

Power Transmission and Distribution

GEAFOL-Gießharztransformatoren Betriebsanleitung



Inhalt

Geltungsbereich	3
Verwendung	3
Beschreibung	4
Kern	4
Wicklungen	4
Isolation	4
Abstützung	4
Montage	5
Abladen, Transport, Auspacken, Untersuchung, Reinigung, Aufbewahrung	5
Aufstellung	5
Gehäuse	5
Mindestabstände	6
Anschluss	7
Oberflächenvorbereitung	7
Verschraubungsarten	7
Verbindungsmaterial	8
Kontaktdruck	8
Erdung	8
Inbetriebnahme	9
Temperaturüberwachung	9
Allgemeines	9
Beschreibung	9
Einbau	9
Schaltung des Auslösegerätes	10
Technische Daten	10
Reinigungs- und Kontrollempfehlungen	11
Reinigung der Transformatoren	11
Reinigungsmethode 1	11
Reinigungsmethode 2	11
Kontrolle der Anzugsmomente der Schraubverbindungen	11
Kontrolle der Warneinrichtungen	11
Kontrolle der angebauten Lüfter	11
Schutzgehäuse	11
Störungen	12

Diese Betriebsanleitung gilt für alle GEAFO[®]-Gießharztransformatoren in dreiphasiger oder einphasiger Ausführung, einschließlich aller Sondertransformatoren wie Stromrichter- und Sternpunkt-Transformatoren.

GEAFOL-Gießharztransformatoren können besonders dort vorteilhaft eingesetzt werden, wo Brand- oder Grundwasserschutzbestimmungen einen zusätzlichen Aufwand bei Verwendung von flüssigkeitsgefüllten Transformatoren erfordern, z. B. in Warenhäusern, U-Bahnen, Sport- und Versammlungsstätten, Pumpstationen und Wassereinzugsgebieten. Darüber hinaus werden Gießharztransformatoren immer häufiger von der Industrie in Schwerpunkt- und Laststationen eingesetzt, da bei Stationen mit Gießharztransformatoren der bauliche Aufwand für Ölauffanggruben und Brandschutz entfällt. Dadurch ist außerdem die Möglichkeit einer einfachen Ortsveränderung gegeben.



Bild 1
630-kVA-GEAFOL-Gießharztransformator
10 ± 2 × 2,5 %/0,4 kV,
Unterspannungsanschlusseite

Beschreibung

Kern

Für den Eisenkern werden ausschließlich beidseitig isolierte, kornorientierte, kaltgewalzte Bleche verwendet.

Die Schenkel- und Jochquerschnitte sind durch verschiedene Blechbreiten abgestuft. Die Außenschenkel haben Schrägschnitt, der Mittelschenkel Pfeilschnitt im Jochübergang.

Wicklungen

Die Oberspannungsspulen werden aus Aluminiumbändern und hochwertigen Isolierfolien hergestellt. Mehrere Einzelspulen sind in Reihe geschaltet und bilden einen Wicklungsstrang, der unter Vakuum mit einer Gießharzmasse

vergossen wird. Die Wicklungsenden und die Anzapfungen sind an Gewindebuchsen geführt und mitvergossen. Die Unterspannungsspulen werden aus Aluminiumbändern und harzprägnierten Isolierfolien (Prepreg) hergestellt.

Isolation

Der Isolationsaufbau ist entsprechend der Stoßspannungsverteilung bemessen. Er garantiert Teilentladungsfreiheit bis zur doppelten Nennspannung sowie thermische Beständigkeit und mechanische Festigkeit.

Abstützung

Die auf die besonderen Eigenschaften der Bandwicklungen abgestimmte Presskonstruktion und die elastische Einspannung der Spulen gewährleisten sowohl eine hohe Kurzschlussfestigkeit als auch ein sehr niedriges Geräuschniveau.

