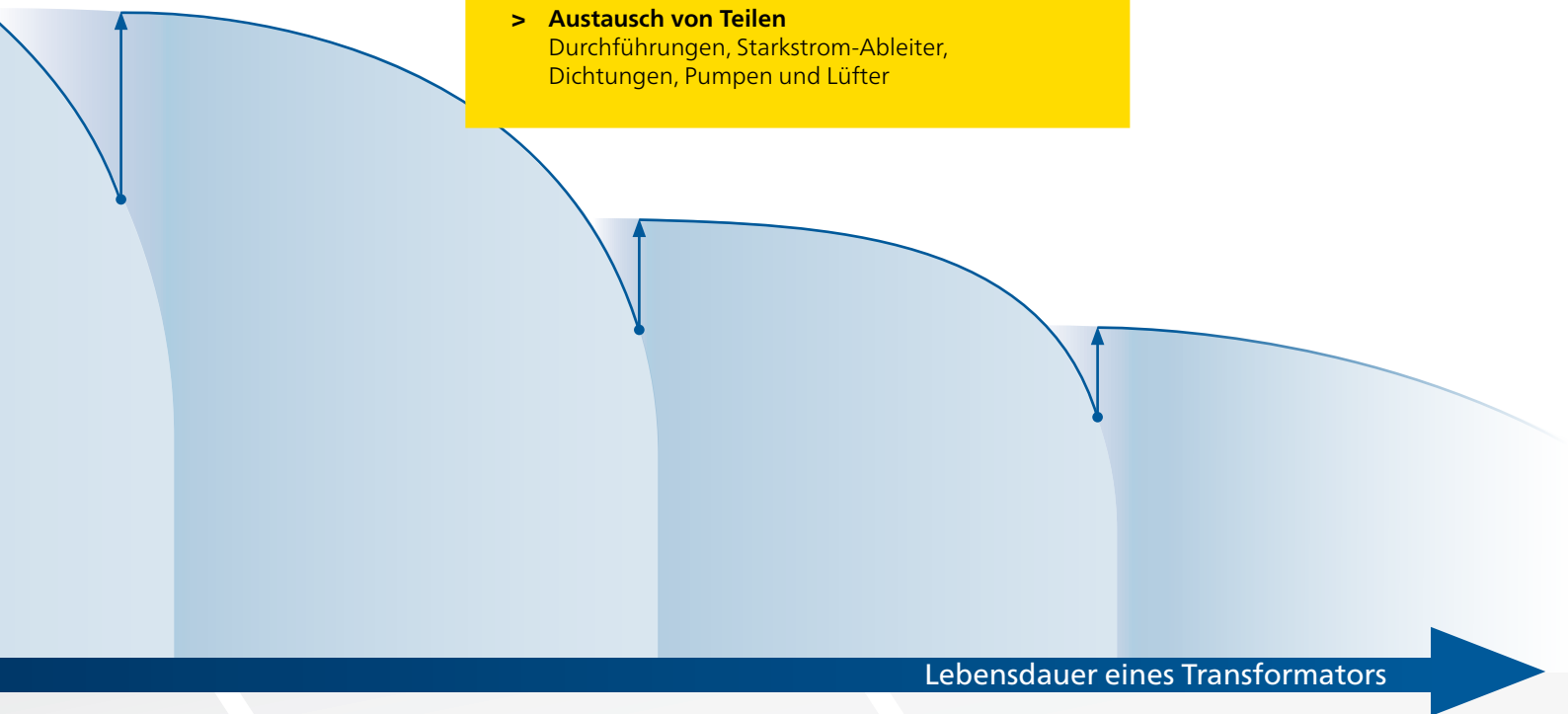
Werksabnahme-
prüfung

Trans

enzial auszuschöpfen

Prüfungen und Korrekturmaßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer des Transformators

- > **Wartung von Hilfskomponenten**
Stufenschalter, Kühlung, Atmungsventile
- > **Instandsetzung der Isolation**
Trocknung, Ölaufbereitung, Ölwechsel
- > **Austausch von Teilen**
Durchführungen, Starkstrom-Ableiter, Dichtungen, Pumpen und Lüfter

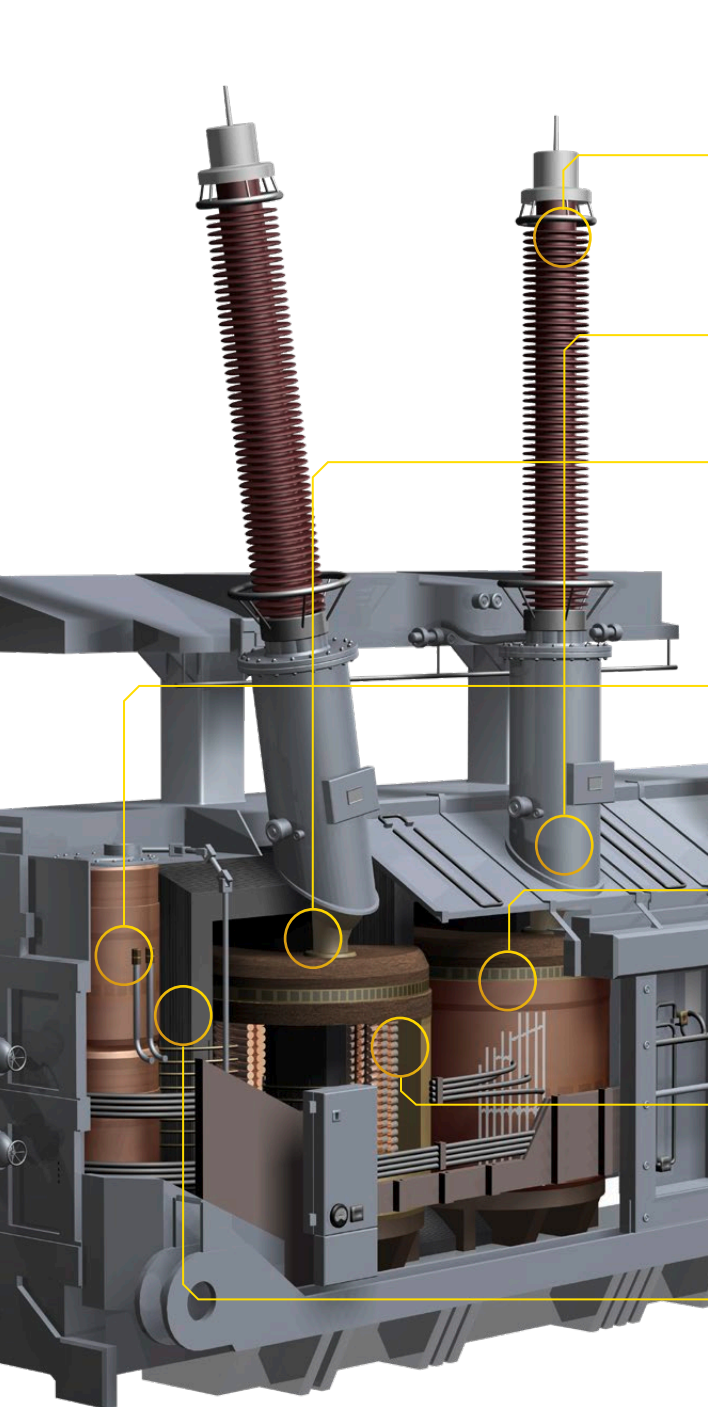


port

Installation und
Inbetriebnahme

Betrieb

Transformator-komponenten und ihre erkennbaren Fehler



Komponente	Fehlererkennung
Durchführungen	Elektrische Teildurchschläge zwischen Schichten, Risse in der Isolierung
	Verschleiß und Feuchteeintritt
	Offene oder beschädigte Messanschlüsse
	Teilentladungen in der Isolation
Durchführungs-Stromwandler	Genauigkeit
	Polarität
	Verifikation von Kennzeichnungen
	Remanenz
Leitungen	Kontaktprobleme
	Mechanische Verformung
Stufenschalter	Kontaktprobleme in Wählschalter und Lastumschalter
	Offene Verbindungen, Wicklungsschlüsse oder hochohmige Verbindungen in der Ausgleichswicklung
	Motorantrieb
	Analyse des Zeitverhaltens
	Mechanische Integrität
Isolation	Kontaktprobleme im DETC
	Feuchte in der Feststoffisolation
	Alterung, Feuchte und Verunreinigung von Isolationsflüssigkeiten
	Teilentladungen
Wicklungen	Kurzschlüsse zwischen Wicklungen oder Windungen
	Kurzschlüsse im Drillleiter
	Offene Verbindungen in Parallelschaltung
	Erdschluss
	Mechanische Verformung
	Kontaktprobleme, offene Verbindungen
Kern	Mechanische Verformung
	Offene Kernerdung
	Kurzgeschlossene Kernbleche
	Remanenz

Kapazitäts- und Verlustfaktor
als Spannungs- und Stromfaktor

Die ideale Lösung für Ihre individuellen Bedürfnisse und Anwendung

	TESTRANO 600	CPX 200	MPD 800
Kapazitäts- und Verlustfaktormessung:			
bei 50 Hz oder 60 Hz	■ ¹	■ ²	
als Spannungsanstiegs-(Tip-Up)-Prüfung	■ ¹	■ ²	
bei variabler Frequenz	■ ¹	■ ²	
Isolationswiderstandsmessung		■	
Wicklungswiderstandsmessung	■	■	
Dynamische Widerstandsmessung bzw. OLTC-Scan	■		
Vibroakustische Messung	■		
Übersetzungsverhältnismessung	■	■	
Magnetisierungsstrommessungen	■	■ ³	
Kurzschlussimpedanzmessung	■	■	
Messung des Frequenzgangs von Streuverlusten	■		
Entmagnetisierung des Kerns	■	■	
Dielektrische (Frequenz-) Antwortmessung			
Sweep Frequency Response Analysis			
Durchführungs-Stromwandler-Analyse		■	
Teilentladungsanalyse			■
Teilentladungslokalisierung			
Online-Teilentladungsmessung & temporäres Monitoring			

¹ Zusätzliches Zubehör CP TD12/15 erforderlich

² Zusätzliches Zubehör HVX10 erforderlich

³ Verfügbar mit CPXpert 1.10 – demnächst verfügbar

⁴ Zusätzliche Stromversorgung und Standardkondensator erforderlich

Dreiphasiges Prüfsystem für die schnellste und umfassendste Zustandsdiagnose und -bewertung von Leistungstransformatoren



Multifunktionales Prüfgerät für eine umfassende Zustandsdiagnose und -bewertung zahlreicher HS-Betriebsmittel



Universelles Mess- und Analysesystem für Teilentladungen



gen


DIRANA	FRANEO 800	CT ANALYZER	TANDO 700	PDL 650	MONTESTO 200
--------	------------	-------------	-----------	---------	--------------

■			■ 4		
■			■ 4		
■			■ 4		
■					
	■				
		■			
				■	
					■

Leichtes Prüfgerät für eine schnelle und zuverlässige Schichtbestimmung an Öl-Papier-isolierten Leistungs-Transformatoren




Intelligentes Prüfgerät für die Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) im Kern und an Wicklungen von Leistungs-Transformatoren



Hochpräzises und leichtes Prüfgerät für das Kalibrieren und Prüfen von Stromwandlern



Hochpräzises Prüfgerät für Verlustfaktor- und Kapazitätsmessungen an HS-Betriebsmitteln (mit Prüfquelle und Referenzkondensator)



Prüfgerät für eine einfache Teilentladungslokalisierung in Leistungs-Transformatoren



Tragbares System für die Online-Messung und das temporäre Monitoring von Teilentladungen



Kapazitäts- und Verlustfaktormessung

Was kann geprüft werden?

- ✓ Durchführungen
- ✓ Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- ✓ Isolation
- Wicklungen
- Kern

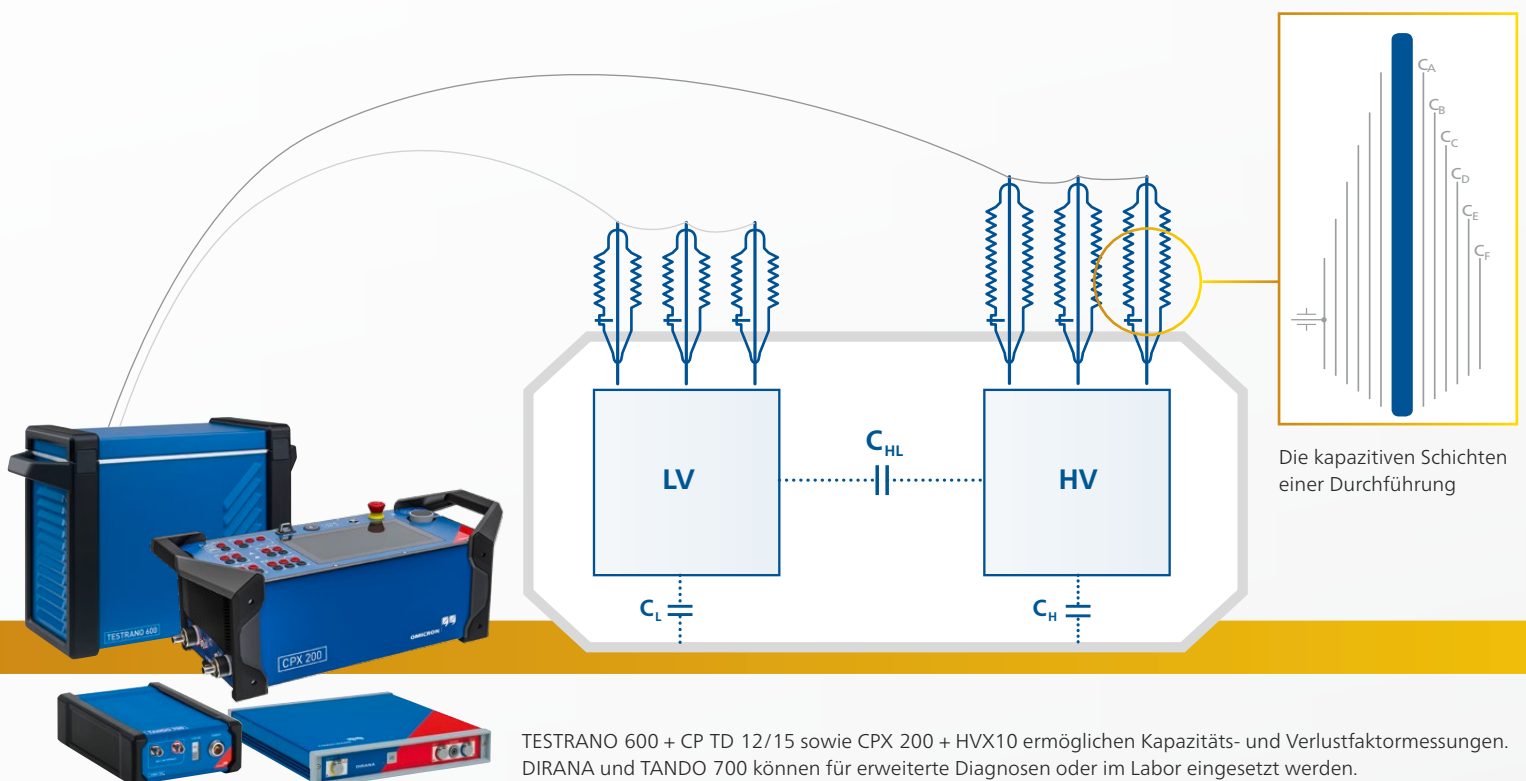
Gründe für eine Messung

Kapazitäts- und Verlustfaktormessungen werden durchgeführt, um den Isolationszustand von Leistungstransformatoren und Durchführungen zu untersuchen. Beide Isolationssysteme sind für einen zuverlässigen Betrieb des Transformators entscheidend.

Anzeichen einer beeinträchtigten Isolierung sind eine hohe Ölleitfähigkeit, Alterung und ein Anstieg des Wassergehalts. Diese Anzeichen führen außerdem zu erhöhten Verlusten, die durch die Verlustfaktormessung quantifiziert werden können.

Änderungen in der Kapazität können auf Durchschläge zwischen kapazitiven Schichten in Durchführungen hinweisen. Durch das Messen von Kapazität und Verlusten können Defekte in der Isolation erfasst werden, lange bevor es zu einem Ausfall kommt.

Eine der Hauptursachen für Transformatorausfälle ist der Austausch von Durchführungen aufgrund einer Verschlechterung oder eines Fehlers der Isolation.



TESTRANO 600 + CP TD 12/15 sowie CPX 200 + HVX10 ermöglichen Kapazitäts- und Verlustfaktormessungen. DIRANA und TANDO 700 können für erweiterte Diagnosen oder im Labor eingesetzt werden.

Funktionsweise

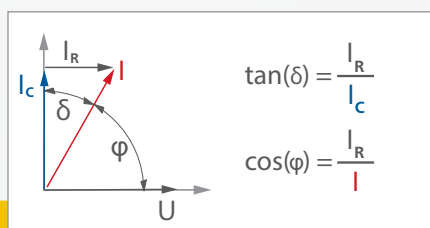
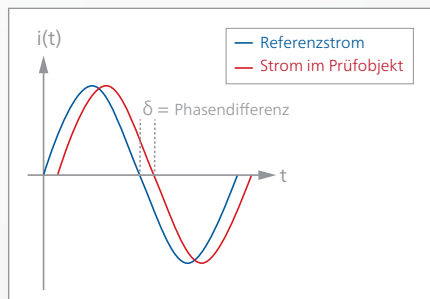
An Leistungstransformatoren werden Verlustfaktormessungen an der Hauptisolierung zwischen den Wicklungen (C_{HL}) und an der Isolierung von den Wicklungen zum Tank durchgeführt (C_{HT} , C_L). Die Wicklungen werden kurzgeschlossen und die Prüfspannung wird auf eine Wicklung angelegt, während der Strom durch die Isolierung an der anderen Wicklung oder im Tank gemessen wird.

An den Durchführungen wird die Spannung auf den Hauptleiter angelegt, während der Strom an den Messanschlüssen gemessen wird.

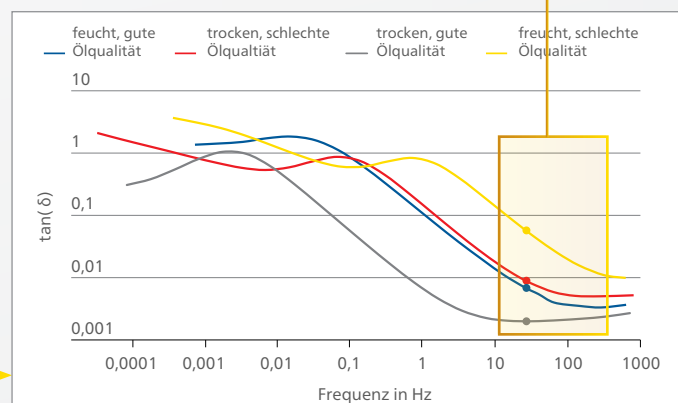
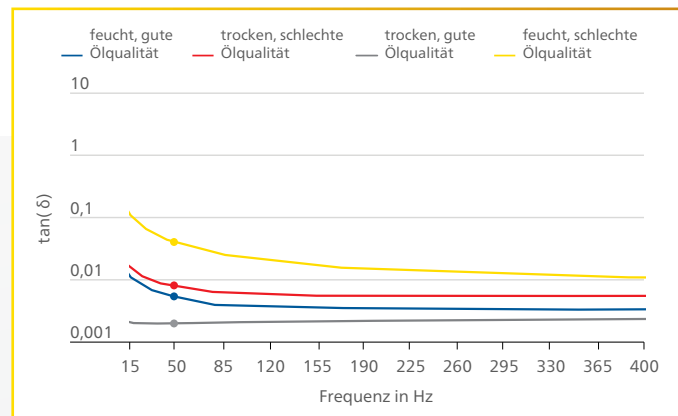
Der Verlustfaktor, auch $\tan(\delta)$ genannt, wird mit dem Tangens des δ -Winkels zwischen dem gemessenen Strom und dem Idealstrom berechnet, der vorliegen würde, wenn es keine Verluste gäbe. Der Leistungsfaktor ist der Cosinus des φ -Winkels zwischen der Ausgangsspannung und dem gemessenen Strom und wird daher auch mit $\cos(\varphi)$ bezeichnet.

Die Verwendung anderer Frequenzen als der Netzfrequenz erhöht die Sensitivität der Messung, da bestimmte Defekte bei Frequenzen oberhalb oder unterhalb der Netzfrequenz deutlich sichtbar werden. Moderne Systeme können Prüfungen automatisch mit variabler Frequenz oder Spannung durchführen.

Die dielektrischen Verluste führen zu einer Phasenverschiebung.



Der $\tan(\delta)$ von vier unterschiedlichen Transformatoren unterhalb und oberhalb der Netzfrequenz (50 Hz).



