

Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren

Diese technische Richtlinie gilt für die

EnergieNetz Mitte GmbH
Monteverdistraße 2
34131 Kassel

Mit dieser Spezifikation werden über bestehenden Publikationen hinaus technische Festlegungen getroffen.

Ansprechpartner:

EnergieNetz Mitte GmbH
Johann-Siegmund-Schuckert-Straße 2
34225 Baunatal

Andreas Vix
Tel.: +49 561 9480 3782
Fax: +49 561 9480 1212 3782
E-Mail: Andreas.Vix@EnergieNetz-Mitte.de

Jens Pieper
Tel.: +49 561 9480 1247
Fax: +49 561 9480 1212 1247
E-Mail: Andreas.Vix@EnergieNetz-Mitte.de

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 2/58
--	--	---

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	4
2	Allgemeine Anforderungen	4
3	Technische Spezifikation	5
3.1	Allgemeines	5
3.2	Umgebungsbedingungen	5
3.3	Bemessungsdaten und Betriebsbedingungen	6
3.3.1	Allgemeine Bemessungsdaten und Betriebsbedingungen	6
3.3.2	Kern	7
3.3.3	Wicklung	7
3.4	Allgemeine Ausführung	8
3.4.1	Absperrorgane	8
3.4.2	Rohrleitungen	9
3.4.3	Schraubverbindungen	9
3.4.4	Schweißverbindungen	9
3.4.5	Dichtungen	9
3.4.6	Erdungsverbindungen	10
3.4.7	Leiterverbindungen	10
3.5	Ausführung und Anordnung Kessel, Deckel, Ausdehnungsgefäß	10
3.6	Ausrüstung und Schilder	13
3.7	Kühleinrichtung	13
3.8	Überwachungsgeräte, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	14
3.9	Durchführungen	15
3.10	Stufenschalter, Motorantrieb	16
3.10.1	Stufenschalter	16
3.10.2	Motorantrieb	16
3.1	Korrosionsschutz	17
3.1.1	Kessel und sämtliche übrigen Eisenteile	17
3.1.2	Radiatoren	18
3.1.3	Kleinteile wie Schrauben, Schellen, Schilderträger usw.	19
3.1.4	Beschichtungsattest	19
3.2	Abmessungen und Gewichte	20
4	Qualitätskontrolle	20
5	Prüfungen, Abnahmen	20
5.1	Prüfungen des Herstellers	20
5.2	Abnahmeprüfungen durch den Auftraggeber	21
6	Dokumentation	22
6.1	Zeichnungen und Pläne	22
6.2	Betriebsanleitung	22

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 3/58
6.3	Weitere Dokumente	23
7	<i>Lieferzustand, Verpackung, Transport, Aufstellung</i>	23
7.1	Lieferzustand	23
7.2	Verpackung	23
7.3	Transport, Aufstellung	24
8	<i>Entsorgung</i>	24
9	<i>Zulassungsbedingungen für Lieferungen</i>	24
10	<i>Anhang A: Anzuwendende Normen</i>	26
11	<i>Anhang B-1: Beispielzeichnung Maßbild (stationäre Ausführung)</i>	30
12	<i>Anhang B-2: Beispielzeichnung Maßbild (halbwanderfähige Ausführung)</i>	31
12.1	Anhang B-2.1: Beispielzeichnung Maßbild (Zweiwickler)	31
12.2	Anhang B-2.2: Beispielzeichnung Maßbild (Dreiwickler)	32
13	<i>Anhang B-3: Beispielzeichnungen Ausrüstung (stationärer Ausdehner)</i>	33
13.1	Anhang B-3.1: Beispielzeichnung Ausführung (vollwanderfähig mit flachem Ausdehner) Beispielzeichnung 3 Wickler als Vollwanderfähige Ausführung	35
14	<i>Anhang B-4: Beispielzeichnungen Schilder</i>	39
14.1	Anhang B-4.1 Beispielleistungsschild (Zweiwickler)	39
14.2	Anhang B-4.2 Beispielleistungsschild (Dreiwickler)	40
14.3	Anhang B-4.3 Beispielübersichtsplan der Anbauteile (stationäre Ausführung) (Überwachungseinrichtungen, Rohrleitungen, Armaturen und Stellungen der Absperrorgane)	41
14.4	Anhang B-4.4 Beispielübersichtsplan der Anbauteile (halbwanderfähige Ausführung)	42
14.5	Anhang B-4.5 Beispielverladeplan (stationäre Ausführung)	43
15	<i>Anhang C: Bestätigung über PCB-Freiheit</i>	44
16	<i>Anhang D: Bestelldaten</i>	45

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 4/58
--	--	---

1 Anwendungsbereich

Diese Technische Spezifikation gilt für Transformatoren mit Bemessungsleistungen von 6,3 MVA bis 80 MVA, ausgeführt als Drehstrom-Öltransformatoren mit getrennten Wicklungen und Stufenschalter in versenkter Bauart, geeignet zur Aufstellung in Freiluft.

