



T r a f o w a r t u n g

1. Bauart von Transformatoren
2. Wartungsmöglichkeiten an Bauteilen
3. Materialverhalten
4. Wartung - Inspektion - Instandsetzung
 - 4.1 Aktivteil - Korrosion, Alterung, Lockerung, Ölkohle an Kontakten, elektrische Daten
 - 4.2 Gehäuse - Korrosion, Alterung, Dichtungen
 - 4.3 Kühlanlage - Korrosion, Alterung, Dichtungen, Verschmutzung
 - 4.4 Ausleitung - Porzellane, Durchführungen, Kondensatorwickel
 - 4.5 Sicherheits- und Überwachungsgeräte - Korrosion, Bruch, Alterung
 - 4.6 Zubehör (Antriebe, Steuerschränke) - Korrosion, Wellen, Lager, Dichtungen, Bruch,
 - 4.7 Isoliermittel - Feuchtigkeit, Alterung
5. Checklisten - Wartung, Inspektion, Instandsetzung
6. Umgang mit Trafoöl



1. Bauarten von Transformatoren

Trockentransformatoren

Gießharztransformatoren

Öltransformatoren

- Hermetikabschluß
- Luftabschluß mit Gummisack oder Gummidecke
- mit Luftentfeuchter



2. Wartungsmöglichkeiten an Bauteilen

Die Zugänglichkeit zu den Baugruppen und die Erfordernis der Instandhaltung bzw. Wartung ist von Bauart zu Bauart unterschiedlich. So erfordert der Kern eines Öltransformators keine Instandhaltung, er ist dieser auch nicht zugänglich, der Kern eines Gießharz- oder Trockentrafos jedoch erfordert wegen der möglichen Korrosion eine Instandhaltung.

Gleiches gilt für die Preßkonstruktion, ähnliches gilt für die Isolation. Beim Gießharztransformator ist die Isolation unempfindlich gegen Feuchtigkeit und auch weitgehend alterungsbeständig und zugänglich, während sie beim flüssigkeitsgekühlten Transformator feuchtigkeits- und alterungsempfindlich ist und der Instandhaltung nicht unmittelbar zugänglich ist.

Kern und Preßkonstruktion

Eine Instandhaltung ist nur bei Gießharz- und Trockentransformatoren notwendig, um Korrosion zu verhindern.

Isolation (Bei Öltransformatoren)

Die Instandhaltung der Isolation erfolgt abgesehen von der Kontrolle der Kühlmitteltemperatur ausschließlich über die Aufbereitung und Instandhaltung des Kühlmittels.

Umsteller oder Stufenschalter (Wähler und Lastumschalter)

Bei Umstellern und vor allem bei Stufenschaltern und deren Wählern umfaßt die Instandhaltung die Überwachung der mechanischen Funktion sowie die Kontrolle (und fallweise Erneuerung) von Kontakten und deren Überprüfung auf Ölkohlebildung. Die eigentlichen Lastumschalter benötigen eine äußerst sorgfältige und fachmännische Wartung, meist unter Anleitung der Herstellerfirma, da ein Versagen des Lastumschalters zum Totalschaden am Transformator führen kann.



Isolatoren und Durchführungen

Isolatoren und Durchführungen sind weitgehend wartungsfrei, sie bedürfen jedoch gelegentlich der Reinigung und Kontrolle auf Spannungsrisse, Dichtheit und Lichtbogenschäden.

Kessel, Kühlkörper und Absperrorgane

Die Instandhaltung der Stahlteile des Transformators wie Kessel und andere Konstruktionsteile beschränkt sich im allgemeinen auf den Korrosionsschutz der Außenhaut und die Überprüfung auf undichte Stellen.

Dichtung

It-Dichtungen und solche auf nitryl-, kautschuk- und vitonähnlicher Basis, letztere mit Druckbegrenzung, sind wartungsfrei, sofern die zulässigen Temperaturen nicht überschritten werden. Wenn Dichtstellen jedoch geöffnet werden sind diese mit neuen Dichtungen zu versehen.

Kühlanlage

Die Instandhaltung von Kühleinrichtungen und Kühlanlagen umfaßt die Prüfung auf Dichtheit, die Verhinderung von Korrosion, die gelegentliche Reinigung sowie die Überprüfung von Lüftern und Pumpen auf Unwucht und Lagerschäden.