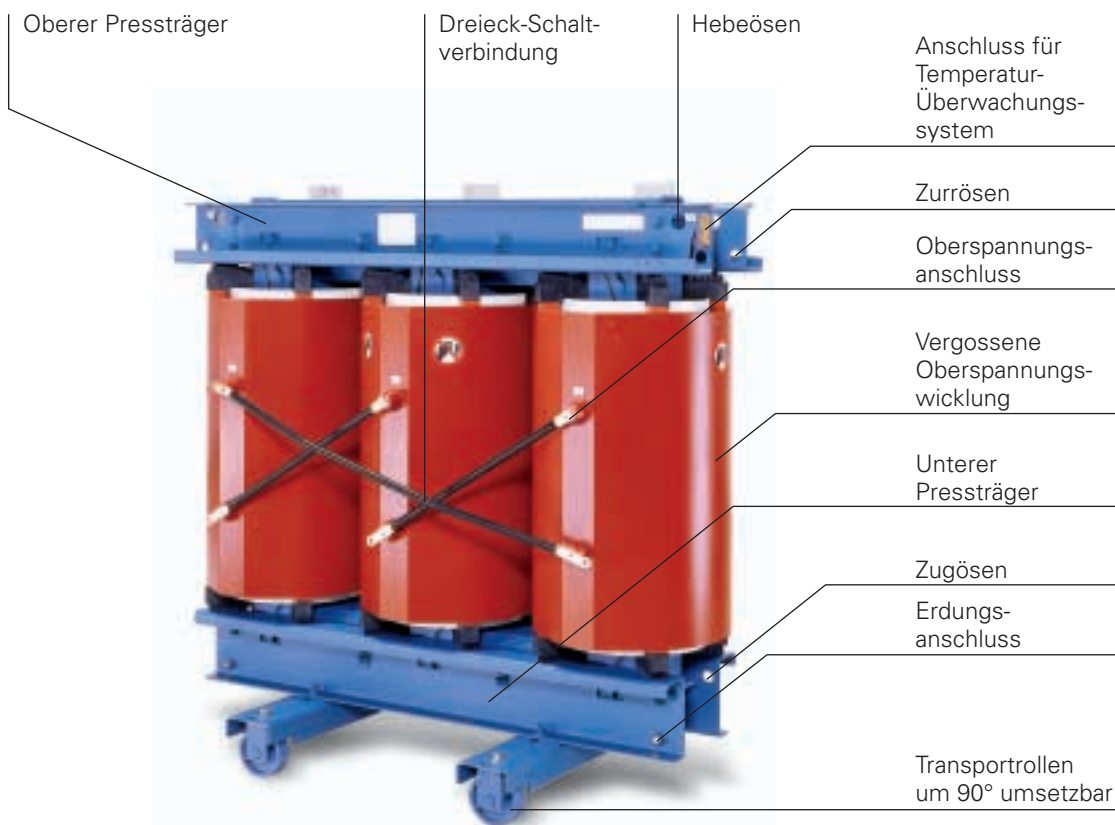


Bild 2
630-kVA-GEAFOL-Gießharztransformator
 $10 \pm 2 \times 2,5 \% / 0,4 \text{ kV}$,
Oberspannungsanschlussseite

Abladen, Transport, Auspacken, Untersuchung, Reinigung, Aufbewahrung

GEAFOL-Gießharztransformatoren dürfen nur mit vier Einzelsträngen an den dafür vorgesehenen Hebeösen der oberen Pressträger (siehe Bild 2) angehoben und transportiert werden. Die Schrägzugangaben auf den Hinweisschildern an den Hebeösen sind zu beachten (siehe Bild 3). Wird ein Transformator auf seinen Rollen fortbewegt, so sind als Angriffspunkte die vorgesehenen Zugösen in den unteren Pressträgern (siehe Bild 2) oder im Fahrgestell zu benutzen.

Nicht an den Oberspannungswicklungen oder an deren Verbindungsrohren schieben oder ziehen.

GEAFOL-Gießharztransformatoren sind nur bedingt mit dem Gabelstapler transportfähig. Entsprechende Verbotsschilder im unteren Transformatorenbereich sind zu beachten. Ein Staplertransport ist zulässig, wenn seitens des Transporteurs sichergestellt wird, dass

1. eine ausreichende Sicherung gegen Kippen und/oder Herunterfallen gewährleistet wird und
2. eine Beschädigung des zwischen den Pressträgern befindlichen Eisenkerns und eventuell angebauten Zubehörgeräten, wie z. B. Ventilatoren oder Erdungsdraufschalter, sicher verhindert wird.

