Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 38 (1947)

Heft: 24

Artikel: Erwärmungsversuch an einer neuen Grosstransformatorengruppe aus einsäuligen Einphasen-Transformatoren mit Radialblechung

Autor: Neuenschwander, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061456

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Zürich 8, Seefeldstrasse 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ◆ Telephon 23 77 44
Postcheckkonto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

38. Jahrgang Nr. 24 Samstag, 29. November 1947

Erwärmungsversuch an einer neuen Grosstransformatorengruppe aus einsäuligen Einphasen-Transformatoren mit Radialblechung

Von *A. Neuenschwander*, Baden

621.3.017.71 : 621.314.21

In der Unterstation Bickigen der Bernischen Kraftwerke wurde eine neue Transformatorengruppe für eine Leistung von 42 000 kVA aufgestellt. Es werden die vertraglich durchgeführten Erwärmungsversuche beschrieben. Die Resultate haben sehr befriedigt und zeigen, dass der neuartige Aufbau der Transformatoren sich als sehr vorteilhaft erweist.

Un nouveau groupe de transformateurs pour une puissance de 42 000 kVA a été installé dans la sous-station de Bickigen des Forces Motrices Bernoises. L'auteur décrit les essais d'échauffement prescrits dans le cahier des charges. Les résultats ont été très satisfaisants et prouvent que cette nouvelle construction est très avantageuse.

Die Unterstation Bickigen bei Burgdorf stellt im Verteilnetz der Bernischen Kraftwerke dadurch, dass sich die zwei Hauptverbindungsstränge Mühleberg–Bickigen–Mettlen und Innertkirchen–Bickigen–Brislach kreuzen, einen wichtigen Knotenpunkt dar. Im Zentrum eines grossen Verbraucherkreises erfolgt von ihr aus hauptsächlich die Verteilung und Abgabe von Energie in das 45-kV-Netz. Die Zunahme des Energiekonsums veranlasste die stets für den neuesten Stand der Entwicklung der Elektroindustrie interessierte Direktion der Bernischen Kraftwerke, bei der A.-G. Brown, Boveri & Cie. eine Transformatorengruppe von 42 000 kVA in der Bauart von 3 Einphasen-Reguliertransformatoren (Fig. 1) zu bestellen.

Die Neuheit bei dieser Transformatorengruppe besteht im zylindrischen Aufbau des ganzen Magnetgestelles, was durch radiale Blechung des Eisenkerns und der mehrfach aufgeteilten und radial geblechten Rückschlussjoche erreicht werden konnte (Fig. 2)[1]). Dadurch wurde es auch möglich, die Jochhöhe niedrig zu halten und damit grosse Transformatorengruppen bahntransportfähig zu machen.

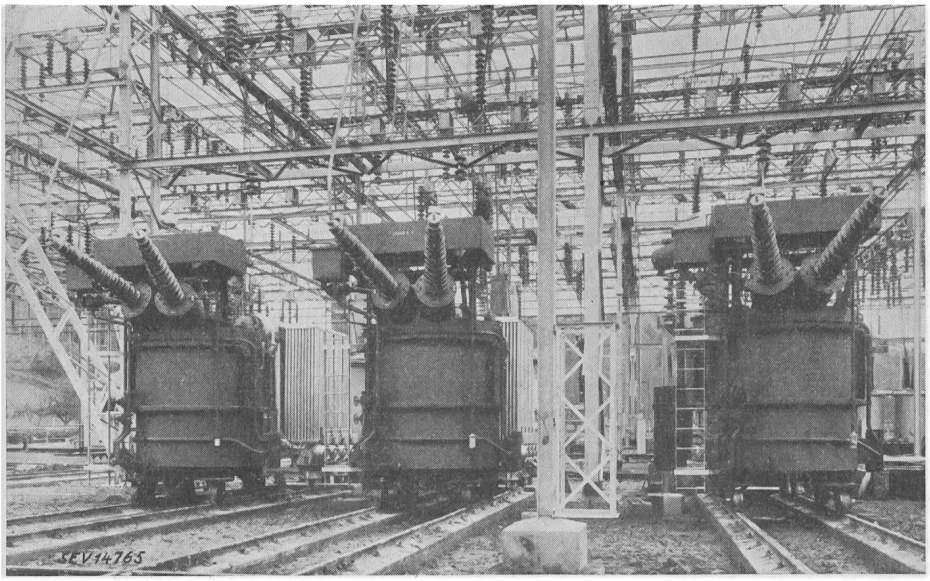

Fig. 1
Versuchsgruppe der 3 Einphasen-Reguliertransformatoren
Leistung der Gruppe 42 000 kVA, 150/45 kV

Für diese Erstausführung wurde vertraglich ein Erwärmungsversuch festgelegt. Dieser Versuch konnte jedoch nur am definitiven Standorte der Transformatorengruppe durchgeführt werden und durfte den ordentlichen Betrieb nicht stören, weshalb die aus Fig. 3 ersichtliche Schaltung gewählt worden ist.

