

ARS-ALTMANN

WARTUNG VON TRANSFORMATOREN WÄHREND DES
BETRIEBES

PRODUKTUMFANG

SIMMS

Online Mobile Messung von Transformatorenanfeuchtung
Seite 4

TRACONAL

Dielektrische- und Feuchtigkeitsdiagnostik
Seite 8

Vakuum Separator VS-06

On-line Trocknung, Entgasung und Filtration
Seite 11

TRAFOSEAL

Hermetisierung
Seite 17

Separator S-03

On-line Trocknung und Filtration des Stufenschalters
Seite 20

Copyright : Fa. Ing. Altmann, 2009, issued 06092009

Fa. Ing. Altmann, ARS – Altmann Group, Machova 142, 344 01 Domazlice, Czech Republic, European Union
Tel:+420-379 738 778, Fax:+420-379 738 775, Cell phone:+420-602 362 157 email:altmann@iol.cz, www.ars-altmann.com;

Was kann die Betriebsverfügbarkeit und die Lebenserwartung eines Transformators negativ beeinflussen ?

Die Langzeit-Verfügbarkeit eines jeden Transformators wird vor allem durch die Alterung seiner Zellulose -Isolanten beeinflusst (Öl kann jederzeit in seiner Qualität regeneriert oder ausgewechselt werden).

Es gibt vier Hauptelemente, die die Degradation beschleunigen:

- I. **Temperatur**
- II. **Wasser**
- III. **Sauerstoff**
- IV. **Alterungsprodukte des Öls**

Fakten :

ad I - **Temperatur (Wärme)**

- **Das 8°C – Gesetz** – Jeder Anstieg der Transformatortemperatur um 8°C verdoppelt die Alterungsgeschwindigkeit der Zellulose (nur wenn die Ölfüllung voll mit Luft gesättigt ist).

ad II - **Wasser (Feuchtigkeit)**

- **Lawineneffekt** – Wasser wirkt (zusammen mit Wärme) als ein starker Beschleuniger der Zelluloseoxidation → Oxidation spaltet chemisch die Zellulose und produziert mehr Wasser → mehr Wasser beschleunigt die Oxidation noch stärker und stellt in diesem Fall **einen sehr gefährlichen, positiven Rückführungseffekt** dar.
- **Hydrolyse (Depolymerisation)** – Die Verminderung der mechanischen Zugfestigkeit des feuchten Papiers, zusammen mit **der thermischen Alterung**, reduziert die Impulsfestigkeit und die Widerstandsfähigkeit des Transformators gegenüber Kurzschlüssen.
- **Wasserlösliche Säuren** – Sie unterstützen die Korrosion von Metallen und führen zu einer Degradation der Zellulose
- **Wasser verringert die dielektrische Festigkeit des Öls erheblich.**

ad III - **Sauerstoff**

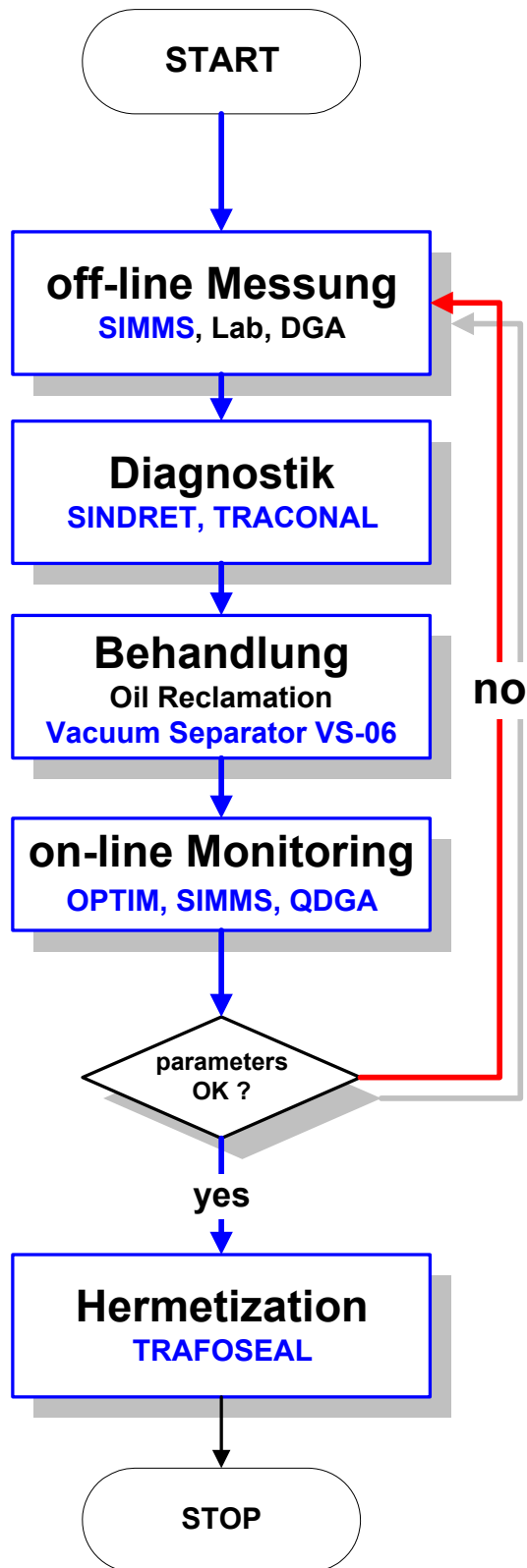
Oxidation, Wärme, und Feuchtigkeit wirken zusammen – sie liefern einen Synergie-Effekt.

- **Degradation des Öls** – Oxidation und aufgelöstes Wasser sind zusammen mit Wärme ein primärer Beschleuniger
- **Degradation des Papiers** – Wärme, Feuchtigkeit und Oxidation wirken als primärer Beschleuniger.

ad IV – Alterungsprodukte des Öls – Peroxide, wasserlösliche Säuren, Fettsäuren, Alkohole, metallische Seifen, Aldehyde, Ketone und Schlämme.

Die Zellulose reagiert mit den meisten der genannten Produkte mit einer degradierten Isolation als Resultat. Eine solche degradierte Isolation ist nicht imstande, einem durch eine Spannungswelle hervorgerufenen Schock zu widerstehen.

Vorgehensweise nach ARS-Altman



SIMMS

(Solid Insulants Mobile Measuring System)

System zur Messung von Feuchtigkeit in festen Isolierwerkstoffen



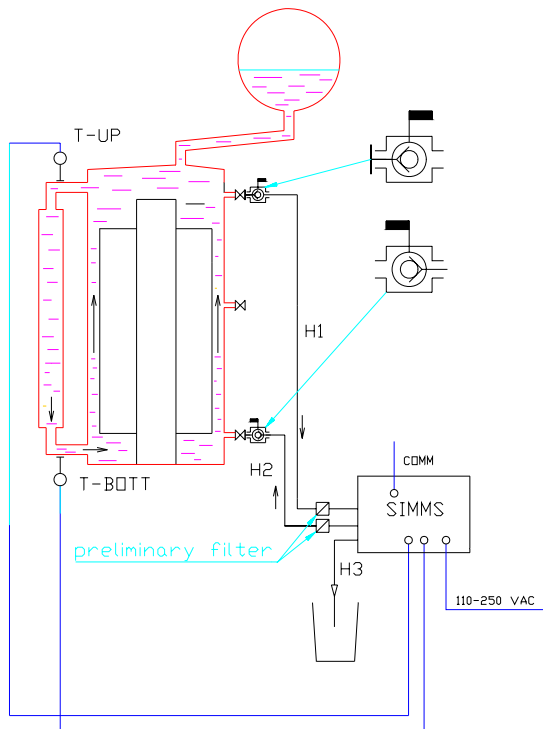
Die genaue Erfassung und Behandlung des Wassergehalts in der festen Isolation eines Transformators C_p (%) und die Begrenzung der ungünstigen Einwirkung der Alterungsrate des Papiers, sowie die Aufrechterhaltung der geforderten dielektrischen Festigkeit des Öls U_d (kV/2,5mm) bei maximalen Betriebstemperaturen waren nie kosteneffektiv und einfach zu erreichen. Allerdings gibt es eine für den Transformatorbetreiber zugängliche, pro-aktive, die Lebensdauer verlängernde und die Kosten reduzierende Strategie.

Eine Ölprobe pro Jahr, in eine Glasflasche oder Spritze aufgefangen und im Labor verarbeitet, mit einem hohen Grad von prozessbedingter und vom Mangel an Kontrolle bedingter Variabilität, liefert uns nicht den Umfang der Daten und die Genauigkeit, die für ein kompetentes Störungsrisiko-Management und für das entsprechende Programm einer Behandlung der Transformatorisolation benötigt werden.

Mit der Realisierung des tragbaren Online- Diagnostiksystems für den Wassergehalt in den Öl- und Zelluloseisolationen im Transformator, hat ARS Altmann Systems diese Transformatorgrundinformation ausgearbeitet und herausgegeben.

SIMMS ist ein tragbares Ölproben- und Temperaturdiagnostik System, ohne Kontaminierung der Ölproben und ohne Varianz-Risiko. SIMMS ist einfach an die Ölproben-Entnahmepunkte des Transformators anzuschließen, zwei Temperaturregeber sind zu installieren, die Stromversorgung ist einzuschalten, und es kann gestartet werden. Von diesem Augenblick an ist das untersuchte Öl in keiner Weise dem Einfluss der Atmosphäre ausgesetzt. Das Öl wird nun aus dem Transformator durch SIMMS und von hier wieder zurück in den Transformator strömen.

SIMMS gibt uns das erwünschte zeitabhängige Profil – Wassergehalt im Öl $C_w = C_w(t)$ und Temperaturen $T_u = T_u(t)$, $T_b = T_b(t)$ – obere / untere Transformatortemperaturen. Beide Werte, der gemittelte C_w -Wert und TTS können für die genaue Berechnung des Wassergehalts in der Zellulose $C_p = C_p(C_w, TTS)$ benutzt werden.

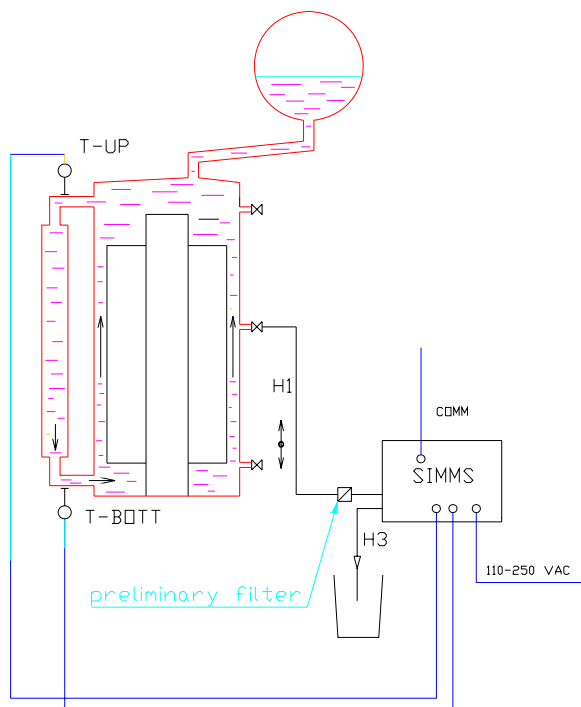


SIMMS – 2P (Zweipunkt-Anschluss)

SIMMS–2P wird an zwei Ölproben-Entnahmepunkten, je einem oben und unten, angeschlossen. Dann werden beide Verbindungsschläuche evakuiert, damit keine Luft in den Transformator eingetragen wird. Das Öl strömt dann kontinuierlich durch die SIMMS-Einheit und zurück in den Transformator. Unabhängige Temperaturegeber sind an entsprechenden Stellen oben und unten installiert. Ist SIMMS–2P installiert, die Verbindungen hergestellt, und ist es gestartet (30 Minuten), werden die Transformatortemperaturen oben (T-UP) und unten (T-BOTT) und der Wassergehalt im Öl Cw (ppm) zeitabhängig registriert. Innerhalb von 40 Minuten stehen genaue Informationen zur Verfügung, ob ein adäquater Gleichgewichtszustand erreicht wurde oder nicht. (Siehe "Transformer Equilibrium Check" – Test des Transformator-Gleichgewichtszustands).