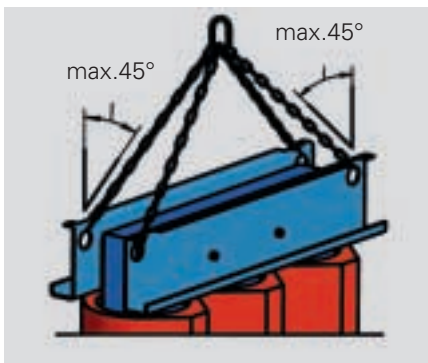


Bild 3
Anheben des Transformators

GEAFOL-Gießharztransformatoren sollen in überdachten Räumen abgeladen, ausgepackt und anschließend auf Transportschäden untersucht werden. Werden solche festgestellt, so ist mit dem Transportbeauftragten möglichst in Gegenwart eines Vertreters der Siemens AG die Schuldfrage und damit die Übernahme der Reparaturkosten zu klären. Der Schaden ist über die zuständige Siemens-Vertretung der Fabrik zu melden.

Vor Inbetriebnahme ist der Transformator wenn nötig zu reinigen (siehe Reinigungs- und Kontrollempfehlungen für GEAFOL-Gießharz-Transformatoren Seite 11).

Falls der Transformator nicht unmittelbar in Betrieb genommen wird, ist er in einem überdachten, trockenen und vor Sonneneinstrahlung geschützten Raum zu lagern. Die Temperatur des Raumes darf nicht unter -25 °C absinken (falls nicht anders vereinbart). Eine Abdeckung mit Plastikfolie wird wegen Kondenswasserbildung nicht empfohlen.

Aufstellung

GEAFOL-Gießharztransformatoren sollen nur in überdachten, trockenen und vor Sonneneinstrahlung geschützten Räumen oder Zellen, die mindestens der Schutzart IP 23 entsprechen, aufgestellt werden.

Sie sind bei entsprechendem Sonderanstrich auch für Außenraumklima geeignet (entsprechendes Gehäuse erforderlich). Der Transformator muss ausrei-



chend mit Frischluft versorgt werden. Durch eine entsprechende Belüftung ist die Verlustwärme des Transformators abzuführen (ca. 200 m^3 Frischluft je Stunde und je kW-Verlustleistung; siehe hierzu auch GEAFOL-Planungshinweise).

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Luftabstände von der Oberfläche der Gießharzspulen zu den Wänden, Stromschienen, geerdeten Teilen, usw. entsprechend den einschlägigen Errichtungs- und Sicherheitsrichtlinien eingehalten werden.

GEAFOL-Gießharztransformatoren sind **nicht berührungssicher**. Arbeiten dürfen nur in spannungslosem Zustand ausgeführt werden. Hierbei sind einschlägige Vorschriften zu beachten.

Transformatoren werden entsprechend der einschlägigen Normen für folgende Werte der Kühlluft ausgelegt:

- maximal 40 °C
- Tagesmittel 30 °C
- Jahresmittel 20 °C

Bei Normalbetrieb wird dabei der normale Lebensdauerverbrauch erzielt. Für den Lebensdauerverbrauch sind insbesondere die mittlere Jahrestemperatur sowie die Belastung entscheidend.

Werden für große Aufstellungshöhen dimensionierte GEAFOL-Gießharztransformatoren in Höhen oberhalb 1000 m über N. N. aufgestellt, sind die Mindestabstände nach Tabelle 1 um 1% je 100 m zu vergrößern, um welche die Aufstellungshöhe 1000 m übersteigt.

Gehäuse

Bei der Verwendung von Gehäusen ist darauf zu achten, dass alle Schraubverbindungen bei der Montage fest angezogen werden, um Beschädigungen am Transformator, z. B. durch herabfallende Muttern, zu vermeiden.

Mindestabstände

Grundsätzlich müssen ausreichende Abstände um den Trafo zur Realisierung der Anschlüsse und zur Einhaltung der erforderlichen elektrischen Abstände vorgesehen werden. Die Mindestabstände zur Verhinderung von Überschlängen gibt die Tabelle 1 in Verbindung mit der Skizze in Bild 4 bzw. Bild 5 an.

