

Aufbereiten, nicht ersetzen

Tata Steel nutzt EOS Ölaufbereitungs-
prozess zur Verlängerung der
Transformatorenlebensdauer

www.electricaloilservices.com

Der Artikel ist in englischer Sprache
im Transformers Magazine erschienen.



Aufbereiten, nicht ersetzen

Tata Steel nutzt EOS Ölaufbereitungsprozess zur Verlängerung der Transformatorlebensdauer

Stahlwerke in Großbritannien und Nordirland haben turbulente Jahre hinter sich. Nun aber stellt sich eine gewisse Stabilität ein, da die dortigen und die weltweiten Märkte wieder attraktiver werden. Doch wenngleich wieder investiert wird, so ist das Geld mit Bedacht auszugeben. Für die Ingenieure von Tata Steel im südwalisischen Port Talbot hatte daher die technische Aufbereitung von Transformatoren mit dem Fokus auf den Erhalt des Isoliersystemzustands (Öl und Papier) Priorität. Die Ingenieure sind für die Hochspannung auf der gut 800 Hektar großen Anlage zuständig.

Tom Larney, EOS Vice President, ist überzeugt, dass die Wiederaufbereitung von Isolieröl eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Option darstellt, bedingt durch den allgemeinen Druck, die CO₂-Bilanz bei allen Wartungs und Austauscharbeiten zu verbessern sowie Transformatoren nicht einfach nur wegen ihres zunehmenden Alters zu ersetzen. Schon frühzeitig

wandte sich Tata Steel, einer der größten Stahlproduzenten in Europa, an Electrical Oil Services (EOS). Sie wollten wissen, wie sich die Aufbereitung des Isoliersystems in ihr allgemeines Programm zur Überholung der Transformatoren einbinden lassen könnte. EOS ist eine starke Marke der HCS Group und in Großbritannien und Teilen Europas der führende Anbieter sowohl von wiederaufbereitetem als auch neuem, ungebrauchtem Isolieröl und dazugehörigen Dienstleistungen.

Auf dem Prüfstand – Zustandsanalyse der Transformatoren

Angesichts der 17 Versorgungstransformatoren, je 66 kV und zum Großteil verantwortlich für die Versorgung wichtiger Bereiche des Stahlwerks, war ein großangelegter Transformatorenaustausch für Tata Steel keine tragfähige Option. Stattdessen wurde jeder einzelne Transformator mithilfe der EOS-Ingenieure

überprüft. Zudem führte das in Großbritannien führende Labor T|H2b Analytical Services Limited ein sogenanntes – ‘Transformer Condition Assessment’ (TCA) durch, eine Prüfung des Transformatorzustands. Dank dieser eingehenden Analysen verfügten die EOS-Ingenieure und Glen Evans, Engineering Manager für Hochspannungssysteme bei Tata Steel, über umfangreiche und grundlegende Untersuchungsergebnisse hinsichtlich des Zustands des Isoliersystems, allem voran des vorhandenen Öls und – was noch wichtiger war – der Papierisolierung.

Die Untersuchungsergebnisse der 17 Transformatoren sowie die jeweilige Prüfung des physischen Zustands jedes einzelnen Transformators waren die Voraussetzung für Tata Steel, einen risikobasierten Wiederaufbereitungsplan zu erstellen. Der Fokus wurde dabei auf die für die Stahlproduktion in Port Talbot wichtigsten Transformatoren gelegt.