Schaltschrank, Motorantrieb und Klemmschrank

Bei der Instandhaltung wird vorwiegend die Schaltgerätefunktion überprüft und es wird geprüft, ob die Klemmen festsitzen. Eine weitere Aufgabe ist es, Korrosion zu verhindern. Sich drehende Teile, wie Antriebswellen oder Zahnräder sind erforderlichenfalls zu schmieren, bei Getrieben ist das Öl zu wechseln, u. ausgeschlagene Kupplungen oder defekte Gummimanschetten sind zu erneuern. Motorschutzschalter und Schütze sind auf Funktion und auf unversehrte Kontakte zu überprüfen.



Stromwandler

Stromwandler selbst bedürfen nahezu keiner Instandhaltung, nur der gelegentlichen Überprüfung von Anschlüssen und Erdung.

Schutz- und Überwachungsgeräte

Die Instandhaltung umfaßt die Überprüfung der Funktion, der Ansprechgenauigkeit und der Verhinderung von Korrosion an Apparaten und Leitungen.

3. Materialverhalten

Papier und Preßspan

Papier und Preßspan im Transformator bestehen aus reiner Natronzellulose ohne Bindemittel. Die Alterung erfolgt durch Depolymerisation und wird in erster Linie durch das Temperaturniveau des Transformators bestimmt. Das bei der Depolymerisation entstehende Wasser setzt die elektrische Festigkeit der Isolierstoffe herab, wenn es sich darin anreichern kann.

Im allgemeinen wird jedoch der Wassergehalt im Rahmen des Feuchtegleichgewichtes zwischen Isolierstoff, Öl und Luft abgebaut.

Feuchtigkeit, die über das Öl in den Isolierstoff gelangt, setzt gleichfalls die elektrische Festigkeit herab.

Phenolharzwerkstoffe und Polyamide

Phenolharzwerkstoffe und Polyamide werden meist am aktiven Teil von flüssigkeitsgeköhlten Transformatoren verwendet und unterliegen praktisch keiner Alterung. Sie sind häufig einer Instandhaltung auch nicht zugänglich.



Porzellan

Porzellan ist empfindlich gegen mechanische Beanspruchung (Verspannung) und Lichtbogen. Im übrigen unterliegt es keiner Alterung.

Mineralöl

Mineralöl altert durch Temperatur bei Anwesenheit von Sauerstoff und metallischen Katalysatoren, insbesondere von Kupfer.

Die Alterung kann nicht verhindert, durch Zusatz von Inhibitoren jedoch verlangsamt werden. Die Inhibitoren verbrauchen sich im Laufe ihres Wirkens.

Der Alterungsverlauf wird über Farbe, Neutralisationszahl, Verseifungszahl und fallweise Inhibitorgehalt kontrolliert. Feuchtigkeitsgehalt und Grad der Verunreinigung bestimmen im wesentlichen die Durchschlagsfestigkeit des Öles. Es ist möglich, den Feuchtigkeitsgehalt der Isolation mit Hilfe der Ölaufbereitung zu reduzieren. Die Analyse der fallweise im Öl gelösten Gase ermöglicht Schlüsse auf beginnende oder vorhandene Schäden im Transformator.

PCB-kontaminierte Mineralöle

Wegen der Gefahr, daß das vorhandene Mineralöl mit PCB kontaminiert ist, ist vor Beginn von Wartungsarbeiten, bei welchen Öl austreten könnte, in geeigneter Weise der Nachweis zu erbringen, daß der PCB-Gehalt in erlaubten Grenzen liegt.

Beachte die einschlägigen umfangreichen Vorschriften!



4. Wartung, Inspektion und Instandsetzung von Transformatoren

Wartung, Inspektion und Instandsetzung sollen beim Transformator ein hohes Maß an Verfügbarkeit und eine lange Lebensdauer garantieren. Die spezifischen Eigenschaften des Transformators, wie keine beweglichen Teile, hohe Betriebsspannung, dadurch extreme Anforderung an die Isolation, begrenzen die Möglichkeiten der Instandhaltung.

Zur Instandhaltung trägt auch eine instandhaltungsfreundliche Gestaltung seitens der Hersteller bei.

