Überwachung von Grosstransformatoren : präventive Diagnostik am Bildschirm

Autor(en): **Boss, Pierre / Fuhr, Jitka / Lorin, Pierre**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **89 (1998)**

Heft 1

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-902037

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der Ausfall eines Grosstransformators ist sozusagen der GAU (grösster anzunehmender Unfall) in einem Stromübertragungssystem – er verursacht enorme volkswirtschaftliche Kosten. ABB hat im Rahmen eines nationalen Forschungsprojektes der Elektrizitätswirtschaft (PSEL) ein System der Dauerüberwachung zur Marktreife entwickelt, das online zuverlässige Aussagen über die Betriebssicherheit eines Transformators erlaubt. Die Überwachung ermöglicht eine frühzeitige Einleitung vorsorglicher Massnahmen wie zum Beispiel die Durchführung einer Offline-Diagnose vor Ort, die eine zuverlässige Beurteilung des Zustandes des Transformators erlaubt.

Überwachung von Grosstransformatoren

Präventive Diagnostik am Bildschirm

■ Pierre Boss, Jitka Fuhr und Pierre Lorin

Grosstransformatoren über 100 MVA gehören zu den kapitalintensivsten Komponenten im Stromübertragungssystem. Bei einem Ausfall sind ausserdem die Folgekosten und volkswirtschaftlichen Einbussen erheblich. Die Gefahr eines unkontrollierten Ausfalls steigt mit dem Alter der Transformatoren (in Europa ist eine grosse Anzahl von Transformatoren mittlerweile über 40 Jahre in Betrieb).

Schwachstellenprofil...

Es wurden deshalb im Rahmen eines nationalen Forschungsprojekts (Kasten) Fehleranalysen an Transformatoren mit Betriebszeiten von über 40 Jahren vorgenommen, wobei sich folgendes *Schwachstellenprofil* ergab: Korrosionsprobleme im Kühlungssystem, Schäden im Isolationssystem infolge Alterung oder Feuchtigkeit, Folgeschäden beim Wiedereinschalten nach einer Abschaltung, Stufenschalterprobleme, defekte Durchführungen sowie unsachgemässe Behandlung.

...und Schwachstellenindikatoren

Für den sicheren Betrieb ist bei allen Hochspannungsgeräten die Integrität des Isolationssystems von entscheidender Bedeutung. Die Alterung eines Isolationssystems im Betrieb wird hauptsächlich durch elektrische (hohe Feldstärken), thermische (Hot Spots), mechanische (Deformation) und chemische (Feuchtigkeit, Teilentladungen) Prozesse verursacht. Jeder dieser Prozesse kann die

Das Projekt

Der Ausfall eines Transformators kommt in der Regel nicht von heute auf morgen; er kommt schleichend, ja erkennbar, sofern man die Anzeichen und Problemkomponenten zu deuten vermag. Dies war der Ansatzpunkt eines nationalen Forschungsprojekts, innerhalb welchem die ABB in Zusammenarbeit mit der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft ein Überwachungssystem entwickelte, mit dem sich Betriebssicherheit und Restnutzungsdauer von Transformatoren laufend überprüfen lassen. Das Projekt wurde von ETHZ, FKH, EPFL, Micafil, Weidmann sowie Ensa unterstützt.

Adresse der Autoren
Pierre Boss, Leiter F+E, Dr. *Jitka Fuhr* Leiterin Monitoring und Diagnostik, und *Pierre Lorin,* F+E, ABB Sécheron SA, Genf

dielektrische Festigkeit der Isolationsmaterialien modifizieren (normalerweise reduzieren) und bildet somit Schwachstellen im Isolationssystem. Alle Schwachstellen, die im hohen elektrischen Feld liegen, produzieren während des Betriebs permanente Teilentladungen (lokale elektrische Durchschläge), die die Homogenität des gesamten Isolationssystems langsam bis zum kompletten Durchschlag zerstören können.

Zur Erkennung dieser sich langsam entwickelnden Defekte haben sich als Indikator die Resultate von periodisch durchgeführten Gas-in-Öl-Analysen (DGA) durchgesetzt. Ein plötzlicher Anstieg der im Öl gelösten Gase lässt Rückschlüsse auf die Veränderungen des Isolationssystems zu.

