



Aus Regeneration wird Anlagensicherheit.

SITRAM® REG von TLM™ – Transformer Lifecycle Management™

Answers for energy.

SIEMENS

SIEMENS
siemens-russia.com

Für die dauerhafte Regeneration von Transformatorenöl

Die Herausforderung:

Steigender Kosten- und Leistungsdruck zwingt viele Betreiber dazu, die Auslastung ihrer Transformatoren zu erhöhen. Bisher moderat gealterte Transformatoren und Netzkuppler werden zunehmend höher und häufig erstmals mit Nennleistung betrieben. Gleichzeitig werden die für Wartungen geplanten Betriebsstillstände zeitlich reduziert oder komplett gestrichen. Die steigende Belastung führt zu einer schnelleren Alterung des Isolieröls und der festen Isolierung. In der Folge können sich auch die dielektrischen Eigenschaften des Isolieröls drastisch verschlechtern. Ein sicherer Transformatorenbetrieb ist dann ernsthaft gefährdet.



Um belastetes Öl zu reinigen und seine dielektrischen Eigenschaften wiederherzustellen, haben wir das SITRAM® REG-Verfahren entwickelt. SITRAM® REG ist ein modifizierter Regenerationsprozess in Anlehnung an die IEC 60422 Norm. Dabei wird das Öl kontinuierlich durch Filterkolonnen geleitet. Ein Ölwechsel ist nicht erforderlich.

Hocheffektive Adsorptionsmittel (aktivierte Fullererde) nehmen die polaren Verunreinigungen und Abbauprodukte aus dem gealterten Trafoöl auf. Das gereinigte Öl fließt wieder in den Transformator zurück. Dieser Zyklus wird abhängig von der Transformatorgröße und dem Alterungszustand des Isolieröls mehrere Tage oder Wochen durchgeführt. Der Betrieb des Transformators ist dabei nicht eingeschränkt.

Wann und wo immer Sie uns brauchen

SITRAM® REG ist eine mobile Lösung. Montiert in einem Container steht sie

unseren Kunden am Aufstellungsort des Transformators zur Verfügung. Dieser Einsatz nach Bedarf spart vor allem erhebliche Investitionskosten.

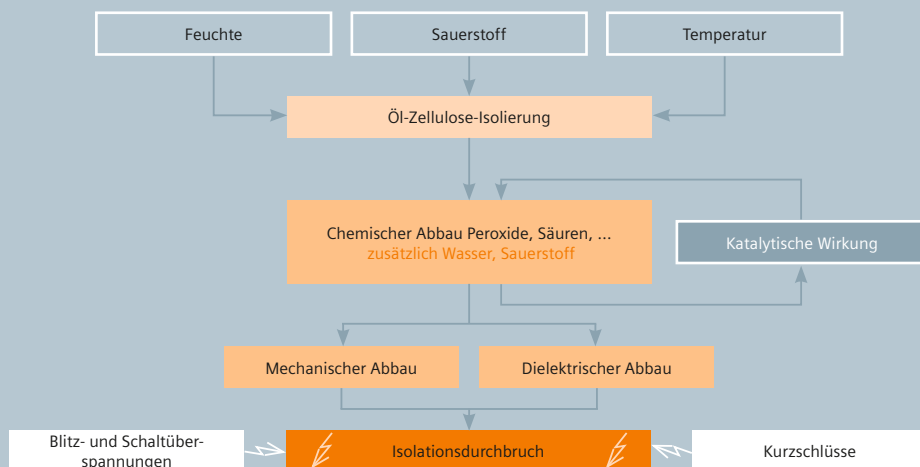
Vorteile auf einen Blick

- Verbesserung des Isolieröls auf Neuölqualität
- Längere Lebensdauer und erhöhte Betriebssicherheit bei alten Transformatoren
- Präventive Vorbeugung gegen einen progressiv verlaufenden Isolationsalterungsprozess
- Nachhaltige Verbesserung des Isolationszustands
- Geeignet für alle Leistungstransformatoren
- Wirtschaftlich unabhängig vom aktuellen Neuölpreis
- Keine Betriebsunterbrechung
- Hoher und langzeitstabiler Reinigungseffekt

Siemens verlängert das Leben Ihrer Transformatoren, senkt Ihre Kosten und erhöht die Anlagensicherheit. Mit SITRAM® REG.