Die Vor-Ort-Aufbereitung hat den Vorteil, dass der gesamte Transformator behandelt wird und nicht nur das Isolieröl

Nutzen der Ölaufbereitung im Vergleich zum Ölwechsel

Nachdem die detaillierten TCA-Ergebnisse, Ausfallzeitenübersicht sowie Testergebnisse über Kritikalitätsstufen der einzelnen Transformatoren vorlag, konzentrierten sich die Ingenieure von EOS und Tata Steel auf die Öltestergebnisse und physikalische Beschaffenheit der Papierisolierung. Es galt, einen maßgeschneiderten Wartungsplan für die Vor-Ort-Aufbereitung zu erarbeiten, dessen Vorteil darin besteht, den gesamten Transformator zu behandeln und nicht nur das Isolieröl. Im laufenden Betrieb werden bei ordnungsgemäßer Durchführung Säuren und Ölschlamm aus den Kühlkanälen und Isolierpapieren alternder Transformatoren effizient entfernt. Diese „Tiefenreinigung“ stellt sicher, dass zum Abschluss des Regenerationsprozesses nur noch ein minimaler Anteil von „saurem Öl“ im Papier zurückbleibt.

Vorteile der Ölaufbereitung gegenüber Ölwechsel:

- a) Tiefgreifende Reinigung des Isoliersystems – abhängig von Zeit und Temperatur und verstärkt durch die Vibrationen des arbeitenden Transformators
- b) Behandlung ohne Ölablass und ohne Beschädigung der Papierisolierung
- c) Stetige Verfügbarkeit des Transformators – nur beim Herstellen bzw. Trennen von Verbindungen kurze Unterbrechungen erforderlich
- d) Erheblich geringerer Verbleib von (verschmutztem) Öl in der Papierisolierung als bei einem Ölwechsel (es wird erheblich mehr Öl gereinigt)
- e) Kostenersparnis im Vergleich zum Ölaustausch
- f) Weniger ökologische Risiken als durch Ölwechsel bzw. -entsorgung per LKW anfallen könnten
- g) Geringerer CO₂ Ausstoß aufgrund der reduzierten LKW-Einsätze

Optimaler Zeitpunkt für die Ölaufbereitung

Bei der Erstbefüllung eines Transformators, und zwar mit neuem, ungebrauchtem Öl, beträgt der Wert der Säureneutralisation <0,01 mg KOH/g. Mit zunehmender Transformatorenlebensdauer führen die Einwirkungen von Hitze und Sauerstoff zur Oxidation des Öls und gleichzeitig erschöpfen sich die „natürlichen“ Inhibitoren des Öls. Es entstehen polare Bestandteile des Öls wie beispielsweise Säuren und anfängliche Formen von Schlamm. Diese vielschichtigen Bestandteile greifen die Papierisolierung des Transformators an, was zur Beeinträchtigung der Isolation führt. Kurzschlüsse und Fehlerströme können damit nicht mehr sicher vermieden werden. Ist das Papier erst einmal beschädigt, lässt es sich nicht mehr reparieren. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, das vollständige Ölaufbereitungsprogramm zum frühestmöglichen Zeitpunkt durchzuführen.

Tabelle 1: Klassifizierung von Isolieröl im Einsatz nach IEC 60422:2013

IEC 60422:2013	Gut	Ausreichend	Ungenügend	BS 148:2009
Säureneutralisation (mgKOH/g)	<0,1	0,1–0,2	>0,2	0,03 (max)
Dielektrischer Verlustfaktor (90 °C)	<0,1	0,1–0,5	>0,5	0,005 (max)
Widerstand (GΩm)	>60	4–60	<4	K. A.
Grenzflächenspannung	>25	20–25	<20	K. A.

Die Norm IEC 60422:2013 „Isolieröle auf Mineralölbasis in elektrischen Betriebsmitteln – Leitlinie zur Überwachung und Wartung“, unterscheidet nach „gutem“, „ausreichendem“ und „ungenügend“ Ölzustand – für

132-kV-Transformatoren oder solche, die sich in einem kritischen Zustand befinden (Tabelle 1).

