

MR610 für die Energietechnik**Die Herausforderung**

Die Lebensdauer von Transformatoren hängt sehr stark von der Betriebstemperatur ab. Dabei entscheidend ist die temperaturabhängige Alterung der Isolationsmaterialien. Man spricht in diesem Zusammenhang von dem «Lebensdauerverbrauch». Dieser steigt exponentiell mit der Temperatur. So ergibt ein 10-stündiger Betrieb bei 86°C annähernd den gleichen Lebensdauerverbrauch wie 1 Stunde bei 110°C.

Bei einer homogenen Temperaturverteilung ist die thermische Belastung für alle Komponenten gleich; ergeben sich jedoch Temperaturhotspots, so tragen diese wesentlich zur Alterung und zum Ausfall des Transformators bei, auch wenn nur Teile betroffen sind. Ist der Transformator einmal hergestellt, gibt es keine Möglichkeit, solche Hotspots von aussen zu erkennen. Um dennoch diese Hotspots zu detektieren, müssen daher sehr viele Punkte ständig mit der Hoffnung überwacht werden, auch tatsächlich einen Sensor an einem solchen zukünftigen Hotspot installiert zu haben.

Besser wäre hier ein System, das automatisch diese Hotspots erkennt und eine Temperaturwarnung an ein Alarmsystem überträgt.

Abb.1: Transformatorwicklungen

Die Aufgabe

Aufgabe war es nun, ein Messsystem zu entwickeln, das sich im Inneren des Transformators befindet und den gesamten Wicklungsbereich überwacht. Dieses System soll anzeigen, an welcher Stelle eine Temperaturerhöhung auftritt, und wie stark diese Erhöhung ist. Dazu ist besonders zu berücksichtigen, dass alle elektrischen Messwertempfänger durch das Vorhandensein der hohen Ströme und der damit verbundenen hohen Magnetfelder keine zuverlässigen Daten liefern und somit nicht verwendet werden konnten.

Als Nebeneffekt könnte schon während der Produktion die Temperatur im Inneren des Transformators gemessen werden, womit eine Steuerung der Temperatur der Trocknungsöfen möglich wird. Diese Steuerung kann zu einer starken Senkung der Energiekosten führen.

MR610 für die Energietechnik



Die Lösung

Die Wahl fiel damit auf ein faseroptisches Messsystem, das unbeeinflusst von den auftretenden Störgrößen zuverlässige Messwerte liefert. Das auf Basis des Ramann-Effektes arbeitende Messsystem kommt dabei mit nur einer optischen Faser aus. Diese Faser wird bei der Produktion des Trafos mit vergossen und entlang der Wicklungen verlegt. Ihre Länge beträgt dabei bis zu 250m.