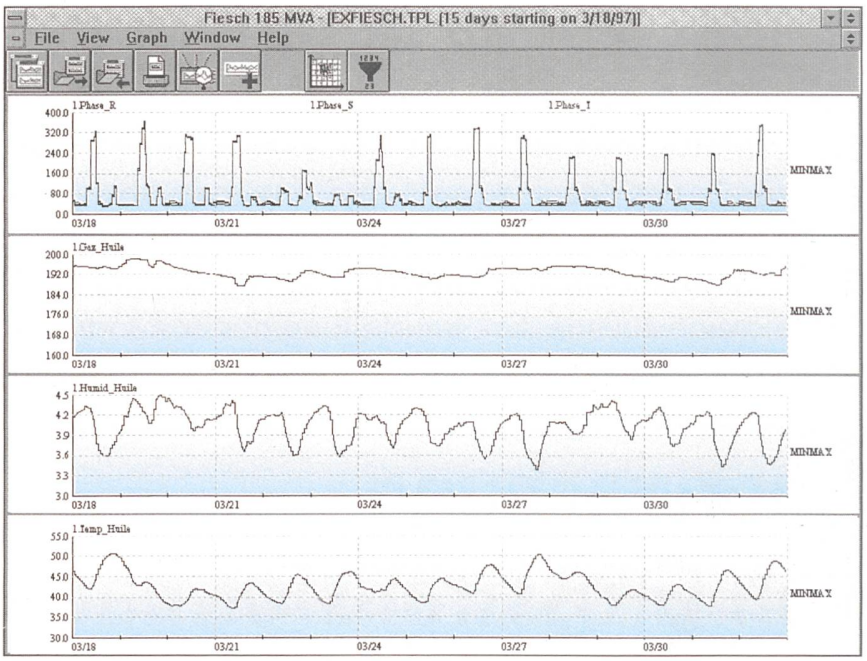

Bild 1 Grafische Darstellung der Sensorsignale

Basis für Monitoring-System

Die rasante Entwicklung in der Datenerfassungs- und -übertragungstechnik erlaubt es heute schon, leistungsfähige Online-Monitoring-Systeme für Überwachungen von wichtigen Kenngrössen von Transformatoren zu installieren. Die Schwierigkeit in der Anwendung solcher Systeme liegt in der Auswahl der Entscheidungskriterien: Welche Daten sind wichtig und physikalisch sinnvoll? Welche Schlüsse sind aus der Analyse der Daten zu ziehen? Wo liegen die Alarmgrenzen?

Um die Anfangswerte der Kenndaten eines Transformators für die Alarmkriterien eines Online-Überwachungs-Systems zu definieren, ist vorerst eine Offline-Diagnose vor Ort vorzunehmen, die die folgenden Referenzdaten liefert: Ölanalyse, Gas-in-Öl-Analyse, Polarisationseffekte (Feuchtigkeitsgehalt und Alterungszustand der Öl-Papier-Isolation, Homogenität des Isolationssystems), Analyse der Transferfunktion, Deformationen, Messung der Teilentladungen.

Aufgabe und Funktion

Ein Online-Monitoring-System hat die Aufgabe, über lange Zeiträume, unter Umständen sogar über die gesamte Betriebsdauer eines Transformators, generelle und spezifische Betriebsdaten aufzuzeichnen (Bild 1). Aufgrund der Trendanalyse sowohl von Betriebsdaten als auch von einigen wichtigen Kenngrössen, die den Zustand des Transformators charakterisieren, können gefährliche Veränderungen im Isolationssystem frühzeitig durch eine Alarmmeldung erkannt werden. Ein Monitoring-System soll sich durch robuste Ausführung, geringe Kosten, hohe Zuverlässigkeit, die Fähigkeit zur Integration in bestehende oder neue Systeme sowie einfache Bedienung auszeichnen.