Je nach Prüfgerät können unterschiedliche Frequenzbereiche gemessen werden, z. B. von 15 Hz bis 600 Hz mit TESTRANO 600 und von 10 μ Hz bis 5 kHz mit DIRANA.

Kapazitäts- und Verlustfaktormessung

Wissenswertes ...

Nach Abschluss der Messungen ist es sinnvoll, die ermittelten Werte mit früheren Ergebnissen sowie den Referenzwerten der für das geprüfte Betriebsmittel relevanten Normen zu vergleichen.

Ein Anstieg der Kapazität von mehr als 10 % verglichen mit früheren Ergebnissen wird für Durchführungen normalerweise als gefährlich eingestuft. Ein solcher Anstieg zeigt an, dass ein Teil der Isolierung bereits beschädigt ist und die dielektrische Belastung auf der übrigen Isolierung zu hoch ist.

Eine zusätzliche Spannungsanstiegsprüfung, auch bekannt als Tip-Up-Test, kann fehlerhafte Kontakte der Durchführungsschichten oder der Messanschlüsse erfassen. Sie können durch einen abfallenden $\tan(\delta)$ erkannt werden.

Standardmäßige $\tan(\delta)$ -Messungen bei 50 Hz oder 60 Hz können lediglich die Auswirkungen von Feuchte und Alterung in einer fortgeschrittenen Phase erkennen. Mit Messungen in einem erweiterten Frequenzbereich können diese Auswirkungen bereits frühzeitig erkannt werden, wodurch eine längere Reaktionszeit zur Planung von Korrekturmaßnahmen möglich ist.

Wird ein hoher $\tan(\delta)$ erkannt, kann als ergänzendes Diagnoseverfahren eine dielektrische Antwortmessung durchgeführt werden. Diese dielektrische Messung in einem breiten Frequenzbereich ermöglicht es zu bestimmen, ob der hohe $\tan(\delta)$ durch Feuchte oder eine erhöhte Ölleitfähigkeit verursacht wird.

Isolierflüssigkeit	Spannungsebene	Nennwert/neuer $\tan(\delta)$ -Grenzwert	Gebrauchstauglichkeitsgrenze
Mineralöl	< 230 kV	0,5 %	1,0 %
Mineralöl	≥ 230 kV	0,5 %	1,0 %
Erdöl	Alle	1,0 %	1,0 %

Typische Werte für den Verlustfaktor von Transformatoren in Abhängigkeit der eingesetzten Isolierflüssigkeit bei 20° C gemäß internationalen Normen (IEEE C.57-152)

Isolationstyp	Neue Durchführungen	IEEE C57.19.01	IEC 60137
Epoxyharz	0,3 % ... 0,4 %	< 0,85 %	< 0,70 %
Weichpapier	0,2 % ... 0,4 %	< 0,50 %	< 0,70 %
Hartpapier	0,5 % ... 0,6 %	< 2,00 %	< 1,50 %

Typische Werte für den Verlustfaktor von Durchführungen bei Netzfrequenz und 20° C gemäß internationalen Normen

Unsere Lösungen ...

Wir haben ein umfangreiches Angebot an Prüflösungen für das Messen von Kapazität und Verlustfaktor ($\tan \delta$). Unter anderem bieten wir mobile Lösungen für ein komfortables Prüfen vor Ort, hochpräzise Lösungen für den Einsatz im Labor und dedizierte Prüfgeräte für die erweiterte Zustandsdiagnose von Leistungstransformatoren, wie z. B. der Bestimmung des Feuchtegehalts.

	Messbereich	Typischer Anwendungsbereich
TESTRANO 600 + CP TD12/15	0 ... 12 kV/15 kV 15 Hz ... 400 Hz	Dedizierte Zustandsdiagnose von Leistungstransformatoren vor Ort und während der Herstellung
CPX 200 + HVX10	0 ... 10 kV 1 Hz ... 600 Hz	Allgemeine Zustandsdiagnose unterschiedlicher Betriebsmittel vor Ort und während der Herstellung
TANDO 700	Spannung abhängig von externer Quelle 5 Hz ... 400 Hz	HS-Laborprüfungen, z. B. für routinemäßige Prüfungen sowie Typen- oder Materialprüfungen unterschiedlicher Betriebsmittel
DIRANA	max. 200 V _{Spitze} 10 μ Hz ... 5 kHz	Erweiterte Zustandsdiagnose und Bestimmung des Feuchtegehalts in Öl-Papier-Isolierungen

Isolationswiderstandsmessung

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- ✓ Leitungen
- Stufenschalter
- ✓ Isolation
- Wicklungen
- ✓ Kern

Gründe für eine Messung

Das regelmäßige Messen des Isolationswiderstands von Leistungstransformatoren und Durchführungen hilft, mögliche Schwachstellen im Isolationssystem zu frühzeitig zu erkennen. Solche Schwachstellen können sich im Laufe der Zeit durch Feuchteintritt, Alterung und mechanische Belastung entwickeln. Unterbleibt die Prüfung, kann eine nachlassende Isolation zu elektrischen Durchschlägen, Fehlern in Betriebsmitteln und kostspieligen, ungeplanten Ausfallzeiten führen.

Durch regelmäßige Isolationswiderstandsmessungen lassen sich solche Schwachstellen frühzeitig erkennen und proaktiv beheben, wodurch das Risiko unerwarteter Ausfälle reduziert und die Lebensdauer der Betriebsmittel verlängert wird.

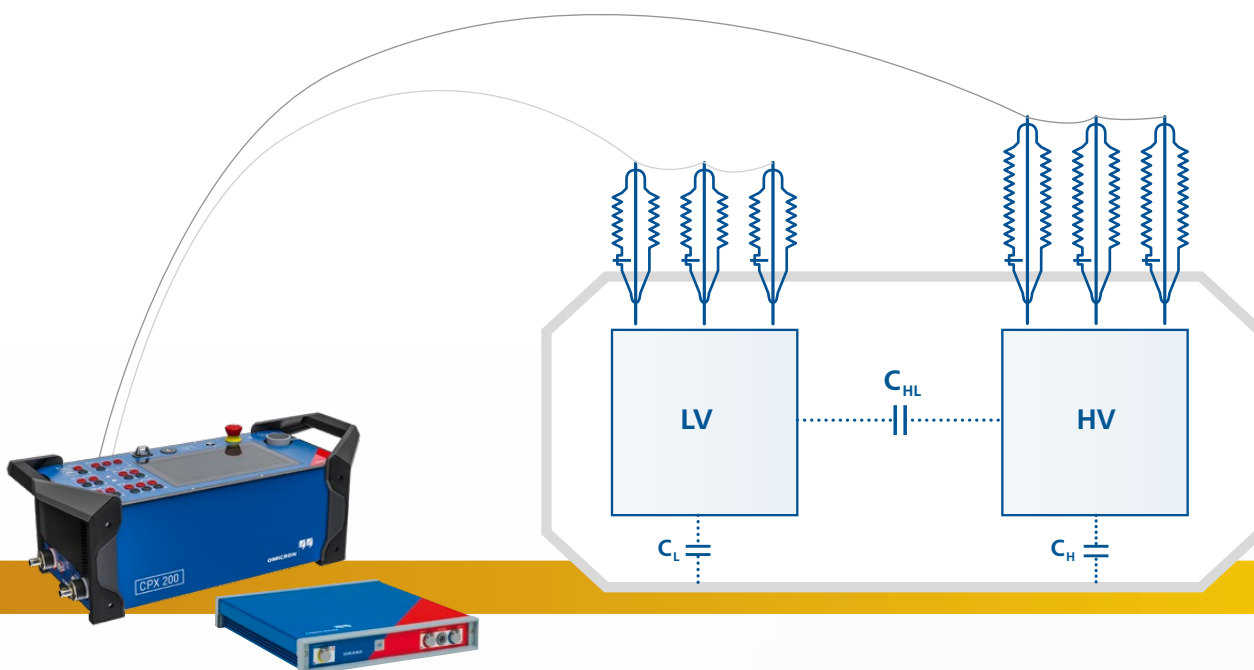
Funktionsweise

Messungen des Isolationswiderstands werden mit demselben Prüfaufbau wie für Kapazitäts- und Verlustfaktorprüfungen von Transformatoren und Durchführungen durchgeführt.

Bei der Prüfung wird jede Wicklung kurzgeschlossen und mit Hochspannung beansprucht, während die übrigen Wicklungen den Stromverlauf erfassen oder als Guard wirken. Dadurch werden Störeinflüsse minimiert und präzise, zuverlässige Messergebnisse sichergestellt.

Bei Durchführungen wird die Stromantwort typischerweise am Anschluss der Durchführung gemessen.

Bei der Prüfung wird eine Hochspannungs-Gleichspannung angelegt, - entweder für 600 oder 60 Sekunden, je nach zu prüfendem Betriebsmittel. Am Ende der Prüfung wird der aufgezeichnete Isolationswiderstandswert mit einem Referenzwert für die Bewertung verglichen.



Wissenswertes

Die Prüfung des Isolationswiderstands kann der Reihe nach durchgeführt werden, um verschiedene Teile des Transformators (z. B. CHL, CH, CL) oder von Durchführungen (z. B. Phase A/H1, Phase B/H2, Phase C/H3, N/HO) zu messen.

Bei mehreren Prüfsequenzen ist es empfehlenswert, zwischen den Tests einige Minuten zu warten, damit sich die Isolation nach Anlegen der Hochspannungs-Gleichspannung entladen kann. Diese Wartezeit trägt dazu bei, präzisere Messergebnisse zu erzielen.

Dieser Vorgang kann beschleunigt werden, indem alle kurzgeschlossenen Wicklungen auf Erdpotenzial gelegt werden.

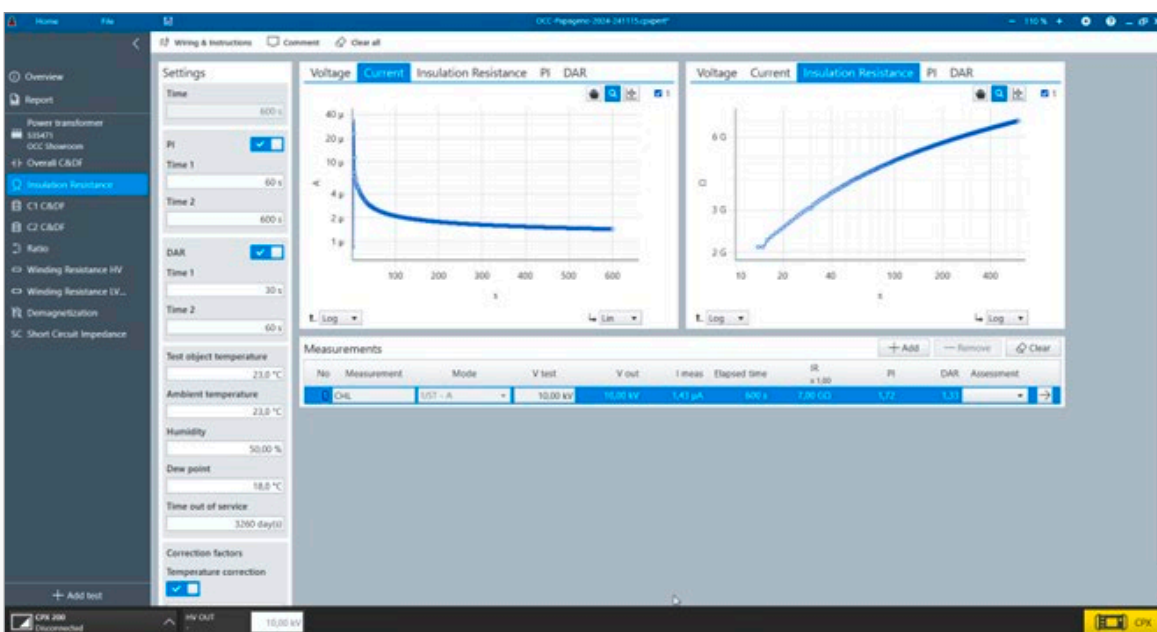
Leckströme, bspw. entlang der Durchführungsoberfläche, können die Messung negativ beeinflussen. Zur Reduzierung dieser Effekte kann ein Hot-Collar-Band verwendet werden, das am zweiten oder dritten oberen Ring der Durchführung angebracht und mit dem Guard-Eingang verbunden wird. Dieser Aufbau unterstützt das Überbrücken von Leckströmen und verbessert dadurch die Messgenauigkeit.

Warum CPX 200 + HVX10?

- > Gleicher Prüfaufbau wie für Kapazitäts- und Verlustfaktormessungen
- > Kurvenaufzeichnung für detaillierte Analysen
- > Automatische Berechnung des Polarisationsindex (PI) und der Depolarisationsabsorptionsrate (DAR)
- > Einstellbare Messdauer (z. B. 60 s, 600 s)
- > Messung von bis zu vier Durchführungen ohne Umverkabeln

Warum DIRANA?

- > Kombinierte Messung der dielektrischen Frequenzantwort sowie des Isolationswiderstands
- > Kurvenaufzeichnung für detaillierte Analysen
- > Automatische Berechnung des Polarisationsindex (PI) und der Depolarisationsabsorptionsrate (DAR)



Messung des Isolationswiderstands mit der CPXpert Software

Wicklungswiderstandsmessung

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- ✓ Leitungen
- ✓ Stufenschalter
- Isolation
- ✓ Wicklungen
- Kern

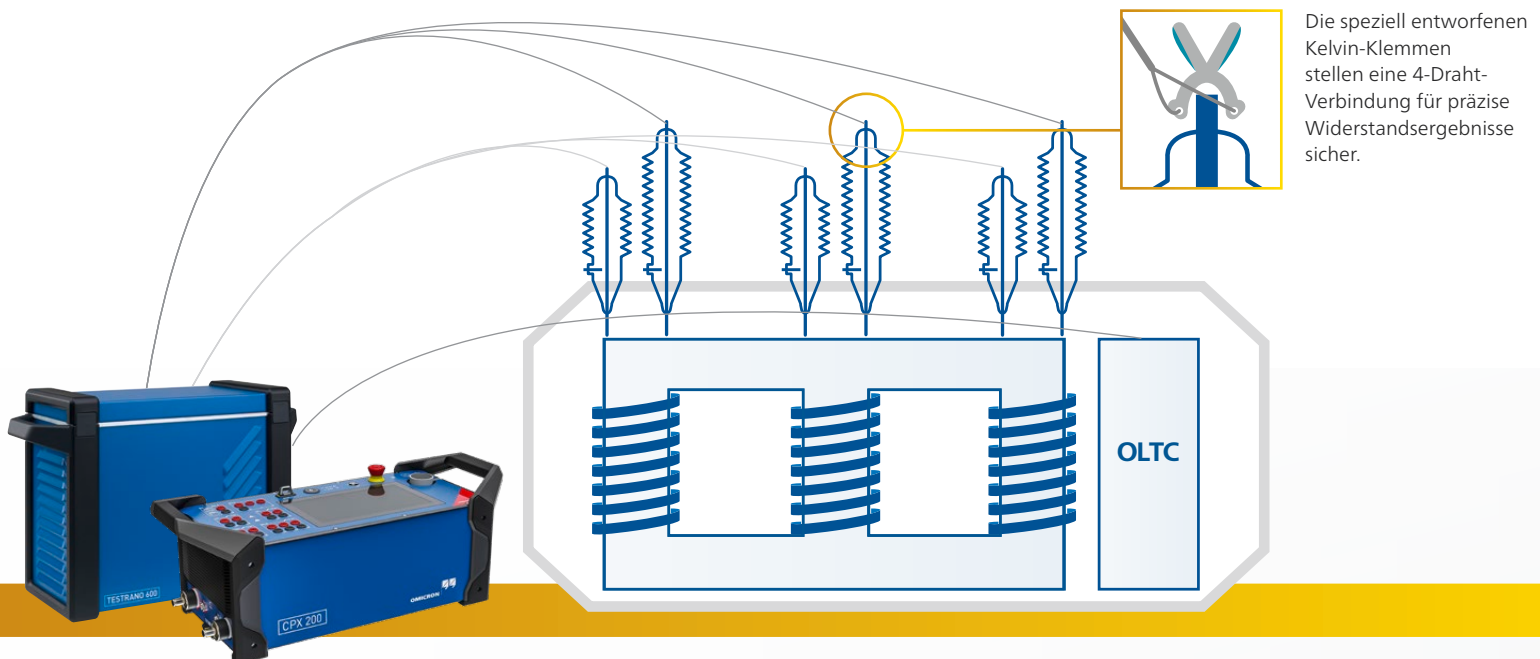
Gründe für eine Messung

Wicklungswiderstandsmessungen werden durchgeführt, um mögliche Schäden an Wicklungen oder Kontaktprobleme zu analysieren, z. B. von den Durchführungen zu den Wicklungen oder von den Wicklungen zum Stufenschalter.

Statische Wicklungswiderstandsmessungen sind der gängigste und einfachste Weg, um die Wicklung und den Laststufenschalter (englisch: On-Load Tap Changer, kurz: OLTC) auf potentielle Probleme zu prüfen. Dabei wird der Widerstand jeder einzelnen Stufenschalterposition untersucht und mit den Referenzwerten verglichen, die der Hersteller bereitstellt.

Funktionsweise

Zur Messung des Wicklungswiderstands muss die Wicklung belastet werden, bis der Kern gesättigt ist. Der Widerstand kann anschließend durch das Messen von Gleichstrom und Gleichspannung bestimmt werden. Bei gestuften Wicklungen muss diese Messung an jeder Stufenschalterposition durchgeführt werden, sodass OLTC und Wicklung gemeinsam geprüft werden.



Führen Sie Wicklungswiderstandsmessungen von Leistungstransformatoren schnell und einfach mit TESTRANO 600 durch – ohne zusätzliches Umverkabeln.

Wissenswertes ...

Für den DC-Wicklungswiderstand sollten die Ergebnisse nicht mehr als 1 % von der Referenzmessung abweichen. Zusätzlich liegt die Differenz zwischen den Phasen normalerweise unter 2 bis 3 %.

Bei einem Vergleich der Wicklungswiderstandsmessungen müssen die Ergebnisse temperaturkorrigiert werden. Die übliche Referenztemperatur beträgt 75 °C.

Eine zusätzliche Übersetzungsverhältnismessung kann einen offenen Stromkreis und die Frequency Response Analysis wiederum Kontaktprobleme nachweisen.

In beiden Fällen kann eine zusätzliche Gasanalyse auf eine erhöhte Wärmeentwicklung im Transformator hinweisen. Allerdings sind Gas-Signaturen nicht eindeutig und ermöglichen somit keine Feststellung der Fehlerursache.

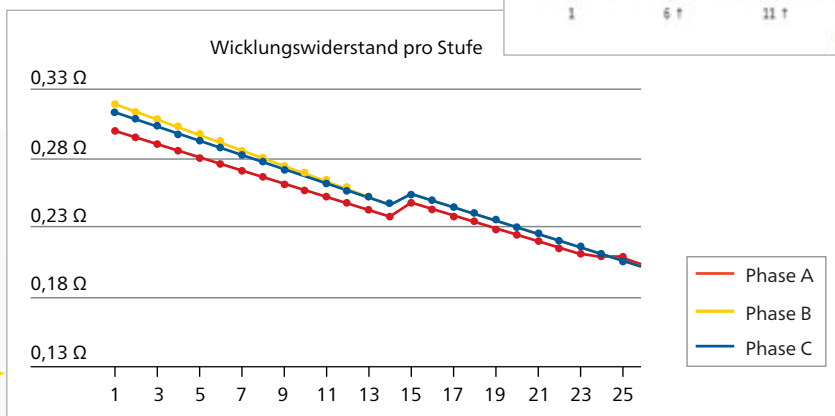
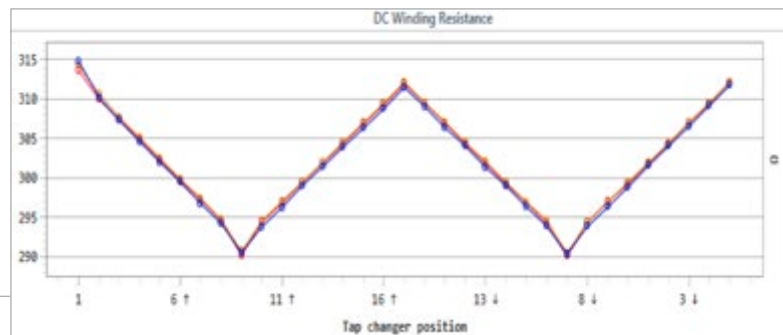
Während DC-Wicklungswiderstandsmessungen kann der Kern des Transformators magnetisiert werden. Aus diesem Grund empfehlen wir, den Kern nach Durchführung der Prüfung zu entmagnetisieren.

Warum TESTRANO 600?