Die Speisung der drei ober- und unterspannungsseitig parallel geschalteten Einphasen-Einheiten erfolgte einphasig von der OS-Seite aus, wobei die Anfänge *U*, *V* und *W* der OS-Säulenwicklungen mit der Erde verbunden waren. Der Laststufenschalter stand an dem zu prüfenden Transformator (Pol *S*) auf Stellung 8. Dies entsprach der Stellung,

[1]) vgl. *Meyerhans, A.:* Neue Bauweisen bei Transformatoren und Drosselspulen. Bull. SEV Bd. 35(1944), Nr. 22, S. 632...643.

für welche die Garantien abgegeben worden waren. Durch Verstellen der Laststufenschalter an den Polen *T* und *R* auf Stellung 22 konnte das Uebersetzungsverhältnis zwischen dem zu prüfenden Transformatorpol *S* und den Polen *T* und *R* soweit verstimmt werden, bis infolge der hiebei auftretenden Spannungsdifferenz sich ein Ausgleichstrom in der Grösse des Belastungsstromes einstellte.

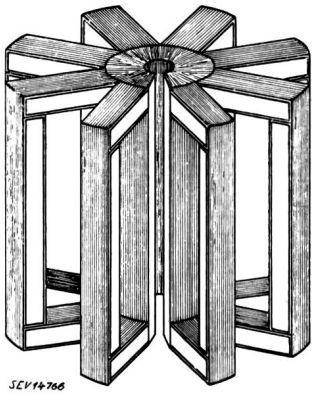

Fig. 2
Magnetgestell mit radialer Blechung

Der Erwärmungsversuch wurde nur am Pol *S* durchgeführt, wobei die Pole *T* und *R* je 50 % des US-Normalstromes von Pol *S* führten. Auf der OS- und US-Seite im Belastungskreis des geprüften Transformators eingebaute Volt- und Ampèremeter gestatteten jederzeit während des Erwärmungsversuchs, den Belastungsstrom und die Spannung abzulesen. Gleichzeitig wurden mit registrierenden

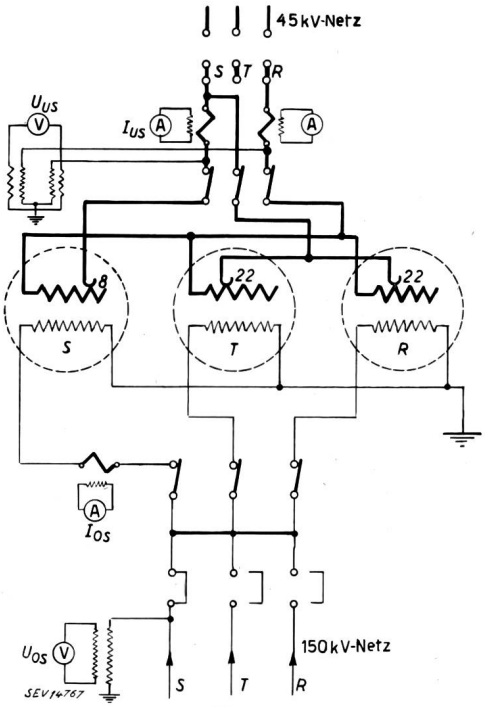

Fig. 3
Schaltung für den Erwärmungsversuch

Volt- und Ampèremetern auf der 150- und 50-kV-Seite die Spannungen und Ströme gemessen. Fig. 4 und 5 zeigen Ausschnitte aus den Diagrammen der auf der 150-kV-Seite eingebauten registrierenden Volt- und Ampèremeter. Hieraus ist ersichtlich, wie während des Erwärmungsversuchs Spannung und Strom konstant gehalten werden konnten.