Abweichungen, Änderungen oder Ergänzungen gegenüber dieser Technischen Spezifikation bedürfen der schriftlichen Erläuterung durch den Anbieter bzw. Hersteller und sind nur im Rahmen der Angebotsabgabe zulässig. Voraussetzung für die Zustimmung und positive Bewertung durch den Anwender ist der Nachweis einer gleichwertigen oder höheren Qualität bzw. eines besseren Nutzens, z. B. im Rahmen einer technischen Weiterentwicklung.

2 Allgemeine Anforderungen

Die Geschäfts- und Verkehrssprache ist deutsch. Es gilt deutsches Recht. Gerichtsstand ist am Sitz des Auftraggebers.

Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Spezifikation an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der EnergieNetz Mitte GmbH zulässig.

Die Transformatoren müssen die Anforderungen der im Anhang A aufgeführten Normen und Bestimmungen erfüllen, soweit diese Technische Spezifikation keine abweichenden Forderungen stellt.

Grundsätzlich sind alle in der Bundesrepublik Deutschland mitgeltenden Normen, Bestimmungen, Vorschriften, Verordnungen und Gesetze einzuhalten, auch wenn sie in dieser Technischen Spezifikation nicht ausdrücklich genannt werden.

Insbesondere sind zu beachten:

- Empfehlung der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke –VDEW- e. V. „Betriebliche Anforderungen an Drehstrom-Transformatoren“, (BAT)
- Vorschriften der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik der Bundesrepublik Deutschland –BGV-
- Gefahrstoffverordnung aufgrund des Chemikaliengesetzes der Bundesrepublik Deutschland (GefStoffVO)
- Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland – WHG-
- Gefahrgutverordnung Straßen (GGVS), Eisenbahn (GGVE), Seeverkehr (GGVSee)
- Die Ecodesignverordnung ist zwingend einzuhalten; es wird darauf hingewiesen, dass die angegebenen Verluste in dieser Verordnung die Mindestanforderung darstellen.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 5/58
--	--	---

3 Technische Spezifikation

3.1 Allgemeines

Art des Transformators: Netztransformator mit oder ohne Ausgleichswicklung.
Bauart: Drehstrom-Öltransformator mit getrennten Wicklungen, mit Stufenschalter in versenkter Bauform.
Aufstellung: Freiluft, Aufstellhöhe < 1000 m ü. NN.
Kühlung: ONAN (vorbereitet für ONAF) oder ONAF.
Betriebsart: Dauerbetrieb auf allen Anzapfungen, dauernd zulässige Erregung = 110 % des Nennwertes.
Auslegung: Nach den Bestimmungen der IEC 60076, DIN EN 60076 bzw. VDE 0532 der jeweils gültigen Ausgabe und der VDEW-Publikation „Betriebliche Anforderungen an Drehstromtransformatoren“, Empfehlung für Bau, Ausrüstung und Betrieb Ausgabe 1997, sowie den einschlägigen VDE-Bestimmungen, DIN-Normen, Vorschriften der Berufsgenossenschaft und einschlägigen gesetzlichen Vorschriften (vgl. Anhang A).

3.2 Umgebungsbedingungen

Aufstellung: Freiluftaufstellung
In Freiluftanlagen können Betauung, Nebel, Regen, Schnee, Eis, Raureif, Wind, Sonneneinstrahlung und schnelle Temperaturwechsel einwirken. Die Umgebungsluft kann durch Staub, Rauch, Salze, aggressive Gase und Dämpfe verunreinigt sein.
Temperaturbereich: Geeignet für Umgebungstemperaturen von mindestens -25°C bis +40°C.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 6/58
--	--	---

3.3 Bemessungsdaten und Betriebsbedingungen

3.3.1 Allgemeine Bemessungsdaten und Betriebsbedingungen

Bemessungsdaten s. Anhang D

3.3.1.1 Leistung

Bemessungsleistung bei allen Stufenschalterstellungen: s. Anhang D

Sternpunktbelastbarkeit	OS	US
in % Bemessungsstrom (nicht zeitgleich)	100 %	100 %
zulässige Sternpunkt-Belastungsdauer	DB	DB

Netzkurzschlussleistung:	7.500 MVA	500 MVA
--------------------------	-----------	---------

zulässige Kurzschlussdauer:	5 s
-----------------------------	-----

3.3.1.2 Schalleistung

s. Anhang D – Basis der angegebenen Garantiewerte sind Messungen im Schalldruckverfahren.

Bei Vereinbarung einer Schallintensitätsmessung entsprechend DIN EN 60076-10 sind die Garantiewerte entsprechend Anhang D um 3 dB zu reduzieren.

Die Bestimmung des Schalleistungspegels (Gesamt-Geräuschpegel) erfolgt entsprechend DIN EN 60076-10.

Die Garantiewerte für die Geräusche sind dabei ohne äußere, am Kessel befestigte Dämmmaßnahmen einzuhalten.

Bei Überschreitungen der vereinbarten Garantiewerte für die Schalleistung kann sich der Auftraggeber für folgende Maßnahmen entscheiden:

Zusätzliche Maßnahmen am Transformator, vor Ort oder Zurückweisung.