SITRAM® REG – eine rundum saubere Lösung

Alterungsvorgänge im Isolationssystem des Transformators:



Seit mehr als 100 Jahren hat sich das Öl-Zellulose-Dielektrikum im Transformatorenbau bewährt. Doch die Alterung des Öls und der Zellulose beeinflussen sich gegenseitig negativ und führen letztendlich zum Ausfall.

Erneuerung statt Ölwechsel

Gegenüber dem herkömmlichen Ölwechsel weist die Regeneration der Ölfüllung mehrere Vorteile auf. Sie bewirkt eine Verschiebung der Gleichgewichtszustände und eine sofort einsetzende Diffusion aller eingelagerten Abbauprodukte aus der Feststoffisolation in das umliegende Isolieröl. Beim nächsten Umlauf werden diese vom Adsorptionsmittel gebunden und aus dem Kreislauf ausgeschieden.

Weiterhin bietet die Behandlung mit SITRAM® REG eine deutlich verbesserte Alterungsstabilität: bei einem Ölwechsel verbleiben bis zu 15% des alten Öls und fast alle ein- und abgelagerten Zersetzungsprodukte im Transformator zurück. Diese bewirken eine schnell einsetzende Alterung der Neuölfüllung – ein Problem, das mit SITRAM® REG erst gar nicht auftritt.

Nicht zuletzt spricht die Ökobilanz klar für Regeneration statt für die Entsorgung des Altöls. Die in der Fullererde zurückgehaltenen (separierten oder entstandenen) Abfallprodukte werden nach dem Regenerationsprozess oxidativ zersetzt. Es entstehen lediglich Wasser und ungiftige Gase.

Die Vorteile gegenüber einem Ölwechsel

- Keine Betriebsunterbrechung
- Ressourcenschonend
- Zusätzlicher Feuchteausstrag
- Hoher und langzeitstabiler Reinigungsgrad
- Optional ist Entschlammung möglich

Schlammablagerungen lassen die Wicklungen schneller altern und beeinträchtigen die Betriebssicherheit des Transformators.

Optionale Entschlammung

Mindere Ölqualitäten, hohe Auslastung und versäumte vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen führen zur Bildung von Ölschlämmen im Transformator. Unbeachtet bewirken diese ein schnelleres Versagen des Isolationssystems und beeinträchtigen die Kühlung. Das frisch regenerierte Isolieröl besitzt bei ausreichend hohen Temperaturen hervorragende Schlammlösungseigenschaften. Im Rahmen einer optionalen Entschlammung können bereits abgelagerte Ölschlämme im Transformator gelöst und aus diesem ausgetragen werden.

Vorteile der Anwendung im Betrieb

- Ein Temperaturgefälle von den Wicklungen zum umliegenden Öl erhöht den Diffusionsdruck.
- Mechanische Vibrationen tragen zur Rücklösung abgelagerter Schlämme bei.

SITRAM® REG 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.

Eigenschaft	Empfohlene Grenzwerte für Regeneration
Azidität (mg KOH/g Öl)	≥ 0,15
Permittivitäts-Verlustfaktor bei 90 °C und 40 Hz bis 60 Hz	≥ 0,20 bei Leistungstransformatoren/Drosseln mit einer Nennspannung über 170 kV
	≥ 0,50 bei Leistungstransformatoren/Drosseln mit einer Nennspannung unter 170 kV
Inhibitorgehalt	Inhibitorkonzentration < 40 % des Ausgangs- / Ursprungswertes
Kombination aus Azidität und Grenzflächenspannung	Azidität > 0,06 mg KOH/g Öl und Grenzflächenspannung < 30 mN/m
Schlamm	Wenn ausgefällter Schlamm festgestellt wird, ist das Öl zu regenerieren

Zusätzlich zu den oben genannten Kriterien empfiehlt die IEC-Norm 60422 eine Regeneration, sobald eine schnelle Alterung oder Beschleunigung der Abbauprozesse beobachtet wird.



