




SIEMENS



www.siemens.com/energy

Intelligente Zustandsdiagnose von Transformatoren

Mit SITRAM® DIAG von TLM™ – Transformer Lifecycle Management™

Answers for energy.

SIEMENS
siemens-russia.com

SITRAM® DIAG dient der Vermeidung von Schäden bei gleichzeitiger Optimierung der Auslastung und Verfügbarkeit. Dabei geht es nicht darum, den ältesten Transformator im Netz zu besitzen, sondern die verfügbaren Nutzungsreserven genau zu kennen und bis zu einer selbstbestimmten Außerbetriebnahme den maximal möglichen Leistungsdurchsatz erzielt zu haben.



Bevor man Zustände verbessert, muss man sie erst einmal kennen

In vielen industrialisierten Ländern fanden die großen Investitionen in die Infrastruktur der Energieerzeugung und -verteilung in den 70er-Jahren statt. Mit einem mittleren Alter der installierten Transformatorflotten von über 30 Jahren überschreitet die Betriebsdauer vieler Geräte bereits die ursprünglich geplante Lebensdauer. Ausfälle und Lastverschiebungen bewirken, dass ehemals vorhandene Reservetransformatoren längst im Normalbetrieb eingesetzt werden und die mittlere Belastung der Transformatoren ansteigt.

All das führt dazu, dass früher vorhandene Redundanzen nun fehlen und das Betriebsrisiko steigt. Die möglichen wirtschaftlichen Folgen können dramatisch sein.

Um ungeplante Stillstände und deren Folgen zu vermeiden, müssen die Betriebszustände der installierten Transformatoren mit zunehmendem Alter in kürzeren Zeitabständen und mit angemessenem wirtschaftlichem Aufwand erfasst werden. Dabei geht es nicht alleine um die korrekte Messung, sondern auch um die Bewertung der Einzeldaten, deren Korrelation untereinander, die Analyse von Trends sowie eine aussagekräftige Dokumentation.

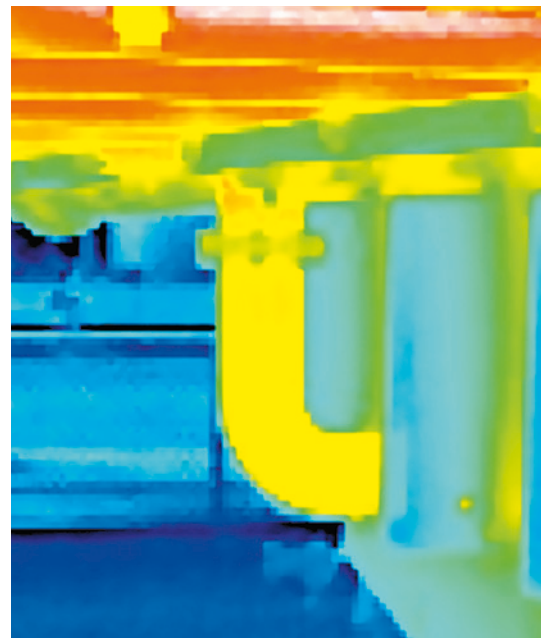
Für die Zustandserfassung eines Transformators ist ein umfassendes Verständnis der während des Betriebs ablaufenden elektrischen, physikalischen und chemischen Prozesse unumgänglich. Zur Bewertung von vor Ort gemessenen elektrischen Parametern gibt es nahezu keine verbindlichen Standards. Aufbauend auf Expertenwissen und unserer über einhundertjährigen Erfahrung im Bau von Transformatoren haben wir bei Siemens ein modulares Diagnoseprogramm für Leistungstransformatoren geschaffen – SITRAM® DIAG.

SITRAM® DIAG umfasst drei Analysestufen und viele Zusatzpakete zur Selektierung und zunehmend detaillierten Untersuchung auffälliger Transformatoren:

- **Level 1:** Basispaket ohne Betriebsunterbrechung
- **Level 2:** elektrische Messungen mit Außerbetriebnahme für einen kurzen Zeitraum
- **Level 3:** mobiles Prüffeld, Leistungsmessungen, Hochspannungsprüfungen, Teilentladungsmessungen

SITRAM® DIAG sichert die Verfügbarkeit von Transformatoren – und damit die Versorgung kompletter Infrastrukturen.

Basis einer Level-1-Untersuchung ist eine umfassende Öldiagnostik, ergänzt durch Zusatzmodule (z. B. Thermographie), an Transformatoren im Betrieb.