Zwei Beispiele seien hier stellvertretend genannt:

Bei Bruch eines Porzellanisolators an flüssigkeitsgekühlten Transformatoren kann bei vielen Bauvarianten der Isolator ausgewechselt werden, ohne den aktiven Teil aus dem Kessel zu heben oder auch nur den Stromleiter der Durchführung abklemmen zu müssen. Dadurch wird der Instandhaltungsaufwand erheblich vereinfacht. Oder bei vielen flüssigkeitsgekühlten Transformatoren sind die Schutz- und Überwachungsgeräte im sogenannten Schutzbereich angeordnet, so daß diese gewartet werden können, ohne den Transformator außer Betrieb nehmen zu müssen. Die Feststellung von Instandhaltungserfordernissen ist begrenzt, weil umfangreiche Untersuchungen, wie Bestimmung des Verlustwinkels der Isolationen zwischen den Wicklungen, gasanalytische Untersuchungen beim Öltransformator u.s.w. die Möglichkeiten des Betreibers hinsichtlich Meßmittel, Meßmethoden und Kenntnisse vielfach übersteigen.

Die Instandhaltung beschränkt sich außerdem vorwiegend auf Transformatoren in den Betriebsanlagen.

Die Transformatoren werden fallweise zum Zweck der Wartung oder Instandhaltung freigeschaltet oder abgeklemmt. Dabei sind dann die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen zu beachten. Die nach DIN 31051(9) definierten Begriffe Wartung, Inspektion und Instandsetzung sind beim Transformator fallweise verwischt. Beispielweise verhindert die Wartung des Luftentfeuchters eines Öltransformators nicht den Zutritt von Sauerstoff zum Öl und Aktivteil und verhindert damit nicht die Alterung. Alterung ist jedoch die Änderung des Neuzustandes. Die Bedingung des Begriffes Wartung wird damit nicht erfüllt.



Der Umfang der Instandhaltungsarbeiten richtet sich nach Transformatorbauart, Leistung, Reihenspannung und Ausrüstung mit Schutz- und Überwachungsgeräten.

Als Hilfe für eine einwandfreie Wartung, Inspektion und Instandsetzung werden zu den einzelnen Bauarten Checklisten angegeben, wobei die darin enthaltenen Maßnahmen Mindestanforderungen darstellen.

Die in den Checklisten genannten Zeitintervalle können sich je nach Betriebsbedingungen und Umwelteinflüssen in Grenzen ändern. Die Angaben für die Arbeitsdauer sind Richtwerte, die sich gleichfalls aufgrund besonderer Umstände ändern können.



4. Wartung - Inspektion - Instandsetzung

X Zutreffend 0 bedingt zutreffend	Bauteil	Fehlermöglichkeit	Für Wartung zugänglich		Wartung erforderlich	
			Trockentr. Öltrafo		Trockentr. Öltrafo	
Aktivteil 4.1	Kern Wicklung Preßkonstruktion Isolationsaufbau Leitungsführung Umsteller Stufenschalter (Wähler)	Korrosion Isol.- Alterung Schwund Alterung, Lockerung Schwund / Alterung Ölkohle am Kontakt Ölkohle am Kontakt Veränderung elektrischer Daten	X X X X		X X X	0 0 X X X
Gehäuse 4.2	Kessel Deckel Ausdehnungsgefäß Rohrleitungen Armaturen	Korrosion, Leckage, Bruch		X		X
Kühlanlage 4.3	Kühler, Pumpen Radiatoren Rohrleitungen Lüfter	Korrosion, Leckage, Verschmutzung	X	X	X	X
Ausleitung 4.4	Durchführungen (Isolatoren) KAK-Durchführungswickel KAK-Tropfdichte Abschlüsse	Verschmutzung, Leckage, Bruch Alterung, Leckage Alterung, Leckage, Bruch	X	X 0 0	X X 0	
Sicherheits und Überwachungsgeräte 4.5	Feuchte Temperatur Druck Strömung Ölstand Strom / Spannung / Wandler	Kontakt-Korrosion Leiterbruch Gehäusekorrosion Leckage Genauigkeitsverlust	X	X	X	X
Zubehör 4.6	Antrieb für Umsteller Antrieb für Motorantrieb Lüfterschranke Steuerschranke	Kontakte, Korrosion Leiterbruch Gehäusekorrosion Leckage	X	X	X	X
Isoliermittel 4.7	Luft Giesharz Öl	Schmutz, Feuchtigkeit Schmutz, Feuchtigkeit, Bruch Alterung, Feuchtigkeit, Gasbildung	X X	X	X X	X