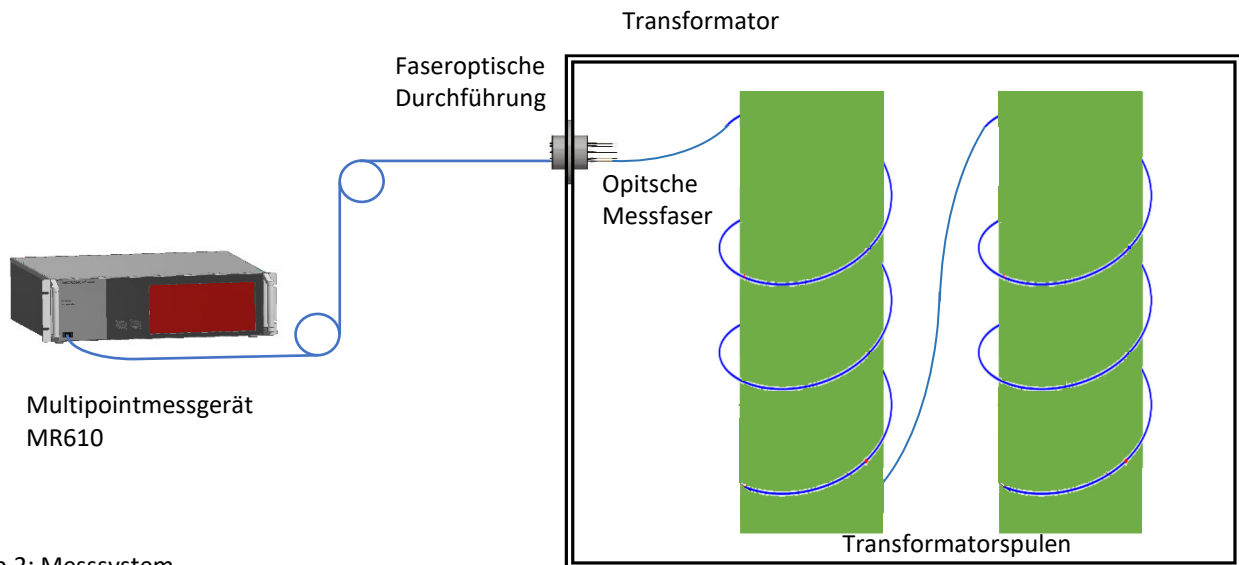


Abb.2: Messsystem

Das Messprinzip

Mit einem Laser wird ein kurzer Lichtimpuls in die optische Faser eingestrahlt. Die einzelnen Photonen dieses Lichtimpulses werden an jedem Molekül der Glasfaser gestreut. Kommt es entlang der Faser zu einem Temperaturanstieg, so ist die Wellenlänge des rückgestreuten Photons leicht verschoben. Diese Verschiebung ist proportional zur auftretenden Temperaturdifferenz. Der Effekt wurde nach seinem Entdecker, dem Physiker Ramann benannt, der hierfür 1930 den Nobelpreis bekam.

Zusätzlich zu der Wellenlängenverschiebung wird die Zeit gemessen, die zwischen Aussenden des Impulses und Eintreffen der rückgestreuten Photonen vergeht. Damit lässt sich die Position der Stelle genau bestimmen, an der das rückgestreute Photon seine temperaturabhängige Wellenlängenverschiebung erfahren hat. Man weiss damit, welche Temperatur wo entlang der Faser vorliegt.

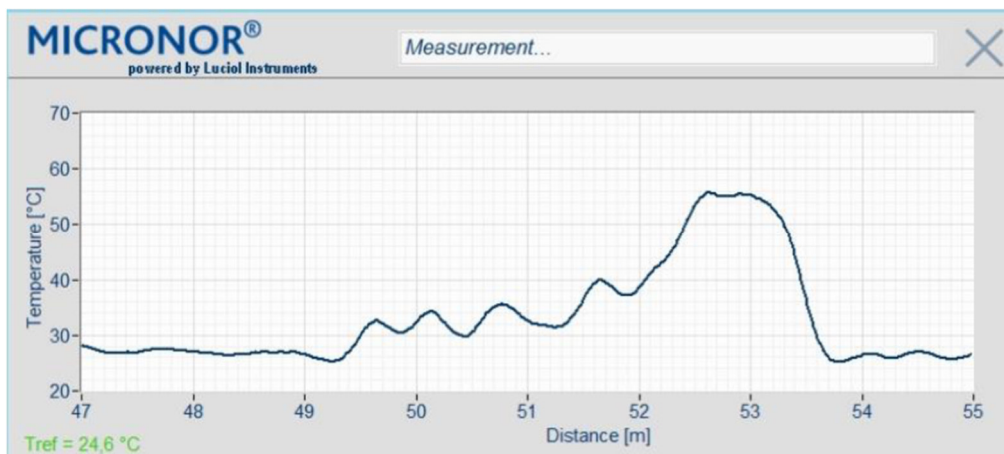


Abb.3 Temperaturkurve entlang der Faser

MR610 für die Energietechnik**Die wichtigsten Daten**

Signalausgabe	Über MIC-Multitemp - Software
Hardware-Schnittstelle	USB
optischer Stecker	E-2000 PC RL>50dB
Kalibrierung	Kundenseitig
Schutzgrad	IP55
Faser Typ	Multimode, Gradienten Index (62.5/125 µm)
Optischer Stecker	E-2000 APC Typ
Optische Pulsbreite	1 ns
Messbereich	250m
Distanzeinheiten	Meter, Fuss, Zeit (ns)
Abtastauflösung	20mm (180ps)
Absolute räumliche Auflösung	100mm (10-90% Schritt)
Absolute räumliche Auflösung max.	50mm
Absolute Temperaturgenauigkeit	± 1.5°C
Temperaturbereich kalibriert	-50°C....+200°C
Temperaturbereich min. max.	-200°C+800°C (mit Spezialfaser möglich)
Wiederholgenauigkeit nominal	± 0.6°C
Datenformat	Excel, .csv, Graph, .xml