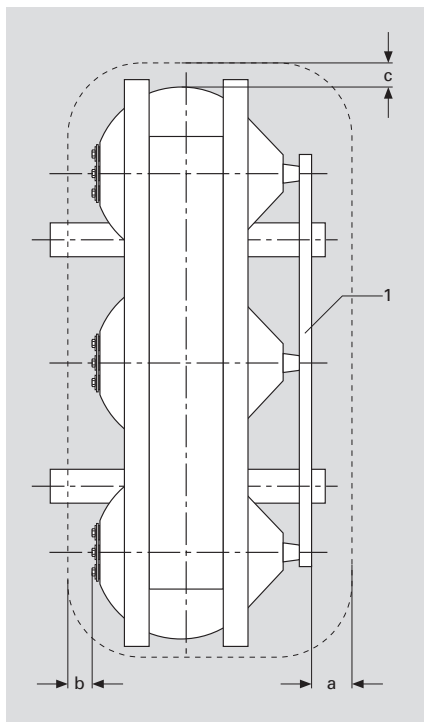


Bild 4
Mindestabstände um
GEA FOL-Gießharztransformatoren
mit Schaltleiste (1)

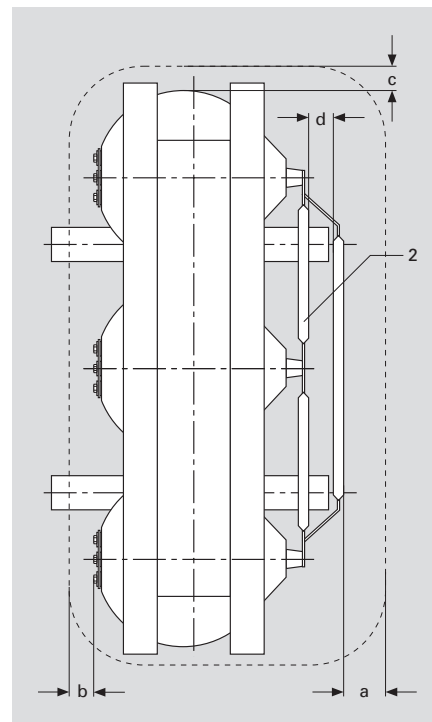


Bild 5
Mindestabstände um
GEA FOL-Gießharztransformatoren
mit Verbindungsrohren (2)

Höchste Spannung für Betriebsmittel $U_m^{1)}$ (Effektivwert)	Nenn-Steh-Blitz- stoßspannung $U_L^{1)}$		Mindestabstände			
	Liste 1	Liste 2	a	b	c	d
kV	kV	kV	mm	mm	mm	mm
12	–	75	120	*	50	40
24	95	–	160	*	80	50
24	–	125	220	*	100	70
36	145	–	270	*	120	90
36	–	170	320	*	160	110

Tabelle 1

1) siehe IEC 60071

* wenn auf dieser Seite OS-Anzapfungen liegen, dann gilt für den Abstand b der Wert der Spalte a, ansonsten gilt der Wert der Spalte c.

Anschluss

Oberspannungsseitig erfolgt der Anschluss an den dafür vorgesehenen Anschlussklemmen an der Schaltleiste oder den Anschlussflächen der Verbindungsrohre (bei D-Schaltung) bzw. an den angegossenen Stützern der Oberspannungsvergüsse (bei Y-Schaltung). Beim Anschluss mit Kabeln ist darauf zu achten, dass diese eine entsprechende Zugentlastung erhalten, und so geführt werden, dass die Spannungsabstände nach den einschlägigen Vorschriften eingehalten werden. Die Mindestabstände bei Kabelanschluss sind nach Tabelle 1 und Bild 6 einzuhalten.