Präventive Anwendung zahlt sich aus

Die im Isolationssystem eingelagerten Alterungsprodukte wirken katalytisch. Zusammen mit der höheren Betriebstemperatur kann es zu einer drastischen Zunahme des Lebensdauerverbrauchs kommen. Beschädigungen der Feststoffisolation sind irreversibel und können auch durch Regenerationstechnik nicht rückgängig gemacht werden. Deswegen sollte die Anwendung der Regenerationstechnik grundsätzlich präventiv stattfinden. Entscheidend im Kampf gegen Lebensdauerverbrauch ist der frühzeitige, vorbeugende Einsatz von SITRAM® REG.

Jedoch empfiehlt sich auch bei stark gealterten Transformatoren, die weiterbetrieben werden müssen, eine Ölregeneration. Der Zustand der Feststoffisolation wird so konserviert und einer progressiven Alterung entgegengewirkt.

Sicherheit und Prozesskontrolle

Wir haben SITRAM® REG mit zahlreichen Sicherheitsmaßnahmen ausgestattet. Zum Beispiel: kontinuierliche Messung und Vergleich des ein- und ausgeförderten Ölvolumens, Messung der Füllstandshöhe im Transformator, anlagen- und trafoseitig pneumatische Schnellschlussventile sowie Luftfallen an den Anschlusspunkten.

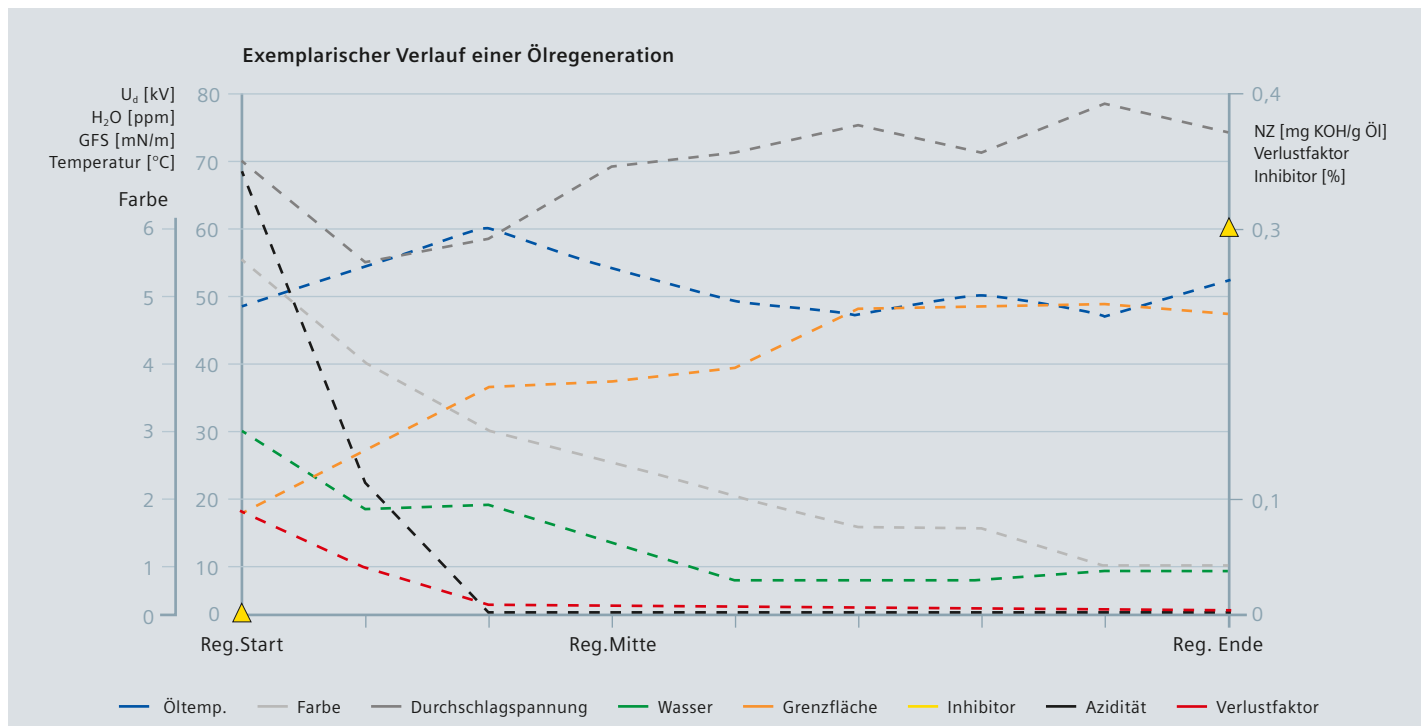
Auch die Prozesskontrolle ist eigensicher ausgeführt. Bei einer Fehlfunktion oder einem Systemausfall fährt die Anlage selbsttätig in einen sicheren Zustand herunter. Mit Hilfe einer Fernüberwachung kann der Regenerationsprozess zusätzlich begleitet werden. Einmal angefahren, ermöglicht die Automatisierung und Prozesskontrolle den bedienungslosen Betrieb während bestimmter Prozessphasen.