All dies erlaubt eine präzise Genauigkeit in der Bestimmung des Niveaus des Wassergehalts in der festen Isolation, und der temperaturabhängigen Bewegung, sowie der zeitlichen Verzögerung der Bewegung zwischen Papier und Öl.

Die dielektrische Festigkeit und das Lastrisiko bei Vollast kann man genauer bestimmen. Online können die Daten direkt mittels Laptop gewonnen, oder aber über eine analoge Telefonverbindung per Fernübertragung auf Ihren PC übertragen, Diagramme der Trends gebildet und als Files gespeichert werden.



SIMMS – 1P (Einpunkt-Anschluss)

SIMMS - 1P ist an einen zentralen Zugangspunkt zum Öl, in der Mitte des Hauptgefäßes, angeschlossen. Nach der Evakuierung des Anschlussschlauchs H1 entnimmt SIMMS periodisch Ölproben, analysiert sie und schickt sie zurück in den Transformator. Diese Schritte stellen sicher, dass die Proben stets die Eigenschaften der Ölfüllung repräsentieren. Dies ist bei kleinen Transformatoren, oder auch bei größeren, die einen Zugang zu den Ölproben direkt an der Ölfüllung des Transformators ohne interne Rohrleitungen haben, sehr bequem. Die Temperaturegeber sind an den oberen und unteren Leitungen angebracht, die das Hauptgefäß mit den Kühlern verbinden, und gestatten es somit die mittlere Temperatur zu bestimmen.

Alternativ kann ein Anschluss an die oberen und unteren Ölunkte erfolgen, mit Rücksicht auf die Analyse des "mittleren" Wassergehalts in der Ölfüllung. SIMMS -1P kann für eine rasche

Online- Gewinnung des Wassergehalts in Öl- und Temperatur-Profilen genutzt werden.

Kontrolle des Transformator-Gleichgewichtszustands

Die erste und gleichzeitig die Grundfrage nach der Messung ist: Wurden die adäquaten Gleichgewichtsbedingungen (annähernd konstante TTS-Temperatur und konstanter Wassergehalt im Cw) erreicht oder nicht.

Die Auswertung erfolgt (nachdem die Messung durch SIMMS beendet ist) mit Hilfe eines Kabels das an SIMMS und Laptop angeschlossen ist.

Wenn **ja** können alle nötigen Berechnungen (Wassergehalt Cp, Temperatur-Lastkurve TLC...) unmittelbar mit Hilfe dieses Laptops (und des TRACONAL – Programms) durchgeführt werden.

Wenn **nein** ist üblicherweise eine Online-Messung über eine Dauer von 24 Stunden (oder über eine komplette Lastzyklus-Periode) notwendig. Dies gestattet es, die gewünschte Genauigkeit in der Bestimmung sowohl des Wassergehalts in der der festen Isolation, als auch der temperaturabhängigen Bewegung des Wassers und der Zeitverzögerung der Bewegung zwischen Papier und Öl zu erreichen.

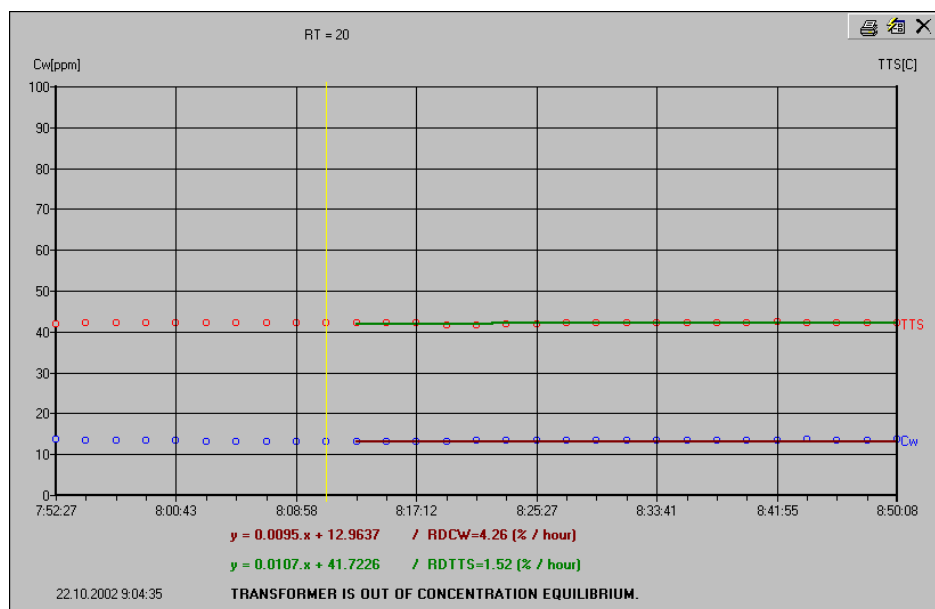
Die dielektrische Festigkeit und das Lastrisiko bei Vollast kann unmittelbar und genau geschätzt oder bestimmt werden.

Der Zugang zu den SIMMS MESS – Daten ist gewährleistet:

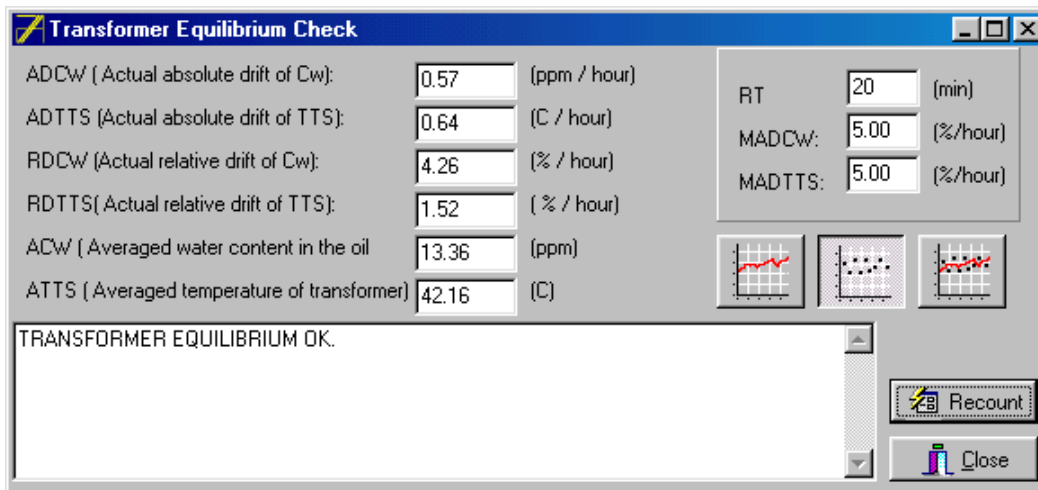
- direkt und unmittelbar via Laptop
- durch Fernanschluss an Ihren PC über eine analoge Telefonverbindung (auf speziellen Wunsch)

In beiden Fällen werden die Trenddiagramme und die Messergebnisse als File auf dem Laptop gespeichert. Allerdings ist diese Technik für eine genaue quantitative Analyse auf Zeitbasis nicht sehr geeignet. Eine lineare Regression für Zeittrends $C_w = C_w(t)$ und $TTS = TTS(t)$ ergibt die effektivste Methode.

Die Prozedur starten wir durch Anklicken des Icons:



Und gleichzeitig bekommen wir den Transformator-Gleichgewichts-Check



Alle Messdaten können benannt und archiviert werden durch Anklicken von:



oder zur Überarbeitung ans Clipboard geschickt werden:

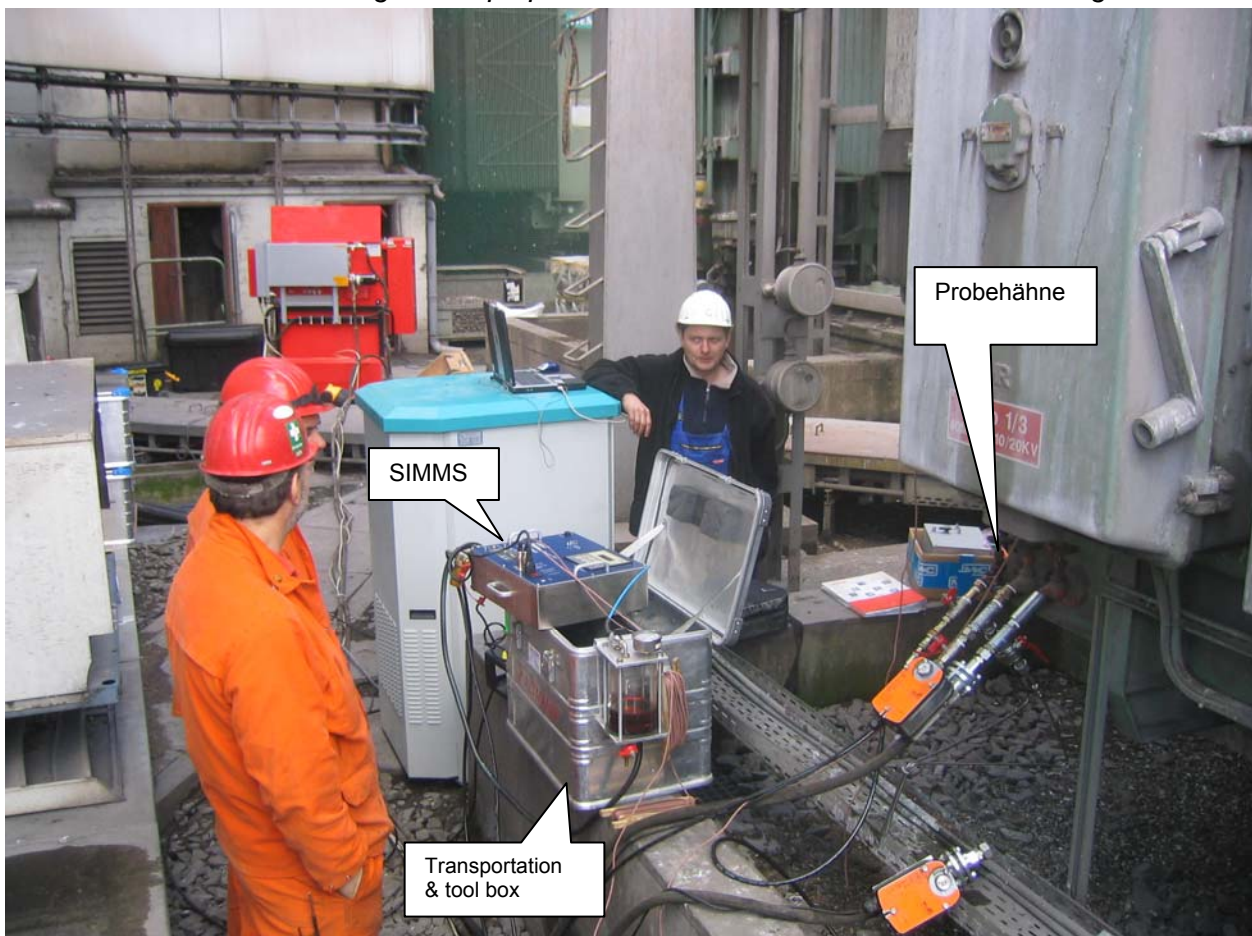


oder neu geöffnet werden für eine Auswertung unter Berücksichtigung anderer MAD-Grenzwerte:



Aufgrund der **ACW (ppm)** und **ATTS (C)** Werte kann ein genauer Behandlungsplan für die Entfernung des Wassers mit Hilfe des Analysesystems "Altmann **TRACONAL** Analysis System " bestimmt werden.