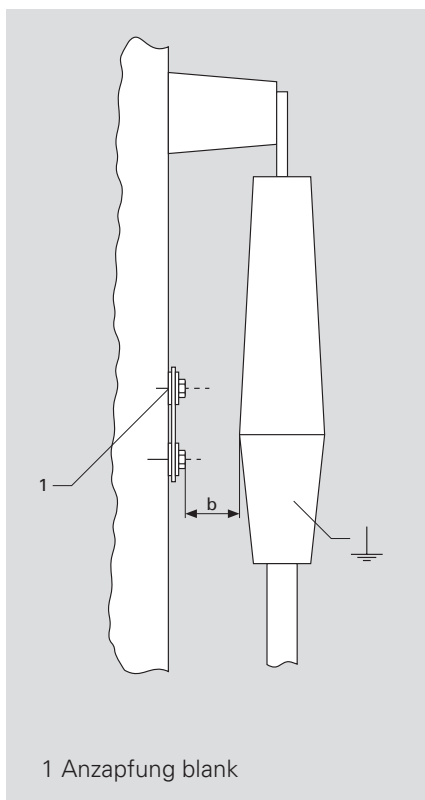


Bild 6
Mindestabstand bei Kabelanschluss, siehe Tabelle 1

Unterspannungsseitig erfolgt der Anschluss an den dafür vorgesehenen Aluminiumschienen (in Sonderfällen an Kupferschienen). Beim Anschluss von weiterführenden Stromschienen über Dehnungsbänder sind folgende Richtlinien zu beachten:

Oberflächenvorbereitung

Vor dem Herstellen von Schraub- oder Klemmverbindungen ist die unsichtbare, dünne, aber schlecht leitende Oxidschicht auf der Aluminiumoberfläche zu entfernen.

Hierzu sind die Kontaktflächen metallisch blank zu machen (z. B. Feilenbürste, Putzstein, o. ä.) und mit handelsüblichem Kontaktfett leicht einzufetten.

Nach jedem Öffnen der Kontaktstelle muss vor dem Wiederverschrauben der Vorbereitungsprozess an den Aluminium-Anschlussflächen erneut durchgeführt werden.

Bei Innenräumen, in denen mit häufiger Schwitzwasserbildung zu rechnen ist oder aggressive Gase auftreten, sind Cu-Al-Verbindungsstellen durch einen geeigneten Schutzlack abzudecken. Dadurch muss eine vollständige und dauerhafte Abdeckung der gesamten Kontaktzone – insbesondere der Berührungskanten – erreicht werden.

Wenn keine derartigen Schutzmaßnahmen gegen Feuchtigkeit Zutritt angewandt werden, muss zwischen den Kontaktflächen ein einseitig kupferplattiertes Aluminiumblech – bekannt z. B. unter dem Handelsnamen „Cupal“ – so eingelegt werden, dass seine Aluminiumseite zur Aluminiumschiene und seine Kupferseite zum Kupferanschluss liegt. Dieses Blech soll an allen Kanten um einige Millimeter vorstehen, so dass eine eventuell an der Übergangszone auftretende Korrosion außerhalb

der Kontaktfläche liegt. Durch einen Schutzanstrich der Schnittkanten dieses „Cupal“-Bleches lässt sich Korrosion weitgehend vermeiden.

Verzinnete Anschlüsse können mit blankem Kupfer, Aluminium oder versilberten Oberflächen kombiniert werden.