3.3.1.3 Kühlung, Isolierflüssigkeit

Kühlungsart: ONAN (ONAF)
Selbstkühlung bis Bemessungsleistung:
darüber hinaus erzwungene Luftkühlung möglich (Leistungssteigerung)
durch Anblasen der Radiatoren) – Steuerung automatisch temperaturabhängig

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 7/58
Isolierflüssigkeit:	neues (ungebrauchtes) Isolieröl auf Mineralölbasis nach DIN EN 60296 (VDE 0370 Teil 1). WGK 1 alterungsbeständig Das verwendete Öl darf bei der Prüfung der Alterungsbeständigkeit nach Baader DIN 51554 Teil 1 und 2 (Sept. 1978) folgende Grenzwerte nicht überschreiten: Verseifungszahl: 0,80 mg KOH/g Öl Schlammgehalt: 0,05 % Massenanteil Dielektrischer Verlustfaktor (90°C): 0,18 Das Transformatorenöl muss PCB- und chlorfrei sein. Der durch GC-Analyse nach DIN EN 61619 (IEC 61619) nachzuweisende PCB-Gehalt muss unter 1 ppm liegen.	
3.3.2 Kern		
Kernaufbau:	Drei-Schenkel-Kern mit 3 bewickelten Schenkeln	
3.3.3 Wicklung		
Alle Wicklungen sind aus Kupfer herzustellen.		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 8/58
--	--	---

3.4 Allgemeine Ausführung

Für die Betriebstüchtigkeit aller für den Transformator verwendeten Materialien ist der Transformatorhersteller verantwortlich, auch bei Zulieferung durch Unterlieferanten. Mit Erteilung der Fertigungsfreigabe übernimmt der Auftraggeber keine Verantwortung hinsichtlich der Einhaltung von Normen und Vorschriften, der Garantiehaftung der Lieferfirmen, der Verletzung laufender Patente, unerkannter Fehler in den einzelnen Unterlagen sowie unerkannter Abweichungen von ergänzenden Spezifikationen des Auftraggebers.

Sämtliche Bau- und Zubehöerteile müssen durch geeignete Materialwahl sowie Konstruktion der Lebensdauer des Transformators angepasst sein. Dabei sollten möglichst recyclingfähige Materialien verwendet werden.

Bei der Konstruktion des Transformators ist darauf zu achten, dass erforderliche Montagen, Demontagen, Überprüfungen, Reparaturen usw., die am Standort des Transformators anfallen, mit üblichen Mitteln und kürzestem Zeitaufwand durchgeführt werden können.

Anordnung und Maße sollen in Anlehnung an DIN 42508 gewählt werden.

Kesselinnenraum, sowie Aktivteil und alle getrennten flüssigkeitsbefüllten Räume müssen so beschaffen sein, dass sich keine Gasblasen ansammeln können. Räume unter Umklemdomen, Deckelflanschen, Durchführungsflanschen, Stufenschalter-Zwischenflanschen usw., in denen eine Gasansammlung möglich ist, sind durch leicht steigende Rohrleitungen an die Hauptleitung zum Buchholzrelais anzuschließen.

Transformatoren müssen gemäß DIN EN 60076-5 kurzschlussfest sein.

3.4.1 Absperrorgane

Absperrorgane sind so anzuordnen, dass sie gegen Beschädigungen bei Transport und Begehen geschützt sind. An exponierten Stellen können Schutzbügel erforderlich sein.

Schieber und Ventile an Kesselwänden sind möglichst ohne Zwischenrohre an unmittelbar aufgeschweißten Flanschen zu befestigen.

Die Absperrorgane des Kessels sollen gut zugänglich sein. Sie sind an geeigneten Stellen anzuordnen und ggf. über Rohre mit der benannten Anschlussstelle zu verbinden, z. B. zur Ölprobenentnahme, für Schieber zum Füllen und / oder Entleeren des Kessels, sowie für die Aufbereitung des Öls.

An Absperrorganen des Ausdehnungsgefäßes, die zum Füllen und Entleeren dienen, sind einseitig angeflanschte Verlängerungsrohre anzuschließen, die bis auf ca. 1000 mm über Schienenoberkante herunterzuführen und unten mit einem kleinen Absperrorgan auszurüsten sind.

Als Schieber sind grundsätzlich solche mit innenliegendem Spindelgewinde zu verwenden.

Schieber \geq DN 80 sind in Stahgussausführung nach DIN EN 1171 einzusetzen.

Schieber $<$ DN 80 sind in Rohrguss einzusetzen.

Die Handränder sollen aus dem gleichen Material wie die Schieber sein.

Dreiwegehähne müssen mit Kappenmutter und umsetzbaren Riegelsicherungen versehen sein und aus Rotguss bestehen.

Verschlussstücke und -kappen sind rot (RAL 3000) zu kennzeichnen.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 9/58
--	--	---

3.4.2 Rohrleitungen

Ölrohrverbindungen sind durch Schweißungen herzustellen und an Trennstellen mit Flanschen DIN EN 1092-1 zu verbinden. Rohrleitungen, die durch nicht zugängliche Hohlräume führen, dürfen in diesem Bereich keine Schweißnähte aufweisen.