SIMMS online 2-P Messung und Laptop Wasserkontamination- Daten Verarbeitung in Situ.



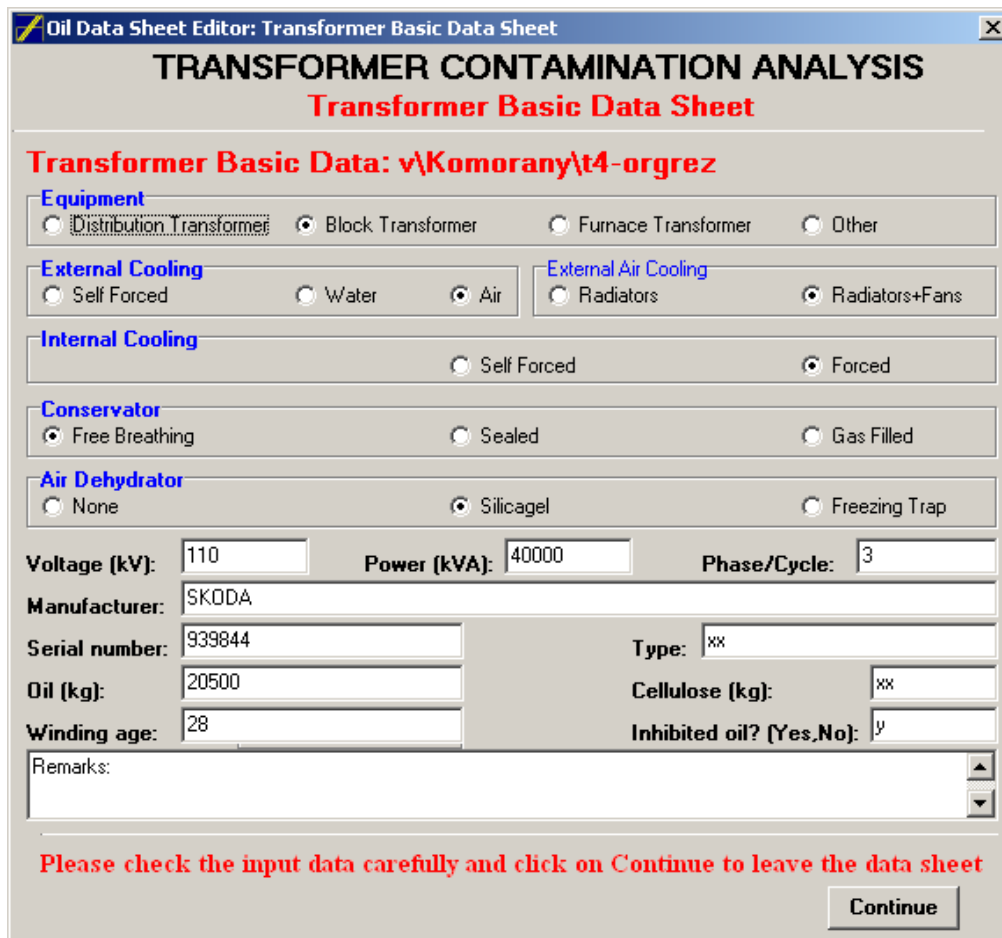
TRACONAL Dielektrische und Feuchtigkeitsdiagnostik

Um potentielle menschliche Fehler bei der Auswertung der dielektrischen- und Feuchtigkeitsdiagnostik-Prozeduren aus zuschliessen, entwickelte ARS -Altman das Software-Paket **TRACONAL** (TRANSformer CONtamination AnaLysis).

Durch TRACONAL kennen wir erreichen:

- kritische Beurteilung aller- und ausschließen falsche Messdaten
- Beurteilung des Alterung Prozesses durch gemessene Wasserproduktion in Transformator
- Identifikation der potenziellen Wasserquellen im Transformator
- Beurteilung des Einflusses des Wasser am Öl-Zellulose System
- Menge des Wasser welches muss entfernt werden

Die Grund- Datenerfassung des gegebenen Transformator wird zuerst mittels der Freeware OILEDIT realisiert:



Oil Data Sheet Editor: Transformer Basic Data Sheet

TRANSFORMER CONTAMINATION ANALYSIS
Transformer Basic Data Sheet

Transformer Basic Data: v\Komorany\t4-orgrez

Equipment
 Distribution Transformer
 Block Transformer
 Furnace Transformer
 Other

External Cooling
 Self Forced
 Water
 Air
External Air Cooling
 Radiators
 Radiators+Fans

Internal Cooling
 Self Forced
 Forced

Conservator
 Free Breathing
 Sealed
 Gas Filled

Air Dehydrator
 None
 Silicagel
 Freezing Trap

Voltage (kV): 110 **Power (kVA):** 40000 **Phase/Cycle:** 3

Manufacturer: SKODA

Serial number: 939844 **Type:** **

Oil (kg): 20500 **Cellulose (kg):** **

Winding age: 28 **Inhibited oil? (Yes,No):** y

Remarks:

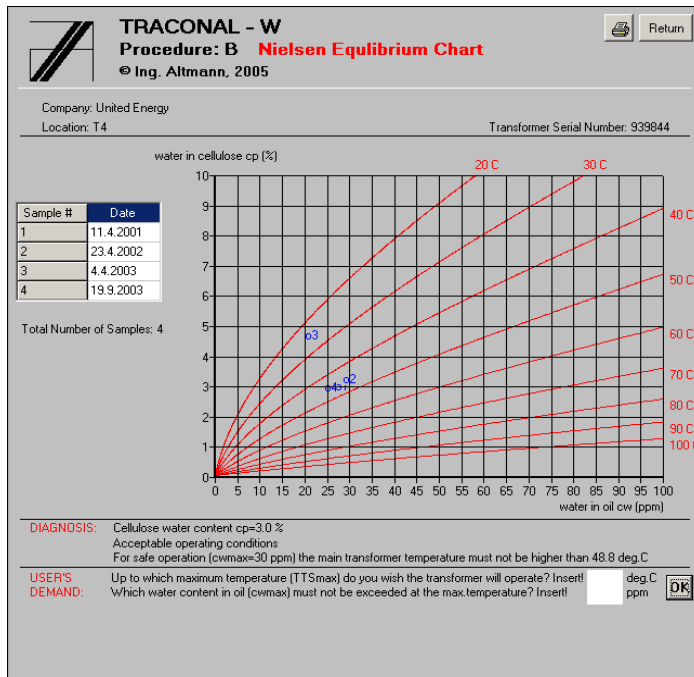
Please check the input data carefully and click on Continue to leave the data sheet

Continue

Auswertungsprozeduren

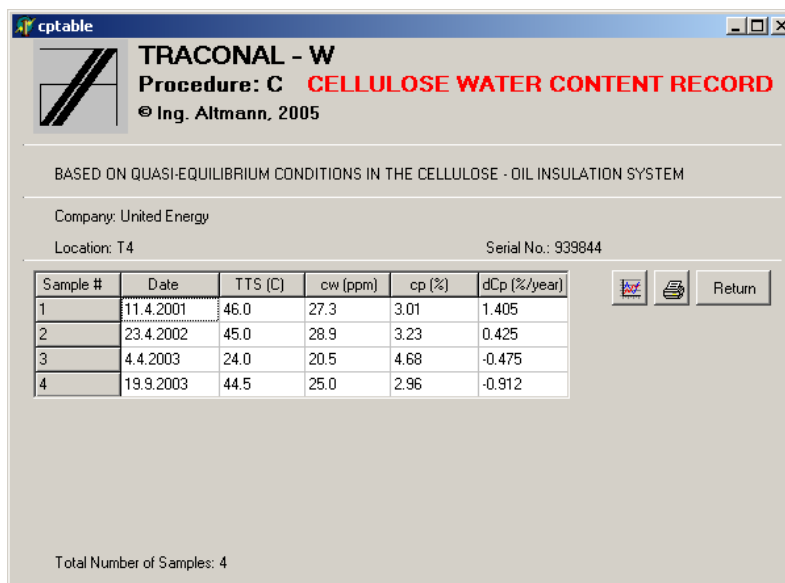
Schritt 1 – Nielsen- Gleichgewichtsdiagramm

- Überblick über die Entwicklung der Anfeuchtung des Transformators
- Bestimmung des aktuellen Wassergehalts in der Zellulose
- Bestimmung der sicheren Temperaturgrenzwerte des Transformators, basierend auf den max. DIN oder EEC- Grenzwerten für den Wassergehalt im Öl
- Abzuscheidende Wassermenge, um die Anforderungen des Betreibers zu erfüllen, basierend auf:



- Dem maximal zulässigen Wassergehalt im Öl
- Der maximalen zulässigen Temperatur des Transformators.