Verschraubungsarten

Beispiel

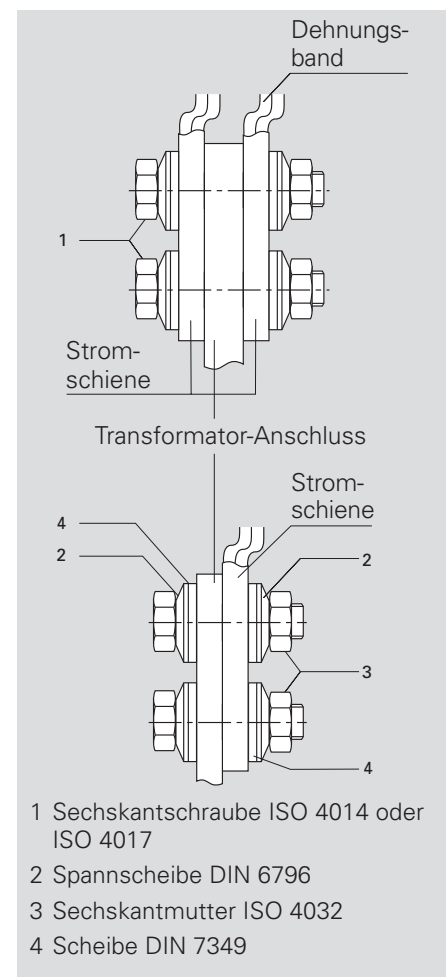


Bild 7
Transformator-Anschluss mit Stromschiene

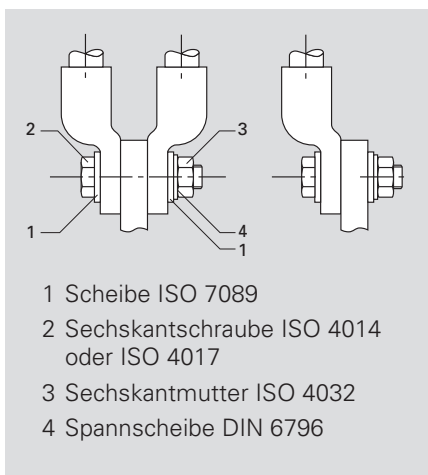


Bild 8
 Transformator-Anschluss mit
 Kabelschuh

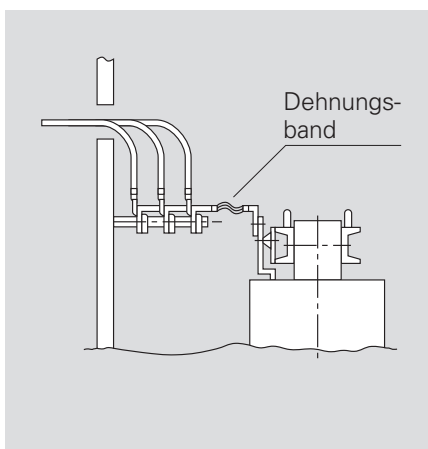


Bild 9
 GEA FOL-Gießharztransformatoren
 US-Anschluss-technik

Verbindungs-material

Für Schraubverbindungen sind Teile in korrosionsgeschützter Ausführung zu verwenden. Zu bevorzugen sind wegen der günstigeren Federkonstante Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8.

Um die Schraubenkraft auf die meist größere Kontaktfläche zu übertragen, sind unter Schraubenkopf und -mutter biegesteife Scheiben unterzulegen. Außerdem sind Federelemente erforderlich, die die Wärmespannungen elastisch aufnehmen, die plastischen Verformungen ausgleichen und so jederzeit den erforderlichen Mindestkontakt-druck aufrechterhalten. Beide Bedingungen werden durch Spannscheiben nach DIN 6796, die besonders bei Strom-schienen-Verschraubungen verwendet werden, erfüllt.

Kontakt-druck

Die Schrauben sind mit einem Drehmoment- oder Kraftbegrenzungsschlüssel anzuziehen. Damit erreicht man gleichmäßige Schraubverbindungen.

Um Setzerscheinungen auszugleichen, empfiehlt es sich, die Schraubverbindungen nach einigen Wochen nach-zuziehen. Dabei soll das Drehmoment nicht größer sein als bei der ersten Montage.

Zum Anziehen der nicht gefetteten (tro-cken) Schraubverbindungen empfehlen wir die in Tabelle 2 angegebenen Anzugs-momente anzuwenden.

Schraube	Anzugsmoment [Nm] trocken
M6	10
M8	20
M10	40
M12	75
M16	140

Tabelle 2
 Anzugsmomente für die
 Phasenanschlüsse und Anzapfungen

Für diese Kontaktverschraubungen werden Sechskantschrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwendet.

Erfolgt der Unterspannungsanschluss mit Stromschiene, so ist zwischen dem Transformator und den Strom-schiene ein Dehnungsband (flexibles Anschluss-Stück) einzubauen. Dies hält mechanische Spannungen vom Trans-formator fern und verhindert weitge-hend die Körperschallübertragung des Transformatorengeräusches. Detaillierte Angaben für Stromschiene-Verschrau-bungen sind in DIN 43673 aufgeführt.