- > Dreiphasige Messung von HS- und US-Wicklungen ohne Umverkabeln bis 33 A DC
- > Einphasige Messung niederohmiger Wicklungen mit bis 100 A DC
- > Automatische Stufenschalter-Steuerung und Messung des OLTC-Motorstroms sowie der betreffenden Spannung
- > Entmagnetisierung des Kerns und Messung des Windungszahlenverhältnisses ohne Umverkabeln

Warum CPX 200?

- > Einphasige Messung niederohmiger Wicklungen mit bis 100 A DC
- > Automatische Stufenschaltersteuerung
- > Hochpräzise Messungen



Wicklungswiderstand pro Stufe, aufgenommen mit der statischen Widerstandsmessung

Messung des dynamischen Widerstands / dynamischer OLTC-Scan

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- ✓ Stufenschalter
- Isolation
- Wicklungen
- Kern

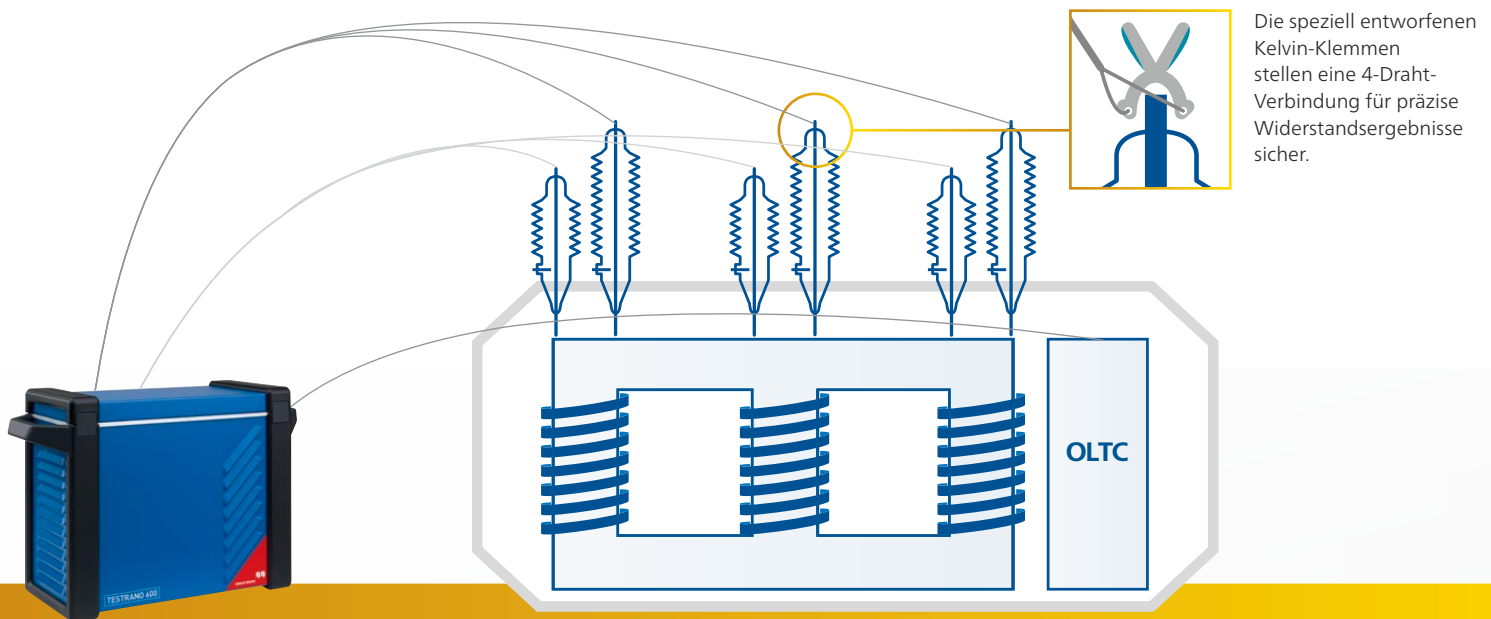
Gründe für eine Messung

Der dynamische OLTC-Scan (DRM) ist unsere weiterentwickelte Lösung für dynamische Widerstandsmessungen, das führende Diagnoseverfahren zur Zustandsbewertung von Laststufenschaltern (OLTC). Er liefert wichtige ergänzende Informationen zur herkömmlichen statischen Widerstandsmessung, da er das schnelle Schaltverhalten des Last- und Auswahlschalters abbildet.

Dadurch erhalten Sie Informationen zu Schaltzeiten, können potenzielle Unterbrechungen erkennen und Kontaktabnutzungen identifizieren. Für eine aussagekräftige Analyse ist es entscheidend, die dynamischen Kurven mit dem Inbetriebnahme-Fingerprint zu vergleichen oder phasenweise gegenüberzustellen.

Funktionsweise

Bei einer DRM wird ein Gleichstrom in die zu prüfende Wicklung eingespeist. Sobald sich der Strom stabilisiert hat, wird der OLTC automatisch vom Prüfgerät geschaltet. Die Stromstärkenveränderung während des Schaltvorgangs wird aufgezeichnet und auf Stromunterbrechungen und Zeitabweichungen analysiert.



TESTRANO 600 ermöglicht statische und dynamische Widerstandsmessungen von Leistungstransformatoren ohne zusätzliche Umverkabeln.

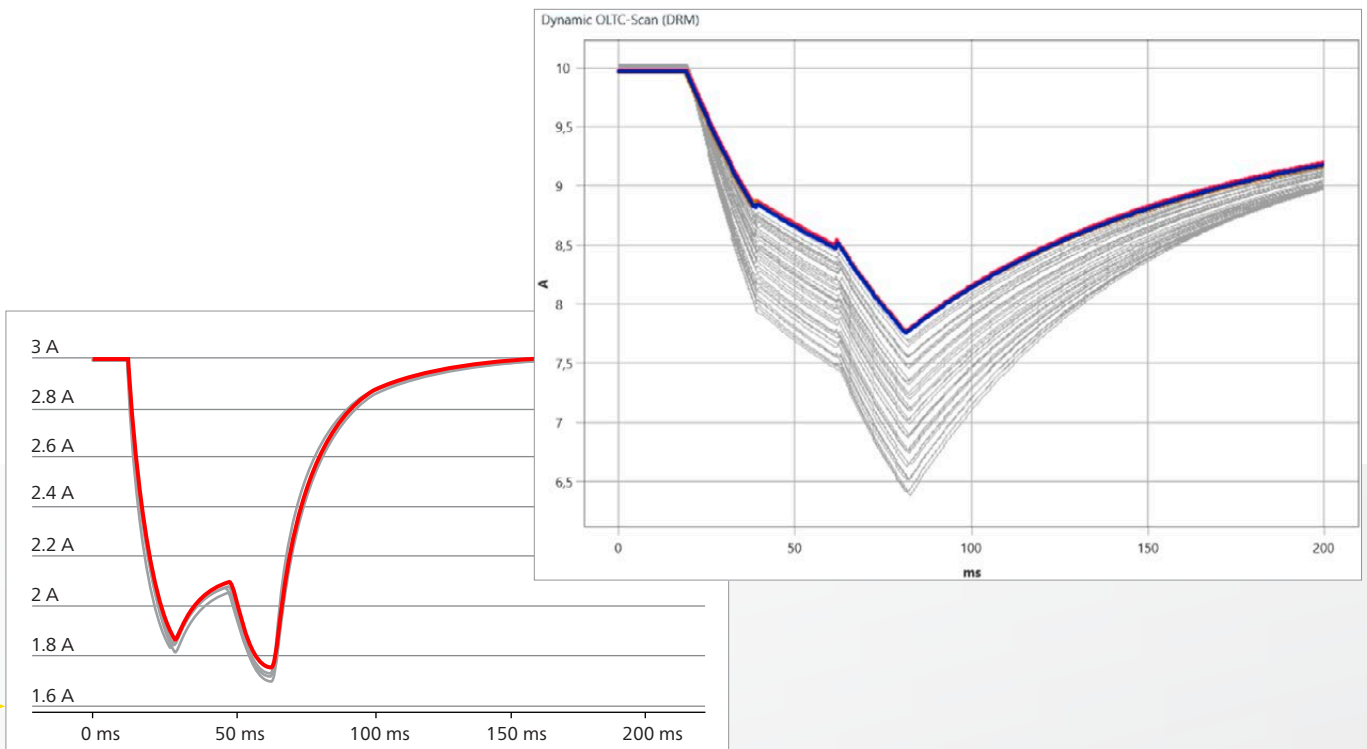
Wissenswertes

Durch Anlegen eines Kurzschlusses auf der gegenüberliegenden Seite erhöht unsere Prüfmethode die Sensitivität des Stromsignals. Dies verstärkt die Stromwelligkeit und macht die kritischen Phasen des Schaltvorgangs klar erkennbar. Mit TESTRANO 600 können automatische Kurzschlüsse ohne weiteres unmittelbar über eine einfache Einstellung der Softwareoption konfiguriert werden.

Mit einer weiteren Stromklemme kann TESTRANO 600 während des Umschaltens auch den Motorstrom aufzeichnen. Die Aufzeichnung ermöglicht eine Beurteilung des Antriebszustands, die Identifikation von potenziellen mechanischen Problemen oder Verschleiß und liefert entscheidende Informationen für die vorausschauende Wartung.

Warum TESTRANO 600?

- > 2-in-1-Lösung: Dynamischer OLTC-Scan beinhaltet das automatische Messen des statischen Wicklungswiderstands
- > 3-phasige DRM ermöglicht ein schnelleres Durchführen der Messung
- > Einfacher Vergleich und einfache Analyse von Schaltzeiten
- > Aufzeichnung des Motorstroms zur umfassenden Diagnose
- > Dynamisches Kurzschließen für optimale Sensitivität



Übergangsströme während des Schaltvorgangs des resistiven Lastumschalters, aufgezeichnet mit der dynamischen Widerstandsmessung

Vibroakustische Messungen

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- ✓ Stufenschalter
- Isolation
- Wicklungen
- Kern

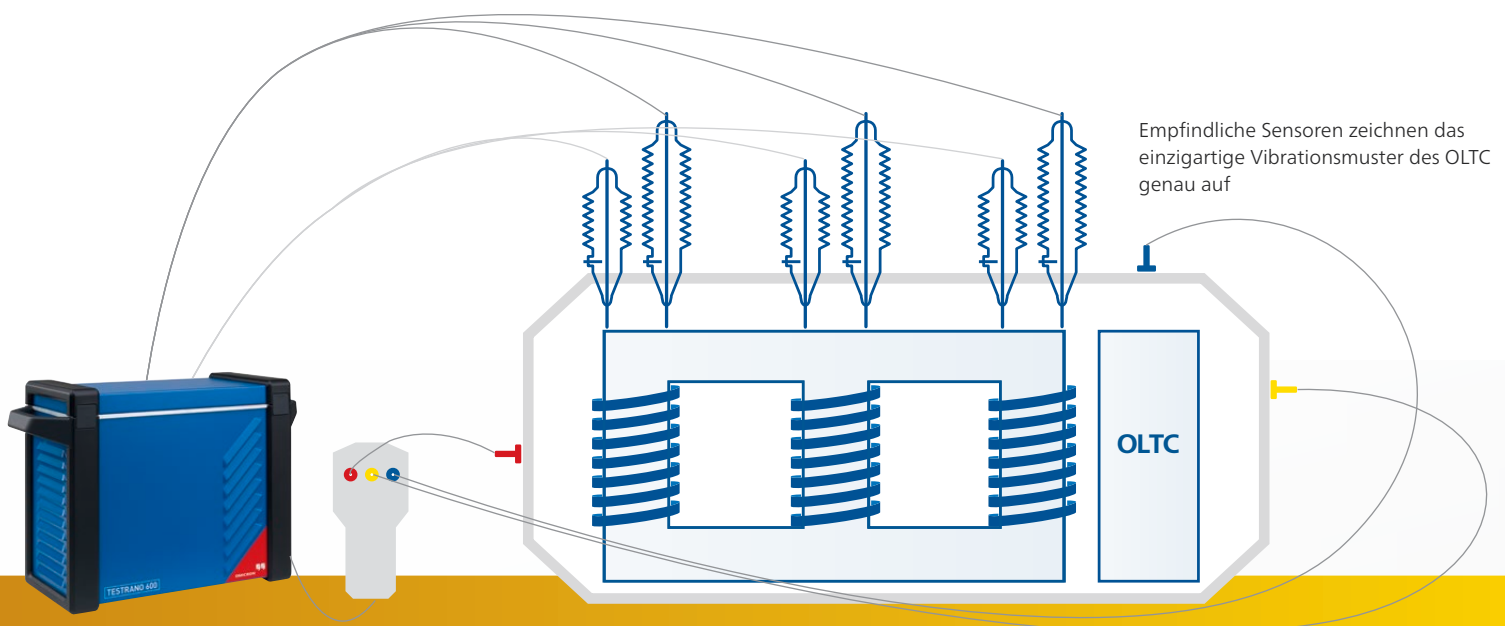
Gründe für eine Messung

Bei der vibroakustischen Messung (VAM) erfassen hochauflösende Sensoren präzise das charakteristische Vibrationsmuster, das beim Schalten des Stufenschalters entsteht. Dieses Vibrationsmuster ist für jedes Betriebsmittel einzigartig und kann mit einem Referenz-Fingerprint verglichen werden, der idealerweise während der Inbetriebnahme aufgezeichnet wurde.

Akustische Signale, die durch mechanische Bewegungen und elektrische Lichtbögen während des Schaltens entstehen, werden über einen breiten Frequenzbereich erfasst. Durch die Analyse und Bewertung dieser detaillierten Signale liefert die VAM eine umfassende Bewertung des mechanischen Zustands des Stufenschalters.

Funktionsweise

Die VAM nutzt denselben Prüfaufbau wie für den dynamischen OLTC-Scan, zusätzlich werden Sensoren an die Transformatortankwand angebracht, um die beim Schalten des OLTC entstehenden Vibrationen präzise aufzuzeichnen. Für eine optimale Signalqualität werden die Sensoren nahe an den beweglichen Teilen des OLTC angebracht – so lassen sich klare Signale erfassen, während externe Störeinflüsse weitgehend unterdrückt werden. Die Platzierung in der Nähe starrer Strukturelemente steigert zusätzlich die Signalqualität und Genauigkeit für eine zuverlässige Diagnose.



TESTRANO 600 ermöglicht es Ihnen, einen dynamischen OLTC-Scan und eine VAM zusammen in einer Messung durchzuführen, wodurch eine synchronisierte Aufzeichnung entsteht.

Wissenswertes

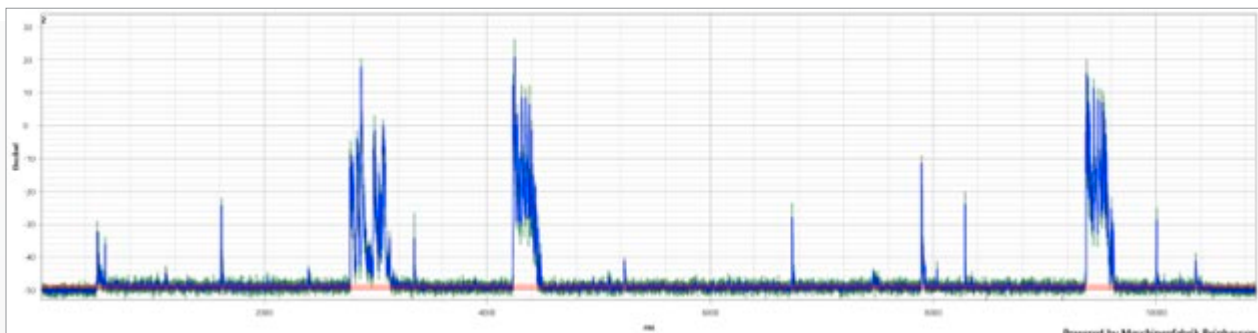
Mit der VAM-Technologie, die in Kooperation mit der Maschinenfabrik Reinhausen (MR) entwickelt wurde, erzeugt TESTRANO 600 Messdaten, die sofort für eine detaillierte Analyse bereitstehen. Die Daten lassen sich im MR-Kundenportal hochladen, um einen VAM-Analyse-Service zu beauftragen.

Die PTM-Software bietet eine integrierte automatische Bewertung der Signalqualität, um die Zuverlässigkeit Ihrer VAM-Messungen sicherzustellen. Vor Ort prüft das System zentrale Kriterien und warnt bei unzureichender Signalqualität – so lassen sich potenzielle Messprobleme sofort erkennen und beheben.

Die VAM lässt sich sogar bei Transformatoren im Betrieb durchführen, da die Sensoren magnetisch an der Tankwand befestigt werden. Mit diesem Verfahren lassen sich OLTCs auf mechanische Abweichungen zwischen den Wartungsintervallen kontrollieren und Betriebsmittel für bevorstehende Wartungen gezielt priorisieren.

Warum TESTRANO 600?

- > 3-in-1-Lösung: Bei der VAM werden automatisch der statische Wicklungswiderstand ermittelt und ein dynamischer OLTC-Scan durchgeführt
- > Auch Online-Messungen möglich, kein Stillstand erforderlich
- > Einfacher Vergleich und einfache Analyse von Schaltzeiten
- > Integrierte Prüfungen bewerten die Datenqualität direkt vor Ort



Aufzeichnung der vibroakustischen Messung während eines Stufenschalter-Schaltvorgangs

Übersetzungsverhältnismessung

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- ✓ Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Die Messungen des Übersetzungsverhältnisses (TTR) werden durchgeführt, um das grundlegende Betriebsprinzip eines Leistungstransformators zu prüfen. Durch die Messung des Verhältnisses und Phasenwinkels von einer Wicklung zur nächsten können offene Stromkreise und Wicklungsschlüsse erkannt werden.

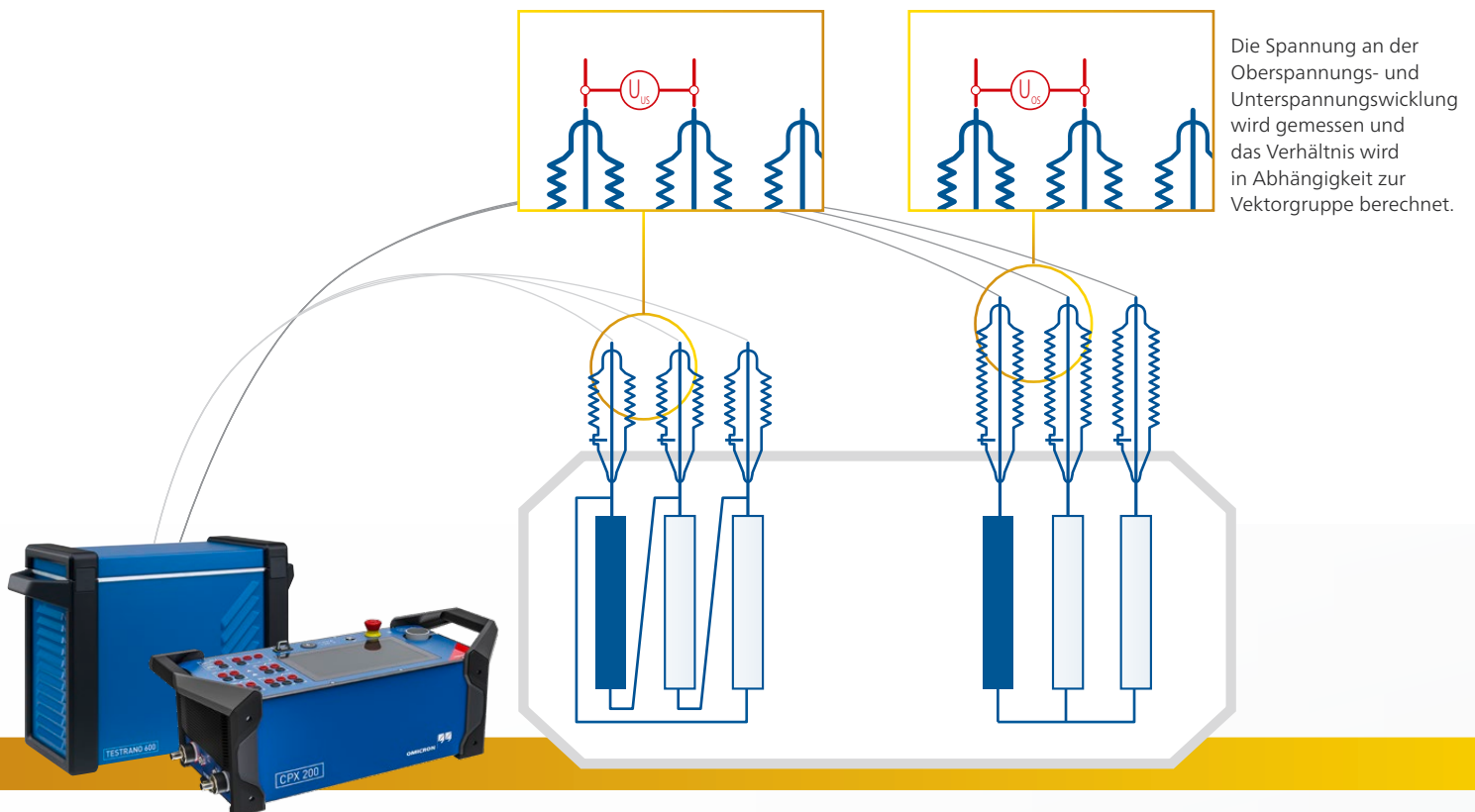
Das Windungszahlenverhältnis wird während der Werkabnahmeprüfungen (FAT) bestimmt und muss routinemäßig geprüft werden, nachdem der Transformator in Betrieb genommen wurde. TTR-Messungen können auch durch ein ausgelöstes Relais oder andere Diagnoseprüfungen, wie der Analyse gelöster Gase (DGA) und Messungen des Verlust-/Leistungsfaktors, ausgelöst werden.