Schritt 2 – Aufzeichnung des Wassergehalts in der Zellulose

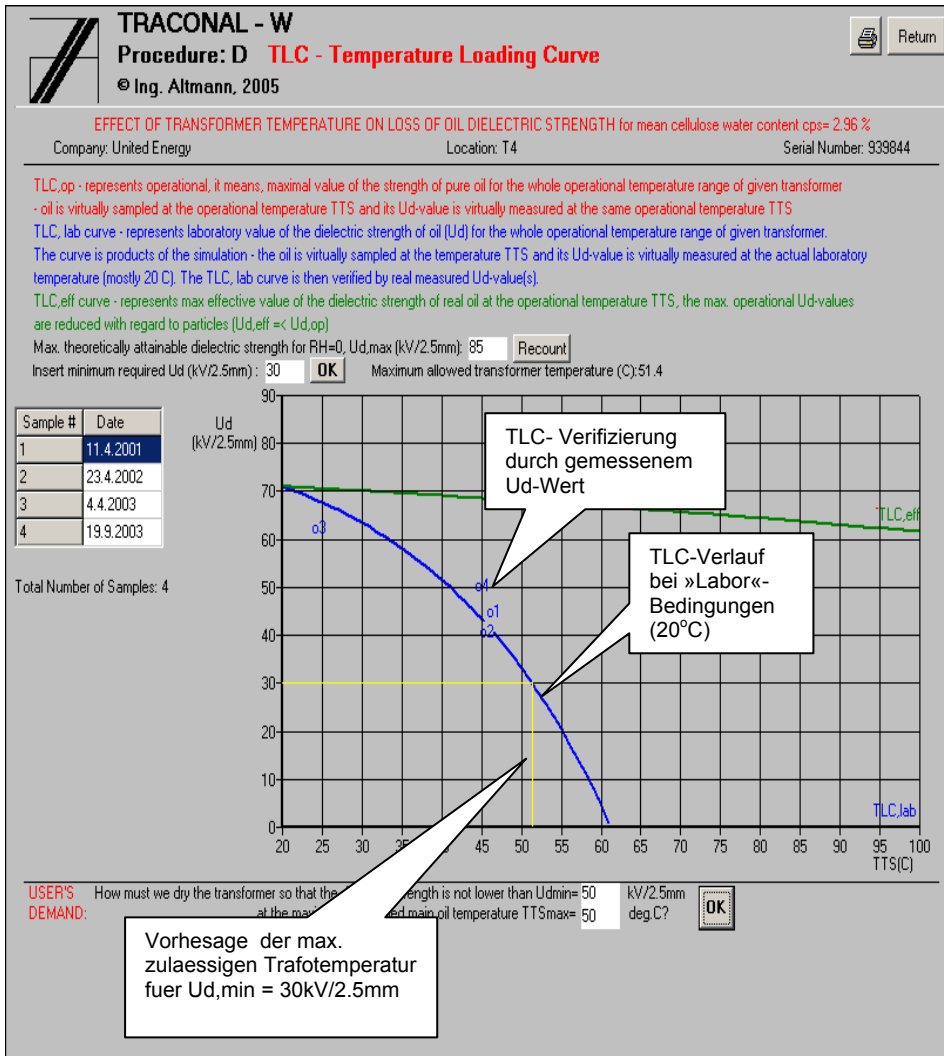


- zeitlicher Verlauf der Entwicklung der Anfeuchtung im Transformator
- Auswertung der Effektivität der Trocknung.

Schritt 3. - **Temperatur-Ladekurve (TLC – Temperature Loading Curve)**

Die blaue **TLC-Kurve (Temperature Loading Curve)** beschreibt (prädiziert) uns nämlich den Verlauf der (Labor)-Durchschlagsspannung U_d in Abhängigkeit von der mittleren Temperatur des Transformators im gesamten Bereich seiner Betriebstemperaturen.

Es ist dies eigentlich eine Kurve, die wir auch auf die Weise gewinnen könnten, dass wir aus unserem Transformator sukzessive eine grosse Menge Ölproben entnehmen, und zwar auf stabilisierten Temperturniveaus im Bereich von 20 bis 100°C (hier aktuell bis zirka 60°C) und im Labor dann die Durchschlagsspannung des Öls aus den einzelnen Proben bei einer Temperatur von 20°C messen würden.



Die **TLC-Kurve** ist natürlich nur eine Simulation, die auf dem gemessenen (invarianten) Wert des mittleren Wassergehalts in der Zellulose C_p basiert.

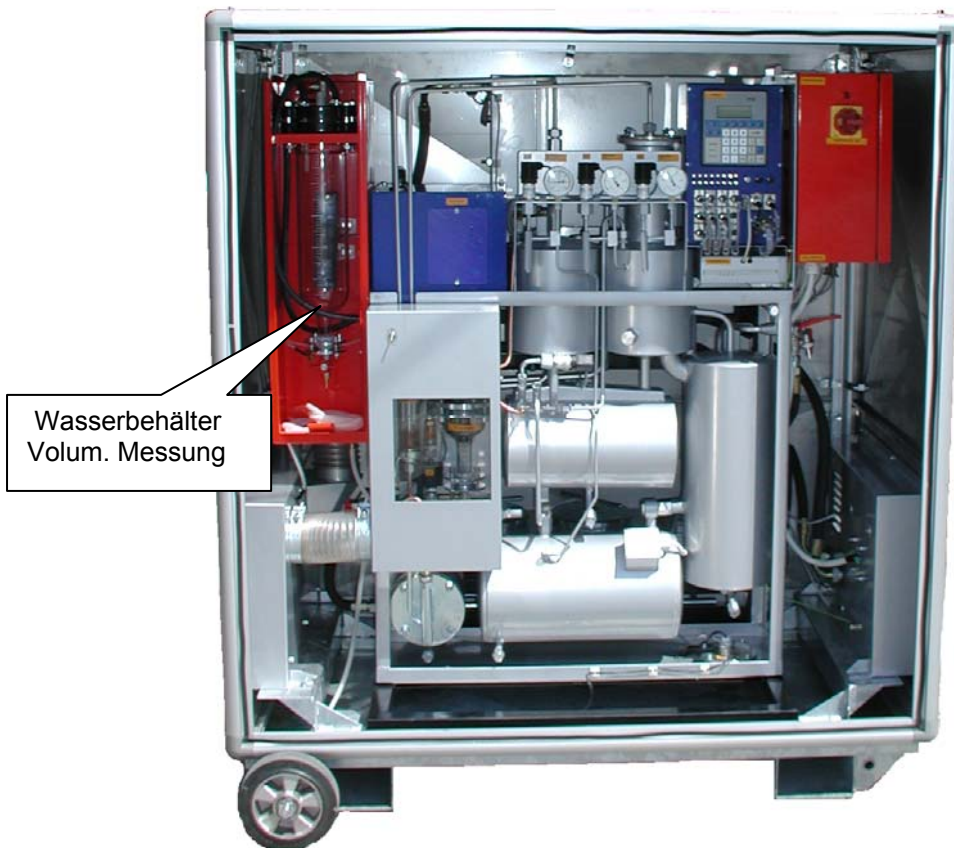
Mit Hilfe des **TLC** auf den ersten Blick imstande sind,

- Bestimmung der Relation zwischen der dielektrischen Festigkeit des Öls und der Transformatortemperatur (für den gegebenen Wassergehalt in der Zellulose) über den gesamten Bereich der Betriebstemperaturen (**TLC-Kurve**)
- Verifizierung der vorhergesagten **TLC Kurve** mit Hilfe der Messwerte der dielektrischen Festigkeit (U_d -Wert)

- ❑ Vorhersage der abzuscheidenden Wassermenge, um die Anforderungen des Betreibers zu erfüllen, basierend auf :
- ❑ Der minimalen dielektrischen Festigkeit des Öls
- ❑ der maximalen geforderten Temperatur des Transformators.

Vakuum Separator VS-06 Klimabox

ON-LINE AUFBEREITUNG DES TRANSFORMATORS



Trocknung von Transformatoren

Die Präsenz von Feuchtigkeit im Transformator zu einem beliebigen Grad beeinflusst die Transformator-Isolierung in einer Weise, die in Wirklichkeit eine permanente Beschädigung darstellt. Lediglich verschiedene Trocknungsmethoden führen zu einer Reduzierung dieser Degradation.

Haupteigenschaften des VS-06:

- ❑ **Direkte Kontrolle des Dehydratations-Wirkungsgrades durch volumetrische Messungen des abgeschiedenen Wassers**
- ❑ Der Gehalt an Feuchtigkeit, Gasen und festen Partikeln kann bis auf das einem neuen Transformator entsprechende Niveau reduziert werden
- ❑ Rasche Wiederherstellung der dielektrischen Festigkeit des Öls
- ❑ Keine Beeinflussung der Isoliereigenschaften des Öls
- ❑ Kein Abschalten des Transformators während der Behandlung, normalerweise auch nicht während der Installation des Separators .
- ❑ Installation und Wartung mit minimalem Aufwand an Personal und Energie
- ❑ Fernüberwachung und Steuerung des Trocknungsprozesses
- ❑ Applikation fortgeschrittener und patentierter Technologien wie "hydraulischer Kolben" für die Bildung von Vakuum, oder "Blasenbett" für die Separation von Feuchtigkeit.

WIEVIEL FEUCHTIGKEIT IST "ZUVIEL FEUCHTIGKEIT" ?

Die Feuchtigkeit dringt in den Transformator einerseits durch externe Kontamination ein, andererseits wird sie intern durch Oxidierung (Alterung) der Isolanten generiert. In jedem der beiden Fälle ist letztendlich fast das gesamte im Transformator befindliche Wasser (über 95%) in den festen Isolanten enthalten, da die Zellulose eine starke Affinität zu dem Wasser besitzt.

Bild 1 zeigt die Gleichgewichtsverhältnisse zwischen dem Wassergehalt im Öl C_w (ppm) und in der Zellulose C_p (ppm). bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen.

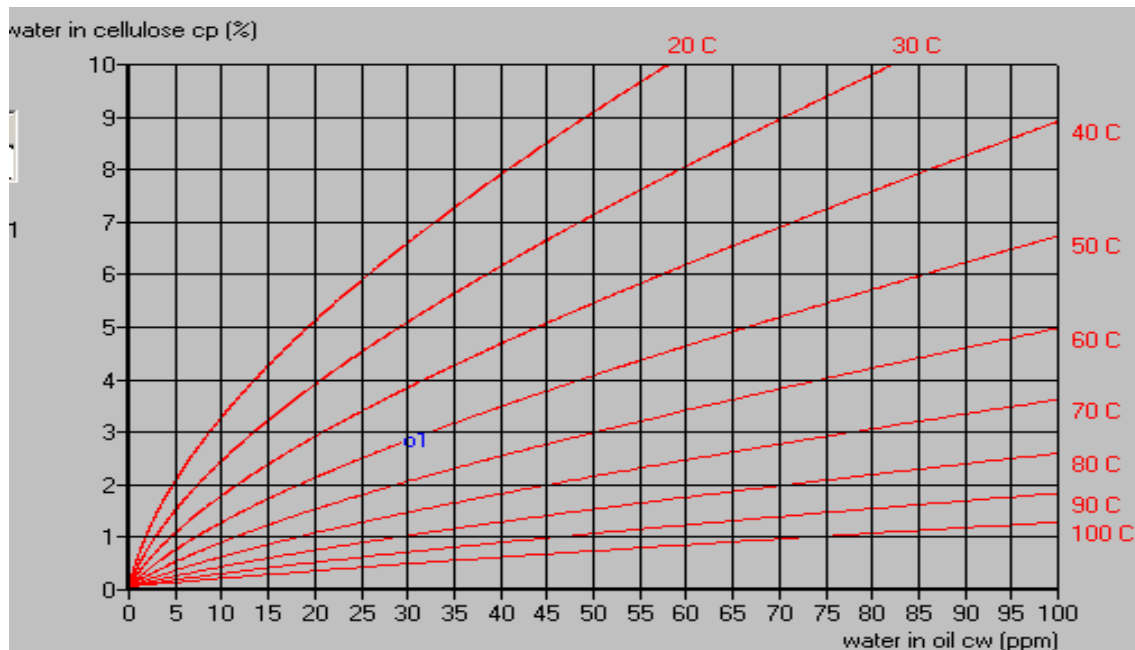


Bild 1 Feuchtigkeits-Gleichgewichtsdiagramm (Nielsen-Diagramm)

Beispiel: **10MVA Transformator, 700 kg Zellulose, 6000 kg Öl**

Temperatur bei Probenentnahme 50C, $C_w = 30$ ppm Wasser im Öl $\rightarrow C_p = 3.9\%$ Gewichtsprozent Wasser in der Zellulose.

