

5 Anforderungen an 50Hz und 16,7 Hz-Transformatoren

5.1 Allgemeine technische Anforderungen

Aufstellung	Freiluftaufstellung
Verschmutzung	Verschmutzungsgrad III (stark)
Aufstellungshöhe	< 1000 m üNN
Umgebungstemperatur	-30°C bis 40°C
Klimabedingungen	Normal gem. VDE 0532(IEC76-1)für Freiluftaufstellung
Dokumentationen	• Technische Zeichnungen und CAD
	• Montageplan, Wartungsplan, Dokumentationen
	• Prüfprotokoll der zu erfüllenden Prüfungen
maximale Kühlmitteltemperatur	40°C
mittl. Wicklungsübertemperatur	65 K bei Nennleistung
Übertemperatur Öl oben	60 K
Schalldruckpegel Mittelwert; in 1m Abstand; nach DIN 60551/45635 Teil 30; Nachweis nach VDE0532Teil 7;IEC 551 mit Messung bei Leerlauf.	55dB(A) Tol.0 %
Schalldruckpegel Maximalwert (Einzelwert) ; in 1 m Abstand nach DIN 60551/45635 Teil 30 Nachweis nach VDE0532Teil 7;IEC 551 mit Messung bei Leerlauf.	60dB(A)Tol.0 %
Betriebsart	Dauerbetrieb ;Stromrichterbetrieb
mittl. Wicklungsübertemperatur (Erfahrungswert, durch Hersteller festzulegen)	65 K
Übertemperatur Öl oben (Erfahrungswert, durch Hersteller festzulegen)	65 K

Kühlung

Kühlung: ONAN; ONAF vorbereitet (an den Kühlern wird eine Halterung vorgesehen, an der geeignete Lüfter installiert werden können; keine Leistungssteigerung)

Kühlungsvariante	Innerer Kühlkreislauf	Äußerer Kühlkreislauf
ONAN	natürliche Konvektion Öl (Oil Natural)	natürliche Konvektion Umgebungsluft und Wärmestrahlung der Oberfläche (Air Natural)
ONAF	natürliche Konvektion Öl (Oil Natural)	erzwungene Konvektion Umgebungsluft und Wärmestrahlung der Oberfläche (Air Forced)

Blechqualität

durch Hersteller festzulegen

Induktion

bei Nennleerlaufspannung: $B = 1.6 \text{ T}$

Sättigungskennlinie ist zu liefern

Halterungen für eine Traverse für die Kabel zum Umrichter

Am Transformatorkessel soll eine Traverse montiert werden, auf der die Kabel zum Umrichter verlegt werden.

Angaben zur Betriebsweisen

- Beide Transformatoren werden im gesamten Bereich $\cos(\phi) = 0.8 \dots -0.8$ betrieben. Die Transformatoren können sowohl mit gleichförmiger als auch mit stark wechselnder Last beaufschlagt werden (z.B. häufiges Anfahren und Bremsen von Schienenfahrzeugen).
- Die Transformatoren sind über Vakuum Schnellschalter mit dem 110kV 50 Hz bzw. 16,7 Hz Netz verbunden. Die Verbindung kann dabei sowohl über eine Freileitung als auch ein Kabel erfolgen. Im Normalfall werden die Transformatoren nur lastlos abgeschaltet. Schutzabschaltungen können unter Vollast vorkommen und dürfen nicht zu einer Beschädigung der Wicklungen führen.

- Transformator kann über Schnellschalter mit den angeschlossenen Lasten verbunden werden.
- Betriebsweise 16,7Hz 110kV Netz: Das Netz wird mit Resonanter Sternpunktterdung betrieben.
- Kurzschlüsse in den angeschlossenen Netzen können betrieblich vorkommen.

Kessel

- Vakuumfeste und öldichte Ausführung (mit Nachweis)
- Wandstärke Kessel : bitte angeben Erfahrungswert : mind. 8 mm
- Wandstärke Boden und Deckel : bitte angeben Erfahrungswert: mind. 10 mm
- Ausführung als Kasten mit Deckel
- Umsetzbares Fahrgestell mit 4 Einfachrollen (einzeln umsetzbar)
- Die Lage des Ausdehnungsgefäßes ist gem. den örtlichen Gegebenheiten abzustimmen.

Kesselzubehör

- Ölausdehnungsgefäß mit Luftentfeuchter, Ölstandsanzeiger, Absperr- und Entleerungshahn
- Anschlussschieber für eine Ölreinigungsanlage (NW 80)
- Ölablasshähne für Probeentnahme (oben, mittig, unten)
- Ölablassschieber NW 65
- Restölablass
- Ansatzstellen für hydraulische Hebeböcke in 420 mm Höhe der Ladefläche
- Zugösen für alle 4 Fahrtrichtungen
- Kranösen
- Erdungsschrauben
- Sicherheitseinrichtung für das Arbeiten auf dem Deckel

Ausführung Isolation zwischen Spurkranzrollen und Kessel

Die Spurkranzrollen sind zum Kessel hin isoliert anzubringen. Bei einer Messspannung von 1 kV muss der Widerstandswert mindestens 10 M Ω betragen. Die Isolierung ist über die gesamte Lebensdauer des Transformators zu gewährleisten.

Kabeltrassen

Sofern vorhanden sollen am Transformatorkessel Auflagerpunkte für die Kabeltrassen zum Umrichter vorgesehen werden. Auflagerpunkte sind Lieferumfang, Kabeltrassen sind nicht Lieferumfang

Fahrgestelle

Die Bodenfreiheit tragender Teile muss mind. 50 mm über SO liegen. Für die Spurkanzrollen wird eine Feststellvorrichtung bei Aufstellung auf dem Fundament vorgesehen. Korrosionsschutz nach DIN 55928 T 1 - 8.