Funktionsweise

Bei Verwendung einer **Einphasenquelle** wird die Prüfspannung auf jeder Phase einer Wicklung angelegt und sowohl an der Oberspannungs- als auch der entsprechenden Unterspannungswicklung desselben Schenkels gemessen.

Bei Verwendung einer **Dreiphasenquelle** kann dieselbe Messung an allen drei Phasen gleichzeitig durchgeführt werden.

Das berechnete Verhältnis kann anschließend mit den werksseitig angegebenen Ergebnissen auf dem Typenschild verglichen werden.



TESTRANO 600 sowie CPX 200 ermöglichen Messungen des Übersetzungsverhältnisses von Leistungstransformatoren ohne zusätzliche Umverdrahtung.

Wissenswertes ...

Die Ergebnisse werden mit den werksseitig angegebenen Werten und Messungen an unterschiedlichen Phasen verglichen. Gemäß IEC 60076-1 und IEEE C57.152 sollten die Messwerte nicht mehr als 0,5 % vom Nennverhältnis abweichen.

Das Windungszahlenverhältnis wird üblicherweise von der Oberspannungs- zur Unterspannungswicklung gemessen, um eine unsichere Spannung an den Messeingängen zu vermeiden.

Ein magnetisierter Kern oder eine fehlende Bezugs Erde kann die Messung beeinflussen und zu falschen Ergebnissen führen. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, dass eine Entmagnetisierung des Transformator-Kerns und entsprechende Erdungen an jeder Wicklung gegeben sind.

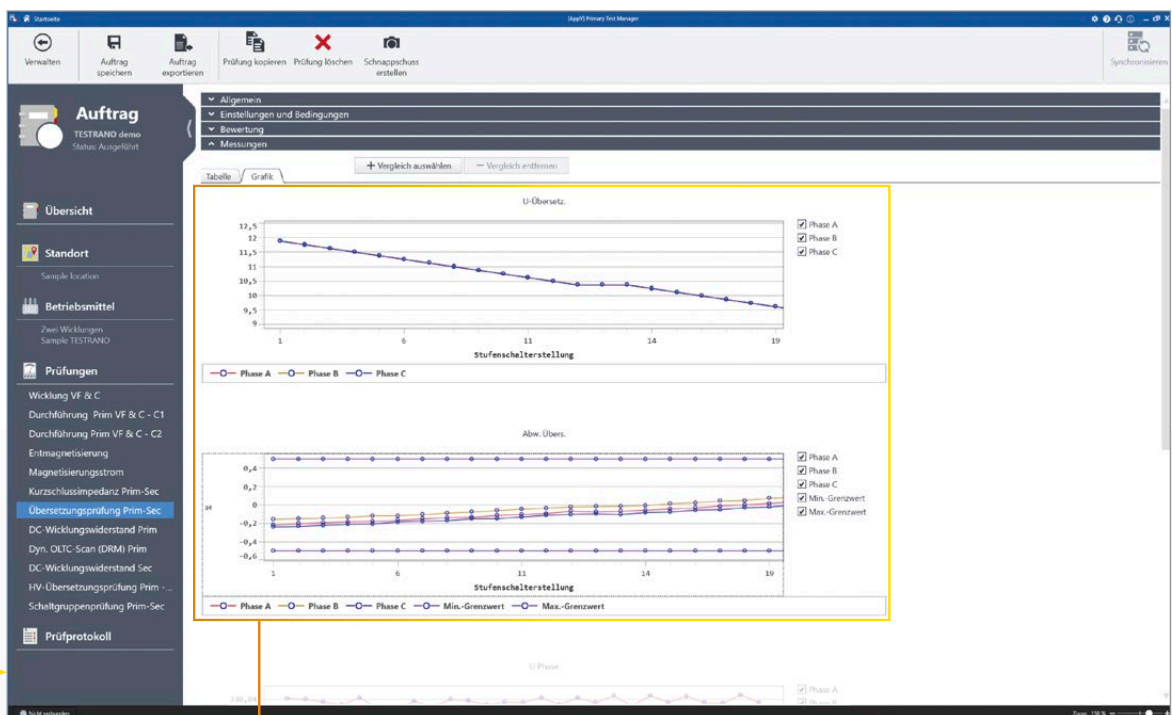
Für die Bestätigung oder Nichtbestätigung eines vermuteten Problems ist eine zusätzliche Prüfung des Magnetisierungsstroms nützlich, um Kurzschlussbedingungen zu diagnostizieren, während DC-Wicklungswiderstandsprüfungen sehr empfindlich auf Bedingungen offener Stromkreise reagieren.

Warum TESTRANO 600?

- > Genaue Dreiphasenmessungen zur Bestimmung des Verhältnisses und der Phasenverschiebung aller Wicklungskonfigurationen
- > Messungen bis 400 V AC (L-L) ohne Umstecken
- > Dieselbe Verkabelung wie für die Prüfung des DC-Wicklungswiderstands, keine Änderung der Leitungen erforderlich
- > Automatische Stufenschalter-Steuerung in der Einheit integriert, kein Zubehör erforderlich

Warum CPX 200?

- > Genaue Dreiphasenmessungen zur Bestimmung des Verhältnisses und der Phasenverschiebung aller Wicklungskonfigurationen
- > Unterstützt einphasige Messungen
- > Automatische Stufenschaltersteuerung



Das TTR wird an allen drei Phasen jeder Anzapfung gemessen. Gemäß internationalen Normen sollten die Ergebnisse nicht mehr als 0,5 % von den Nennwerten des Typenschildes abweichen.

Magnetisierungsstrommessungen

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- ✓ Wicklungen
- ✓ Kern

Gründe für eine Messung

Die Messung des Magnetisierungsstroms ermöglicht die Bewertung der Windungsisolationen der Wicklungen sowie des magnetischen Kreises des Transformators und des Stufenschalters.

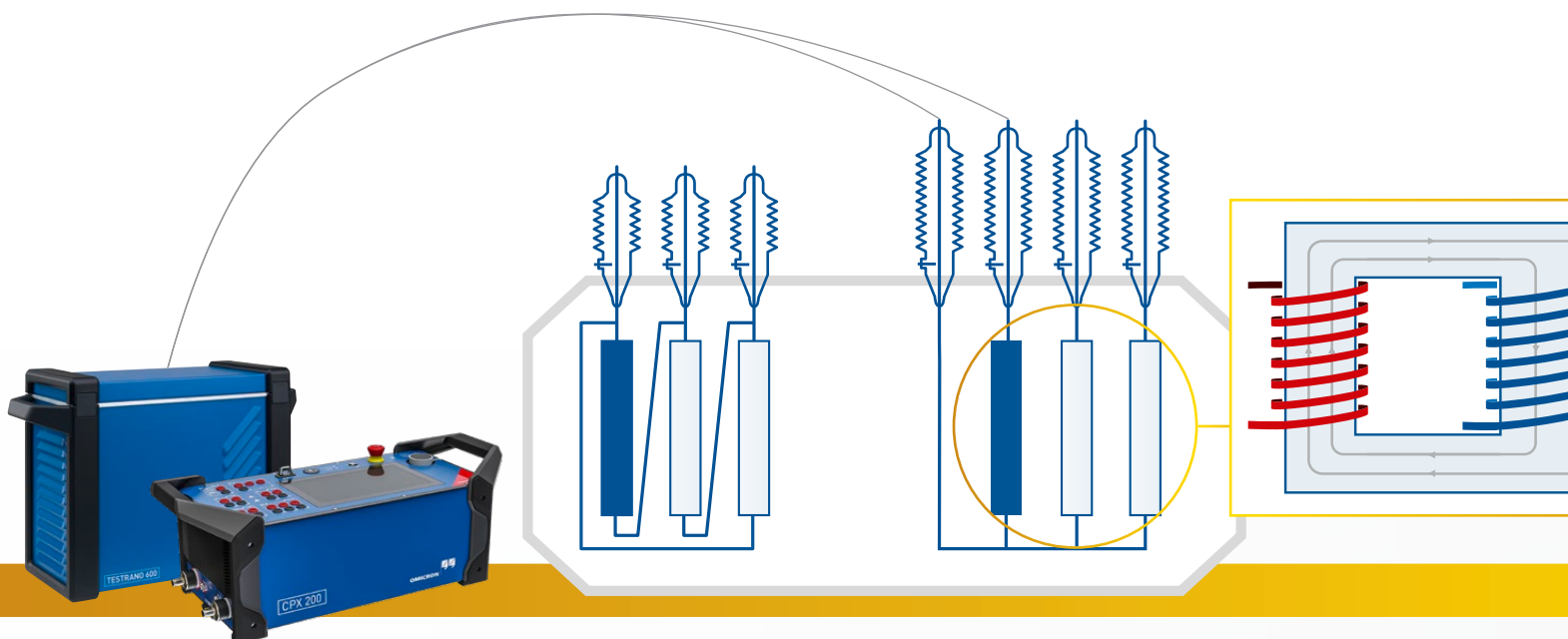
Der größte Vorteil dieser Prüfung ist die Erkennung von Windungsschlüssen. Physikalische Verschiebungen der Kernbleche und gravierende Beschädigungen des Kerns beeinflussen den magnetischen Widerstand und führen somit zu einer Änderung des Magnetisierungsstroms. Abweichungen können aber auch auf Kontaktverschleiß oder eine falsche Verkabelung des Stufenschalters hindeuten.

Funktionsweise

Der Magnetisierungsstrom wird ohne Last gemessen. Aus diesem Grund wird auf einer Seite des Transformators Wechselspannung (normalerweise auf der Hochspannungsseite) angelegt und die andere Seite wird offen gelassen. Die Intensität des Stroms, der von der primären Wicklung aufgenommen wird, ist proportional zur Energie, die zum Auslösen des Transformators erforderlich ist, d. h. zum Induzieren einer Spannung in der sekundären Wicklung.

Wir empfehlen, die höchste Prüfspannung innerhalb der Grenzen des Prüfgeräts und der Wicklung zu wählen, um Kurzschlüsse von Windung zu Windung zu erkennen. Die Standardprüfspannung beträgt 10 kV.

Die Prüfanschlüsse ändern sich je nach Wicklungskonfiguration. Generell sollten neutrale Durchführungen an der erregten Wicklung gegebenenfalls an die Unterspannungsrückleitung angeschlossen werden. Neutrale Durchführungen an der offenen Wicklung sollten geerdet werden, wenn sie auch im Betrieb geerdet sind.



TESTRANO 600 + CP TD12/15 sowie CPX 200 + HVX10 ermöglichen Messungen des Magnetisierungsstroms von Leistungstransformatoren ohne zusätzliche Umverdrahtung.

Wissenswertes ...

Die Magnetisierungsstromprüfung sollte zwischen Phasen und Anzapfungen verglichen werden. Je nach Aufbau des Transformators und Anzahl der Schenkel sollten die Ergebnisse ein eindeutiges Phasenmuster mit zwei oder drei ähnlichen Phasen zeigen (HLH, LHL, HHH). Die ähnlichen Phasen sollten nicht mehr als 5 % bis 10 % voneinander abweichen.

Wir empfehlen weitere Untersuchungen, wenn alle drei Phasen unterschiedliche Magnetisierungsströme aufweisen. Ein unterschiedliches Phasenmuster könnte durch einen magnetisierten Kern oder ein Problem der Wicklung verursacht werden.

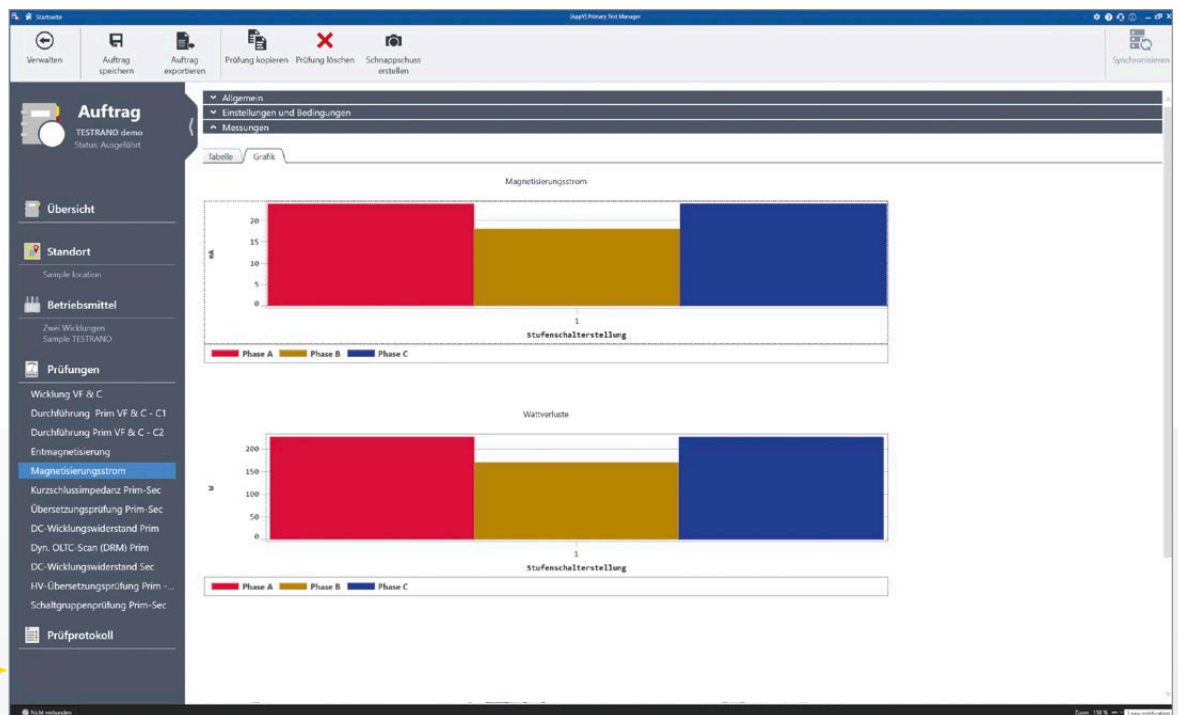
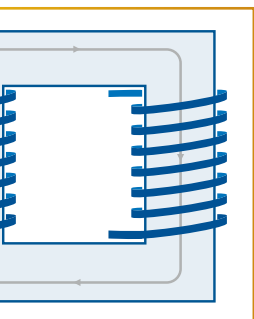
Wie zuvor erwähnt kann ein Restmagnetismus im Kern die Ergebnisse beeinflussen. In diesem Fall sollte der Transformator entmagnetisiert und die Prüfung wiederholt werden.

Zusätzlich zum Phasenmuster sollten die Ergebnisse auch ein eindeutiges Muster entlang aller Anzapfungen zeigen, das je nach Art des Stufenschalters variieren kann. Auch wenn das spezifische Stufenschalter-Muster nicht bekannt ist, sollte es für alle Phasen gleich sein.

Kurzgeschlossene Windungen können ebenfalls durch Messungen des Übersetzungsverhältnisses (TTR) bestätigt werden, während die Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) herangezogen wird, um Probleme im Kern zu bestätigen oder weiter zu diagnostizieren.

Warum TESTRANO 600 + CP TD12/15 oder CPX 200 + HVX10?

- > Durchführung von Magnetisierungsstromprüfungen mit der üblichen Prüfspannung von 10 kV
- > Bestimmung von Magnetisierungsströmen bei Messung des Übersetzungsverhältnisses ohne Umstecken
- > Bestimmung von Magnetisierungsströmen aller drei Phasen
- > Automatische Stufenschaltersteuerung



Ein typisches HLH-Phasenmuster eines Transformators mit drei Schenkeln mit zwei ähnlichen hohen Werten an den äußeren Phasen und einem niedrigeren Wert an der mittleren Phase.

Kurzschlussimpedanzmessung

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- ✓ Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Die Messung der Kurzschlussimpedanz ist ein empfindliches Verfahren zur Bewertung möglicher Verformungen oder Verschiebungen von Wicklungen.

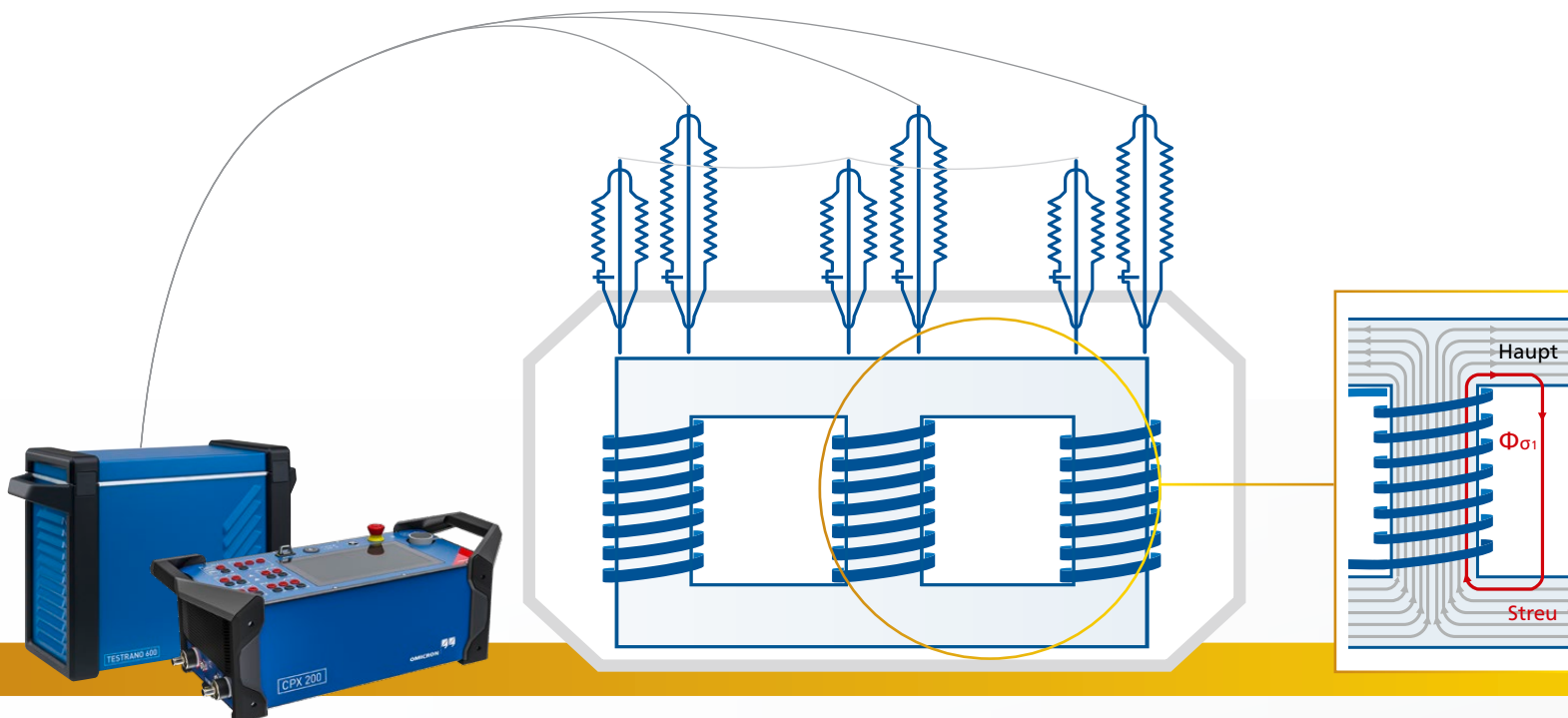
Schwere Kurzschlüsse oder der Transport des Leistungstransformators können eine Verschiebung oder Verformung der Wicklungen verursachen. In solchen Fällen werden Kurzschlussimpedanzmessungen empfohlen.

Die Prüfungen werden normalerweise als Dreiphasenmessung durchgeführt, deren Ergebnis mit dem durch den Hersteller während der Werkabnahmeprüfungen festgelegten Wert verglichen werden kann. Da dieser Wert einen Durchschnittswert entlang aller drei Phasen darstellt, wird auch eine Messung jeder Phase für die Diagnose der Wicklung empfohlen.