Um den Einfluss der relativ raschen Temperaturschwankungen der Kühlluft auf die Kühlung des Oeles zu berücksichtigen, wurden zirka 3 m vom zu prüfenden Transformator entfernt an 2 diametral gegenüberliegenden Stellen ölgefüllte Vergleichsgefässe aufgestellt und mit Präzisionsthermometern deren Oeltemperaturen gemessen. Diese für

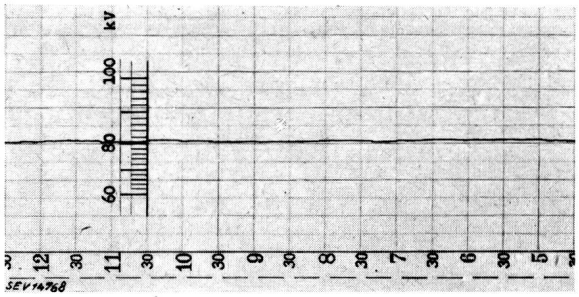

Fig. 4
Spannungsverlauf während des Versuches

den vorliegenden Erwärmungsversuch extra hergestellten Vergleichsgefässe, bestehend aus Blechbehältern von ca. 5 Litern Inhalt, wurden über die ganze äussere Oberfläche so stark isoliert, dass die Zeitkonstante mit derjenigen des zu prüfenden Transformators übereinstimmte. Der Mittelwert aus beiden an den Vergleichsgefässen abgelesenen Oeltemperaturen wurde als Kühlmitteltemperatur für die Berechnung der Oel- und Wicklungserwärmung zugrunde gelegt.

Die mittlere Erwärmung der Wicklungen wurde nach der Methode der Widerstandszunahme bestimmt, wobei die Widerstandsmessungen im kalten Zustande erst vorgenommen wurden, nachdem die Transformatorengruppe genügend lange ausgeschaltet war, damit Oel, Eisen und Wicklungen gleiche Temperaturen annehmen konnten.

Die für die Auswertung des Erwärmungsversuches hauptsächlich benötigten Temperaturen waren diejenigen des Oeles oben (gemessen mit Quecksilber-Kontaktthermometer), der Kastenwand oben,

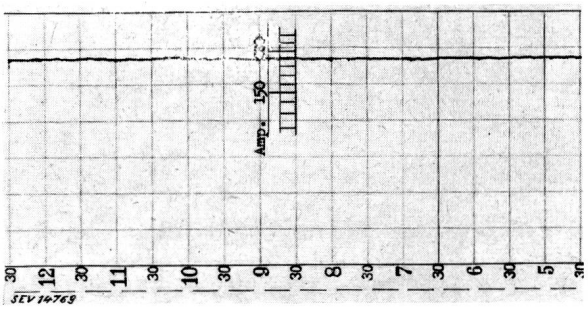

Fig. 5
Stromverlauf während des Versuches

Mitte und unten, sowie die Temperatur des aus dem Oelkasten in die Kühlerbatterie aus- und eintretenden Oeles in den Rohrstutzen oben und unten am Oelkasten. Ausserdem wurden mit einer von Trüb, Täuber & Co. gelieferten Ferntemperatur-

messeinrichtung mit eingebauten Widerstandselementen die Temperaturen im Oel oben sowie im Eisen gemessen.

Die in den Wicklungen auftretenden Erwärmungen wurden mit der gleichen TTC-Temperaturmesseinrichtung mit den den wirklichen Temperaturverhältnissen angepassten thermischen Nachbildungen ebenfalls gemessen.

Um einen steten Verlauf der Erwärmungskurve zu erhalten, wurden sämtliche 8 zu einer Kühlerbatterie (Fig. 6) gehörenden Ventilatoren schon bei Beginn des Erwärmungsversuches laufen gelassen. Nach 16stündiger konstanter Belastung war der Beharrungszustand in der Erwärmung von Oel und Wicklungen sicher erreicht. Es wurde hierauf der Transformator abgeschaltet und vorerst nur der Widerstand der OS-Wicklung gemessen. Damit durch den Unterbruch infolge der Widerstandsmessung die Erwärmung der Wicklungen sich wieder gleich einstellte, wie vor dem erstmaligen Abschalten des Transformators, wurde der Widerstand der US-Wicklung erst dann gemessen, nachdem der Transformator, bei genau gleichen Belastungsverhältnissen wie bisher, während zirka 2 Stunden wieder in Betrieb gestanden war. Aus dem jeweils auf den Abschaltmoment extrapolierten Wert der Wicklungswiderstände im warmen Zustande wurde dann die mittlere Erwärmung der Wicklungen berechnet.