3.4.3 Schraubverbindungen

Befestigungsschrauben müssen ohne Behinderung durch andere Bauteile sowie ohne Zwang in die entsprechenden Durchgangslöcher DIN EN 20273 (gebohrt möglichst mit Toleranz in Reihe mittel H13) eingeführt und mit handelsüblichem Werkzeug angezogen werden können.

Die in DIN 78 angegebenen Schraubüberstände sind der Errechnung der gesamten Schraubenlänge zugrunde zulegen, wobei sich aus Klemmlänge und Schraubenüberstand das Kleinstmaß der Schraubenlänge ergibt. Dieses Kleinstmaß soll nicht unterschritten und nur bis auf die, in den jeweiligen Schrauben-Normen angegebene nächstgrößere Schraubenlänge aufgerundet werden. Schraubverbindungen dürfen nicht festsitzen (geeignete Schmierung) und sich auch bei Schwingungsbeanspruchung (Vibration) nicht lösen. Schraubverbindungen müssen gesichert sein (Materialwahl, Vorspannung, Arretierung u. ä.). Wenn durch Schwingungen Relativbewegungen der Passteile eintreten können, die zu Reibverschleiß führen würden (z.B. Passungsrost), müssen dem (Fest-) Schmierstoff geeignete Zusätze zugefügt werden, die eine Korrosion verhindern.

Für alle der Freiluft zugänglichen (auch abgedeckte) Schrauben, Gewindebolzen und Kleinteile (Scheiben, Federringe, Splinte, Wellensicherungen usw.) ist nichtrostendes Material (A2) zu wählen. Ausnahmen sind nur dort erlaubt, wo Festigkeitsgründe die Verwendung von nichtrostendem Material verbieten.

Muttern müssen aus Gründen der späteren Lösbarkeit mindestens aus A4- Material bestehen.

Dies gilt ebenfalls für die Deckelverschraubung.

3.4.4 Schweißverbindungen

Schweißverbindungen müssen DIN EN ISO 5817 entsprechen. Sie sollen nicht an Stellen höchster Materialbeanspruchung vorgesehen werden. Die Anzahl der Schweißnähte soll möglichst klein sein. Schweißnähte an Knotenblechen, Versteifungen, Unterzügen, Traversen, Halterungen usw. und solche, die hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind (Festigkeitsnähe), dürfen nicht in Schweißnähte übergehen, die vakuum- oder öldicht sein müssen (Dichtnähte). Bei erforderlichen Kreuzungen oder Überschneidungen müssen Festigkeitsnähte an der Kreuzungs- bzw. Überschneidungsstelle unterbrochen und das betreffende Blech an dieser Stelle ausgeklinkt werden. Endkrater sollen vermieden werden, damit bei dynamischer Beanspruchung durch Kerbwirkung keine Risse entstehen.