Untersuchungen während des laufenden Betriebs



SITRAM® DIAG Level 1

Der wirtschaftliche Einsatz von Instandhaltungsbudgets erfordert es, die vorhandene Transformatorenflotte mit angemessenem Aufwand zu selektieren und aufwendigere Untersuchungen auf auffällige Transformatoren und solche mit besonderer Wichtigkeit zu beschränken. Das Level-1-Modul wurde für in Betrieb befindliche Transformatoren zusammengestellt. Im Mittelpunkt steht dabei die Analyse der Isolierflüssigkeit. Dieses effiziente und seit Jahrzehnten bewährte Werkzeug erlaubt es uns, fundierte Aussagen über den „Gesundheitszustand“ Ihrer Transformatoren zu machen.

Die Bewertung der Analyseergebnisse orientiert sich sowohl an gängigen Normen und Standards als auch an den Erfahrungswerten unserer Experten und der Auswertung eines einzigartigen Datenbestandes. Idealerweise wird unmittelbar bei der Probennahme die relative Ölfeuchte (Zusatzmodul zu SITRAM® DIAG Level 1) ermittelt. Mithilfe dieses Wertes lässt sich die relative Papierfeuchte bestimmen – unter Berücksichtigung weiterer Parameter sowie ausgereifter Modelle kann eine zuverlässige Aussage zur Betriebssicherheit getroffen werden.

Basismodul:

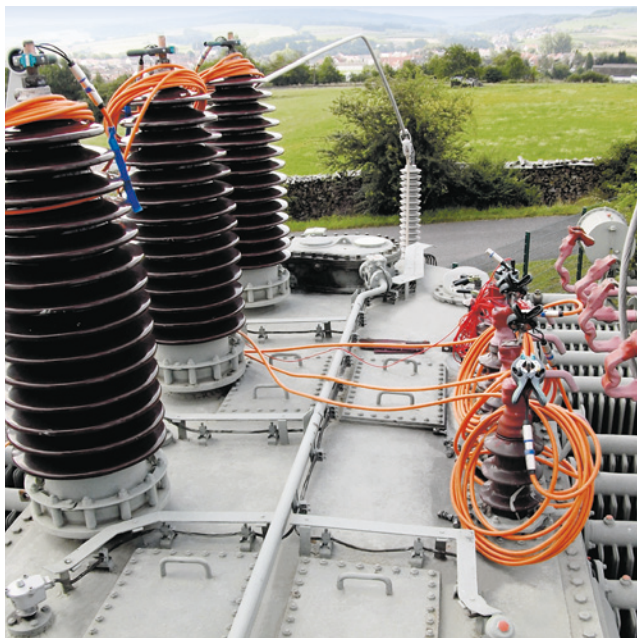
- Isolierflüssigkeitsanalytik (chemisch-physikalisch, DGA, Furane, korrosiver Schwefel u. a.)

Optionale Zusatzmodule:

- Bestimmung der relativen Ölfeuchte
- Thermographie
- Teilentladungsmessung und -Ortung
- Geräuschmessung (Vibrationsmessung)

SITRAM® DIAG ist Teil der SITRAM®-Familie. Darunter verstehen wir modulare Lösungen, mit denen sich Verfügbarkeit und Lebensdauer Ihrer Transformatoren auf hohem Niveau erhalten lassen. Gemeinsam definieren wir die passenden Lösungen für Ihre Anforderungen.

Nachdem der Transformator vom Netz getrennt wurde, können Auffälligkeiten detailliert untersucht werden.



Individuelle Transformatoranalyse

SITRAM® DIAG Level 2

Level 2 beinhaltet elektrische Messungen an ausgeschalteten und vom Netz getrennten Transformatoren. An besonders wichtigen Transformatoren sowie solchen, die bei Anwendung von Level 1 selektiert wurden, können die Auffälligkeiten mit geeigneten elektrischen Messungen verifiziert werden. Veränderungen der im Werksprüfprotokoll ermittelten Parameter werden dabei festgestellt und bewertet.

Zusätzlich liefern neue Methoden sowohl Zustandsaussagen als auch Parametersätze, die zukünftigen (vergleichenden) Messungen zugrunde gelegt werden. Häufig resultieren Trafoschäden aus dem Versagen eingebauter Komponenten. Deshalb werden wichtige Komponenten wie z. B. Durchführungen und Laststufenschalter bei der Trafoprüfung ebenfalls berücksichtigt. Das Modul steht aber auch zur separaten Prüfung von Komponenten, z. B. nach einem Austausch, zur Verfügung.