Die Leitlinien zur Überwachung und Wartung, die der langjährigen Forschung

Säuregehalt im Zeitverlauf

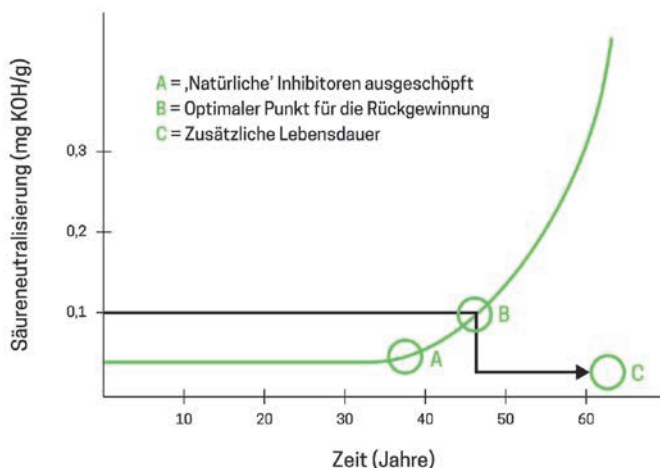


Abbildung 1: Exponentieller Anstieg des Säuregehalts von Isolieröl, sobald die „natürlichen“ Inhibitoren erschöpft sind

Neutralisationswert versus Grenzflächenspannung

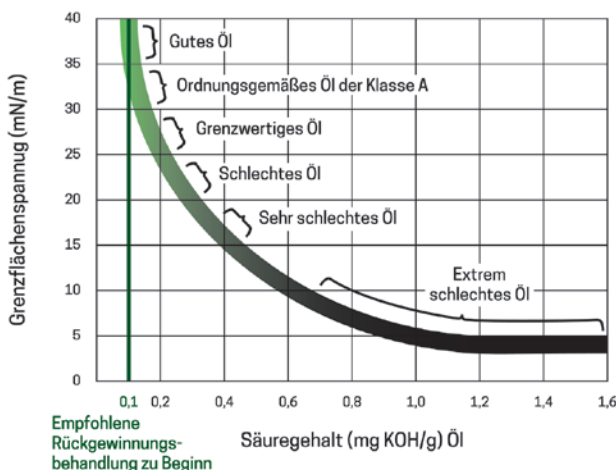


Abbildung 2: 0,1–0,2 mg KOH/g ist ein guter Richtwert für die Regenerierung

Säuren und Ölschlamm werden effizient aus den Kühlkanälen und Isolierpapieren des Transformators entfernt

Rechnung tragen, empfehlen Öl ab einem Säuregrad von 0,15 mg KOH/g wieder aufzubereiten. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den Alterungsprozess von Isolieröl und Isolationspapier auf und geben Hinweise, wann am besten „eingegriffen“ werden sollte. In der Abbildung 1 sieht man, wie der Säuregehalt in Isolieröl exponentiell ansteigt, sobald die „natürlichen“ Inhibitoren erschöpft sind. Zwischen 0,1 und 0,2 mg KOH/g ist ein guter Zeitpunkt für die Regenerierung, sofern die Papierfestigkeit ausreichend ist, dass der Aufwand sich lohnt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, dem vor der Ölbehandlung Rechnung getragen werden muss, ist der Wassergehalt des Isolieröls. In Zusammenarbeit mit den Ingenieuren von Tata Steel gingen die EOS-Spezialisten jeden einzelnen Bewertungsbereich sorgfältig durch, bevor die Maßnahmen schließlich eingeleitet wurden.

Versorgungstransformator ST9

Auf Grundlage des gemeinschaftlich durchgeführten „Gesundheitschecks“ entschied man sich bei Tata Steel, mit dem Versorgungstransformator ST9 zu beginnen, einem 1959er Trafo (10 MVA, 66 kV) mit 17.000 Liter Ölvolumen.