3.4.5 Dichtungen

Dichtstellen sind konstruktiv sorgfältig durchzubilden und sachgemäß herzustellen. Dichtungen müssen über eine der Lebensdauer des Transformators angemessene Zeit ihre Dichtfähigkeit und mechanische Festigkeit behalten. Alle verwendeten Dichtungen müssen für die im Betrieb einschließlich vereinbarter Belastungsspiele auftretenden Temperaturen dauern beständig sein, mindestens jedoch für eine Temperatur von 100°C.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 10/58
<p>Die verwendeten Dichtungsmaterialien dürfen die Eigenschaften der Isoliermedien nicht verändern. Asbesthaltiges Material ist verboten. Korkhaltiges Dichtungsmaterial bedarf der Einzelzulassung.</p> <p>Je nach den konstruktiven Gegebenheiten an der Dichtstelle sind folgende Dichtungswerkstoffe zugelassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - volumenelastische Werkstoffe, die bei niedrigem Anpressdruck Dichtheit liefern, z. B. Weichgummi (Nitril-Butadien-Kautschuk), als Rund- oder Flachgummi, Gummidichtungen sind nach definierter oder durch Anschlag begrenzter Zusammenpressung dicht. Sofern Dichtungen nach einmaligem Öffnen ersetzt werden müssen, ist dies in der Betriebsanleitung anzugeben. - Werkstoffe, die bei sehr hohem Anpressdruck Dichtheit liefern, z. B. Hochdruck - Flachdichtungsmaterial auf Basis synthetischer Fasern. Sofern an häufiger zu lösenden Flächen Dichtungen aus diesem Material vorgesehen werden, sind diese doppellagig, mindestens je 1,5 mm dick, auszuführen. Dabei können die auf den Flanschen anliegenden Flächen dieser Dichtungen mit einer geeigneten Dichtungspaste eingestrichen werden, gegeneinander sollen sie frei von Dichtungspaste bleiben. <p>Stoßstellen sind zu überlappen oder schwalbenschwanzartig zu verzahnen. Im Allgemeinen können derartig Dichtungen, nachdem sie voneinander gelöst wurden, nicht wiederverwendet werden.</p> <p>3.4.6 Erdungsverbindungen</p> <p>Erdungsverbindungen bzw. Potenzialausgleichsverbindungen müssen gegen Beeinträchtigung ihrer Eigenschaften infolge mechanischer und chemischer Einflüsse und elektrodynamischer Beanspruchungen geschützt werden.</p> <p>Die Erdungs-/Potenzialausgleichsverbindungen zwischen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deckel und Ausdehner • Deckel und Kessel • Deckel und Durchführungen • Deckel und Stufenschalterdeckel <p>sind in doppelter Ausführung (z. B. Cu-Seil 2*95 mm²) auszuführen. Alle übrigen Erdungsverbindungen sind in einfacher Ausführung (z. B. Cu-Seil 1*95mm²) zu realisieren.</p> <p>Die Verbindungen sind bei mehrdrähtigen Leitern mit schwarzem Isolationsmaterial, bei massiven bzw. Litzenausführung blank auszuführen.</p> <p>3.4.7 Leiterverbindungen</p> <p>Alle elektrischen Verbindungen im Transformator müssen geschweißt, gelötet, gepresst oder geschraubt sein.</p> <p>3.5 Ausführung und Anordnung Kessel, Deckel, Ausdehnungsgefäß</p> <p>Der Kessel ist mit Flachdeckel so auszuführen, dass Niederschlagswasser selbstständig abläuft. Die Steifigkeit des Kessels und die Lagerung des Aktivteils im Kessel müssen so bemessen sein, dass die zulässigen Höhenabweichungen der Schienen nach DIN 42561-1 die Betriebseigenschaften nicht beeinträchtigen.</p> <p>Der Kessel ist so auszubilden, dass der gesamte Transformator einschließlich Ölfüllung, jedoch mit abgebauten OS-Durchführungen, mit einem Tiefladewagen ohne zusätzliche Genehmigung der DB</p>		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 11/58
<p>für eine Lademaßüberschreitung transportiert werden kann. Dabei ist eine Lademaßhöhe von mindestens 900 mm einzuhalten.</p> <p>Der Deckel ist mit dem Kessel verschraubt.</p> <p>Kessel, Deckel und Ausdehnungsgefäß sind für ein Vakuum < 1 mbar zu bemessen. Damit gelten sie als vakuumfest.</p> <p>Der Kessel enthält 4 Anhebeflächen für Hebeblöcke, die grundsätzlich neben den Schienen und mindestens 350 mm über Schienenoberkante angeordnet sind. Sie sind rot (RAL 3000) zu kennzeichnen.</p> <p>An beiden Längsseilen sind je 2 Anhängestellen gut zugänglich so angeordnet, dass der gesamte Transformator vorzugsweise einschließlich Durchführungen angehoben werden kann. Auf dem Maßbild sind die erforderlichen Seillängen anzugeben. Ein Anheben muss ohne zusätzliche Hilfsmittel (z. B. Traversen) möglich sein.</p> <p>Der Transformator ist mit Spurkranzrollen DIN 42561-2, umschwenkbar für Längs- und Querfahrt, auszurüsten. Die Spurweite beträgt 2940 bzw. 1435 mm. Ein Satz Feststeller wird bei der Ausrüstung mit Spurkranzrollen mitgeliefert. Ergänzungen sind Anhang D zu entnehmen.</p> <p>Jede Längs- und Querseite des Transformators enthält zwei Zugösen, Laschen oder Bohrungen. Der Deckel ist mit Anhängestellen für das Anheben ggf. auch des Aktivteiles zu versehen.</p> <p>Das Ausdehnungsgefäß besteht aus zwei getrennten Teilkammern für Kessel und Lastumschaltergefäß.</p> <p>Der Ölstand muss bei -20°C so hoch liegen, dass eine einwandfreie Entlüftung der Durchführungen möglich ist.</p> <p>Ggf. in den Kessel eingebaute Durchführungsdomes sind in das in Richtung des Buchholzrelais vorhandene Rohrleitungssystem mittels Rohrleitungen einzubinden.</p> <p>Für die Ausführung des Ausdehners gilt: Am Ausdehnungsgefäß müssen im Bereich der Überwachungsgeräte geprüfte Anschlagpunkte zur „Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz“ (PS) angebracht werden.</p> <p>Abstand der Befestigungspunkte: 0,5 m Anzahl der Befestigungspunkte: Je Stirnseite 1 Punkt und an der Längsseite ca. 3 Punkte</p> <p>Bei über die Kesselabmessungen überstehenden Ausdehnungsgefäßen ist ein Leitblech anzubringen, das eine mögliche Ableitung bei Austritt der Isolierflüssigkeit in den Fundamentbereich absichert. Das Leitblech ist abbaubar anzubringen. Eine Erdungsverbindung zum Ausdehnungsgefäß ist herzustellen. Eine Betätigung ggf. angebaute Absperrorgane bzw. die Sichtbarkeit der Anzeigeeinstrumente o. ä. muss ohne Demontage des Leitblechs gegeben sein.</p> <p>Nach Abstimmung mit dem Auftraggeber muss im Bereich des Buchholzrelais am Kessel oder an der Konsole des Ausdehnungsgefäßes bzw. im Bereich des Stufenschalters eine Anlegemöglichkeit für eine Anlegeleiter sowie eine Auftrittsfläche vorhanden sein. Die Anlehnfläche ist links und</p>		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 12/58
<p>rechts mit Begrenzungen gegen seitliches Abrutschen der Leiter zu versehen. Die Anlehnfläche ist so anzuordnen, dass eine anzulegende Leiter mindestens 1 m überstehen kann. Die Anlegemöglichkeiten / Anlehnflächen sind blau (RAL 5012) zu kennzeichnen.</p> <p>Eine vergleichbare Anlegestelle ist im Bereich der Ölstandsanzeiger am Ausdehnungsgefäß vorzusehen. Ergänzend ist eine Sicherungsöse vorzusehen.</p> <p>Der Kessel ist mit 2 diagonal angeordneten Erdungsanschlüssen A 2G nach DIN 46011 bzw. DIN 48058-5 zu versehen. Es erfolgt ein Doppelanschluss (2*M12) an jedem Erdungspunkt.</p> <p>Die Durchführungen OS und US sind möglichst in bzw. symmetrisch zur Fahrgestellachse (Phase OS – 1V und US – 2V in Transformatorenquerachse) anzuordnen, falls im Maßbild nicht anders festgelegt.</p>		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 13/58
--	--	--