Wartung von Gießharztransformatoren			
Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
1	Reinigen durch Absaugen und Abblasen	①	2 h
2	Anschluß- und Erdungsschrauben kontrollieren	wie 1.	1 h
3	Ausbessern oder Erneuern des Anstriches des Kernes und der Preßkonstruktion	②	2 d
①	Je nach Art und Intensität der Luftverschmutzung 1 y – 5 y		
②	Je nach Aggressivität der Atmosphäre 5 y – 10 y		

h = hour; d = day; y = year

Wartung von Trockentransformatoren			
Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
1	Reinigen durch Absaugen und Abblasen Reinigen der Isolatoren	①	2 h
2	Anschluß- und Erdungsschrauben kontrollieren	wie 1	< 1 h
3	Ausbessern oder Erneuern des Anstriches	②	2 d
①	Je nach Art und Intensität der Luftverschmutzung 1 y – 5 y		
②	Je nach Aggressivität der Atmosphäre 5 y – 10 y		

h = hour; d = day; y = year



Wartung von Hermetic-Transformatoren und Transformatoren mit Luftabschluß

Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
1	Überprüfen der Schweißnähte und Dichtungen auf Dichtheit	2 y	< 1 h
2	Ölstand prüfen; bei Unregelmäßigkeiten Öluntersuchung	2 y	< 1 h
3	Durchschalten des Umstellers zwecks Reinigung der Kontakte	1 y	< 1 h
4	Reinigung der Isolatoren	1 y	1 h
5	Reinigung des Transformators Überprüfung des Anstriches	①	3 – 8 h
6	Ausbessern oder Erneuern des Anstriches	①	2 d
7	Funktionsprüfung der Überwachungsgeräte	1 y	< 1 h
8	Überprüfung der Anschlüsse und Erdung	2 y	< 1 h
① Je nach Aggressivität der Atmosphäre 5 – 10 y			

Wartung von Verteilungstransformatoren ≤ 1600 kVA

Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
1	Überprüfung aller Schweißnähte und Dichtungen auf Dichtheit	2 y	< 1 h
2	Ölstand prüfen	6 m	< 1 h
3	Ölproben nehmen	5 y	1 h
4	Öluntersuchung I	5 y	–
5	Öluntersuchung II	10 y	–
6	Reinigen des Transformators Überprüfen des Anstriches	①	4 h
7	Überprüfung des Luftentfeuchters, wenn nötig Trockenstoff erneuern	6 m	< 1 h
8	Durchschalten des Umstellers zwecks Reinigung der Kontakte	1 y	< 1 h
9	Ausbessern oder Erneuern des Anstriches	①	2 d
10	Reinigen der Isolatoren	1 y	1 h
11	Funktionsprüfung der Überwachungsgeräte	1 y	1 h
12	Überprüfen der Anschlüsse und Erdung	2 y	< 1 h
① Je nach Aggressivität der Atmosphäre 5 – 10 y			

h = hour; d = day; m = month; y = year



Wartung und Inspektion von Transformatoren			
Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
1	Überprüfung aller Schweißnähte und Dichtungen auf Dichtheit	1 y	3 h
2	Ölstand prüfen	3 m	< 1 h
3	Ölprobe entnehmen	5 y	1 h
4	Öluntersuchung I	5 y	—
5	Öluntersuchung II	10 y	—
6	Gasanalyse	②	—
7	Reinigung des Transformators Überprüfen des Anstriches	1 y	2 d
8	Überprüfung des Luftentfeuchters, wenn nötig Trockenstoff erneuern	3 m	2 h
9	Überprüfung der Erdung und der Anschlüsse	1 y	< 1 h
10	Durchschalten des Umstellers zwecks Reinigung der Kontakte	1 y	< 1 h
11	Überprüfung der Stellungsanzeige	1 y	< 1 h
12	Überprüfung des Umstellerantriebes und des Sitzes der Klemmschrauben von Meldekontakten	1 y	< 1 h
13	Überprüfung der Verriegelung und Absperrung	1 y	< 1 h
14	Überprüfung des Umsteller-Motorantriebes und der Meldekontakte. Ablesen des Zählwerkes.	1 y	8 h
15	Überprüfen des Festsitzes der Klemm- und Befestigungsschrauben im Motorantrieb und Klemmenkasten	1 y	8 h
16	Überprüfung der Heizung, des Thermostates, der Beleuchtung des Motorantriebes und auf Dichtheit des Gehäuses	1 y	< 1 h
17	Überprüfung der Motorantriebs - Kontaktbahnen	1 y	8 h
18	wie 14 für Stufenschalter - Motorantrieb	1 y	8 h
19	wie 15 für Stufenschalter - Motorantrieb	1 y	< 1 h
20	Reinigen der Lüfter und Schutzgitter	①	4 h
21	Prüfung der Lüfter auf richtige Drehzahl, Unwucht, Lagergeräusch	①	< 1 h
22	Lüfterlager abschmieren	②	1 - 4 h
① nach Bedarf, mind. jährlich ② nach Bedarf			