Öltestergebnisse:

- Säure: 0,18 mg KOH/
- Grenzflächenspannung (IFT): 20
- Dielektrischer Verlustfaktor (DDF): 0,22

IFT und DDF sind gute Indikatoren für das Ausmaß an polaren Ölverunreinigungen, die normalerweise mit der Verschlechterung des Ölzustands einhergehen. Die Entfernung von Verunreinigungen aus dem Papier und dem Isolieröl gibt Aufschluss über die Effizienz der Vor-Ort-Aufbereitung.

Technik der Ölaufbereitung

Die mobile EOS-Wiederaufbereitungs-

einheit (Mobile Regeneration Unit – MRU) umfasst zwei spezifische Lastfahrzeuge: Auf einem befindet sich die Ausstattung zur Ölbehandlung wie Heizung, Filter und Vakuumkammern. Das andere enthält Säulen mit aktiviertem Bauxit. Diese absorbieren die aus dem Öl gelösten Verunreinigungen wie Säuren und Schlamm, die im Verlauf des Ölalterungsprozesses durch Hitze und Sauerstoff im Zusammenwirken mit Kupfer und Eisen verursacht werden. Indem das Isolieröl beide Anlagen in Reihe durchläuft, erreicht es einen neuwertigen Zustand. Zugleich wird durch diesen Prozess auch ein deutlich größerer Anteil des Öls erfasst, das tief in die Papierisolierung eingedrungen ist, als es bei einem gewöhnlichen Ölwechsel der Fall wäre.

Die Säuremenge, die der Papierisolierung entzogen wird, steht in einem direkten proportionalen Verhältnis zu Zeit und Temperatur. Die Vibrationen und Bewegungen, die durch die Regeneration während des Transformatorbetriebs entstehen, unterstützen den Säureentzug ebenfalls.

Entscheidend für den Erfolg der Säure- und Schlammförmung aus dem Transformator ist, die Temperatur seines Kerns auf etwa 70 °C zu steuern. Je nach Außentemperaturen und Wetterlage, aber auch je nach Kühleffekt von Radiatoren und Pumpen ist der Temperaturanstieg in manchen Fällen allerdings begrenzt.

Hinsichtlich der Aufbereitung an Transformatoren, die unter Spannung stehen bzw. unter Last arbeiten, hat EOS eng mit einem führenden Verteilnetzbetreiber zusammengearbeitet. Zweck dieser Kooperation war es, Arbeitssicherheitssysteme zu entwickeln, die einschlägige Risiken minimieren.

ST9-Testergebnisse

EOS hat seine umfangreichen Erfahrungen im Bereich der Ölaufbereitung aus seiner eigenen Produktionsanlage in Großbritannien in das Verfahren der

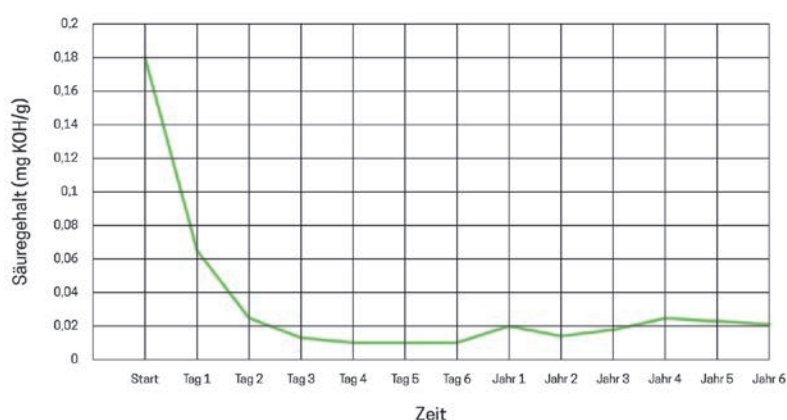
„Vor-Ort-Aufbereitung“ übertragen. So können Prüfungen von Säuren, Grenzflächenspannung, dielektrischem Verlustfaktor, Widerstandsfestigkeit, Durchschlagsspannung und gelöstem Wasser von den langjährig erfahrenen EOS-Spezialisten direkt an Bord der mobilen Einheiten durchgeführt werden.