3.6 Ausrüstung und Schilder

Kesselausrüstung nach DIN 42508 u. a.:

- Anschlussflansche für das Dehngefäß an der rechten Schmalseite auf dem Deckel bei Blickrichtung auf die OS-Durchführungen (bei stationärer Ausführung des Ausdehners).
- Keilflachschieber mit Ölablassvorrichtung und Anschlüsse für Ölaufbereitungsanlage. Ventile für Ölproben. siehe Anhang D
- Thermometertaschen

Ausdehnungsgefäß-Ausrüstung nach DIN 42508 u.a.:

- Verbindungsrohrleitungen zum Kessel mit Absperrorgan, T-Stück und Überlaufrohr
- Reinigungsöffnungen
- Entlüftungsleitungen
- Füllleitungen
- Entleerungsleitungen
- Luftentfeuchter für Kesselhauptgefäß und Stufenschaltergefäß nach DIN 42562, montiert 1 m über Schienenoberkante und mit Flügelschrauben aus nichtrostendem Stahl. Füllung mit cobaltchloridfreien Trockenperlen.

Blindflansche benötigen keine Auslaufventile und Ölablassvorrichtungen.

Sollte kein Zubehörkasten vorhanden sein, sind die Betätigungsschlüssel für die Dreiwegehähne im Bereich der Dreiwegehähne abnehmbar zu befestigen.

Schilder müssen witterungsbeständig und einheitlich nach DIN 42547 ausgeführt sein. Sie müssen auch während des Betriebes leicht zu lesen sein und sind an der OS-Längsseite anzuordnen. Bauteile sind durch Schilder nach DIN 42513 (BKT) zu kennzeichnen. Schilder zur Bezeichnung des Betreibers (BZ 173) sind an beiden Längsseiten vorzusehen.

Muster für Anweisungs-, Leistungs- und Schaltungsschilder sind in der Anlage B 4 dargestellt. Ergänzungen aus Anhang D, X sind zu beachten.

Es ist zu gewährleisten, dass die Typenschilder nicht mit scharfkantigen Kanten ausgeliefert werden.

3.7 Kühleinrichtung

Der Transformator ist mit über Drosselklappen DIN 42560 angeflanschten bahnprofilgängigen Radiatoren DIN EN 50216-6 versehen.

Der Mindestabstand zwischen den Radiatoren beträgt 80 mm. Der Abstand zwischen den Radiatorengliedern untereinander sowie zwischen den Radiatorengliedern und den am Kessel befindlichen Konstruktionsteilen darf 30 mm nicht unterschreiten.

Die Spindeln sollen an den oberen Drosselklappen von oben, an den unteren von unten zu betätigt sein.

Die Stellung der Drosselklappe soll durch Zeiger, wie in DIN 42560 dargestellt, kenntlich gemacht werden.

Der Transformator ist mit Befestigungsvorrichtungen zum nachträglichen Anbau von Ventilatoren entsprechend DIN 42565 zu versehen.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 14/58
--	--	--

3.8 Überwachungsgeräte, Schutz- und Steuerungseinrichtungen

Die Einrichtungen für die Zusammenschaltung der Schutz- und Überwachungsgeräte und die Leitungsanschlüsse zur Warte, sowie die Steuerungs- und Antriebseinrichtungen für den Stufenschalter sind entsprechend Anhand D anzuordnen.

Die dazu notwendigen Schränke / Kästen sind an der Unterseite mit Halteeisen für Steuerkabel zu versehen.