Funktionsweise

An jeder Phase der Wicklung auf der Hochspannungsseite wird eine Wechselstromquelle angeschlossen. Während der dreiphasigen Messung werden alle drei Phasen auf der Unterspannungsseite kurzgeschlossen, ohne die gegebenenfalls vorhandene Nullleiterklemme anzuschließen. Für die Prüfung pro Phase wird der Kurzschluss nur auf die entsprechende Wicklung auf der Unterspannungsseite angewendet.

Strom und Spannung aller Oberspannungswicklungen werden in Amplitude und Phase gemessen. Die Kurzschlussimpedanz wird unter Berücksichtigung der spezifischen Nennwerte des Transformators berechnet.



TESTRANO 600 sowie CPX 200 ermöglichen Messungen der Kurzschlussimpedanz an Leistungstransformatoren. TESTRANO 600 ist in der Lage, eine dreiphasige Messung ohne Umverdrahtung durchzuführen.

Wissenswertes ...

Die Kurzschlussimpedanz aus der Dreiphasenmessung sollte nicht mehr als 3 % vom Wert auf dem Typenschild abweichen.

Allerdings bestätigen höhere Abweichungen nicht automatisch eine Verformung der Wicklung. Um eine Verformung der Wicklung zu bestätigen, muss mindestens eines der Ergebnisse der Streureaktanzprüfung fehlschlagen.

Jedes Phasenergebnis sollte mit dem Durchschnittswert aller drei Messungen der Prüfung pro Phase verglichen werden. In den meisten Fällen betragen Abweichungen vom Durchschnittswert weniger als 1 % und sollten 2-3 % nicht überschreiten. Die Ergebnisse der Prüfung pro Phase können nicht mit dem Wert auf dem Typenschild verglichen werden.

Die Streureaktanz steht nur für den reaktiven Teil der Kurzschlussimpedanz. Allerdings werden beide Begriffe synonym verwendet, um dasselbe Prüfverfahren zu bezeichnen.

Zusätzlich kann eine Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) durchgeführt werden, um die Verschiebung und Verformung der Wicklung näher zu untersuchen.

Die Streureaktanz steht für den Streufluss, d. h. den Fluss, der nicht vollständig im Kern gehalten wird. Eine Verschiebung oder Verformung der Wicklungen ändert den magnetischen Widerstand des Streuwegs und somit die Reaktanz.

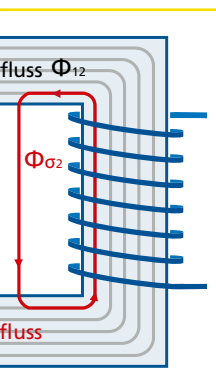


Tabelle		Grafik			
Ergebnisse für Kurzschlussimpedanz (Zk)					
	Phase	I AC	V1 AC	V1 AC Phase	Watt
Start	A	941,02 mA	164,73 V	87,09 °	7,87
Start	B	959,90 mA	168,62 V	87,08 °	8,24
Start	C	970,41 mA	168,56 V	86,97 °	8,64
Bewertung uk					
Phase	uk mess (%)	uk ref (%)			
	8,67 %	8,45 %			

Die Kurzschlussimpedanz wird auf der Grundlage der gemessenen Dreiphasenergebnisse und der Leistungsbemessungsdaten des Transformators berechnet. Anschließend wird sie mit dem Nennwert auf dem Typenschild des Transformators verglichen.

Warum TESTRANO 600?

- > Genaue Dreiphasenmessung zur Bestimmung der Kurzschlussimpedanz ohne Umstecken
- > Prüfgruppenunterstützung zum Durchführen von gängigen Transformatorprüfungen in einer Sequenz
- > Auto-LRT-Funktion zum Kurzschließen von Anschlüssen mit den TESTRANO-Anschlussdrähten

Warum CPX 200?

- > Einphasige Messungen zur Bestimmung der Dreiphasen-entsprechenden Kurzschlussimpedanz

Transformator typ		ODL 16 000 / 110		Serien-Nr.		561525					
Jahr:		Herstellung		1966		Betrieb		DB			
50 Hz		Kühlung		S		Vektorgruppe		Yd11			
Leistung P: PRIM		12 000		TERT		SEC		12 000 kVA			
Nenn-Spannung	1	12 62 00	54.9								
	13	11 00 00	53.0	A	V	A	10 600	V	A		
	25	9 38 00	73.9								
Impedanzen: PRIM-TERT				TERT-SEC				PRIM-SEC			
								9.45			
								8.45 %			
								8.15			
Gewicht: Total		424		Öl		17.6		Aktivteil		18	
								Transport		41 t	

Messung des Frequenzgangs von Streuverlusten (FRSL)

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- ✓ Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Bei der Prüfung der Frequenzantwort von Streuverlusten (FRSL) handelt es sich um eine Messung der ohmschen Komponente von Kurzschlussimpedanzen bei unterschiedlichen Frequenzen. Sie ist das einzige elektrische Verfahren, mit dem Kurzschlüsse zwischen Parallelschaltungen und lokale Überhitzung aufgrund von Wirbelstromverlusten erkannt werden können.

Ähnlich wie bei der Kurzschluss- und Streureaktanzprüfung wird empfohlen, die FRSL-Messungen als Inbetriebnahme- oder Abnahmeprüfung zur Festlegung von Referenzergebnissen durchzuführen. Gleichmaßen sind FRSL-Prüfungen keine routinemäßigen Diagnoseprüfungen, sondern werden für die fortgeschrittene Diagnose empfohlen. Die Prüfung kann auch als dreiphasige Prüfung oder Prüfung pro Phase durchgeführt werden.

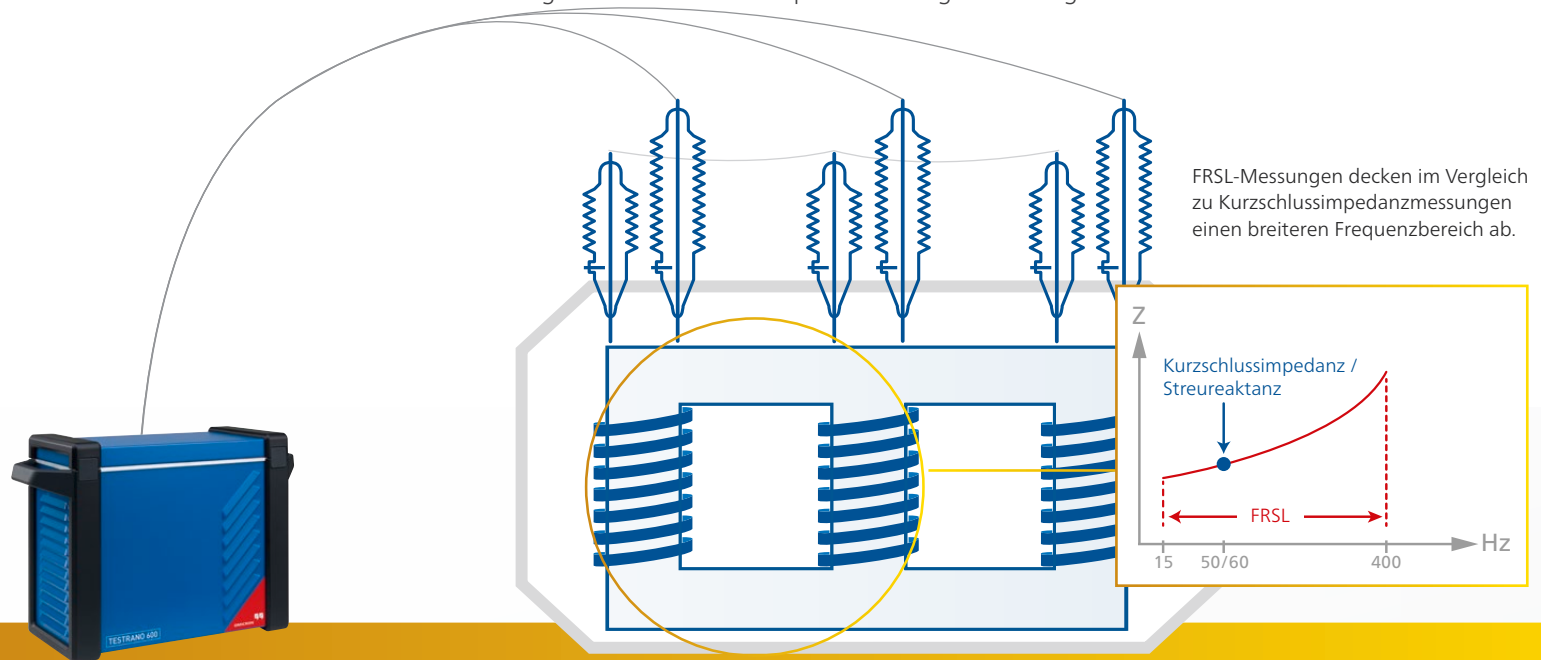
Funktionsweise

Der Prüfaufbau und Ablauf der FRSL-Prüfung sind dieselben wie für die Prüfung der Kurzschlussimpedanz. Sie können gleichzeitig durchgeführt werden.

An jeder Phase der Wicklung auf der Hochspannungsseite wird eine Wechselstromquelle angeschlossen. Während der dreiphasigen Messung werden alle drei Phasen auf der Unterspannungsseite kurzgeschlossen, ohne die gegebenenfalls vorhandene Nullleiterklemme anzuschließen. Für die Prüfung pro Phase wird der Kurzschluss nur auf die entsprechende Wicklung auf der Unterspannungsseite angewendet.

Auf der Grundlage des gemessenen Stroms, der Spannung und der Phasenverschiebung wird die ohmsche Komponente der Kurzschlussimpedanz bei diskreten Frequenzen zwischen 15 und 599 Hz berechnet.

Da die Wirbelstromwiderstände im Transformator bei höheren Frequenzen ausgeprägter werden, kann ein Anstieg der ohmschen Komponente beobachtet werden, wenn die Ergebnisse über dem Frequenzbereich grafisch dargestellt werden.



TESTRANO 600 ermöglicht die Messung der Streuverluste (FRSL) durch echte dreiphasige Prüfungen ohne Umverdrahtung.

Wissenswertes ...

Die Analyse der FRSL-Ergebnisse ist größtenteils visuell und umfasst einen Vergleich über Phasen und die Zeit. Da die Wirbelstromverluste mit der Frequenz zunehmen, steigt auch die Impedanz über den Frequenzbereich hinweg an.

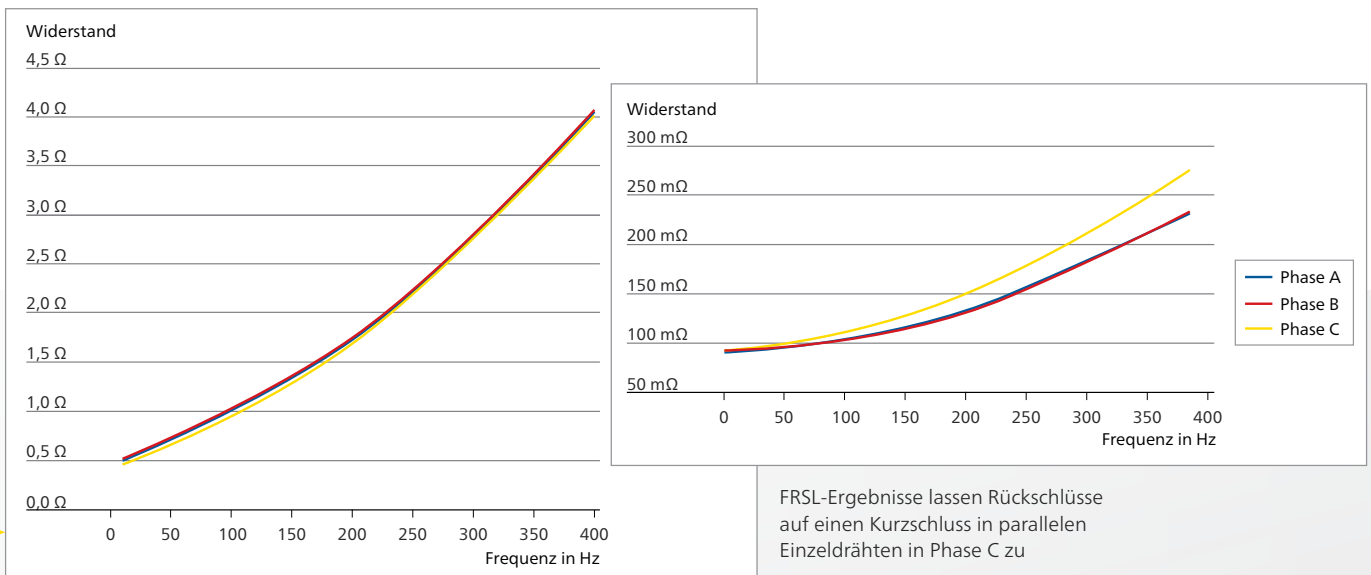
Dieser Anstieg sollte entlang aller drei Phasen einheitlich sein und eine gleichmäßige Exponentialkurve darstellen. Abweichungen bis zu 3 % können besonders in höheren Frequenzbereichen auf einen Kurzschluss zwischen Einzeldrähten hinweisen.

FRSL-Ergebnisse sollten kreuzweise mit einer Analyse gelöster Gase (DGA) verglichen werden. Viele der Probleme, die mit FRSL diagnostiziert werden können, erzeugen brennbare Gase. Beispielsweise können kurzgeschlossene Einzeldrähte zu einer höheren Überhitzung als üblich führen, die durch DGA erkannt werden kann.

Die gängigsten Probleme, die zu irreführenden FRSL-Ergebnissen führen könnten, sind fehlerhafte Verbindungen und kleine Querschnitte der eingesetzten Kurzschlussbrücke. In einem solchen Fall kann eine vertikale Versetzung zwischen den Phasen beobachtet werden.

Warum TESTRANO 600?

- > Genaue Dreiphasenmessung zur Messung von FRSL ohne Umstecken
- > Gleiche Verkabelung wie bei der Prüfung der Kurzschlussimpedanz/Streureaktanz
- > Messungen bis 599 Hz möglich, um die Erkennung von Kurzschlüssen in parallelen Einzeldrähten zu vereinfachen
- > Grafischer Vergleich für die einfache Phase-zu-Phase-Analyse



Angemessene FRSL-Ergebnisse

FRSL-Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf einen Kurzschluss in parallelen Einzeldrähten in Phase C zu

Entmagnetisierung des Kerns

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- Wicklungen
- ✓ Kern

Gründe für eine Messung

Wenn ein Leistungstransformator vom Netz getrennt wird, verbleibt aufgrund der Phasenverschiebung in seinem Kern ein bestimmter Anteil an Restmagnetismus. Restmagnetismus verbleibt auch, nachdem Gleichspannung auf den Kern des Transformators angewendet wurde, z. B. während Wicklungswiderstandsstückprüfungen am Einsatzort oder im Werk.

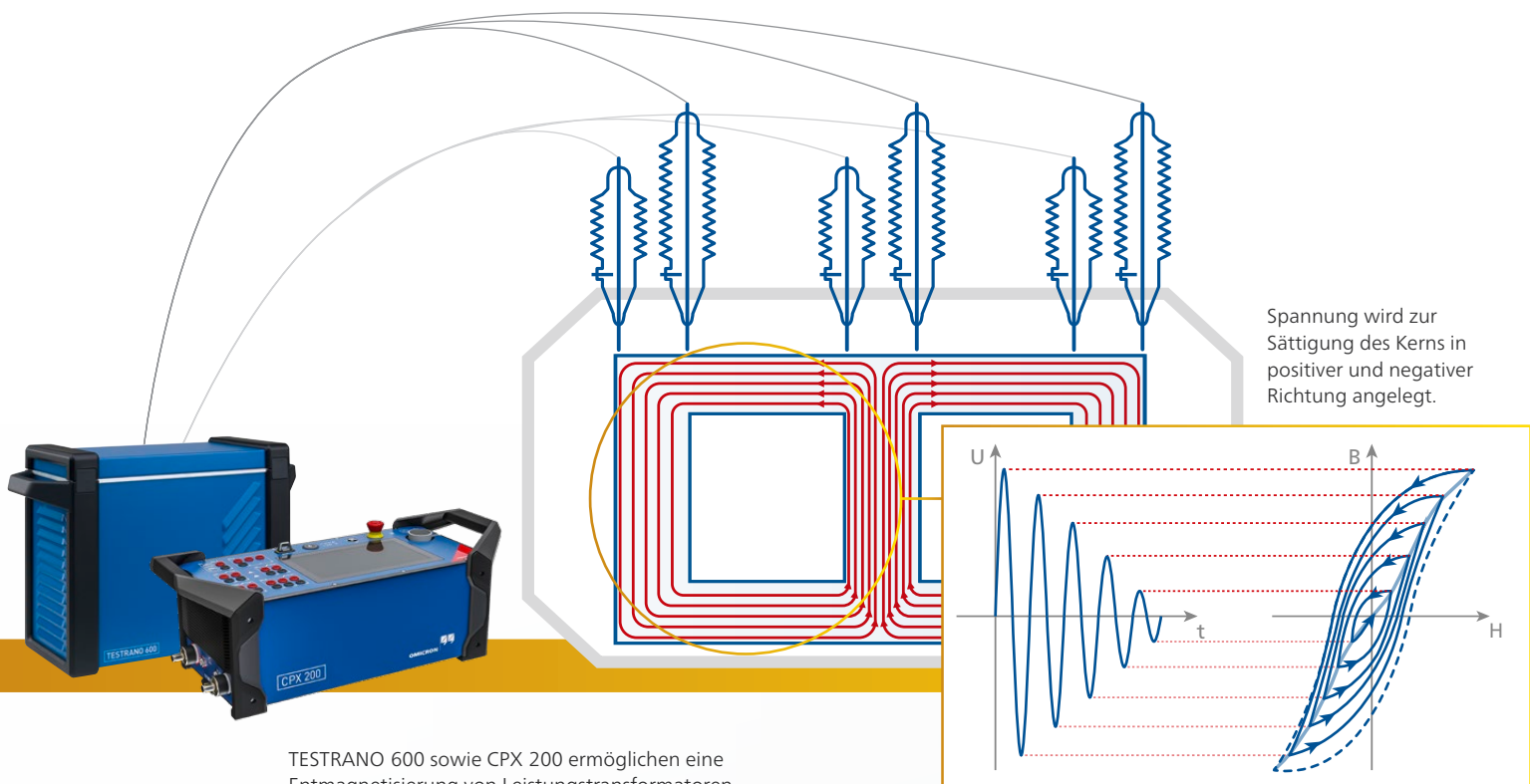
Aufgrund des Restmagnetismus im Kern können hohe Einschaltströme bis zum maximalen Kurzschlussstrom auftreten. Dadurch wird der Transformator unnötig belastet, wenn er wieder in Betrieb genommen wird. Zusätzlich können viele Diagnosemessungen durch Restmagnetismus beeinflusst werden, was eine zuverlässige Beurteilung erschwert.

Aus diesem Grund wird eine Entmagnetisierung des Kerns empfohlen, bevor der Transformator wieder in Betrieb genommen wird, wenn Gleichspannung während der Diagnoseprüfung angewendet wurde.

Funktionsweise

Zuerst wird der Kern in beide Richtungen gesättigt. Anschließend werden die spezifischen Hystereseparameter bestimmt und der anfängliche Fluss berechnet. Auf der Grundlage dieser Parameter wird ein iterativer Algorithmus verwendet, um den angewendeten Fluss unter Anpassung der Spannung und Frequenz zu reduzieren. In mehreren Iterationen wird der Kern auf unter 1 % des Maximalwerts entmagnetisiert.

Der beschriebene Ansatz zur Entmagnetisierung eines Leistungstransformator-Kerns basierend auf der Messung des magnetischen Flusses funktioniert zuverlässig sowohl für kleine als auch für große Leistungstransformatoren.



TESTRANO 600 sowie CPX 200 ermöglichen eine Entmagnetisierung von Leistungstransformatoren.

Wissenswertes ...

Die Entmagnetisierung eines Leistungstransformator-Kerns minimiert die Risiken für Personal und Ausrüstung, wenn der Transformator wieder in Betrieb genommen wird.