Die Grafiken veranschaulichen die Werte während des Betriebs mittels Öltests zu Beginn des Prozesses und danach jährlich an der Tata Steel Anlage in Port Talbot.

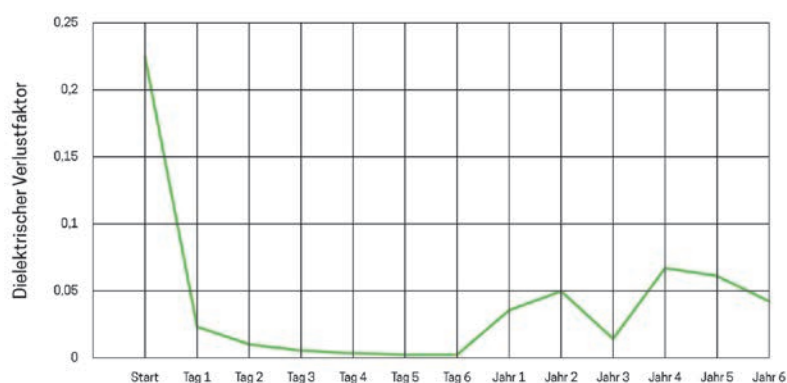
Weitere Schritte und Schlussfolgerungen

Mit Abschluss des sechsten Tages wurde dem Isolieröl über die Aufbereitungsanlage ein künstlicher Inhibitor hinzugefügt, und zwar bis der Wert von 0,4 Prozent bzw. der Punkt „vollständig inhibitiert“ erreicht war. Der Inhibitorgehalt, der jährlich gemessen wird, erforderte seitdem kein Nachfüllen. Der Befund nach sechs Jahren: Der Farbwert liegt bei 1,0 und der Säurewert stabil bei 0,02 mg KOH/g,

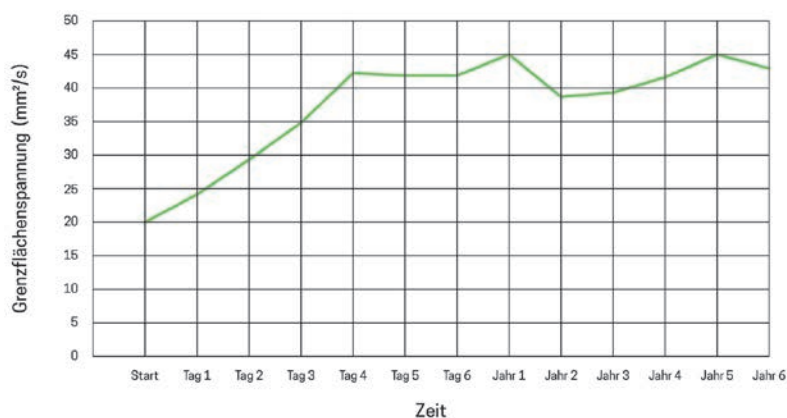
Säuregehalt



Dielektrischer Verlustfaktor



Grenzflächenspannung



Zeit, Temperatur und Vibration erhöhen die Tiefenreinigung des Isoliersystems

Der Regenerationsprozess findet im laufenden Betrieb statt



der dielektrische Verlustfaktor und die Grenzflächenspannung bewegen sich im Rahmen der BS-148:2009-Vorgaben und erfüllen die Anforderungen der IEC 60296:2012 für neues, ungebrauchtes Isolieröl.