Ausrüstung	Minimalanforderung	Empfehlung
Computer	IBM-kompatibler 80386-Rechner 8 MB RAM Minimum von 8 MB für permanenten Dateienaustausch 10 MB freie Festplattenkapazität pro Anlage	IBM-kompatibler Pentium-Rechner oder höher 16 MB RAM
Microsoft DOS	MS DOS 5.0 oder höher	MS DOS 6.2 oder höher
Microsoft Windows	3.1	Windows 95 (MS DOS nicht nötig)
Modem	Hayes-kompatibel, 2400 Baud	Hayes-kompatibel, 14,4 kBaud
Telefonanschluss	mit Monitor verbunden	
Monitor und Videokarte	SVGA, farbig	
Drucker	Grafikdrucker	Farbdrucker

Tabelle I Mindestanforderungen an PC-Hardware und -Software für Betrieb des T-MAP-2230-Systems

Sensoren verfügbar

Für die Messung von 50/60-Hz-Strömen und der Öltemperatur sind Sensoren kommerziell erhältlich; für die Detektion von gelösten Gasen im Öl (Bild 2) im Transformator gibt es Sensoren im Prototyp-Stadium (Entwicklung von Multigassensoren im ABB-Forschungszentrum). Sensoren für die permanente Überwachung von gelöstem Wasserstoff im Öl (Bild 3) sind seit zehn Jahren kommerziell erhältlich und in Nordamerika in Online-Monitoring-Systemen bereits erfolgreich eingesetzt worden.

Auswertungselektronik

Aus der Vielzahl der bestehenden Auswertungselektroniksystemen wurde für die Datenerfassung des ABB-Monitoring-Systems das Daten-Registrierungs- und -Übertragungssystem T-MAP 2230 (Transformator Maintenance Action Planner) von J.W. Harley Inc. gewählt. Es ist in einem wetterfesten Metallgehäuse

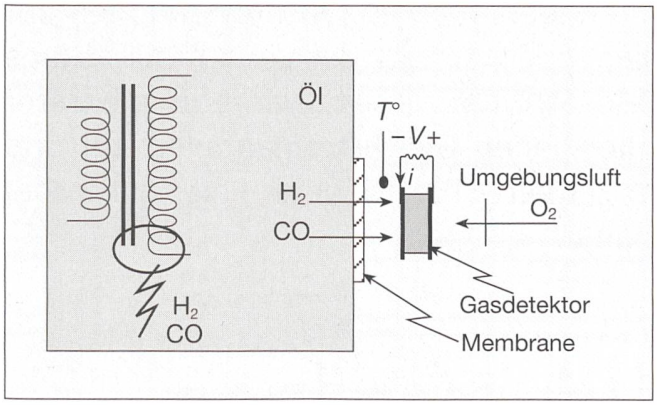

Bild 2 Wasserstoffsensor
Die Extraktion der im Öl gelösten Gase erfolgt über eine schwach durchlässige Membrane. Die gelösten Gase verbinden sich mit dem Sauerstoff der Umgebungsluft und bauen nach dem Brennstoffzellenprinzip eine messbare Spannung auf.

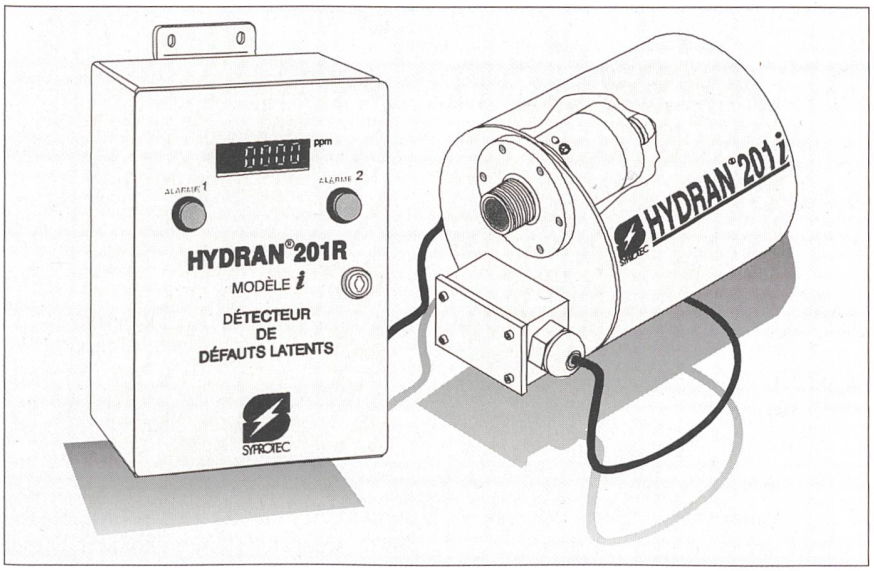

Bild 3 Feuchtigkeitssensor zur permanenten Überwachung der Feuchtigkeit im Öl

untergebracht, das am Tank des Transformators montiert wird.