Grundsätzliche Bestandteile von SITRAM® DIAG Level 2:

- Übersetzung und Phasenwinkel
- Wicklungswiderstände
- C-tan delta (Wicklungen und Durchführungen)
- Isolationswiderstand und Polarisationsindex (PI)
- Impedanz
- Leerlaufstromaufnahme bei reduzierter Spannung
- Dielektrische Messung (Isolationszustand)
- SFRA (Sweep Frequency Response Analysis)

Optional:

- Durchführungsmessungen
- Überprüfung von Einbauwandlern
- Alle Module von Level 1
- Sondermessungen nach Absprache



Mobiles Prüfen erfordert
ausgereiftes Equipment
und Expertenwissen.

Mobile Hochspannungs- und Leistungsprüfungen vor Ort

SITRAM® DIAG Level 3

Nach Vor-Ort-Reparaturen, umfangreichen Modernisierungen (Komponententausch) und Umsetzungen sind mobile Leistungs- und Hochspannungsprüfungen erforderlich, um den betriebsbereiten Zustand vor dem Einschalten festzustellen.

Aber auch um zu gewährleisten, dass während des Transports und der Installation von wertvollen Neugeräten nicht schon Beschädigungen eingetreten sind, werden vermehrt von Betreibern und Versicherungen erneute Prüfungen vor Ort (SAT – Site Acceptance Tests) verlangt. Unser mobiles HS- und Leistungsprüffeld ist zur Durchführung dieser Tests konfektioniert.

Als Trailer- oder Containerlösung lässt es sich flexibel aufstellen und mit Standardtransportmitteln leicht umsetzen und transportieren.

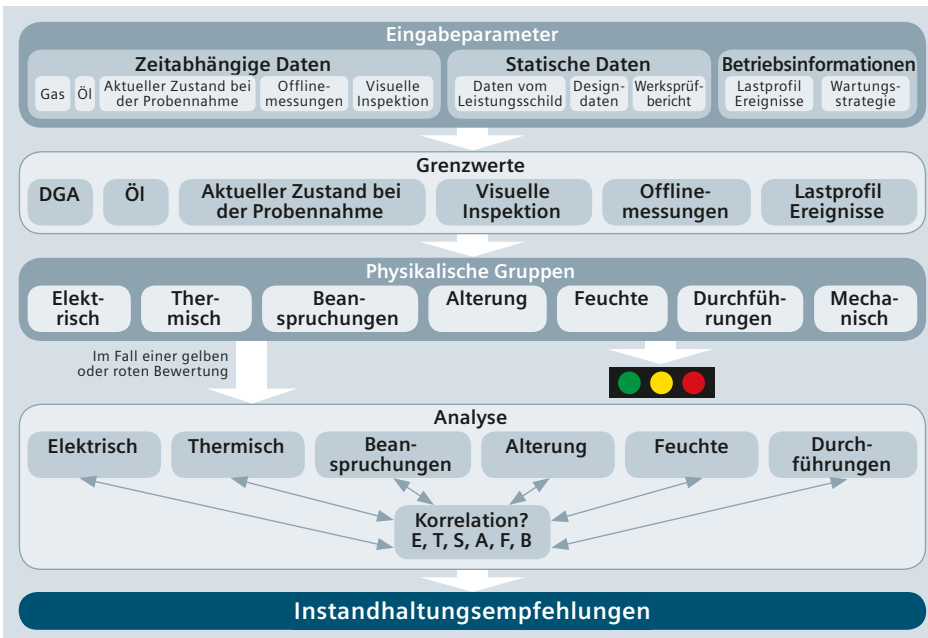
Bei dem Verdacht auf Teilentladungen im Transformator ist eine Überprüfung mit Einspeisung aus einer spannungs- und frequenzvariablen Quelle erforderlich. Die Kompensation von Blindleistung und die Filterung von Störsignalen verlangen eine ausgereifte und komplexe Anlagentechnik einschließlich der nötigen Leistungskomponenten und Messkreise.

Grundsätzliche Bestandteile von SITRAM® DIAG Level 3:

- Leerlaufströme und -verluste (ggf. frequenzabhängig)
- Lastverluste und Impedanz (ggf. frequenzabhängig)
- Angelegte Fremdspannungsprüfung
- Induzierte Spannungsprüfung (variable Frequenz)
- Langzeitprüfungen
- TE-Messung (ggf. frequenzabhängig)

Optional:

- Gleichspannungsprüfungen (Zusatzmodul erforderlich)
- Alle Module von Level 1 und 2



FTNR	Trafo1	Trafo2	Trafo3	Trafo4	Trafo5
gE – Elektrisch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gT – Thermisch	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
gS – Beanspruchung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gA – Alterung	0,0	1,3	0,0	1,3	0,3
gF – Feuchte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt-bewertung	0,0	1,3	0,0	2,1	0,3

Von Hunderten Messwerten zu einer konkreten Empfehlung

SITRAM® DIAG

Hochwertige Messgeräte, sorgfältige Messungen und erfahrene Mitarbeiter, die für jeden Transformator die individuell passenden Messungen aus unserem Portfolio auswählen: nur wenn all dies zusammenkommt, entsteht die Basis für eine zuverlässige Diagnose und Zustandsbewertung.