Gesamt-Wassermenge in der Zellulose: $700 \times 0.039 = 27.3$ kg

Gesamt-Wassermenge im Öl : $6000 \times 0.00030 = 0.18$ kg

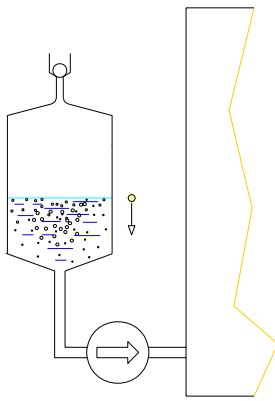
Wünscht man nun eine Reduzierung der Feuchtigkeit auf einen akzeptablen Wert von 2%, dann müssen $700 \times (0.039 - 0.02) = 13.3$ kg Wasser aus dem Transformator entfernt werden.

Die Tabelle1 zeigt den Einfluss von Feuchtigkeit auf den Zustand des Transformators.

C _p (Gewichts % im Papier)	Transformatorzustand
0.5	Neu oder hoch getrocknet
2.0	Akzeptable Kondition
3.3	Das Papier beginnt zu altern
4.5	Durchschlag möglich bei 90°C
7.0	Durchschlag möglich bei 50°C
8.0	Verhalten unvorhersehbar

Um die Alterung der festen Isolanten zu verhindern, sollte der Feuchtigkeitsgehalt unter 3% gehalten werden. Bei einem Verdacht, dass der Feuchtigkeitsgehalt 3% überschreitet, sollte eine Trocknung des Transformators als präventive Wartungsmaßnahme vorgenommen werden.

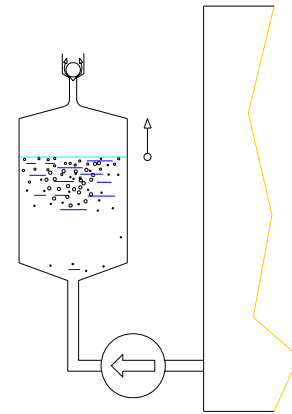
WAS IST EIN HYDRAULISCHER KOLBEN ?



Der hydraulische Kolben wird durch steigendes und fallendes Ölniveau, verursacht durch die zyklische Wirkung einer robusten Zahnradpumpe, gebildet.

Die erste Stufe (**Vakuierung**) ist auf dem Schema links wiedergegeben. Das Öl wird mit der Zahnradpumpe aus dem Gefäß gepumpt. Das sinkende Ölniveau wirkt wie ein Kolben und bildet das für die Separation von Gasen und Dämpfen aus dem Öl benötigte Grundvakuum.

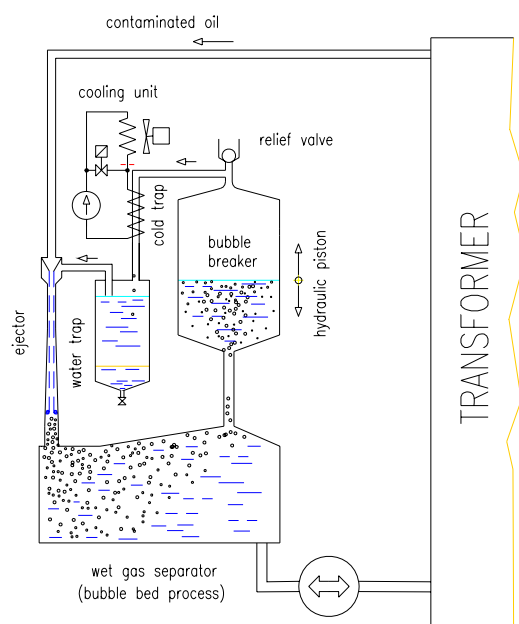
Die zweite Stufe (**Kompression**) wird schematisch auf der rechten Seite gezeigt.



Die Zahnradpumpe läuft im Rückwärtsgang und die freigesetzte Gas-Dampf-Mischung wird durch das steigende Ölniveau komprimiert (Aufwärtsbewegung des Flüssigkeitskolbens). Wenn der Druck steigt, erfolgt zuerst eine Kondensation von Öldämpfen

Nur so kann langfristig "keine Beeinflussung der Öleigenschaften" garantiert werden – die kondensierten leichten Ölfraktionen werden automatisch dem Öl wieder beigemischt.

Anschließend werden die Gase über ein Rückschlagventil ins Freie geleitet. Dieser Prozess läuft so lange, bis das gesamte Gerät mit Öl gefüllt ist. Dann wird die Zahnradpumpe wiederum auf Direktlauf geschaltet und die neue Vakuierungsstufe wird eingeleitet.



WIE WERDEN DÄMPFE UND GASE VOM ÖL ABGESCHIEDEN ?

Vakuum, eine entsprechende Temperatur, und eine große Interphasenfläche sind ausschlaggebend für eine effiziente Separation.

Kontaminiertes Öl vom Transformator lokal an eine optimale Temperatur gebunden und heißes Öl und Gas (vorher aus dem Öl abgeschieden) wird im Vakuum mittels Ejektor gemischt, um Blasen mit einer großen Interphasen-Oberfläche zu bilden (Blasenbett).

Die intensive Diffusion der Feuchtigkeit vom Öl wird verstärkt durch die Minimierung des Partialdrucks des Wasserdampfes. Dies wird erreicht durch Unterkühlung des Trägergases zwecks Kondensierung und Ausfrieren aller Spuren von Feuchtigkeit vor dem Vermischen mit dem kontaminierten Öl. Die aufgelösten Gase und Dämpfe diffundieren in die Blasen, die dann

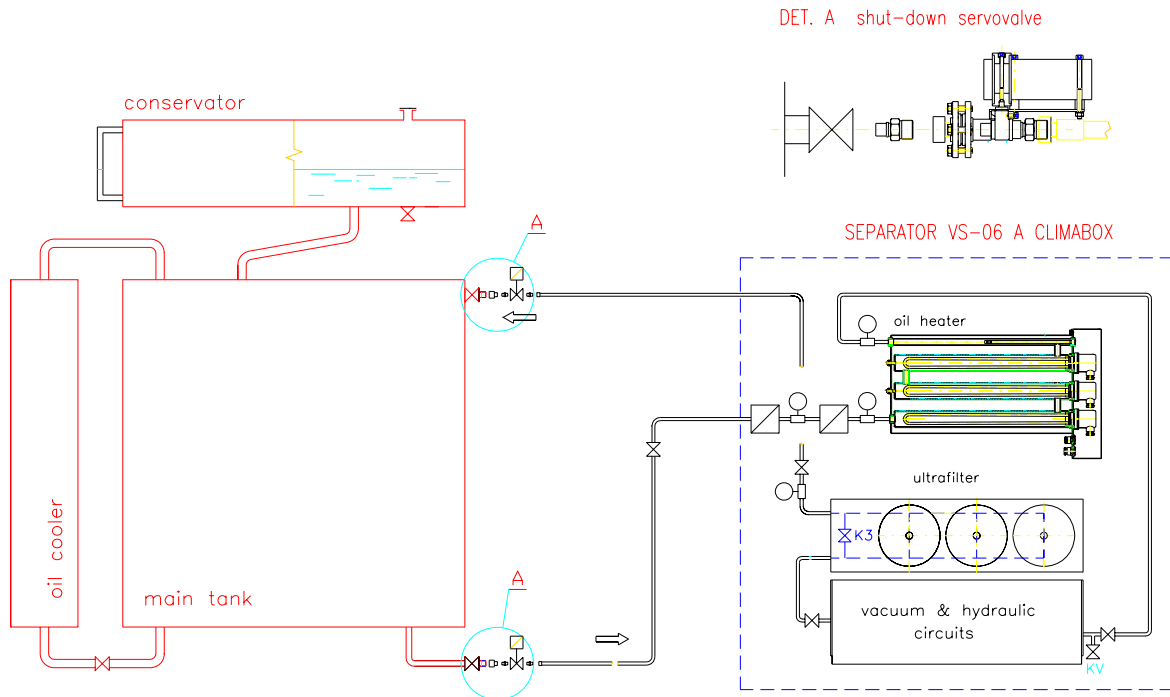
agglomeriert, gesammelt, und gebrochen werden.

Der Wasserdampf wird in Form von Eis in der Kältefalle gesammelt und periodisch aufgetaut, und **als Flüssigkeit in der Wasser-Falle gesammelt.**

Die direkte Kontrolle des Dehydrations -Wirkungsgrades wird durch Volumetrische Messungen des abgeschiedenen Wassers erreichbar.

Bitte beachten, dass hier zwecks Klarheit nur ein vereinfachtes Schema gezeigt wird.

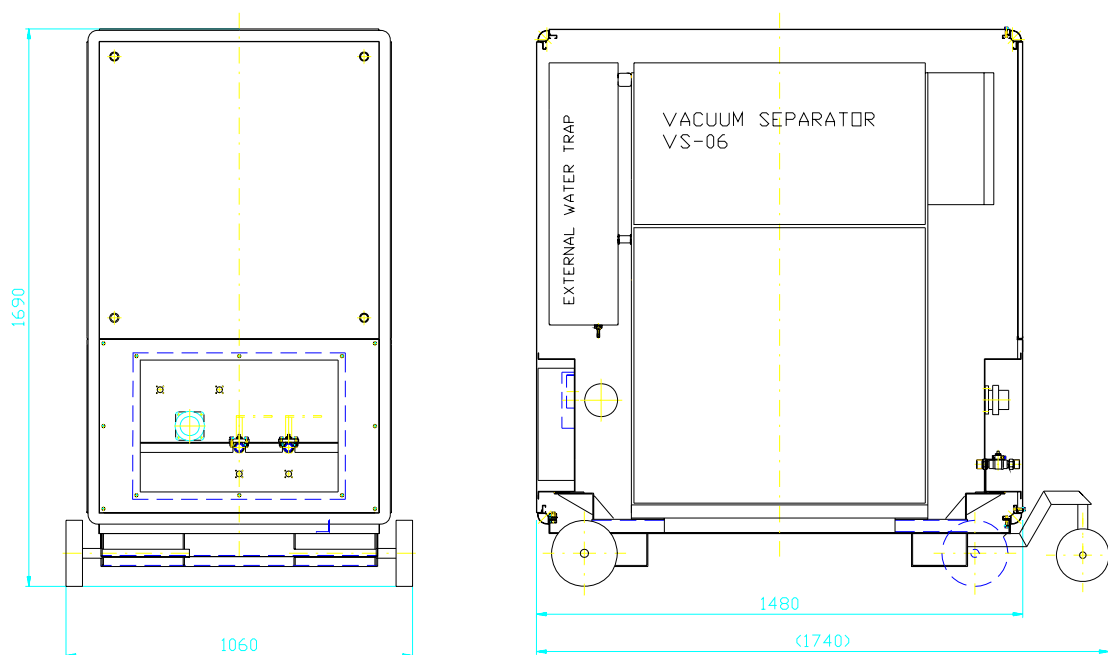
INSTALLATION



Der Separator kann an alle Transformatortypen angeschlossen werden (sei es an offene, oder geschlossene, abgedichtete Typen). Er sollte dicht am Transformator angebracht werden. Sowohl die Vakuum- und Hydraulikkreise, als auch die hermetisch abgedichteten Einheiten, Vorerhitzer und Ultrafilter sind an mobilen Plattformen montiert.