Erdung

Es ist darauf zu achten, dass am Transformator nachträglich montiertes Zubehör die erforderliche Erdverbin-dung aufweist. Ebenso müssen Trans-formatorengehäuse gemäß den be-kannten Erdungsvorschriften geerdet werden.

Der Transformator muss gereinigt sein und es dürfen keine Fremdkörper vorhanden sein (siehe auch Montage, Seite 4).

- Technische Daten des am Transformator angebrachten Leistungsschildes mit den Kundenforderungen überprüfen.
- Alle Kontaktverbindungen mit dem Anzugsmoment nach Tabelle 2 anziehen.
- Vorhandene Verbindungslaschen der Oberspannungsanzapfungen auf anstehende Spannung einstellen.

Beim Einschalten von größeren leer laufenden Transformatoren können außen vereinzelt sichtbare Funkenbildungen auftreten (insbesondere im Bereich des Kerns und der Pressteile), die nach kurzer Zeit wieder abklingen. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt und hat keinen Einfluss auf die Betriebssicherheit und stellt keinen Qualitätsmangel dar.

Die Einschaltströme von GEAFOL-Gießharztransformatoren können wegen der geringen Dämpfung große Abklingzeiten aufweisen. Die genauen Werte sind dem Prüfprotokoll zu entnehmen. Dies ist bei der Auswahl der Sicherungen und/oder der Relaiszeiten zu berücksichtigen.

Bei falschen Schutzeinstellungen wird der Transformator innerhalb des Einschaltstromstoßes abgeschaltet. Dies führt zu hohen Überspannungen der Transformatorwicklungen und kann dort Schädigungen verursachen.

Allgemeines

Die Messfühler des Temperaturüberwachungssystems erfassen die Wicklungstemperatur. Sie schützen die Wicklungen des Transformators vor unzulässiger Erwärmung.

Beschreibung

Die Temperaturvollschutzeinrichtung besteht bei der GEAFOL-Standardausführung aus den Temperaturfühlern (Drillings-Kaltleiter nach DIN 44082) und einem hierzu passenden Kaltleiter-Auslösegerät.

Die Temperaturfühler bestehen aus temperaturabhängigen Widerständen (PTC) mit sehr kleinen Abmessungen, die ihren Widerstand bei einer vorgegebenen Nennansprechtemperatur nahezu sprunghaft erhöhen. Dadurch kann entweder ein Warnsystem oder der Abschaltmechanismus des Transformators ausgelöst werden.

Einbau

Jeder GEAFOL-Gießharztransformator wird grundsätzlich mit einem Temperatur-Überwachungssystem für Warnung und Auslösung ausgerüstet. Hierfür werden in jeder zu überwachenden Wicklung zwei auswechselbare PTC-Temperaturfühler eingebaut.

Der Einbau eines dritten Systems ist auch nachträglich möglich, z. B. für eine Lüftersteuerung. Die Differenz der Nennansprechtemperaturen zwischen Auslösung und Warnung beträgt 20 K.

Die Temperaturfühler werden in Reihe geschaltet und auf eine Klemmenleiste (max. 2,5 mm²) am oberen Presseisen geführt. Das für die Überwachung erforderliche Auslösegerät wird getrennt mitgeliefert.

Die Anschlussklemmen der Temperaturfühler sind durch eine temperaturbeständige Steuerleitung mit dem Auslösegerät zu verbinden.

Auf Wunsch können andere Temperatur-Überwachungssysteme wie z. B. Pt 100 eingesetzt werden. Die Einstellwerte für das entsprechende Auslösegerät sind dem am Transformator aufgeklebten Hinweisschild zu entnehmen.

Schaltung des Auslösegerätes

Art und Zahl der Hilfsschalter sowie deren Klemmenbezeichnungen sind der Betriebsanleitung des Auslösegerätes zu entnehmen.

Technische Daten

Auslösegerät Standardausführung (Allspannungsgerät)

Nenn-Anschluss-Spannung
 U_r – AC/DC 20–250 V
Frequenz (AC) 40...60 Hz
Zulässiger Summenkaltwiderstand der Fühlerschleife $\leq 1,5 \text{ k}\Omega$

Hilfsschalter:
mindestens 1 Wechsler oder
1 Schließer und 1 Öffner

Temperaturfühler

Die Ansprechtemperatur der Fühler nach DIN 44082 wird vom Hersteller des Transformators entsprechend der Isolierstoffklasse der Wicklung und der gewünschten Überwachungsfunktion ausgewählt.