Die Aufbereitung und Bewertung der umfangreichen Messdaten, aber auch deren Archivierung zusammen mit den Analyseergebnissen sind weitere Prozesse, die im Rahmen einer wirtschaftlichen Trafodiagnose bedacht und berücksichtigt werden müssen.

Analysieren und Bewerten heißt, jeden gemessenen Parameter mit seinem Grenzwert abzugleichen und seine Signifikanz sowie die Korrelation mit anderen Parametern zu bestimmen und so schließlich ein Gesamtbild des Transformatorzustands herauszuarbeiten. Dazu werden mit SITRAM® DIAG die gemessenen Parameter physikalischen Gruppen zugeordnet und unterschiedlich gewichtet.

Mit SITRAM® DIAG:

- Selektieren Sie Ihre Transformatorenflotte.
- Erhalten Sie konkrete Handlungsempfehlungen.
- Nutzen Sie Ihr Instandhaltungsbudget effizient.
- Können Sie Transformatoren ohne erhöhten Lebensdauerverbrauch effizienter auslasten.
- Bestimmen Sie den Zeitpunkt für Wartungsmaßnahmen oder Außerbetriebnahme.
- Steht Ihnen eine strukturierte Vorgehensweise zur Zustandsermittlung Ihrer Transformatoren und zur Archivierung von Messdaten zur Verfügung.

Grundlage dafür sind normative Vorgaben, Erfahrungswerte unserer Experten, die Ergebnisse zahlreicher „Post mortem“-Untersuchungen und gezielt durchgeführte Laborversuche.

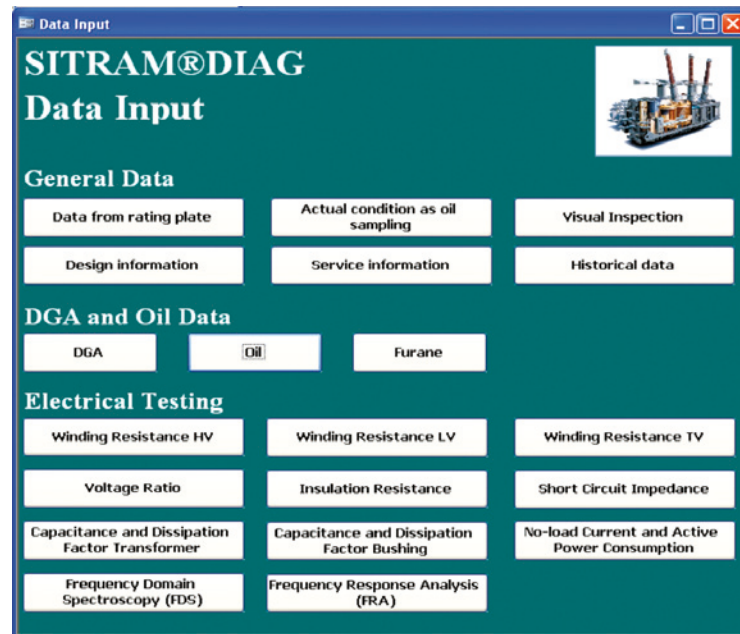
Klarheit auf einen Blick

Eine intuitive Symbolik signalisiert den Zustand jeder physikalischen Gruppe und liefert klare Aktionsvorgaben:

- Grün: normale Wartung
- Gelb: zusätzliche Untersuchungen oder einfache Instandhaltungsmaßnahmen
- Rot: umgehendes Handeln zur Schadensvermeidung notwendig

Physikalische Gruppen/Verdichtung	Grad	Gewichtung
Elektrisch basiert auf Größen, die auf Probleme im elektrischen Isolationssystem hinweisen könnten	0,0	0,0
Thermisch informiert über mögliche thermische Fehler (drastischer Temperaturanstieg in der Isolierung)	2,0	1,7
Beanspruchung beschreibt äußere Einwirkungen durch Umgebungstemperatur, Ladung, Kühlung, Verschmutzung des Öls und das tatsächliche Alter	0,0	0,5
Alterung beinhaltet alterungsempfindliche Größen und Komponenten durch den Zerfall des Öls und der festen Isolierung	1,3	0,0
Feuchte schätzt die Feuchteverteilung in den Windungen, einschließlich relativer Feuchte und Blasenbildung	0,0	0,0
Gesamt	2,1	1,7
Resultat/Empfehlung		
Thermischer Fehler – DGA monatlich, Zuordnung Betrieb ohne Last/mit Last. Wenn mit Last, dann Reduktion. Ölaufbereitung wird empfohlen!		