Glen Evans formuliert Tata Steels Einschätzung so:

„Die EOS-Arbeiten am ST9 zeigen den vielfachen Nutzen von Ölregeneration als Teil eines weitreichenden Programms zur Verbesserung der ‚Trafogesundheit‘. Wir haben vor, weitere Transformatoren in den kommenden Jahren auf die gleiche Weise zu behandeln. Das bedeutet für uns geringere Kapitalinvestitionen, eine bessere CO₂-Bilanz und ganz allgemein einen sinnvollen Umgang mit gut gebauten Transformatoren, die uns hoffentlich noch viele Jahre treu zu Diensten sein werden.“

Andrew Bartram, Sales Manager von EOS, erklärt: *„Unsere mobile Wiederaufbereitungseinheit hat sich in Großbritannien gut etabliert. Nun, da wir als EOS zur HCS Group gehören, bietet es sich an, weitere MRU-Einheiten von unseren Standorten in Deutschland aus zu betreiben. So sind wir in der Lage, unsere Dienstleistungen auch verstärkt in Kontinentaleuropa anzubieten, um die Leistungsfähigkeit von Transformatoren zu erhalten und ihre Lebensdauer zu erhöhen.“*

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Andrew Bartram
Sales Manager UK
Electrical Oil Services – EOS
Tel.: +44 7966 437567
ABartram@h-c-s-group.com

Autor

Andrew Bartram arbeitet seit über 27 Jahren in der elektrischen Ölindustrie und seit 1999 bei EOS. Als Sales Manager UK leitet er ein Team von Ingenieuren, die für alle Aspekte des Isolieröl-Management, der Prüfverfahren und Behandlung zuständig sind. Bevor Andrew Bartram in das Isolieröl-Geschäft wechselte, war er bei CEGB als 400 kV SAP in der Transmission Division beschäftigt, aus der kurz danach National Grid wurde. Kurz zuvor verließ er das Unternehmen, um zu Carless zu wechseln.



Martin Seipel

VP Business Development Europe
Electrical Oil Services – EOS
Tel.: +49 69 695386-120
MSeipel@h-c-s-group.com

Weitere Informationen: www.eos.co.uk

Über EOS

Electrical Oil Services (EOS) ist ein starke Marke der HCS Group GmbH und ein führender Anbieter für neues und wiedergewonnenes Isolieröl sowie begleitende Serviceleistungen in Großbritannien und Kontinentaleuropa. Die EOS-Spezialisten verfügen über 60 Jahre Erfahrung in der Aufbereitung und Vermarktung von Isolieröl und versorgen sowohl große als auch kleine Kunden der Stromversorgungsbranche mit maßgeschneiderten Lösungen.

Über die HCS Group

Die HCS Group ist ein international führender Anbieter von Lösungen für hochwertige Kohlenwasserstoffprodukte. Die Gruppe umfasst die Marken Haltermann Carless, ETS Racing Fuels und EOS. Weltweit beschäftigt das Unternehmen mit Hauptsitz in Frankfurt am Main rund 500 Mitarbeiter. Eigentümer des Unternehmens ist H.I.G. Europe, eine Tochter des US-amerikanischen Private-Equity-Unternehmens H.I.G. Capital. Mehr erfahren Sie hier: www.h-c-s-group.com

Über Tata Steel

Tata Steel zählt zu den führenden Stahlherzeugern in Europa. Das Unternehmen betreibt Stahlwerke im Vereinigten Königreich und in den Niederlanden und Fabriken in ganz Europa. Tata Steel beliefert die anspruchsvollsten Märkte, etwa den Bausektor, die Automobilbranche, das Verpackungsgewerbe, Hebe- und Fördertechnik, den Energiesektor sowie Luft- und Raumfahrt, mit hochwertigen Stahlprodukten. Mit Stahlkapazitäten von über 28 Millionen Tonnen und 75.000 Mitarbeitern in fünf Kontinenten ist die Tata Steel Gruppe einer der weltweit größten Stahlherzeuger. Mehr erfahren Sie hier: www.tatasteeleurope.com

Kontakt für Medienanfragen

HCS Group GmbH
Sandra Zirm
Edmund-Rumpler-Str. 3
60549 Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 695 386-117
pr@h-c-s-group.com