h = hour; d = day; m = month; y = year



Wartung und Inspektion von Transformatoren			
Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
23	Reinigen des Ausdehnungsgefäßes innen und Erneuern des Rostschutzes	5 y	2 d
24	Reinigen der Öl-Luftkühler	①	8 h
25	Reinigen des Luftströmungsmelders	①	< 1 h
26	Reinigen des Öl-Wasserkühlers	②	6 h
27	Reinigung und Überprüfung des Ölsichttopfes	②	1 h
28	Prüfen der Heizung, des Thermostates, der Beleuchtung und Wasserdichtheit des Schaltschranks	1 y	< 1 h
29	Prüfen des Festsitzes der Klemm- und Befestigungsschrauben im Schaltschrank	1 y	8 h
30	Abstand der Funkenhörner kontrollieren	1 y	< 1 h
31	Reinigen der Durchführungs-Porzellane	6 m	2 d
32	Kabelanschlußkasten Öl-Masse-Stand kontrollieren	m	< 1 h
33	Prüfen der Anschlüsse im Stromwandlerklemmenkasten	1 y	< 1 h
34	Kontrolle des Kurzschlußbügels bei Bürde = 0 und Kontrolle der Erdung der Sekundärwicklung	1 y	< 1 h
35	Funktionsprüfung des Temperaturwächters	1 y	< 1 h
36	Überprüfung des Widerstandsthermometers	1 y	< 1 h
37	Überprüfung des Fernthermometers	1 y	< 1 h
38	Funktionsprüfung des Ölströmungswächters	1 y	< 1 h
39	Funktion der Luftströmungsmelder	1 y	< 1 h
40	Funktionsprüfung der Wasserströmungsmelder	1 y	< 1 h
41	Funktionsprüfung des Buchholzrelais	1 y	< 1 h
42	Funktionsprüfung des Ölstandsmelder	1 y	< 1 h
43	Überprüfung der Ölstandanzeiger	1 y	< 1 h
44	Funktionsprüfung des Lastschalterschutzes	1 y	< 1 h
① nach Bedarf, mind. jährlich ② nach Bedarf			

h = hour; d = day; m = month; y = year



Instandsetzung von Transformatoren			
Nr.	Auszuführende Arbeiten	Zeit-intervall	Dauer der Arbeit
1	Ausbessern des Anstriches	②	2 d
2	Lastschalterrevision (Ölwechsel), Kontaktwechsel	①	1 d (3 d)
3	Austausch der Lüfterlager	②	4 h (1 d)
4	Wasserkühler neu abdichten	②	4 h (7 d)
5	Pumpenlager der Ölpumpen ausbauen, reinigen bzw. erneuern	2 y	2 d (5 d)
6	Dichtungen für Ölpumpenanschluß erneuern	2 y	3 h (5 d)
7	Austausch von Schützen oder Motorschutzschalter im Lüfter- und Pumpenschrank	②	1 d (2 d)
8	Öl bzw. Masse im Kabelanschlußkasten nachfüllen	②	1 h
9	Austausch von Überwachungsgeräten im Falle eines Defektes	②	2 h (5 d)
① nach zugehörigem Stufenschalterhandbuch; ② nach Bedarf			

() bei Auftreten von Montageproblemen;

h = hour; d = day; y = year