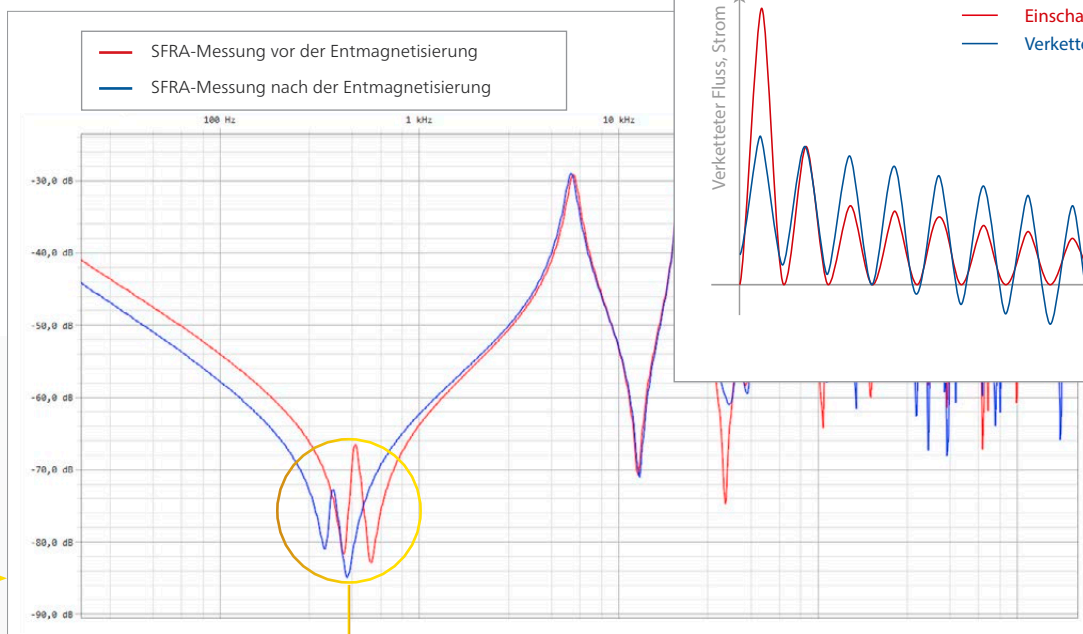
Es wird auch empfohlen, den Transformator zu entmagnetisieren, bevor Magnetisierungsstrom angelegt bzw. eine Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) oder magnetische Gleichgewichtsprüfungen durchgeführt werden. Diese Messungen werden durch einen magnetisierten Kern beeinflusst, was zu einer falschen Auslegung der Ergebnisse führen kann.

Ein wichtiger Aspekt einer erfolgreichen Entmagnetisierung ist die konstante Überwachung des magnetischen Flusses (ϕ) im Kern während der Entmagnetisierung.

Warum TESTRANO 600 oder CPX 200?

- > Schnelle und zuverlässige Entmagnetisierung des Leistungstransformator-Kerns
- > Messung des anfänglichen Restmagnetismus für eine weitere Diagnose, z. B. von unerwarteten Prüfergebnissen für den Magnetisierungsstrom
- > Entmagnetisierung auf unter 1 % des Kern-Maximalwerts

Ein hoher Einschaltstrom tritt aufgrund von Restmagnetismus auf und kann den Transformator gefährden, wenn er wieder in Betrieb genommen wird.



SFRA-Messung an Phase A: Die Verschiebung in den Resonanzpunkten zeigt, wie die Messung durch den magnetisierten Kern beeinflusst wird.

Sweep Frequency Response Analysis (SFRA)

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- ✓ Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- ✓ Wicklungen
- ✓ Kern

Gründe für eine Messung

Die Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) wird eingesetzt, um mechanische oder elektrische Probleme in den Wicklungen, Kontakten oder Kernen von Leistungstransformatoren zu identifizieren. Schwere Kurzschlüsse oder Stöße während des Transports des Transformators können eine Verschiebung oder Verformung der Wicklung verursachen.

Seit Einführung des Standards IEC 60076-18 hat sich dieses Verfahren als eine der gängigsten elektrischen Prüfmethode etabliert und genießt eine entsprechend hohe Akzeptanz auf dem Markt.

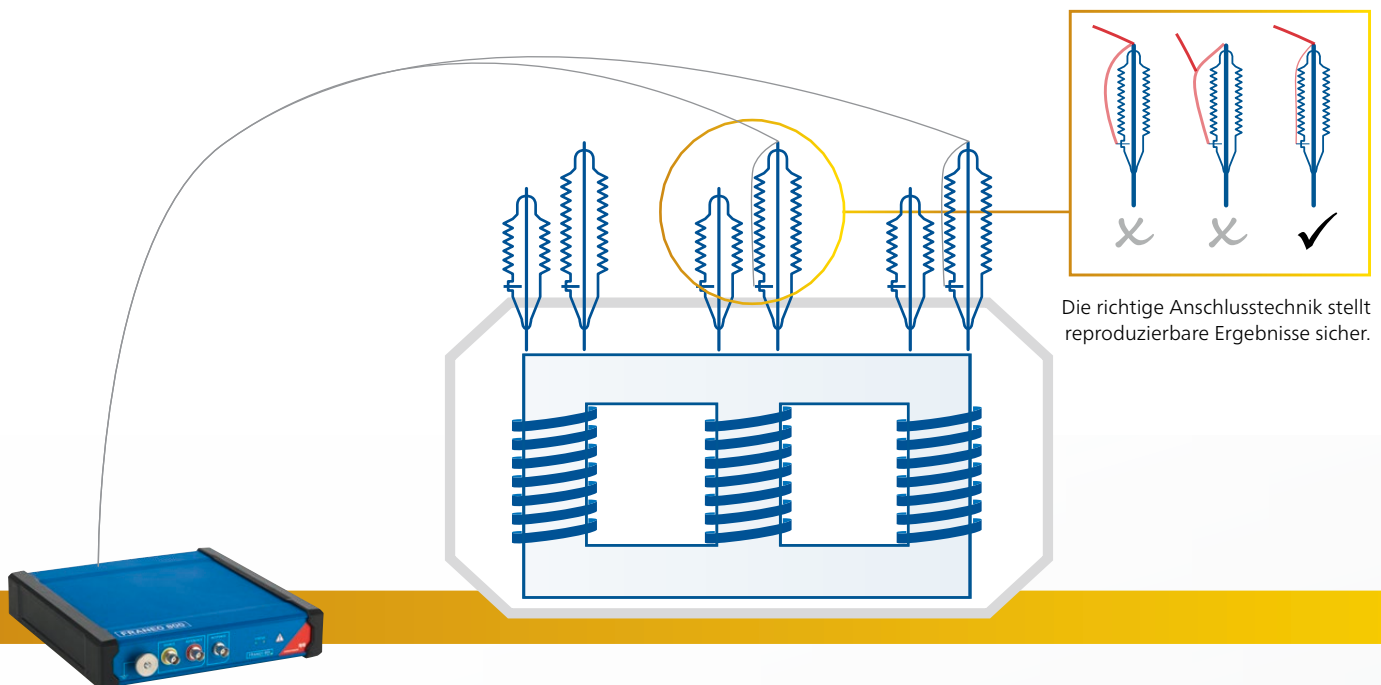
Es wird empfohlen, SFRA-Prüfungen am Ende der Abnahmeprüfungen beim Hersteller durchzuführen, um den ursprünglichen Fingerabdruck des Transformators festzulegen, und anschließend erneut nach dem Transport und während der Inbetriebnahme.

Funktionsweise

Bei Leistungstransformatoren handelt es sich im Grunde um komplexe elektrische Netzwerke aus Kapazität, Induktivitäten und Widerständen. Jedes elektrische Netzwerk verfügt über eine unverwechselbare Frequenzantwort.

Eine sinusförmige Erregerspannung mit kontinuierlich steigender Frequenz wird an einem Ende der Transformatorwicklung eingespeist und das am anderen Ende ausgehende Antwortsignal wird gemessen. Der Vergleich des Eingangs- und Ausgangssignals erzeugt eine unverwechselbare Frequenzantwort, die dann mit dem Referenzfingerabdruck verglichen werden kann.

Änderungen, Verschiebungen oder Verformungen der inneren Bauelemente führen zu Änderungen in dieser Übertragungsfunktion und können durch einen Vergleich der grafischen Darstellungen identifiziert werden.



FRNEO 800 ermöglicht zuverlässige Kern- und Wicklungsdiagnosen für Leistungstransformatoren mittels „Sweep Frequency Response Analysis“ (SFRA).

Wissenswertes

SFRA basiert auf dem Vergleich einer aktuellen Prüfung mit einer Referenzprüfung. Steht ein solcher Fingerabdruck nicht zur Verfügung können auch die Ergebnisse einer anderen Phase oder eines ähnlichen Transformators für den Vergleich herangezogen werden.

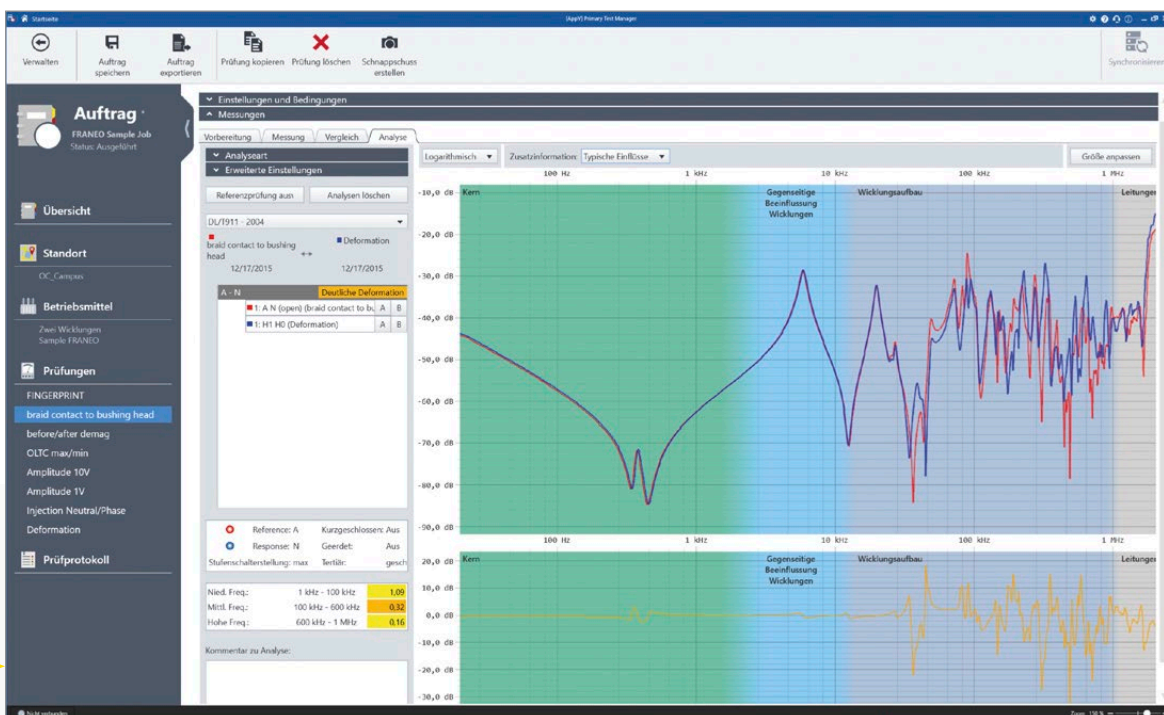
Diese erfassten Fehler können durch andere Messungen bestätigt werden, z. B. Messung des DC-Wicklungswiderstands, des Frequenzgangs von Streuverlusten (FRSL), der Kurzschlussimpedanz/ Streureaktanz, des Magnetisierungsstroms oder des Übersetzungsverhältnisses (TTR).

SFRA ist ein nichtinvasives Verfahren. Die Unversehrtheit eines Leistungstransformators kann daher zuverlässig ohne Einsatz hoher Spannungen bewertet werden.

Kein anderes Verfahren ist bei der Erkennung von mechanischen Verformungen im Aktivteil von Leistungstransformatoren so empfindlich wie SFRA.

Warum FRANEO 800?

- > Größter dynamischer Messbereich im Markt (> 150 dB)
- > Reproduzierbare Ergebnisse mittels innovativer Anschlusstechnik, basierend auf IEC 60076-18, Methode 1
- > Betrieb mit Primary Test Manager™ und somit Schrittanleitung für Testaufbau, -ausführung und -bewertung für einfache Analysen ohne erforderliches fachspezifisches Know-how
- > Kurze Messzeiten durch intelligente Sweep-Algorithmen
- > Schlanke und leichtgewichtige Ausrüstung für optimale Bedienerfreundlichkeit



PTM bietet eine automatische Auswertung und einen automatischen Vergleich von Ergebnissen sowie eine Darstellung typischer Einflüsse für Abweichungen.

Dielektrische (Frequenz-) Antwortmessung

Was kann geprüft werden?

- ✓ Durchführungen
- Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- ✓ Isolation
- Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Die dielektrische Frequenzantwortmessung, auch bekannt als dielektrische Antwortmessung, wird für die Bewertung des Feuchtigkeitsgehalts der Zellulose-Isolierung und damit ihres Zustands eingesetzt.

Die Feuchtigkeit in Leistungstransformatoren mit Öl-Papier-Isolierung wird durch die Alterung des Papiers erzeugt oder dringt in den Transformator aufgrund brüchiger Dichtungen oder durch Atmen ein. Feuchtigkeit führt zu einer reduzierten Durchbruchfestigkeit und einer schnelleren Alterung der Isolierung.

Den Wassergehalt zu kennen, ist Voraussetzung für die Zustandsbeurteilung von Leistungstransformatoren und ihrer Durchführungen. Diese Messung wird auch bei neuen Transformatoren eingesetzt, um den niedrigen Feuchtigkeitsgehalt nach der Trocknung nachzuweisen.

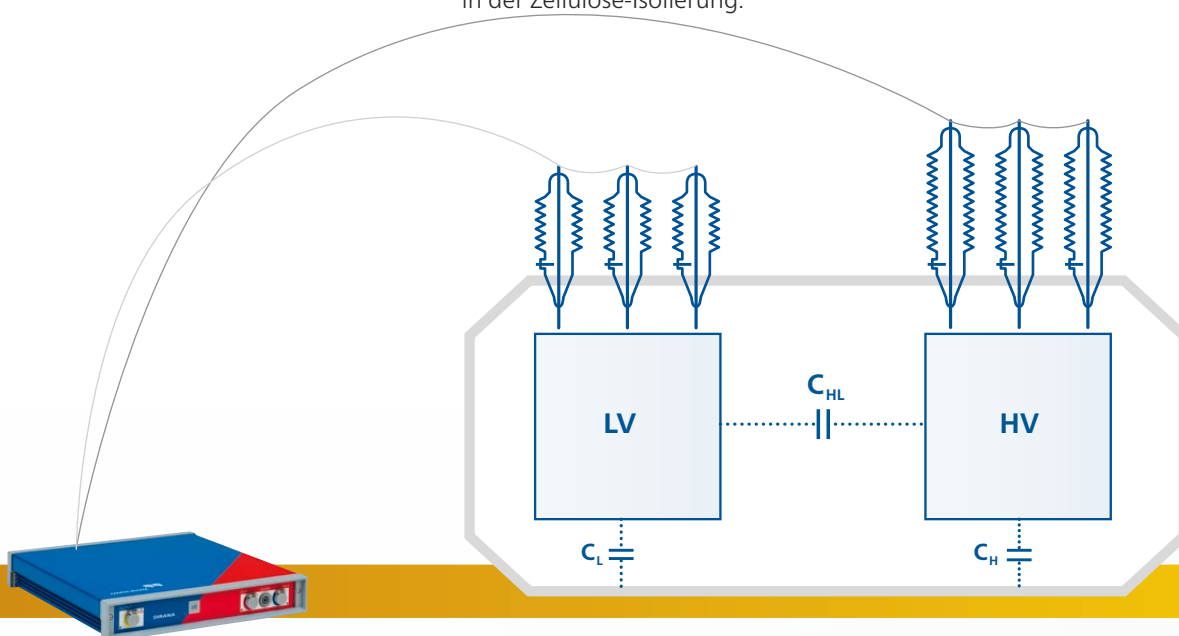
Funktionsweise

Der größte Teil der Zellulose-Isolierung im Aktivteil eines Leistungstransformators liegt zwischen der Primär- und der Sekundärwicklung. Zur Messung dieser Isolierung wird der Ausgang des Prüfgeräts an die Oberspannungswicklung und der Eingang an die Unterspannungswicklung angeschlossen. Nicht gewünschte kapazitive oder resistive Ströme werden durch die Schutzverbindung am Tank umgangen.

Der Leistungsfaktor/Verlustfaktor dieser Isolierung wird über einen breiten Frequenzbereich gemessen. Der resultierende Kurvenverlauf bietet Informationen über den Isolationszustand.

Über die niedrigen Frequenzen wird der Feuchtigkeitsgehalt im Feststoffanteil der Isolierung identifiziert, während die Steigung im mittleren Frequenzbereich die Leitfähigkeit der flüssigen Isolierung angibt. Der Kurvenverlauf wird automatisch mit Modellkurven verglichen.

Basierend auf diesem Abgleich erfolgt dann die Berechnung des Feuchtigkeitsgehalts in der Zellulose-Isolierung.



DIRANA bestimmt den Feuchtigkeitsgehalt von Leistungstransformatoren mit Öl-Papier-Isolierung und bewertet den Zustand von Durchführungen mit der dielektrischen Antwortmessung.

Wissenswertes ...

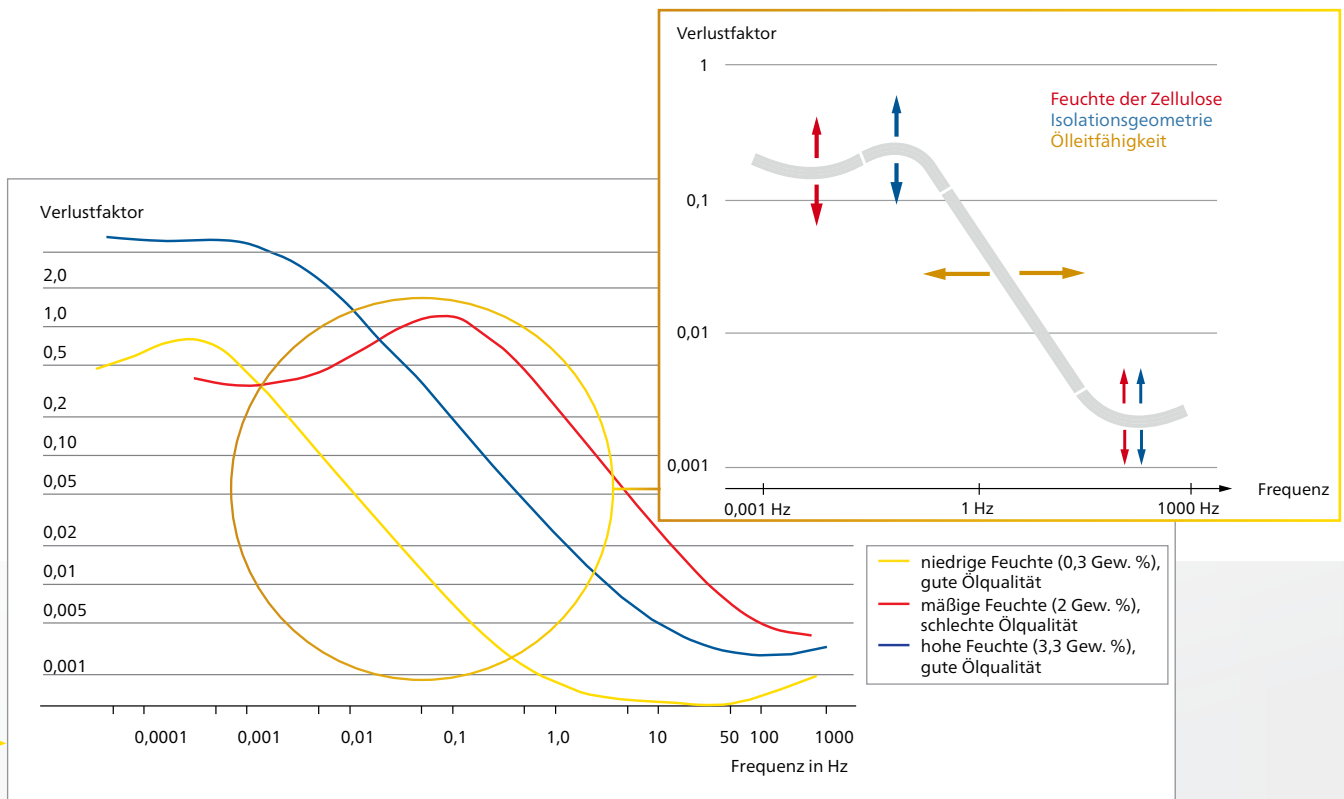
Dieses Verfahren wird wissenschaftlich von CIGRÉ anerkannt. Kein anderes nicht-invasives Messverfahren bietet die Möglichkeit, den Feuchtegehalt in Transformatoren mit vergleichbar hoher Präzision zu bestimmen.

Der Feuchtigkeitsgehalt wird unmittelbar in der Zellulose bestimmt und nicht von der Feuchtigkeit im Öl abgeleitet. Aus diesem Grund kann das Verfahren bei allen Temperaturen angewendet werden. Es muss nicht gewartet werden, bis sich ein Gleichgewicht der Feuchtigkeit zwischen Papier und Öl einstellt.

Die Beurteilung erfolgt gemäß IEC 60422, die Kategorien für den Feuchtigkeitsgehalt enthält.