Das TLM Condition Assessment Tool zeigt Transformatoren mit auffälligen Werten zuverlässig an. Bei drohenden Schäden helfen die Symbolik und die daraus abgeleiteten Vorschläge, rechtzeitig alle erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen.



Die automatisierte Anwendung gleicher Bewertungskriterien garantiert immer den gleichen Bewertungsmaßstab, frei von „Bauchgefühlen“. Im Hintergrund laufende Modelle erlauben fundiertere Vorhersagen als alleine die Anwendung der bekannten Lebensdauerverbrauchs-kurve aus den einschlägigen Normen.

Mit SITRAM® DIAG werden zusätzlich zu den diagnostischen Messungen auch noch weitere Aspekte, wie die Betriebsmitteldaten und Betreiberinformationen, systematisch erfasst und evaluiert. Hierbei können Sie als Betreiber maßgeblich die Qualität der Analyseergebnisse beeinflussen. Je konkreter die Algorithmen mit verlässlichen historischen Daten gefüttert werden (typische Last, typische Temperaturen, Ereignisse, Instandhaltungsmaßnahmen etc.), umso zutreffender sind die Aussagen.

Datenbankunterstützte Prognose

Mit SITRAM® DIAG erfolgt die Dateneingabe in eine Diagnosedatenbank, in der auch bereits vorhandene, historische Daten des spezifischen Gerätes sowie die Daten vergleichbarer Geräte hinterlegt sind. Zusätzlich zur Grundausgabe wird somit auch der historische Trend bewertet und die absoluten Analysedaten an einer vergleichbaren Population gespiegelt.

Integriertes Flottenmanagement

Durch die oben beschriebene Vorgehensweise ermöglicht SITRAM® DIAG auch bereits bei Anwendung von SITRAM® DIAG Level 1 eine Selektion der Transformatoren innerhalb einer Flotte.

Die Symbolik signalisiert übersichtlich, wo in Ihrem Kraftwerk oder Verteilnetz Maßnahmen über die standardmäßige Wartung hinaus notwendig sind. Das erlaubt, Instandhaltungsbudgets zielgerichtet einzusetzen.

Erfahrungsgemäß liegt im Verteilnetz die Anzahl der „gelben“ Transformatoren zwischen 10 und 20 %, die Anzahl „roter“ Transformatoren im kleinen einstelligen Prozentbereich. Die Kenntnis, um welche Transformatoren es sich dabei handelt, ist für wirtschaftliche Instandhaltungsentscheidungen und strategische Entscheidungen des Assetmanagements essenziell.

Herausgeber und Copyright © 2011

Siemens AG
Energy Sector
Freyeslebenstr. 1
91058 Erlangen, Germany

Siemens AG
Energy Sector
Transformer Lifecycle Management™
Katzwanger Str. 150
90461 Nürnberg, Germany
E-Mail: TLM@siemens.com
www.siemens.com/energy/TLM

Wünschen Sie mehr Informationen,
wenden Sie sich bitte an unser
Customer Support Center.
Tel.: +49 180/524 70 00
Fax: +49 180/524 24 71
(Gebühren in Abhängigkeit vom Provider)

E-Mail: support.energy@siemens.com

Power Transmission Division
Bestell-Nr. E50001-G640-A191 | Printed in Germany |
Dispo No. 19200 | c4bs No. 7487 |
GB 100988 RP 471964 | WS | 08112.0

Gedruckt auf elementar chlorfrei gebleichtem Papier.

Alle Rechte vorbehalten.
In diesem Dokument genannte Handelsmarken
und Warenzeichen sind Eigentum der Siemens AG
bzw. ihrer Beteiligungsgesellschaften oder der
jeweiligen Inhaber.

Änderungen vorbehalten.

Die Informationen in diesem Dokument enthalten
allgemeine Beschreibungen der technischen Möglich-
keiten, welche im Einzelfall nicht immer vorliegen.
Die gewünschten Leistungsmerkmale sind daher im
Einzelfall bei Vertragsschluss festzulegen.