Ölanalyse inklusive

Durch die genaue Kontrolle der Öleigenschaften kann der Regenerationsprozess präzise geplant und gesteuert werden. Nachdem Isolieröl und feste Isolierung gereinigt sind, wird das Isolieröl entgast und inhibiert. Die Inhibierung ist ein wichtiger Schritt, um die Oxidationsstabilität des gereinigten Öls zu erhöhen und die Alterungsdynamik der Öl-Zellulose-Isolierung zu verlangsamen. Sie wird ausdrücklich in der IEC 60422 Norm empfohlen.

Zur Kontrolle des Regenerationsprozesses werden prozessbegleitend Analysen durchgeführt – sowohl auf der mobilen Anlage als auch im Isolieröllabor des Siemens-Transformatorenwerkes.

SITRAM® REG: Zahlen und Fakten



Im obigen Diagramm ist die Entwicklung der wichtigen Ölparameter bei der Regeneration eines 216-MVA-Maschinentransformators mit ca. 40 Tonnen stark gealtertem Isolieröl dargestellt.

**Rechtzeitig eingesetzt hilft SITRAM® REG nachweislich,
die Lebensdauer von Transformatoren nachhaltig zu verlängern.**

**Empfohlene Grenzwerte für Isolieröle auf Mineralölbasis nach
Einfüllung in neue elektrische Betriebsmittel vor der Inbetriebnahme**

Parameter	Einheit	Neuölfüllung, vor Inbetriebnahme IEC 60422		
		Höchste Spannung des Betriebsmittels		
		< 72,5 kV	72,5 bis 170 kV	> 170 kV
Farbe nach ISO 2049		max. 2,0	max. 2,0	max. 2,0
Azidität	mg KOH/g Öl	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03
Permittivitäts-Verlustfaktor bei 90 °C und 40 Hz bis 60 Hz		≤ 0,015	≤ 0,015	≤ 0,010
Grenzflächenspannung	mN/m	≥ 35	≥ 35	≥ 35
Durchschlagsspannung	kV/2,5 mm	> 55	> 60	> 60
Wassergehalt	mg/kg Öl	< 20	< 10	< 10

Erfahrungswerte aus durchgeführten Regenerationen

Parameter	Einheit	vor Regeneration	nach Regeneration	nach drei Jahren
Farbe nach ISO 2049		4,5	1,0	1,0–1,5
Azidität	mg KOH/g Öl	0,24	< 0,01	0,02
Permittivitäts-Verlustfaktor bei 90 °C und 40 Hz bis 60 Hz		0,090	< 0,005	0,008
Grenzflächenspannung	mN/m	19,5	≥ 45	> 40
Durchschlagsspannung	kV/2,5 mm	60,5	≥ 75	68
Wassergehalt	mg/kg Öl	19	< 10	

Nach erfolgreich durchgeführter Ölregeneration unter optimalen Prozessbedingungen erfüllt auch jahrelang eingesetztes Isolieröl noch die Grenzwerte, wie sie für die Befüllung neuer Leistungstransformatoren gelten. Darüber hinaus bleiben die für die dielektrischen Eigenschaften des Öls wesentlichen Parameter auch Jahre nach der Regenerationsbehandlung stabil. Rechtzeitig eingesetzt hilft SITRAM® REG damit nachweislich, die Lebensdauer von Transformatoren nachhaltig zu verlängern.

Herausgeber und Copyright © 2009:
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-A133
Printed in Germany
Dispo 19200, c4bs No. 7487
GB-090412 470642 WS 09090.5

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.