Ansprechtoleranzen

Die Ansprechtoleranz der gesamten Schutzeinrichtung ist ca. $\pm 7 \text{ K}$.

Rückschalttemperatur

Sie liegt ca. 6 K unterhalb der Ansprechtemperatur.

Zulässige Umgebungstemperatur

–20 °C bis +55 °C.

Reinigungs- und Kontrollempfehlungen

GEAFOL-Gießharztransformatoren sind praktisch wartungsfrei. Bei Betrieb in Anlagen mit erhöhtem Staubanfall, wie z. B. in Walzwerken, empfehlen wir je nach Verschmutzungsart Reinigungsmethoden nach Tabelle 3.

Parallel dazu, in der Regel einmal jährlich, sind die Kontaktverschraubungen, Warneinrichtungen sowie die Funktion eventuell angebaute Lüfter zu kontrollieren.

Vor Beginn der Wartungsarbeiten muss der Transformator allseitig abgeschaltet sein. Sämtliche Klemmen sind kurzzuschließen und zu erden.

Reinigung der Transformatoren

Die Transformatoren sollten mit trockener Druckluft gereinigt werden, um die Bildung von Kriechwegen oder das Zusetzen der Kühlkanäle zu vermeiden. Dabei ist besonders auf die sorgfältige Reinigung der waagerechten Flächen und der unteren Abstützklötze im Bereich zwischen Unter- und Oberspannungsspulen zu achten, wo sich erfahrungsgemäß Staub ablagern kann.

Ablagerung:	Reinigungsmethode:
Ölhaltig	2
Kohlenstoffhaltig	1 + 2
Metallhaltig	1 + 2
Salzhaltig	1 + 2
Trockener Staub	1 + 2
Feuchter Staub	2

Tabelle 3
Reinigungsmethoden abhängig von der Verschmutzungsart

Reinigungsmethode 1

Ausblasen mit **öl- und wasserfreier Druckluft**, mit einem maximalen Druck von ca. 6 bar. Wegen Beschädigungsgefahr der Dämmstreifen darf der Luftstrahl aber nur indirekt in den Kühlkanal zwischen Kern- und Unterspannungswicklung gerichtet werden. Bei direktem Ausblasen ist der Druck auf 3 bar zurückzunehmen. An Stelle von Druckluft können auch Staubsauger eingesetzt werden.

Reinigungsmethode 2

Abreiben der verschmutzten Oberflächen mit einem Tuch, das mit einem handelsüblichen Reiniger auf Tensidbasis getränkt ist. Anschließend ist mit einem trockenen Tuch nachzuwischen.

Kontrolle der Anzugsmomente der Schraubverbindungen

Die Erdungsanschlüsse der Transformatoren, vor allem aber die Schraubverbindungen aller elektrischen Anschlüsse, den Oberspannungs-Anzapfungen, den Verbindungen von System zu System bei Doppelstock-Transformatoren sollten in der Regel einmal jährlich auf ihr Anzugsmoment

hin kontrolliert werden. Dazu sind die Schraubverbindungen mit einem Drehmoment- oder Kraftbegrenzungsschlüssel entsprechend den Werten der Tabelle 2 zu überprüfen.

Kontrolle der Warneinrichtungen

Die in die Transformatorenwicklungen eingebauten Temperaturfühler sind elektrisch mit einem Auslösegerät verbunden. Ihre Widerstände erhöhen sich beim Überschreiten der Betriebstemperatur und bewirken das Ansprechen des Auslösegerätes.

Kontrolle der angebaute Lüfter

Angebaute Lüfter sollten möglichst einmal jährlich auf ihre Funktion und Laufeigenschaften überprüft werden.

Schutzgehäuse

Schutzgehäuse können in ähnlicher Weise wie Schaltschränke gereinigt werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Lufteintritts- und -austrittsöffnungen frei von Staub und Schmutzablagerungen sind.