Für die Datenübertragung zwischen T-MAP 2230 und dem Rechner stehen zwei Wege zur Verfügung: per Modem zur Datenübertragung via Telefonanschluss oder über eine serielle Schnittstelle. Letztere eignet sich sowohl für den Anschluss eines Computers als auch für eine direkte Datenübertragung vor Ort.

Für die automatische Datenübertragung und die Kommunikation zwischen der Auswertungselektronik und dem Computer in der Warte wurde die Software *T-MAP Manager* eingesetzt. Für die grafische Darstellung der auf der Festplatte des Steuerrechners gespeicherten Sensorsignale und für die Datenanalyse wurde die Software *Harly Master 4.8* verwendet.

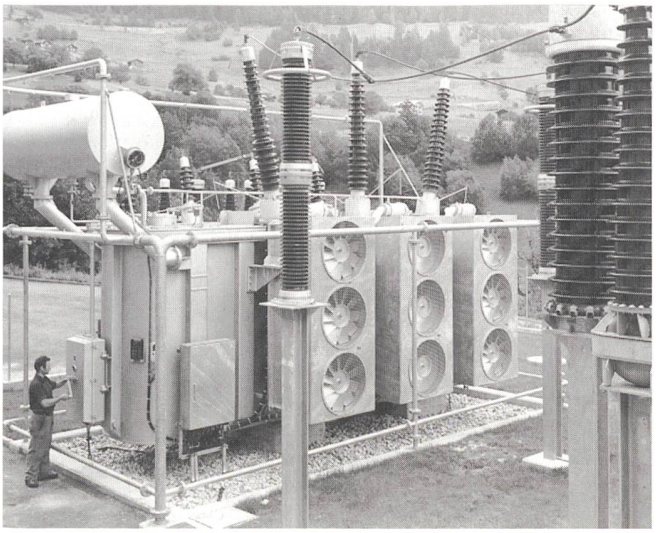

Bild 4 Leistungstransformatoren 185 MVA, 220 kV, der Schalt- und Transformatorenanlage Fiesch, Kanton Wallis
Die Anlage wurde im Rahmen eines Pilotprojektes während zweier Jahre erfolgreich überwacht.

Beispiel aus der Praxis

Im Rahmen des Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (Projekt Nr. 64) ist ein Leistungstransformator mit 185 MVA/220 kV in Fiesch, Kanton Wallis, mit verschiedenen Sensoren ausgerüstet und erstmals fernüberwacht worden (Bild 4). Der Pilotversuch läuft seit zwei Jahren. Die während dieser Zeit gesammelten Erfahrungen haben die Erwartungen der Initianten übertroffen. Insbesondere hat sich gezeigt, dass die Sensor-, Mess- und Telekommunikationstechnik heute so weit fortgeschritten ist, dass Betriebsdaten und relevante Kenngrössen eines Transformators standortunabhängig über Telefonleitung am PC-Bildschirm jederzeit abgelesen werden können.

Markteinführung

Damit ist ein leistungsfähiges, zuverlässiges Online-Monitoring-System zur Überwachung und präventiven Betriebsdiagnose von Transformatoren zur Marktreife entwickelt worden, das ab sofort erhältlich ist. Der Tag, an dem Leistungstransformatoren standardmässig fernüberwacht werden, dürfte gekommen sein.

La surveillance des gros transformateurs

Diagnostic préventif à l'écran de visualisation

La panne d'un gros transformateur est en quelque sorte l'accident maximal prévisible dans un système de transport d'électricité – il cause d'énormes coûts au niveau de l'économie nationale. ABB, dans le cadre d'un projet de recherche national de l'économie électrique (PSEL), a développé un système commercialisable de surveillance permanente, qui permet des informations sûres «online», sur la sécurité de fonctionnement d'un transformateur. La surveillance permet de lancer en temps utile des actions préventives comme, par exemple, l'exécution d'un diagnostic «offline» sur site qui permet une appréciation sûre de l'état du transformateur.