Warum DIRANA?

- > Zuverlässige Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts von Leistungstransformatoren und ölgetränkten Durchführungen (OIP)
- > Extrem kurze Messzeiten durch eine Kombination von Messverfahren (FDS und PDC+)
- > Breiter Frequenzbereich (10 μ Hz ... 5 kHz)



Der Kurvenverlauf der dielektrischen Eigenschaften erlaubt Rückschlüsse auf unterschiedliche Faktoren, die das Messergebnis beeinflussen.

Durchführungsstromwandler-Analyse

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- ✓ Durchführungs-Stromwandler
- Leitungen
- Stufenschalter
- Isolation
- Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Durchführungsstromwandler (CTs) werden von Herstellern von Leistungstransformatoren während der abschließenden Abnahmeprüfungen geprüft und von Anlagenbetreibern während der Inbetriebnahme. Die Prüfungen kontrollieren, ob die CTs korrekte Signale an die Schutzanlage der Anlage senden.

Falsche Signale führen zu einer Fehlfunktion der Schutzanlage, was die angeschlossenen Betriebsmittel beschädigen kann. Geprüfte Parameter sind die CT-Genauigkeit, einschließlich des CT-Übertragungsfehlers und der Phasenverschiebung, der Genauigkeit bei unterschiedlichen Bürden, des CT-Wicklungswiderstands, des CT-Erregungsverhaltens, des Grenzgenauigkeitsfaktors und des Überstromfaktors.

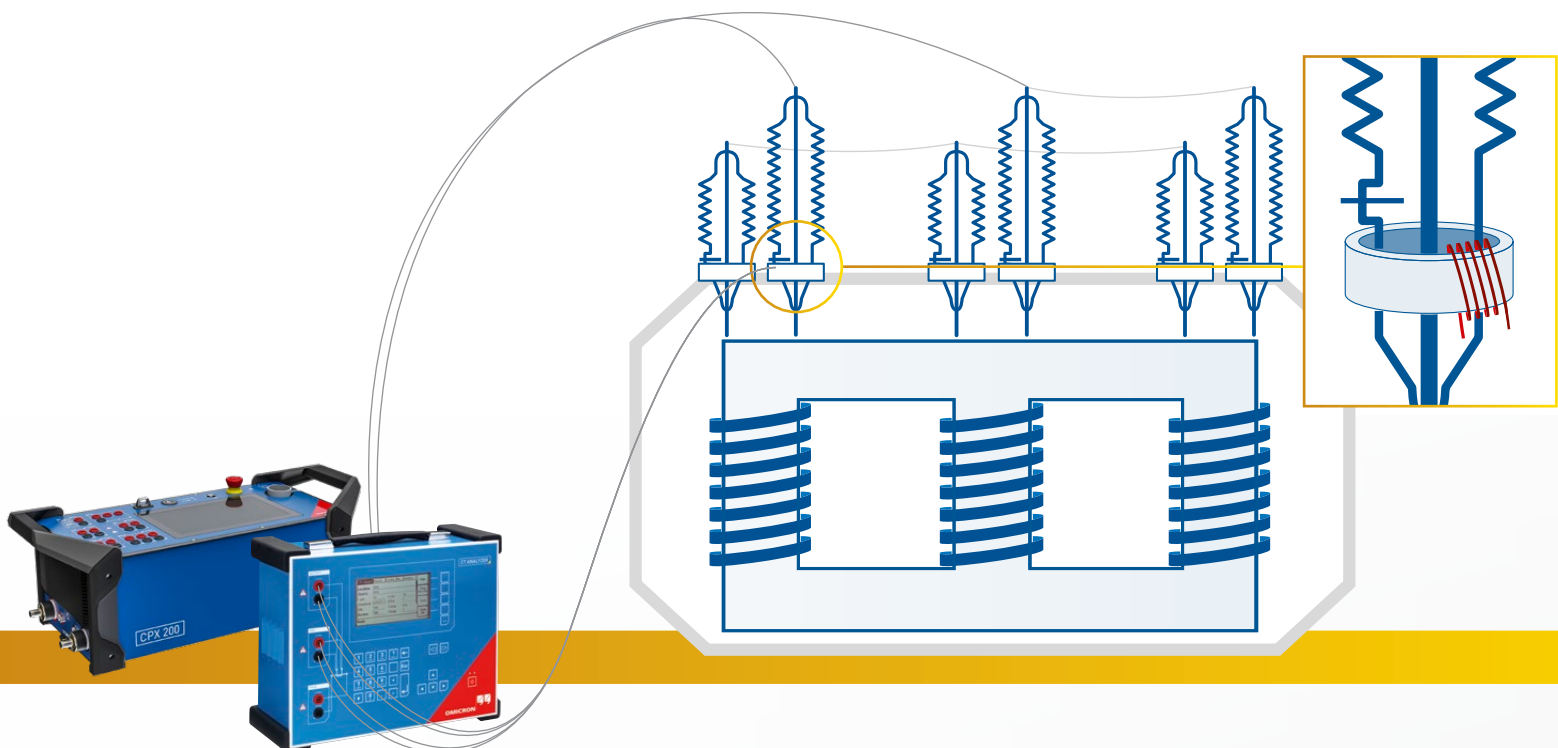
Alle Prüfungen werden in Übereinstimmung mit den folgenden Normen durchgeführt: IEC 60044-6, IEC 60044-1, IEC 61869-2, IEEE C57.13

Funktionsweise

Jede Phase wird getrennt geprüft. Die anderen Phasen müssen gebrückt werden. Über die sekundäre Seite wird Spannung angelegt. Dies erzeugt die magnetische Kraft und die magnetische Flussdichte im CT-Kern. Der Übertragungsfehler wird mit der Bürde und den Daten des CT-Modells (äquivalentes Schaltbild) berechnet, dessen Parameter festgelegt werden.

Es werden keine Hochstrom-Quellen benötigt und die Prüfung muss nur einmal durchgeführt werden, auch wenn der CT zu einem späteren Zeitpunkt mit weiteren Bürden und Primärströmen bewertet werden muss.

Alle relevanten CT-Parameter werden unter Berücksichtigung der Bürde und des Erregungsverhaltens des CT genau gemessen.



CT Analyzer führt Diagnoseprüfungen an Durchführungsstromwandlern durch.

Wissenswertes ...

Die Perioden und Werte für Diagnoseprüfungen an Durchführungsstromwandlern (CTs) werden in den betreffenden Normen und in den Inbetriebnahmeanleitungen von CT-Betreibern festgelegt.

Der CT-Fehler wird für verschiedene Anschlussverfahren der Wicklungen eines Transformators bestimmt. Mit einer Polaritätsprüfung wird die korrekte Polarität des CT und der CT-Wicklung geprüft. Die Magnetisierungskurve wird gemessen und die Kniepunkte werden berechnet. Der Restmagnetismus wird berechnet und die CTs werden entmagnetisiert, um eine Fehlfunktion des Schutzrelais zu vermeiden.

Je höher die Impedanz der Bürde, desto geringer ist der Grad bis zur Sättigung. Die Sättigung des Kerns ist erreicht, wenn die Magnetisierung nicht weiter ansteigt, während die externe magnetische Feldstärke weiter erhöht wird. Das Ergebnis ist eine massive Abnahme des Wirkungsgrads und der Leistungsfähigkeit des CT.

Bei der Messung des Verhältnisses der CTs an der Durchführung der Klemmen der Transformator-Wicklung wird aufgrund der Impedanz der Transformator-Wicklung die Spannungsüberlagerung und nicht die Stromüberlagerung eingesetzt. Für dieses Verfahren wird eine Prüfspannung an der sekundären Seite des CT angelegt und an den Durchführungsklemmen der Transformator-Wicklungen wird die Spannung gemessen. Diese Prüfung kann mit CPC 100 durchgeführt werden, um das Verhältnis, die Polarität und die Schutzklasse des CT zu prüfen.

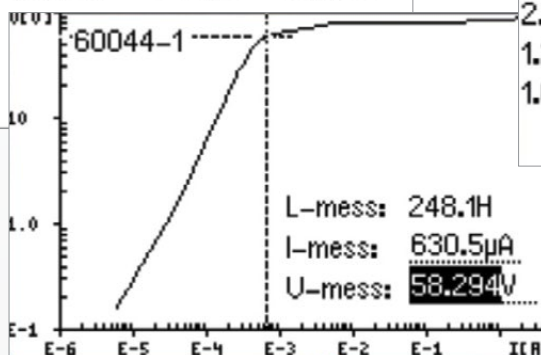
Warum CT Analyzer?

- > Automatische Entmagnetisierung von CTs schützt gegen Fehlfunktion der Schutzanlage
- > Automatische Erstellung eines Prüfberichts in Übereinstimmung mit den Normen
- > Die sekundäre Spannungsüberlagerung ist das einzige Verfahren, mit dem bereits an Leistungstransformatoren angeschlossene Durchführungsstromwandler geprüft werden können
- > Sehr hohe Genauigkeit (typisch 0,02 %) bis zur Genauigkeitsklasse 0.1
- > Kompaktes und leichtes Design (< 8 kg)

Warum CPX 200?

- > Verhältniskompensation für Durchführungsstromwandler in Delta-Wicklungen
- > 4-Draht-Messung für präzise Auslesung gemäß Normvorgaben

CT-Objekt	Widerstand	Magnetis...	Ratio
Sek. Wicklung:			
I-DC:	0.962A	U-DC:	8.516V
R-Mess:	8.852Ω	R-Ref:	10.56Ω
T-Mess:	25.0°C	T-Ref:	75.0°C



CT-Objekt	Widerstand	Magnetisie...	Ratio
Bemessungs Bürde	Strommessabweichung in % bei % Bemessungsstrom		
VA/Cosφ	100%	120%	
2.50/1.000	-0.009	-0.008	
1.25/1.000	-0.008	-0.007	
1.00/1.000	-0.007	-0.007	

Widersta...	Magnetis...	Ratio	Bewertung
Norm:	60044-1	Klasse:	0.1
Parameter	Auto	Manuell	
Klasse	OK	?
ε	OK	?
Δφ	OK	?
FS	OK	?

Unterschiedliche Prüfkarten unterstützen Sie bei der Prüfung und Beurteilung der betreffenden CT-Parameter, z. B. Verhältnis, Widerstand und Schutzklasse.

Teilentladungsanalyse

Was kann geprüft werden?

- ✓ Durchführungen
- CTs
- Leitungen
- Stufenschalter
- ✓ Isolation
- ✓ Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Teilentladungen (TE) können das Isolationsmaterial in Durchführungen und Wicklungen von Leistungstransformatoren schädigen. Dies wiederum kann zu Ausfällen und kostspieligen Stillsetzungen führen.

TE wird in Durchführungen und Wicklungen von Leistungstransformatoren beobachtet, wenn das Isolationsmaterial zwischen unterschiedlichen Spannungspotentialen altert, verschmutzt oder fehlerhaft ist.

Die TE-Messung ist ein zuverlässiges und zerstörungsfreies Verfahren, das zur Diagnose des Isolationszustands eines Leistungstransformators eingesetzt wird. Sie wird während der Werkabnahme, bei der Inbetriebnahme vor Ort und während routinemäßigen Wartungsprüfungen durchgeführt, um kritische Fehler zu erfassen und Risiken zu bewerten.

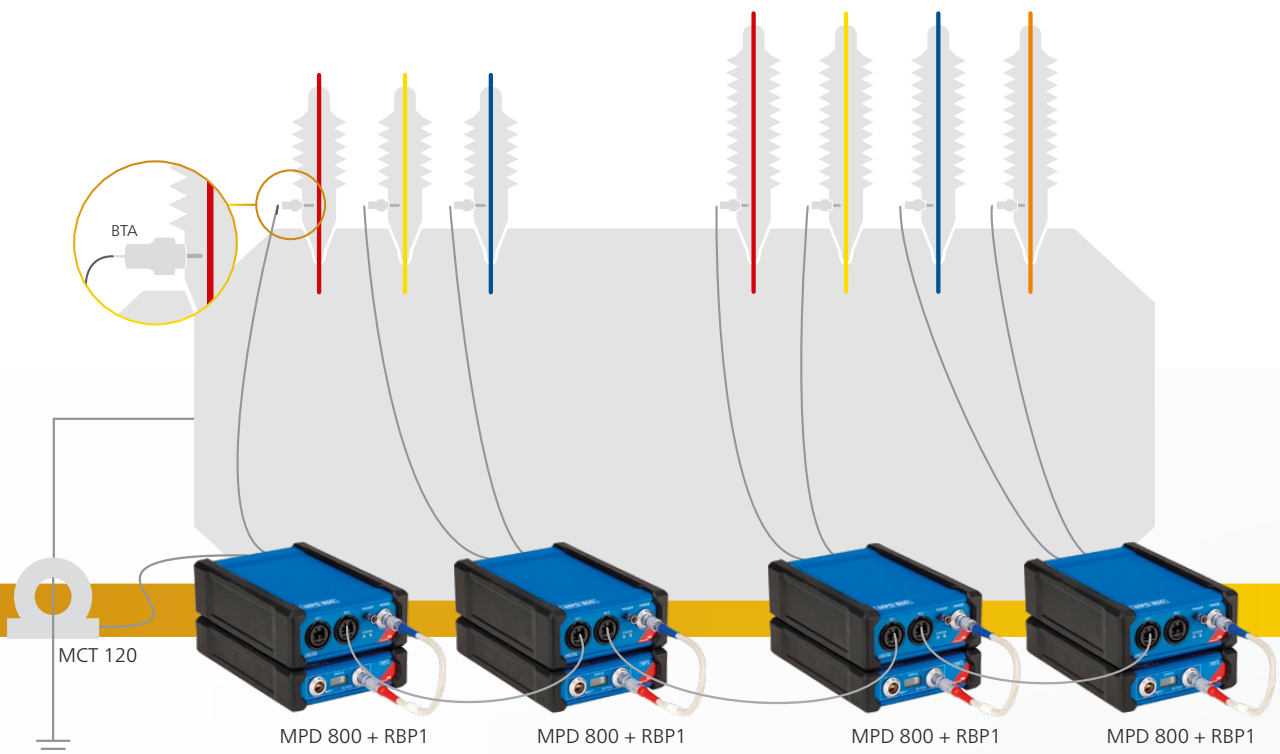
Funktionsweise

Bei der Messung und Analyse der TE-Aktivität in Leistungstransformatoren werden die spezifischen Prüfungen und Prüfverfahren durch die Art des Transformators und die Norm, nach der die Messungen durchgeführt werden, bestimmt.

Je nach Art der eingesetzten Durchführungen wird die TE-Analyseanlage entweder an die kapazitive Anzapfung der Durchführungen oder an einen externen Koppelkondensator angeschlossen. Auf diese Weise sind elektrische TE-Messungen am Transformator möglich.

Teilentladungen werden entweder in μV (gemäß IEEE-Normen) oder in pC (gemäß Norm IEC 60270) gemessen.

Moderne Störungsunterdrückungsverfahren in störungsbehafteten Umgebungen beschränken die Erfassung irrelevanter Daten auf ein Minimum.



Wissenswertes ...

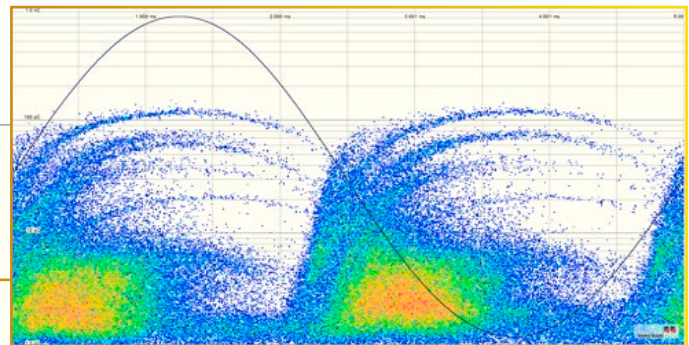
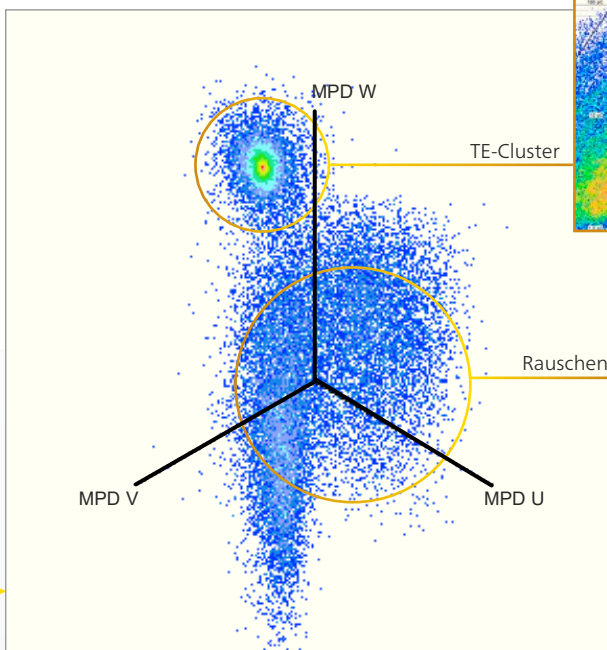
Teilentladungen können auch direkt im Tank von Transformatoren mit flüssiger Isolierung mit Ultrahochfrequenz-(UHF)-Sensoren gemessen werden. UHF-TE-Messungen können als effektives Gating-Verfahren zur Überprüfung von Ergebnissen eingesetzt werden: TE-Impulse aus einer elektrischen Messung an den Durchführungen werden nur angenommen, wenn auch ein UHF-Impuls aus dem Transformatortank vorliegt.

Sobald eine TE-Aktivität erfasst wurde, können akustische TE-Messungen durchgeführt werden, um die Fehler des Transformators genau zu lokalisieren.

Für ein kontinuierliches Risikomanagement kann ein Online-Überwachungssystem für die dielektrischen Eigenschaften installiert werden, mit dem der Isolationszustand der Durchführungen und Transformatoren kontinuierlich ausgewertet wird.

Warum MPD 800?

- > IEC-konforme TE-Messungen an Leistungstransformatoren
- > Galvanische Trennung über Glasfaserkabel garantiert sicheren Betrieb
- > Synchrone mehrkanalige TE-Messung und Gating-Funktionen
- > Aufzeichnung und Wiedergabe von TE-Datasets für die spätere Analyse
- > Gleichzeitige TE-Messungen (Q_{IEC}) und Funkstörspannungs(RIV)-Messungen für effiziente Werksabnahmeprüfungen
- > Leistungsstarke Verfahren zur Rauschunterdrückung und zur Separierung von Quellen für eine zuverlässige TE-Analyse
- > Anpassbare Software ermöglicht Benutzer:innen, nur die TE-Analysetools auszuwählen, die sie benötigen



Das erfasste TE-Cluster kann im Detail durch das PRPD-Histogramm visualisiert werden.

Ein 3PARD (3-Phase Amplitude Relation Diagram) trennt die TE-Quellen vom Rauschen

Teilentladungslokalisierung

Was kann geprüft werden?

- Durchführungen
- CTs
- Leitungen
- Stufenschalter
- ✓ Isolation
- ✓ Wicklungen
- Kern

Gründe für eine Messung

Teilentladung (TE) kann irreversible Schäden an der Isolierung von Leistungstransformatoren verursachen und zwar lange, bevor die Isolierung tatsächlich ausfällt. Auch nach der Erkennung und Analyse ist es wichtig, genau zu wissen, wo sich die Isolationsmängel im Transformator befinden.

Durch akustische TE-Messungen können Schwachstellen oder Fehler in der Isolierung genau lokalisiert werden. Nach der genauen Lokalisierung des Fehlers können Abhilfemaßnahmen effizient geplant und ausgeführt werden, um Ausfälle zu vermeiden.

Akustische TE-Messungen werden durchgeführt, nachdem Teilentladungen während der Werkabnahmeprüfungen erfasst wurden. Sie sind fester Bestandteil der Diagnosemessungen vor Ort während der Lebensdauer von Leistungstransformatoren.