Die Schränke sind an der linken Stirnseite des Kessels (Blick auf OS-Seite) angeordnet. Im übrigen soll die Anordnung der Schränke und Kästen möglichst nach DIN 42508-3 erfolgen. Der Abstand zwischen Schrankunterkanten und Schienenoberkante soll ca. 500 mm betragen. Der Korrosionsschutz der Schränke muss dem der Transformatoren entsprechen.

Der Klemmenkasten / Steuerschrank, ist wie folgt ausgeführt:

- Gehäuse in ausreichender Größe für die Aufnahme einer Klemmenleiste zur Zusammenfassung aller Funktionen der Überwachungseinrichtungen einschließlich Raum für 20 % Reserveklemmen und ausreichend großen Raum für das Ausbündeln der Kabeladern unterhalb und oberhalb der Klemmenleiste.
- Verschluss mit Handgriffen (Drehgriffen oder Sterngriffen), nicht abschließbar.
- Schutzart IP 54 nach DIN EN 60529
- Be- und Entlüftung über je eine Öffnung, die mit Insektenschutz versehen ist und diagonal angeordnet sind.
- Zuführung der externen Kabel von unten über Verschraubungen mit separater Zugentlastung, von links nach rechts angeordnet mindestens 2 Stück. M 40, 2 Stück. M 32
- Äußerer Erdanschluss nach DIN 46008, Deckel mit flexibler Cu-Leitung geerdet.
- Als Klemmen werden Schaltanlagen-Reihenklemmen $\geq 4 \text{ mm}^2$ (UK 5 N) in berührungssicherer Ausführung verwendet.
- Für die Erdung der Schirme der Steuerkabel sind geeignete Cu-Schienen vorzusehen. die Länge der Erdungslitze hat eine Länge von 10 cm nicht zu überschreiten.
- Die Spannungsfestigkeit entspricht einer Prüfspannung von AC – 2kV – 1 min.
- Wird der Transformator als vorbereitet ONAF bestellt, ist der Klemmkasten so groß auszulegen, dass hier die spätere Montage der Steuerung für die Ventilatoren untergebracht werden kann.

Der Steuerschrank für die Ventilatoren enthält zusätzlich zu den vorstehend genannten Ausführungseinzelheiten für den Klemmenkasten folgende Merkmale:

- Tür mit Feststellvorrichtung
- Beleuchtung über Türkontakt geschaltet
- Heizung über Thermostat gesteuert

Alle Betriebsmittel in berührungssicherer Ausführung nach DIN EN 50274 bzw. BGV A3

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 15/58
--	--	--

Weitere Angaben sind den Schaltungsunterlagen entsprechend Anhang D zu entnehmen.

Folgende Überwachungsgeräte sind vorzusehen (Anzahl und Ergänzungen entsprechend Anhang D):

- Buchholzrelais DIN EN 50216-2 DR 80 für den Kessel erschütterungsunempfindliche Zweischwimmerausführung
- Lastumschalterschutz
- Zeigerfernthermometer mit je 2 einstellbaren Minimal- und Maximalkontakten, Anzeigebereich von -20°C bis $\geq +120^{\circ}\text{C}$ (Zeigerthermometer für Öltemperatur oben, mit Schaltkontakt für Meldung; Zeigerthermometer für Öltemperatur oben, mit Schaltkontakt für Lüftersteuerung). Die Kapillarrohrleitungen sollen auf Abstandschellen, mindestens 10 mm vom Kessel entfernt, auf kürzestem Wege zu den Thermometertaschen verlegt werden. Die Leitungen sind so kurz wie möglich zu wählen. Überschüssige Leitungslänge soll aufgerollt in der Nähe des Instrumentenkopfes befestigt werden.
- Thermometertaschen (Reserve) DIN EN 50216-4
- magnetische Ölstandsanzeiger (DIN EN 50216-5) einschl. Kontakte für Ölstand „Max“ und „Min“, (für jede Teilkammer 1 Stück.)
- Temperatur-Gefahrenwächter (Wärmewächter 0 ... 140° mit Kontakt)

Alle Leitungen sind in Kabel des Typs NYY auszuführen und außerhalb des möglichen Trittbereichs zu verlegen. Eine Verlegung hinter den Radiatoren ist nicht zulässig. Die Sensoren der Schutzgeräte müssen mit einem Trittschutz versehen werden.

3.9 Durchführungen

Auswahl für OS-/US-Hauptleiter und Sternpunkt, Schutzfunkenstrecken aus nichtrostendem Stahl entsprechend Anhang D nach IEC 60137, DIN EN 50180, DIN 43675.

Beim Einsatz von Pfisterer Mehrfachwinkelanschlusssteilen muss ein Ausbau oder Tausch gegen Durchführungen DIN EN 50180 ohne An- oder Ausheben, des Deckels oder des Aktivteils möglich sein. Es muss auch gewährleistet werden, dass beim Einsatz von Pfisterer Mehrfachanschlusssteilen, die entsprechenden Pfisterer Dichtungen verwendet werden.

Es sind Pfisterer Mehrfachwinkelanschlusssteile mit Metallgehäuse einzusetzen.