Aus den Resultaten des Erwärmungsversuches ist ersichtlich, dass bei dem geprüften Transformator die zulässigen Erwärmungen im Oel und in den Wicklungen, wie Tabelle I zeigt, überall unterschritten wurden. Es zeigte sich, dass der neuartige Aufbau, im Zusammenhang mit einer besonders günstigen Anordnung der Oelzirkulationswege, sich als sehr vorteilhaft erweist.

Gemessene Erwärmungen im Beharrungszustand

Tabelle I

	gemessen °C	garantiert °C
Oberspannungswicklung	46,8	65
Unterspannungswicklung	48,7	65
Oel oben	38,7	45
Temperatur des Kühlmittels . . . . (mittlere Temperatur des Oeles der Vergleichsgefässe)	21,8	

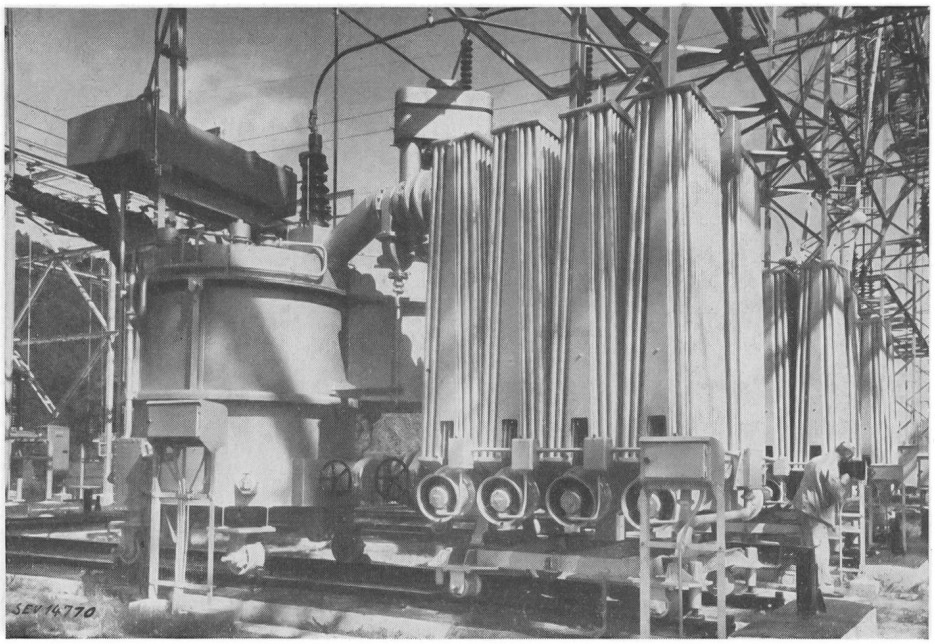

Fig. 6
Kühlerbatterie

Die Uebertemperatur des Eisenkerns gegenüber dem ihn umgebenden Oel beträgt zirka 20 °C, gemäss Umrechnung des Resultates einer Spezialmessung an einem gleichartigen Eisenkern.

Der für einen Transformatorenpol aus 8 Doppelkühlern zusammengebaute Oelkühler wurde so dimensioniert, dass die Verluste entsprechend zirka 70 % der Nennleistung durch natürliche Kühlung, ohne die zulässige Erwärmung zu überschreiten, abgeführt werden können. Steigt die Belastung und dadurch die Erwärmung in den Wicklungen, so sorgen von TTC eigens hiefür gebaute Temperaturmessinstrumente mit Kontaktzeiger dafür, dass bei einer vom Betriebsmann bestimmten und am Kontaktinstrument eingestellten Temperatur eine forcierte Luftkühlung zusätzlich eingeschaltet wird. Diese zusätzliche Luftkühlung wird dadurch erreicht, dass jeder Doppelkühler gesondert mit einem einzeln angetriebenen Ventilator über eine zweckmässig geformte Düse beblasen wird.

Schon während der Fabrikation der vorliegenden Transformatorengruppe wurde von den Bernischen Kraftwerken eine weitere gleiche Gruppe mit gleicher Leistung und gleichen Betriebsspannungen bestellt, die in der Transformatoren-Unterstation Bassecourt zur Aufstellung gelangte und im Frühjahr 1948 dem Betrieb übergeben wird.

Die Bernischen Kraftwerke haben damit als erstes Unternehmen grosse Transformatorengruppen der neuen Bauart bestellt und in Betrieb genommen. Der Erfolg dieser Bauart ermöglicht heute schon, grosse Einheiten für 220 kV und zu gegebener Zeit auch solche für 400 kV bahntransportfähig zu bauen.

Adresse des Autors:
A. Neuenschwander, Schlossbergplatz 2, Baden (AG).