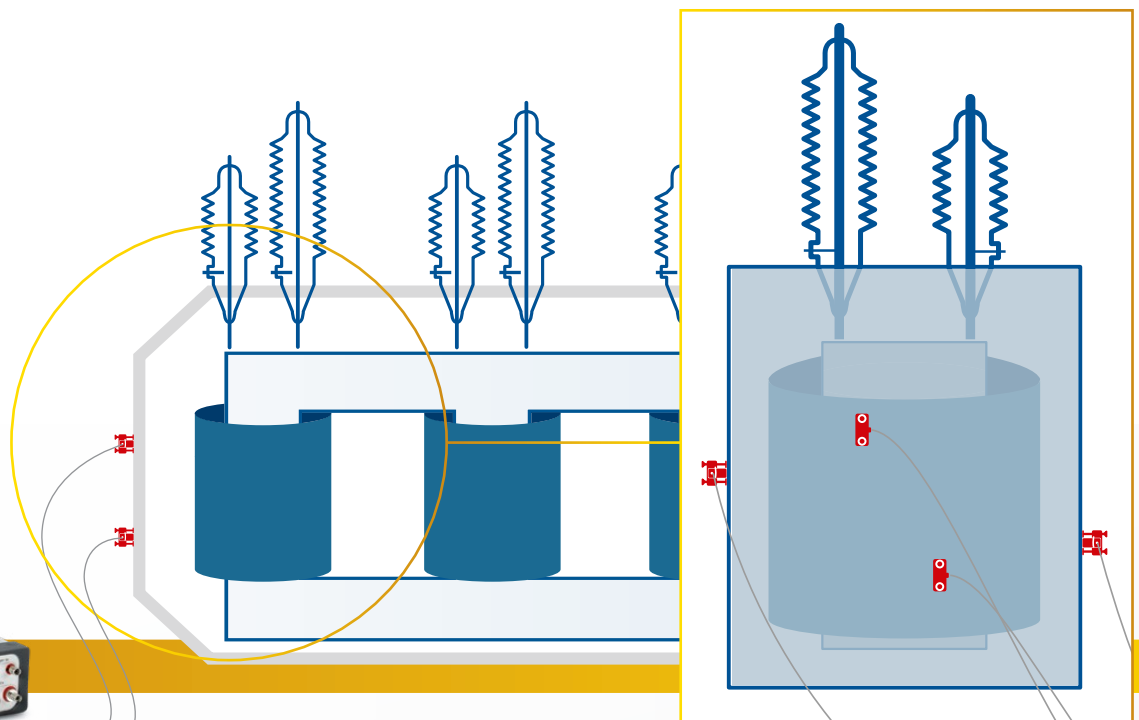
Funktionsweise

Mehrfache akustische Sensoren werden magnetisch an der Oberfläche eines Leistungstransformator-Tanks angebracht. Jeder Sensor misst die akustische Signalausbreitung von der TE-Quelle zur Tankwand. Aus der zeitlichen Differenz, der Sensorposition und der Ausbreitungsgeschwindigkeit wird anschließend der Fehlerort berechnet.

Die durch diese Sensoren gesammelten Daten werden gleichzeitig verglichen, um den Fehlerort genau identifizieren zu können.

Die Norm IEEE C57.127-2007 beschreibt den typischen Arbeitsablauf einer akustischen Messung.

PDL 650-Prüfaufbau an einem Leistungstransformator mit vier akustischen Sensoren.



Mehrfache akustische Sensoren entlang der Transformatorwand helfen bei der Lokalisierung des Fehlers.

Wissenswertes ...

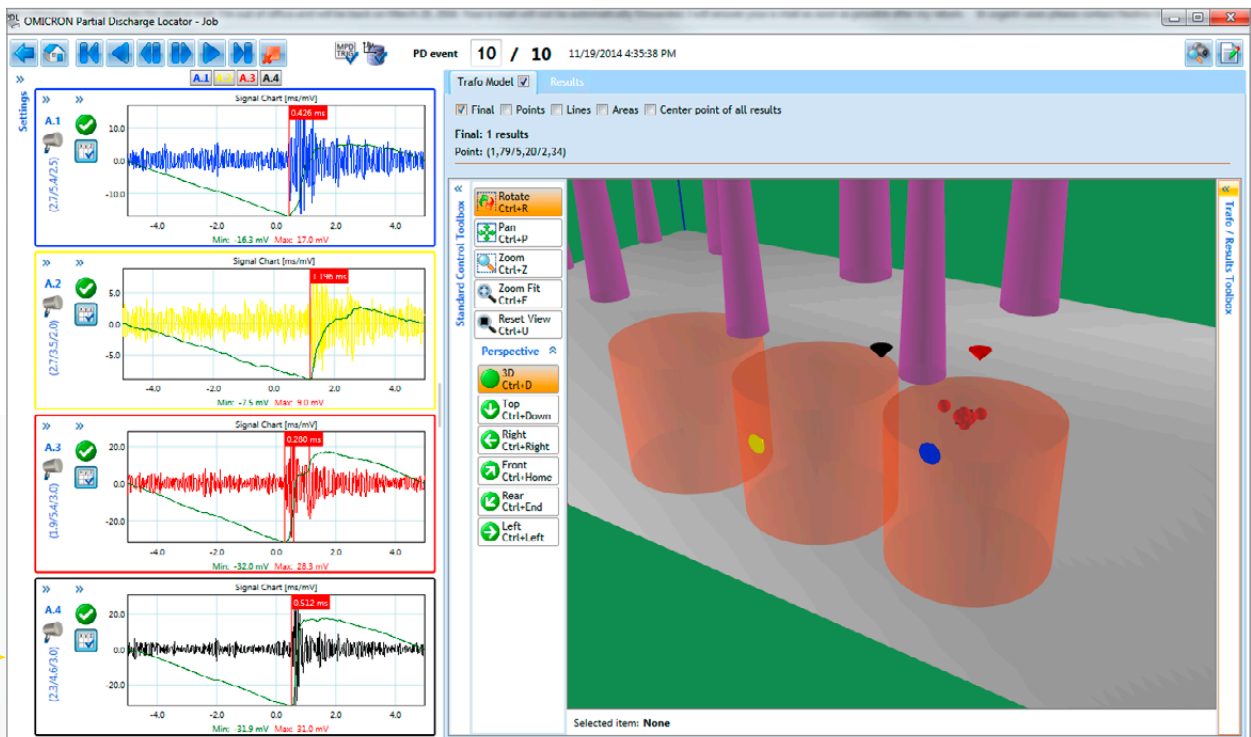
Die Analyse gelöster Gase (DGA) lässt Rückschlüsse auf Teilentladung zu, kann sie aber nicht in den Leistungstransformatoren lokalisieren. Aus diesem Grund werden akustische TE-Messungen durchgeführt, wenn die DGA-Ergebnisse Teilentladungen nachweisen.

Die Kombination elektrischer und Ultrahochfrequenz-(UHF)-TE-Messungen kann zur Auslösung einer akustischen TE-Messung eingesetzt werden. Dieses Verfahren stellt eine optimale TE-Lokalisierung in Umgebungen mit hohen Störungen sicher.

Akustische TE-Messungen werden durchgeführt, wenn die Leistungstransformatoren eingeschaltet sind. So muss die Anlage nicht abgeschaltet werden, um den Transformator zu warten.

Warum PDL 650?

- > Modulares, leichtes Design für einen einfachen Transport und eine einfache Einrichtung vor Ort
- > Sicher vor Hochspannung durch galvanische Trennung des Benutzers
- > 3D-Darstellung ermöglicht Nutzern eine eindeutige Lokalisierung von Fehlern im Transformator
- > Elektrischer Trigger in Kombination mit MPD 600 und UHF-Sensoren stellt eine optimale TE-Lokalisierung in Umgebungen mit Rauschen sicher



Das 3D-Modell des Transformators offenbart die exakte Lage von TEs.

Online-Teilentladungsmessung & temporäres Monitoring

Was kann geprüft werden?

- ✓ Durchführungen
 - CTs
 - Leitungen
 - Stufenschalter
- ✓ Isolation
- ✓ Wicklungen
 - Kern

Gründe für eine Messung

Teilentladungen (TE) können das Isolationsmaterial in Durchführungen und Wicklungen von Leistungstransformatoren schädigen. Dies wiederum kann zu einem Durchbruch der Isolierung und kostspieligen Stillsetzungen führen. TE wird in Durchführungen und Wicklungen von Leistungstransformatoren beobachtet, wenn das Isolationsmaterial zwischen unterschiedlichen Spannungspotentialen altert, verschmutzt oder fehlerhaft ist.

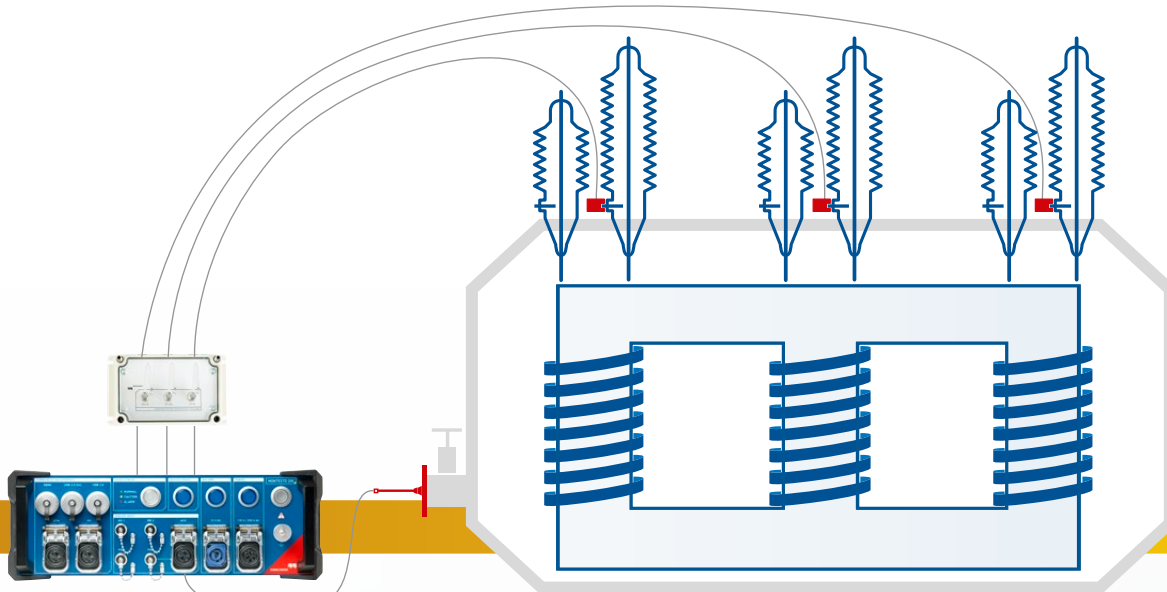
Eine Online-Teilentladungsmessung bewertet die Teilentladungsaktivität und bietet einen Schnappschuss des Isolationszustands, wenn der Leistungstransformator in Betrieb ist. Das temporäre Online-TE-Monitoring gibt Aufschluss über Veränderungen in der Teilentladungsaktivität über festgelegte Zeiträume während der Nutzungsdauer des Leistungstransformators.

Die während der Online-TE-Messung und des Online-TE-Monitorings gesammelten Daten helfen Technikern, zu bestimmen, wann die Ausrüstung durch einen Ausfall gefährdet ist. Diese wichtigen zustandsabhängigen Informationen unterstützen Sie bei der Optimierung Ihrer Instandhaltungsmaßnahmen, der Betriebsmittelverwaltung und der Planung von Investitionen.

Funktionsweise

Das Online-System für TE-Messungen und temporäres TE-Monitoring kann einfach über einen Anschlusskasten an dauerhaft installierte TE-Sensoren an den Durchführungsmessanschlüssen angeschlossen werden. Auf diese Weise ist eine sichere und praktische Plug-and-Play-Einrichtung möglich, wenn Leistungstransformatoren online sind. Der:die Bediener:in kann die Teilentladungsmessung bei Bedarf durchführen, auch unter normalen Betriebsbedingungen, ohne den Transformator abzuschalten.

TE-Aktivität wird synchron an allen drei Phasen an den Durchführungsmessanschlüssen und im Transformator tank im UHF-Bereich gemessen. Fortgeschrittene Diagnosewerkzeuge, wie z. B. 3PARAD (Drei-Phasen-Amplituden-Relations-Diagramm), werden eingesetzt, um Rauschen und mehrfache TE-Quellen für eine zuverlässige Auswertung zu trennen.



Das Teilentladungsmessungs- und temporäre Monitoring-System MONTESTO 200 kann über eine Anschlussbox einfach an permanent installierten Durchführungsmesssensoren angeschlossen werden. Auf diese Weise ist eine sichere und praktische Plug-and-Play-Einrichtung möglich, wenn Leistungstransformatoren online sind.

Wissenswertes

Eine kontinuierliche TE-Aktivität an den Durchführungen und Wicklungen wird am besten durch die Überwachung der Teilentladung an den Durchführungsmessanschlüssen und im UHF-Bereich bestätigt.

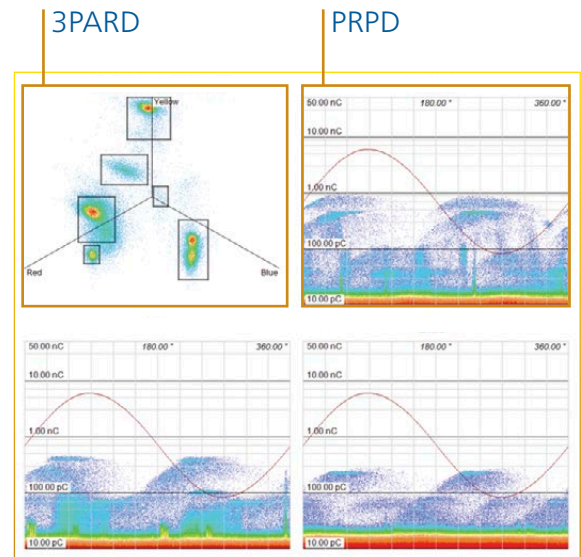
Regelmäßige Ölproben und eine Analyse gelöster Gase im Labor (DGA) können herangezogen werden, um dielektrische Trendverläufe durch die Erfassung von Nebenprodukten der Zersetzung der Isolierung im Transformatoröl zu bestätigen.

Akustische TE-Messungen können zur präzisen und zuverlässigen Lokalisierung von Isolationsdefekten in Transformator-Wicklungen herangezogen werden, nachdem eine Teilentladung erfasst wurde.

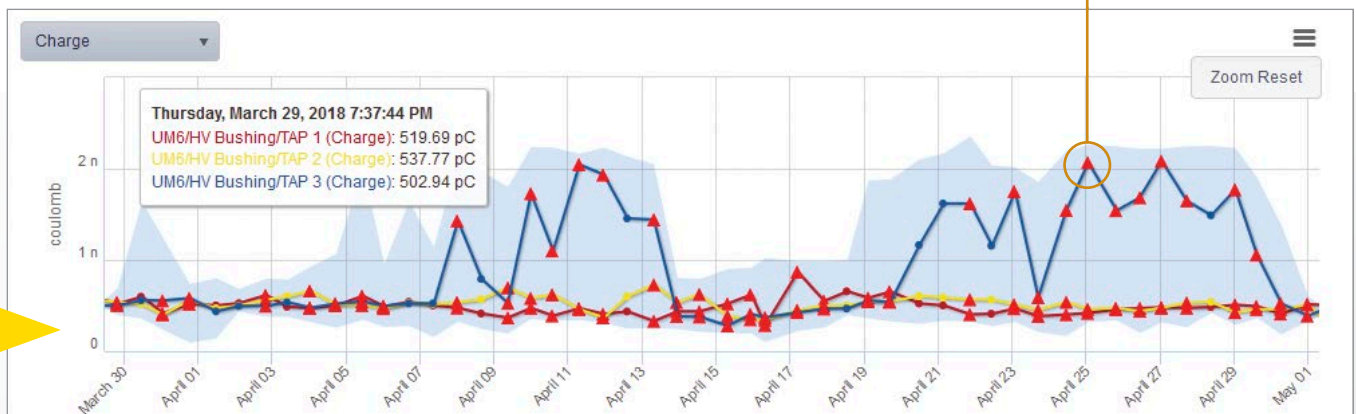
Warum MONTESTO 200?

- > Zwei-in-Eins-Lösung für die Online-Teilentladungsmessung und temporäres Monitoring
- > Kompakt und leicht für einen einfachen Transport
- > Für den Innen- und Außenbereich konzipiert
- > Integrierter Computer für die kontinuierliche langfristige Datenerfassung und -archivierung
- > Web Interface für praktischen Fernzugriff auf die Daten
- > Automatisierte Software-Funktionen für einfache TE-Datenanalyse und -Reports

Event Log - TRAFU UM6		
Confirm All		
Start Date ▼	End Date	Level ▼
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Critical
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Warning
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Warning



Das Ereignisprotokoll zeigt, welche TE-Ereignisse eine Warnung (gelb) oder einen Alarm (rot) ausgelöst haben.



TE-Trenddiagramme für die einzelnen Phasen oder Kanäle. Durch Scrollen über Punkte werden TE-Werte angezeigt. Benutzer:innen können den Zoom verwenden, um weitere Details zu sehen.

Wir schaffen Nutzen für unsere Kund:innen durch ...

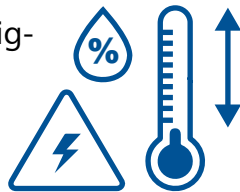
Qualität

Vertrauen Sie höchsten Arbeitsschutz- und Sicherheitsstandards



Maximale Zuverlässigkeit durch bis zu

72



Stunden Burn-in-Tests vor Auslieferung

100%

Routineprüfungen aller Prüfgerätekompontenten



ISO 9001
TÜV & EMAS
ISO 14001
OHSAS 18001



Einhaltung internationaler Normen

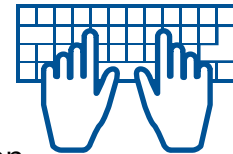
Innovation



... ein auf die Bedürfnisse unserer Kund:innen abgestimmtes Produktportfolio

Mehr als

200



Entwickler:innen halten unsere Lösungen up-to-date

Mehr als

15%



unseres Jahresumsatzes investieren wir in Forschung und Entwicklung

Bis zu

80%

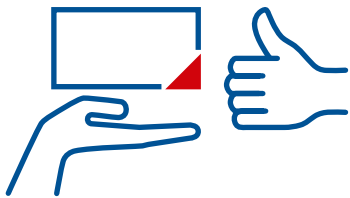


Zeitersparnis durch Prüfvorlagen und Automatisierung

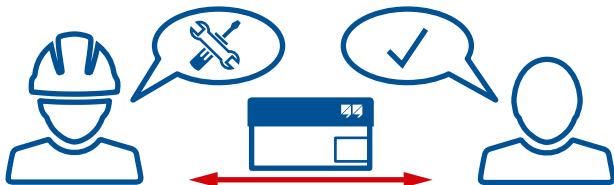
— Support —

24/7

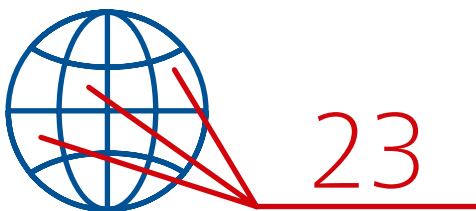
Professioneller technischer Support rund um die Uhr



Leihgeräte helfen, Ausfallzeiten zu reduzieren



Kostengünstige und unkomplizierte Reparatur und Kalibrierung



Niederlassungen weltweit für Kontakt und Unterstützung vor Ort

— Wissen —

Mehr als

300

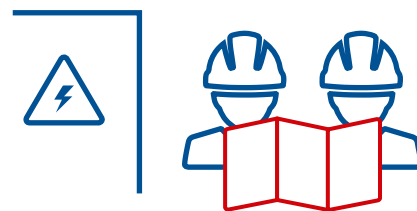


Academy-Trainings und zahlreiche Praxis-Schulungen pro Jahr

Von OMICRON ausgerichtete Tagungen, Seminare und Konferenzen



auf tausende Fachbeiträge und Application Notes



Umfassende Kompetenz in der Beratung, Prüfung und Diagnostik

OMICRON ist ein internationales Unternehmen, das mit Leidenschaft an wegweisenden Ideen arbeitet, um Energiesysteme sicherer und zuverlässiger zu machen. Mit unseren neuartigen Lösungen stellen wir uns den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen unserer Branche. Wir zeigen vollen Einsatz bei der Unterstützung unserer Kund:innen: Wir gehen auf ihre Bedürfnisse ein, bieten ihnen hervorragenden Vor-Ort-Support und teilen unsere Expertise und unsere Erfahrungen mit ihnen.

In der OMICRON-Gruppe entwickeln wir innovative Technologien für alle Bereiche elektrischer Energiesysteme. Kund:innen rund um die Welt verlassen sich auf die Genauigkeit, Geschwindigkeit und Qualität unserer zuverlässigen, bedienfreundlichen Lösungen für die elektrische Prüfung von Mittel- und Hochspannungsausrüstung, Schutzsystemen, digitalen Schaltanlagen und Cyber Security.

Wir sind seit 1984 in der elektrischen Energietechnik tätig und verfügen über fundierte, langjährige Erfahrung in der Branche. Ein engagiertes Team aus über 1 300 Mitarbeiter:innen an 23 Standorten unterstützt unsere Kund:innen in mehr als 170 Ländern. Unser technischer Support kümmert sich 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche um Sie.



Emotions are energy. Our energy moves.

Erfahren Sie mehr über uns! Scannen Sie den QR-Code, um unsere Veranstaltungen, Schulungen und Produkte zu entdecken. Bleiben Sie mit uns verbunden und folgen Sie uns auf Social Media.