Für eine detaillierte Information siehe VS-06 Operational Manual 2003

ABMESSUNGEN



SPEZIFIKATION

Speisespannung	400 V (oder nach Wunsch)
Speisefrequenz	50 Hz (oder nach Wunsch)
Leistungsaufnahme :	
Ohne Ölwärmer	850 W
Mit Ölwärmer PO-01	6200 W maximal
Öldurchsatz	10 m ³ pro Tag maximal
Ausgangs-Wassergehalt	10 ppm nominal , 4 ppm minimal
Ausgangs-Gasgehalt	1% nominal, 0.3 % minimal
Ausgangs-Filtrierungsgrad	1 µm
Masse – Universalversion (Separator, Erwärmer, Ultrafilter, externe Wasser-Falle)	
Trockenmasse (ohne Öl)	520 kg
Betriebsmasse (ölgefüllt)	580 kg
Hydraulischer Anschluss	2 x flexibler 1/2“ Schlauch
Kommunikation:	Faxmodem, GSM Modem oder LAN Link

PARAMETRISCHE FERNSTEUERUNG

Ohne Rücksicht darauf, wie effektiv eine beliebige Methode der Öl-Dehydratation zu sein mag, ist das erste Gebot für eine Dehydratation von Transformatoren stets folgendes :

Das Entfernen von Wasser aus dem Zellulosewerkstoff eines Transformators muss sicher und effektiv sein

Jede on-line Dehydratation eines Transformators erfolgt letzten Endes durch langsame Diffusion der Feuchtigkeit aus der Zellulose in das Öl und eine Beschleunigung dieses Prozesses ist lediglich durch eine Erhöhung der Temperatur möglich. Das zweite grundlegende Gebot für jede beliebige online Dehydratation bringt hier jedoch Einschränkungen mit sich, da :

hohe Transformatortemperatur → hohen Wassergehalt im Öl → hohe Separationsrate
bedeutet

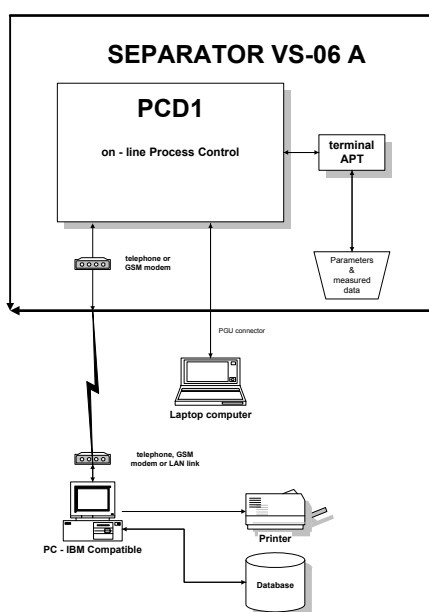
→ **niedrige dielektrische Festigkeit des Öls** → **niedrige augenblickliche Verfügbarkeit des Transformators**

Um eine Verminderung der augenblicklichen Verfügbarkeit des Transformators zu vermeiden, ist es notwendig, mindestens zwei der antagonistischen Kriterien im gesamten Dehydrations Prozess abzustimmen :

- Die maximale Separations-Effizienz des Dehydrators (maximale Wasserabscheidungs-Rate)
- die dielektrische Festigkeit des Öls müssen aufrechterhalten oder verbessert werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, kann der Dehydrator direkt (von Hand) via PCD 1 Terminal, oder besser mittels Fernprogrammierung mit Hilfe eines geeigneten PC oder Laptops aufgrund aktueller und früher gemessener Werte programmiert werden.

Auf diese Weise ist es nicht nur möglich, die Dehydrator-Funktion zu überwachen und zu optimieren, sondern man kann den gesamten Dehydrations Prozess optimieren, und zwar durch strikt gesteuertes Erwärmen des Transformators.



Typische Applikationen der VS-06 Klimabox

Indonesien

Installation der VS-06 Klimabox an einem Block-Transformator
Verbesserung der TX –Öl Durchschlagfestigkeit



Deutschland 250 MVA Trafo

VS-06 Klimabox und Online DGA - kontrollierte Verlängerung der Lebensdauer.



TRAFOSEAL

Das patentierte TRAFOSEAL Dichtungsprinzip repräsentiert eine neue Art der Hermetisierung von Leistungstransformatoren. **TRAFOSEAL benutzt als ein sehr effektives Dichtungselement direkt und allein das vorhandene Transformatoröl.**

Das kalte, mit Gas gesättigte kontaminierte Öl im Konservator wird von dem heißen Öl im Hauptgefäß **mittels einer auf natürliche Weise entstandenen thermischen Stratifikationsschicht getrennt, die im TRAFOSEAL durch den Temperaturunterschied zwischen zwei Ölen entsteht.**

Diese thermische Stratifikationsschicht bildet eine sehr dünne horizontale, virtuell unzerstörbare Membrane, die das heiße Öl in der oberen Hälfte des TRAFOSEAL -Tanks und das kalte Öl im unteren Teil (siehe Bild 1) trennt. Diese natürliche Membrane wirkt extrem effektiv gegen das Mischen von kaltem, mit Gas und Wasser kontaminiertem Öl vom Konservator mit dem heißen Öl vom Hauptbehälter.

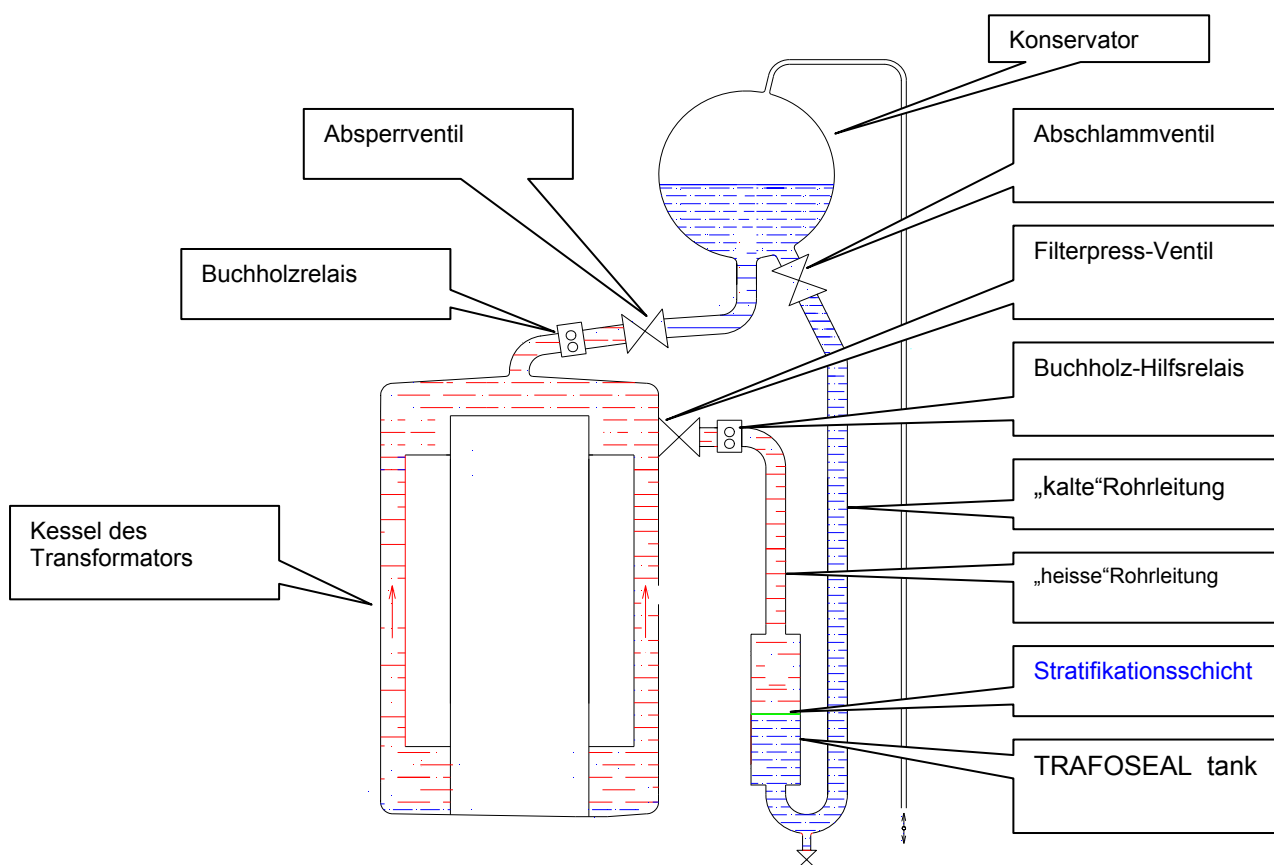


Bild 1. Schematische Anordnung des TRAFOSEAL II beim Abdichten eines Transformators

Unter normalen Betriebsbedingungen variiert die die Temperatur des Öls im Hauptgefäß des Transformators und verursacht abwechselnd positive und negative Wärmedehnungen. Wenn die Temperatur steigt, strömt Öl aus dem Hauptgefäß in den oberen Teil des TRAFOSEAL - Tanks, die thermische Stratifikationsschicht bewegt sich nach unten und das kalte Öl vom unteren Teil des TRAFOSEAL - Tank wird in den Konservator verlagert. Dann wiederum, wenn die Transformatortemperatur sinkt, verkleinert sich das Volumen des Öls im Hauptgefäß und dies verursacht eine umgekehrte Bewegung.

Der Ölstrom durch TRAFOSEAL ist nicht turbulent. Unter normalen Betriebsbedingungen bewegt sich die Stratifikationsschicht hinauf und hinunter im TRAFOSEAL – Tank, jede Mischung des heißen und des kalten kontaminierten Öls vermeidend.

Applikationen

Das Konservator – Hauptgefäß - / Hermetisierungssystem TRAFOSEAL ist für die Anwendung an jedem mit Öl gefüllten Transformator von beliebigem Typ und beliebiger Größe geeignet.

Die Lebensdauer eines Transformators kann bedeutend durch Abdichtung oder durch Vermeidung einer kontinuierlichen Kontaminierung des Öls im Transformatorgefäß durch den Konservator (Eindringen von Wasser und Sauerstoff) verlängert werden.

Hochbelastete Maschinen-, Ofen-, und Netz- Transformatoren, die üblicherweise frei atmend ausgeführt sind, sind gute Kandidaten für diese einfache, elegante, und kosteneffektive Abdichtungs-Methode, mit wesentlicher Verlängerung der Lebensdauer als Folge deren Anwendung.