Verzinkung

Siehe Anlage, Spezifikation der DB AG

Beschichtungsaufbau

Siehe Anlage, Spezifikation der DB AG

Überwachungseinrichtungen

- Buchholz-Zweischwimmerrelais für den Kessel mit Warnung und Auslösung 2x(Ö+S)
- Luftentfeuchter für den Kessel
- Wicklungstemperaturanzeige mit Meßumformer (4...20mA) mit Warnung und Auslösung 2x(Ö+S)
- Ölstandsmelder mit Min./Max.-Kontakt Ö+S
- Öltemperaturanzeige (4...20mA) und mit Auslösekontakt Ö+S
- Thermometertaschen an verschiedenen Stellen des Deckels
- Druckentlastungsventile mit Meldekontakt Ö+S
- Stromrelais für Kesselschutz und Meldekontakte 2x(Ö+S)

Kesselschutz / Erdung

Der Erdungsanschlusspunkt und der Kesselschutzwandler soll in unmittelbarer Nähe zum Klemmkasten angeordnet sein. Anlagenseitig wird das Erdungskabel durch den am Trafo montierten Wandler geführt und am Erdungspunkt angeschlossen.

Anschlusskasten

Die Verdrahtung der Schutz- und Überwachungsgeräte des Transformators muss geschützt verlegt und in einem spritzwassergeschützten Anschlusskasten IP54 eingeführt werden. Die Gerätebestückung sowie die Anschlussklemmleiste soll den Vorschriften der Deutschen Bahn entsprechen. Die Lage des Kastens ist abzustimmen. Isolierter Aufbau gegenüber dem Kessel. Ausführungsbeispiel Klemmkasten der DB siehe Anhang.

Isolieröl

Alterungsbeständiges Neuöl, mindestens entsprechend VDE 0370. Das verwendete Öl darf beim Alterungstest nach Baader, DIN 51 554, abgewandelt (110°C, Luft, Cu, 28d) folgende Grenzwerte nicht überschreiten: Das Trafoöl muss PCB und Chlorfrei sein. Das zugehörige EG-Sicherheitsdatenblatt ist beizulegen.

Typ: SHELL-Diala-DX (bevorzugt) oder Nytro Lyra X

Lebensdauer

Die deutsche Bahn erwartet für alle Komponenten der Umrichteranlage eine Lebensdauer von >20 Jahren. Angaben zur lastabhängigen Lebensdauer des Transformators sind zu machen.

Schallschutz

Zusatzmaßnahmen zum Schallschutz (z.B. Gummieinlagen, Schenkel lackieren) sind einzubringen

Normen

Ausführung und Prüfung des Transformators nach DIN VDE 0532 /IEC76

5.2 Funktionsprüfungen

Prüfungen gemäß DIN VDE 0532- 76-1/ IEC 76

Prüfungen sind bei Umgebungstemperaturen zwischen 10 °C und 40 °C durchzuführen sowie bei einer Temperatur des Kühlwassers (falls erforderlich), die $\leq 25^{\circ}\text{C}$.

Die Prüfungen sind im Herstellerwerk vorzunehmen, falls nicht anders zwischen Hersteller und Abnehmer vereinbart.

Alle äußeren Bestand- und Zubehöerteile, die das Verhalten des Transformators bei der Prüfung beeinflussen können, sind anzubauen.

Für alle Eigenschaften außer der Isolation bilden die Bemessungswerte die Grundlage, wenn nicht die betreffende Prüfvorschrift anderes festlegt.

Sämtliche bei den Prüfungen verwendeten Messeinrichtungen müssen eine bescheinigte, nachprüfbare Genauigkeit haben und einer regelmäßigen Kalibrierung unterliegen, entsprechend den Regeln nach ISO 9001, 4.11.[1]

Stückprüfungen

- Messung des Wicklungswiderstands
- Messung der Übersetzung und Nachweis der Phasendrehung
- Messung der Kurzschlussimpedanz und der Kurzschlussverluste
- Messung der Leerlaufverluste und des Leerlaufstroms
- Spannungsprüfungen (IEC 60076-3)
 - Blitzstoßspannung
 - Angelegte Stehwechselspannung (ACSD)
 - Kurzeit-Wechselspannung (ACSD)
- Prüfungen an Stufenschaltern, falls vorhanden

Typprüfungen

- Erwärmungsprüfung (IEC 60076-2)

Sonderprüfungen

- Spannungsprüfungen (IEC 60076-3)
 - Langzeit-Wechselspannung (ACLD)
- Bestimmung der Kapazitäten der Wicklungen gegen Erde und zwischen den Wicklungen
- Bestimmung des Übertragungsverhaltens von transienten Spannungen
- Messung der Nullimpedanz(en) von Drehstromtransformatoren
- Nachweis der Kurzschlussfestigkeit
- Bestimmung der Geräuschpegel
- Messung der Oberschwingungen des Leerlaufstroms
- Messung des Isolationswiderstands der Wicklungen gegen Erde und/oder Messung des Verlustfaktors ($\tan \theta$) der Kapazitäten des Isoliersystems

Dokumentation

Sprache: deutsch

zweifache Ausführung in Ordnern

zweifache Ausführung elektronisch (CD-ROM)

Umfang:

- technische Daten
- Prüfnachweise
- Inbetriebnahmeanweisung
- Wartungsanweisung
- Montageanleitung
- Beschreibung inklusive Zeichnungen und Stromlaufplan