Die Eliminierung des Eindringens von Sauerstoff und Wasserdampf ins Hauptgefäß vom Konservator durch TRAFOSEAL verringert sofort die oxidationsbedingte Alterung der Zellulose (und des Öls) und verlängert wesentlich die Lebensdauer des Transformators.

Die Konversion eines frei atmenden Transformators in einen durch TRAFOSEAL abgedichteten ist einfach. Keine wesentliche Modifizierung des Hauptgefäßes oder des Konservators sind notwendig.

Die zwei benötigten Anschlusspunkte sind meistens am Hauptgefäß bereits vorhanden. Bild 2 zeigt die Rohrleitungen, die Installation benötigt üblicherweise weniger als zwei Tage mit zwei Technikern, abhängig ist es von der Größe des Transformators und des TRAFOSEAL.

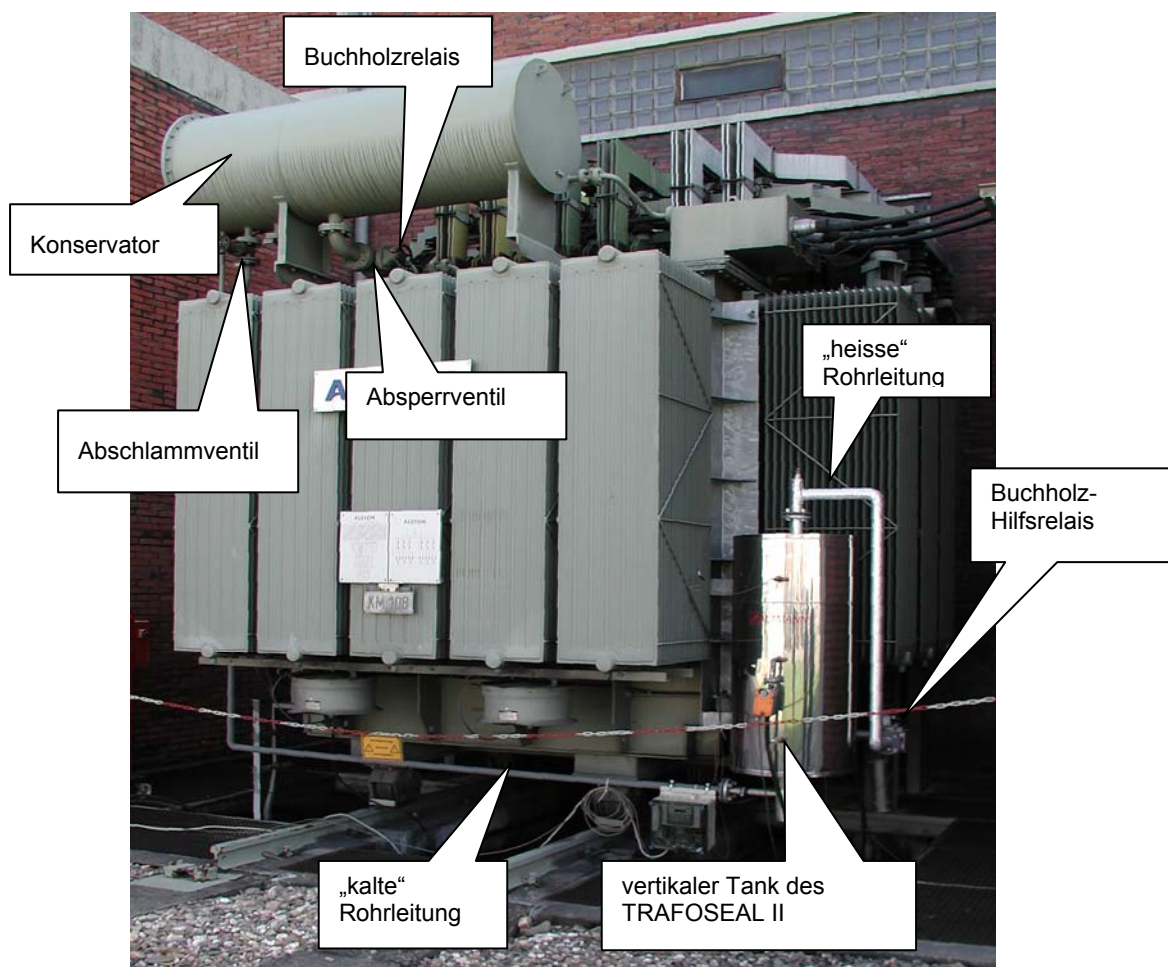


Bild 2. Retrofit eines 17MVA-Ofentransformators mittels TRAFOSEAL II - Technologie.

Verifizierung der Wirksamkeit des TRAFOSEAL

Fa. Ing. Altmann, ARS – Altmann Group, Machova 142, 344 01 Domazlice, Czech Republic, European Union
 Tel: +420-379 738 778, Fax: +420-379 738 775, Cell phone: +420-602 362 157 email: altmann@iol.cz, www.ars-altmann.com;

Die Wirkung auf das Volumen der Gase, (N₂, O₂) die in den frei atmenden Konservator eindringen, und auf die in der Ölfüllung des Hauptgefäßes aufgelösten Oxidationsprodukte (CO, CO₂), nachdem TRAFOSEAL eingeschaltet wurde, zeigt das Diagramm auf Bild 3.

Die Verifizierung der Reduktion der Oxidation und der Produktion von gasförmigen Oxidationsbeiprodukten wurde an einem 17 MVA Ofentransformator mit einer konstanten Belastung durchgeführt.

Eine automatische Online Chromatographie-Anlage (DGA) analysierte das Transformatoröl im Hauptgefäß zweimal pro Tag.

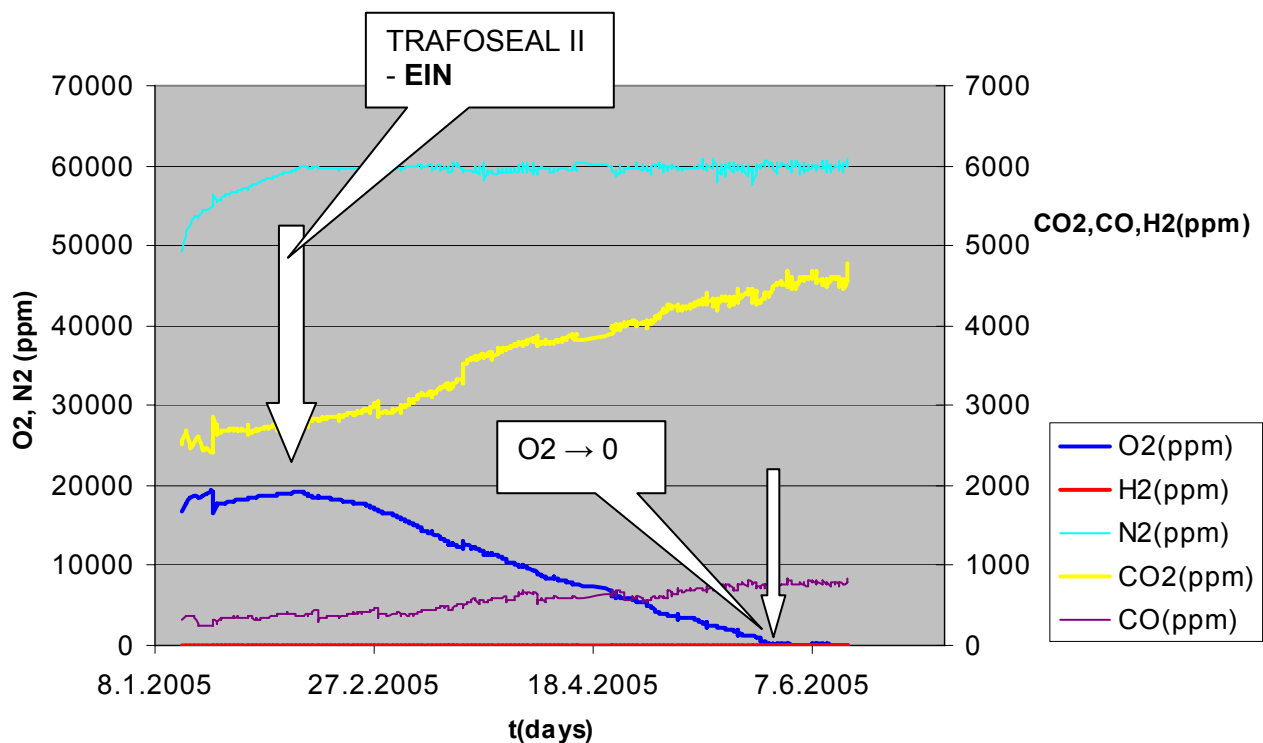


Bild 3. Im Öl des Hauptgefäßes aufgelöstes Gas nach Einschalten des TRAFOSEAL.

Bild 3 zeigt, das nach dem Einschalten von TRAFOSEAL das Eindringen von Gas aus der Atmosphäre (O₂, N₂) in das Hauptgefäß, und gleichzeitig der Austritt von Alterungsprodukten aus dem Hauptgefäß effektiv gestoppt wurden, und demzufolge:

- Das N₂-Niveau, das vorher leicht anstieg, nun konstant bleibt. N₂ agiert als inertes Gas und dient als realer Marker der Intensität des Öl-Transport-Prozesses zwischen dem Hauptgefäß und dem Konservator.
- Das O₂-Niveau wird durch die Oxidationsprozesse im Transformator rasch reduziert. Das Eindringen von Sauerstoff vom Konservator ist nun eliminiert bis zu einem Wert → 0.
- Die Niveaus von CO₂ und CO wachsen kontinuierlich solange an, bis der Sauerstoff völlig verbraucht ist. Dann stagnieren beide auf einem konstanten Wert.

Die Interpretation ist einfach: **Der Alterungsprozess von Öl und Zellulose wurde gestoppt.**

TRAFOSEAL ist aus beständigen Werkstoffen gefertigt, beansprucht keinerlei Wartung und wird den Transformator überleben.

Das Retrofit eines Transformators mittels TRAFOSEAL Technologie ist sehr einfach.

SEPARATOR S-03

Kontinuierliche Dehydratation und Filtrierung von Stufenschaltern während des Betriebes



Die kontinuierliche Filtrierung von Stufenschaltern an Leistungs-(Haupt-) Transformatoren konzentriert sich im Allgemeinen auf die Reduktion der internen Kontaminierung der Ölfüllung .

- Partikel
- Feuchtigkeit.

Wenn ein Stufenschalter unter Belastung arbeitet, werden stets intern Verunreinigungen generiert, was einen Anstieg des mechanischen Verschleißes und eine Verringerung der dielektrischen Festigkeit des Öls zur Folge hat.

Eine weitere gleichzeitig wirkende unangenehme Ursache der Reduzierung der dielektrischen Festigkeit des Schaltöls ist Feuchtigkeit, da zwei potentielle Wasserquellen im Stufenschalter stets vorhanden sind:

- Intern, als Beiprodukt der Lichtbogen-induzierten Dekomposition des Öls
- extern, durch undichte Stellen des Luftfilters oder Konservators.

Die S-03 Filtriereinheit wurde entwickelt, um ein neues Problem zu behandeln und zu bewältigen, das im Zusammenhang mit den neu entwickelten Versionen von Stufenschaltern, hergestellt aus nichthygroskopischen (hydrophoben) Werkstoffen, auftauchte.

Hydrophobe Isolationswerkstoffe, zum Unterschied von den herkömmlichen hygroskopischen Werkstoffen der „alten“ Stufenschalter, besitzen keinerlei „Pufferkapazität“ gegenüber dem Wasser, sie sind nicht imstande, Wasser aus dem Öl zu binden.

Aus diesem Grunde erhöht auch eine geringe Menge Wassers, die in die Ölfüllung eines modernen „hydrophoben“ Stufenschalters eindringt, sofort die relative Feuchtigkeit und reduziert die dielektrische Festigkeit des Öls.

Anwender von „hydrophoben“ Stufenschaltern sind demzufolge einer neuen unangenehmen betrieblichen Realität ausgesetzt.

Während die alten „hygroskopischen“ Stufenschalter imstande sind, einer leichten Wasserkontamination über eine relativ lange Zeitspanne ohne einen kritischen Verlust an

Durchschlagsfestigkeit standzuhalten, ist das dielektrische Verhalten der modernen Stufenschalter sehr empfindlich auch gegenüber einem geringen Eindringen von Wasser, und der Anwender wird demzufolge gezwungen, für ein kontinuierliches Entfernen des Wassers / der Verunreinigungen aus dem Stufenschalter zu sorgen, um einer Reduzierung der dielektrischen Festigkeit des Öls vorzubeugen.

Die S-03 Filtriereinheiten erfüllt durch ihre kontinuierliche Arbeitsweise beide Forderungen, die das externe Auffangen unerwünschter Substanzen betreffen.

Das große Volumen der vor getrockneter Zellulose-Einlage bindet Wasser und Schmutzpartikel für eine relativ lange Zeit ohne negative Einwirkungen auf die Verfügbarkeit des Stufenschalters.

Die grundlegenden Vorteile der S-03 Filtriereinheiten sind:

- Langzeitige Aufrechterhaltung der geforderten dielektrischen Festigkeit des Öls
- Reduktion des Verschleißes von mechanischen Teilen
- Reduktion der Kosten durch verlängerte Wartungsintervalle
- Starke Reduktion der Anzahl der Ölwechsel (=Kostenreduzierung)
- Einfaches Wechseln der Filtereinlage unter normalen Betriebsbedingungen.

Technische Spezifikation

Motor:	Typ : 3-phase, (auf Wunsch 1-phase)
	Leistung: 0,18 kW
	Spannung: 3x400 V, 50 Hz, (60 Hz) (oder anders auf Wunsch)
	Drehzahl: 1350 U/min
	Schutzklasse: IP65 (voll hermetisiert)
Ölpumpe:	Zahnradpumpe (Monoblock-Version)
	Hydraulische Leistung: 250 l/St.
Sicherheitsventil:	Einstellbar: 3b
Filtereinlage:	Typ: B-005-OK-250BP (Dmr. 150)
	Werkstoff: Zellulose (vorgetrocknet bei 0,2% Massegewicht)
	Filtergrad: 3 µm
	Typischer Druckverlust bei 20°C:
	Neue Einlage: < 2 bar (3 bar)
	Max. Lagerungszeit: 12 Monate, in unbeschädigter Verpackung
Druck/Durchfluss - Erfassung	Messaufnehmer (-100, 300 kPa)
Geräuschpegel	< 65 dB(A)
Masse (ohne Öl)	34 kg
Anschluss	Schlauch 3/8", starre Rohrleitung 3/8"
Oberflächenschutz	Kategorie C4 <i>Für sehr schwere Betriebsbedingungen empfohlene Version: Rostfreier Stahl.</i>

Installation :

Darstellung einer Installation S-03 Filter Einheit an einem Stufenschalter Fig.1

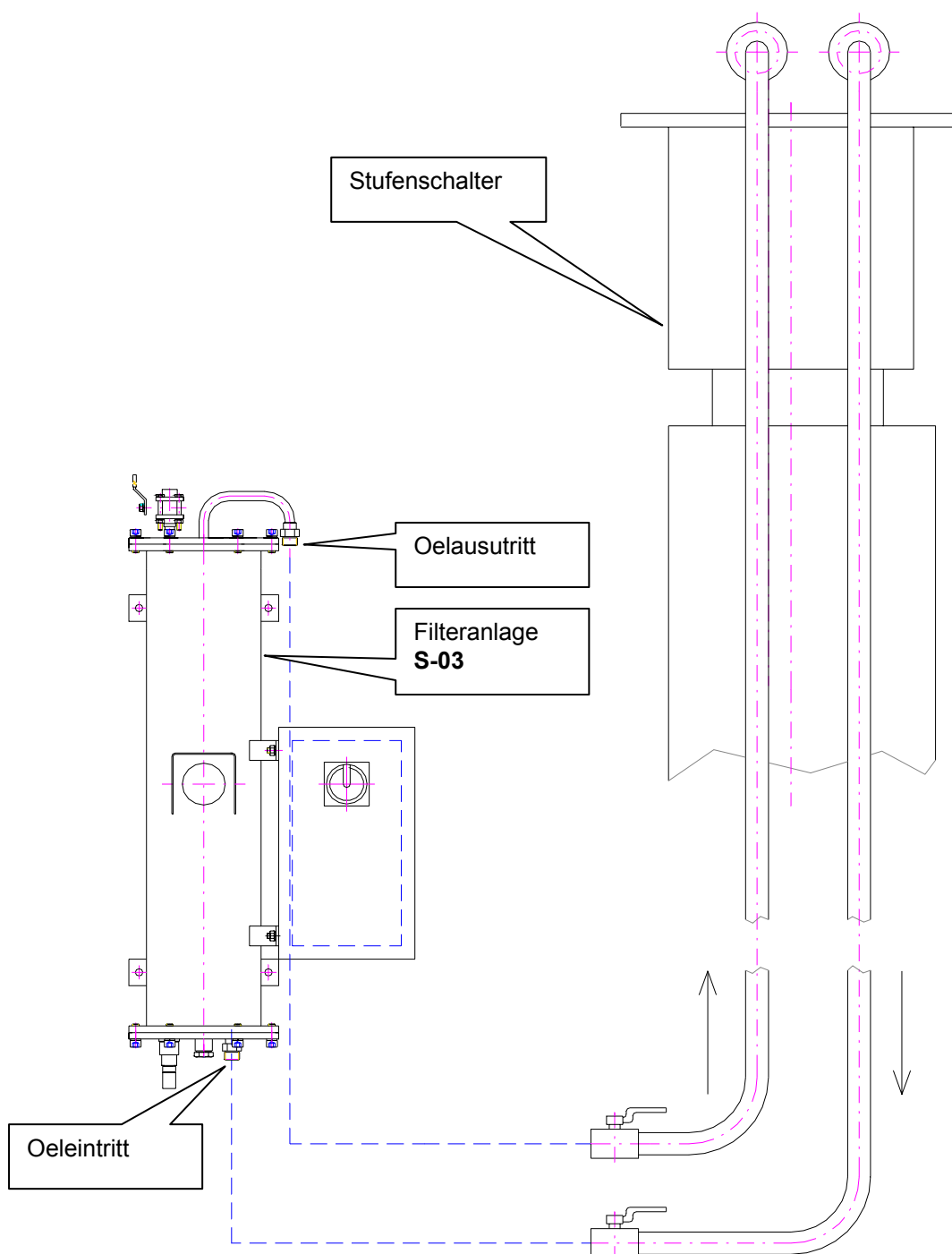


Bild 1 Schematische Auslegung der Installation

Die S-03 Filtriereinheiten werden üblicherweise direkt am Hauptgefäß des Transformators angebracht. Die hydraulische Verbindung zwischen Stufenschalter und der S-03 Einheit erfolgt mittels $\frac{3}{8}$ " Schläuche oder $\frac{3}{8}$ " nahtlose Rohre.

Für eine detaillierte Beschreibung der Installation, der Speisung, und den Austausch der Filtriereinlage siehe: www.ars-altmann.com / News/Manuals.

Ein Beispiel einer standardmäßigen Applikation: Das Triple S-03 System – drei S-03 Filtriereinheiten auf einem gemeinsamen Montagerahmen für eine gleichzeitige Filtrierung von drei Stufenschaltern eines 60 MVA Haupttransformators.



Die hydraulischen Kreise bestehen aus druckbeständigen Schläuchen und stellen minimale Anforderungen auf Änderungen des existierenden Ölsystems. Jeder Stufenschalter hat hier seine eigene S-03 Filtriereinheit.

Kontakte

Hersteller:

ARS - **ALTMANN** **RECOVERY** **SYSTEMS**

Fa. Ing. Altmann, Machova 142

344 01 Domazlice

Czech Republic

tel.: + 420 379 788 391, + 420 379 738 778

fax.: + 420 379 738 775

handy: + 420 602 362 157

e-mail: altmann@iol.cz

homepage: www.ars-altmann.com

UNSERE PARTNER

Fa. **Andreas Henghuber**

ARS - Altmann Systems

Oberhausbach 2

D-84 332 Hebertsfelden

Germany

Tel. +49(0) 8727 7180

Fax.. +49(0) 8727 96 9827

mob: +49(0) 171 547 5391

e-mail: Ahenghuber@aol.com

Wuhan HengCheng Eletricpower Tech. Co.Ltd.

802 Room 5 Building

Wuhan, Hubei 430074

P.R.of China

Responsible person: Yan Jie

Tel.:+86-27-87496061

Fax.:+86-27-59715145

Handy:+86-13909241723

Web site:www.hchco.cn

E-mail: hcqiye_wh_yj01@163.com.cn

MTC Power Technology Ltd.

Kallipoleos and Ifigenias I,

Office 501, Amaral 30

Nicosia 1055, CYPRUS, EU

Email: sales@mtcpowertec.eu

Fax: +357 (22) 752009

LABMETRIK ELECTRICAL SDN.BHD. (465906-V)

26-G,BLOCK E, JALAN MAJU 3/3, TAMAN LEMBAH
MAJU,

KUALA LUMPUR

MALAYSIA

Tel.: 603-4297 5555

Fax.: 603-4297 7733

e-mail:labmetrik@gmail.com

Haris Al Afaq LLC.

P.O. Box No. 8141

Dubai , U.A.E.

Contact person : R.Chakravorty

Tel No : 009714-2719624/625

Fax No : 009714-2719285

handy No : 0097150-5259448

e-mail: ranadhir@haris.com

VH Ingeniería

Ing. Luiggi 719- Bahia Blanca

Bahia Blanca – Buenos Aires

CPA (B8000JUO)

Argentina

Contact person:

Victor Vercellino

tel.: 54-291-4525662

handy: 54-291-154622310

E-mail: victor.vercellino@gmail.com

Boston Home Inc. Industrial Supply

168 Apo St., Sta. Mesa Heights

Quezon City, Philippines

Tel +632 4123726

Fax +632 4150130

Responsible person: Bernard Tiongson

STEVO Electric BVBA

Hamssteenweg 22/6

3971 Leopoldsburg Heppen

Contact person: Stefaan VOLKAERT

Tel.: +32 11 341001

Fax.: +32 11 347977

Mob.: +32475823954

Stefaan.volkaert@stevoelectric.be

www.stevoelectric.be