Beide Anschlussvarianten sind in der Dokumentation unter Angabe der für die Umrüstung benötigten Materialien / Bauteile zeichnerisch darzustellen. Es sind für beide Varianten Maßzeichnungen beizustellen, so dass ein späterer Umbau immer dokumentiert ist.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 17/58
--	--	--

3.1 Korrosionsschutz

Die Schutzdauer des Korrosionsschutzsystems hat gemäß DIN EN ISO 12944-5, Anhang A, C3-H (H = high) bzw. C5M-H zu entsprechen (Auswahl gemäß Anhang D).

Für die Korrosivitätskategorie für atmosphärische Umgebungsbedingungen nach DIN EN ISO 12944-2, Tabelle 1. gilt:

C 3 (mäßig) Stadt- und Industriatmosphäre mit mäßiger Luftverunreinigung, Küstenbereiche mit geringer Salzbelastung, Produktionsräume mit hoher Luftfeuchte und etwas Luftverunreinigung

C5-M (sehr stark) Küsten- und Offshorebereich mit hoher Salzbelastung, Gebäude mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Luftverunreinigung

Beschichtungssysteme haben frei von toxischen Schwermetallen, PCB und Halogenen zu sein.

Das Beschichtungssystem muss in sich selbst (Stoffauswahl, Schichtdicken, Verträglichkeit) und auf die Oberfläche abgestimmt sein. Die Beschichtungsstoffe müssen ölfest sein.

Es ist eine gute Überarbeitbarkeit der Beschichtung zu gewährleisten.

Instandsetzungsbeschichtungen müssen, ohne die Oberfläche dafür vorher anzuschleifen, bei Schutzdauergewährleistungen (C3-H) ohne Qualitätsverlust durchführbar sein. Die Beschichtungsstoffe müssen mit sich selbst überarbeitbar und nach 24 Stunden montagefest sein.

3.1.1 Kessel und sämtliche übrigen Eisenteile

Der Oberflächenvorbereitungsgrad hat gemäß DIN ISO 12944-4, Anhang A Sa3 zu betragen. (siehe. auch photographisches Vergleichsmuster nach ISO 8501-1: A Sa3)

Weiterhin haben die Oberflächen frei von korrosiven Produkten und Stäuben, sonstigen Verunreinigungen, Ölen und Fetten zu sein.

Für C3-H gilt:

Gesamtsollschichtdicke des Systems
NDFT (nominal dry film thickness): 220 µm

Applikationsart: Airless-Spritzen, für kleinere Flächen Streichen und Rollen

Grundbeschichtung: 2-Komponenten-EP-Zinkstaub-Grundierung gemäß
DIN ISO 12944-5, 5.2 mit mind. 80% nichtflüchtigem
Masseanteil an Zinkstaub

Farbton: grau
Sollschichtdicke (NDFT): 60 µm + 15%

Zwischenbeschichtung:Basis: AY-Hydro
Sollschichtdicke (NDFT): 80 µm

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 18/58										
<table><tr><td>Deckbeschichtung:</td><td>Basis: AY – Hydro</td></tr><tr><td>Farbton:</td><td>RAL 7033, zementgrau</td></tr><tr><td>Sollschichtdicke (NDFT):</td><td>80 µm</td></tr></table>			Deckbeschichtung:	Basis: AY – Hydro	Farbton:	RAL 7033, zementgrau	Sollschichtdicke (NDFT):	80 µm				
Deckbeschichtung:	Basis: AY – Hydro											
Farbton:	RAL 7033, zementgrau											
Sollschichtdicke (NDFT):	80 µm											
Für C5-M-H gilt:												
<table><tr><td>Gesamtsollschichtdicke des Systems NDFT (nominal dry film thickness):</td><td>320 µm</td></tr><tr><td>Applikationsart:</td><td>Airless-Spritzen, für kleinere Flächen Streichen und Rollen</td></tr><tr><td>Grundbeschichtung:</td><td>2-Komponenten-EP-Zinkstaub-Grundierung gemäß DIN ISO 12944-5, 5.2 mit mind. 80 nichtflüchtigem Masseanteil an Zinkstaub</td></tr><tr><td>Farbton:</td><td>grau</td></tr><tr><td>Sollschichtdicke (NDFT):</td><td>80 µm + 10%</td></tr></table>			Gesamtsollschichtdicke des Systems NDFT (nominal dry film thickness):	320 µm	Applikationsart:	Airless-Spritzen, für kleinere Flächen Streichen und Rollen	Grundbeschichtung:	2-Komponenten-EP-Zinkstaub-Grundierung gemäß DIN ISO 12944-5, 5.2 mit mind. 80 nichtflüchtigem Masseanteil an Zinkstaub	Farbton:	grau	Sollschichtdicke (NDFT):	80 µm + 10%
Gesamtsollschichtdicke des Systems NDFT (nominal dry film thickness):	320 µm											
Applikationsart:	Airless-Spritzen, für kleinere Flächen Streichen und Rollen											
Grundbeschichtung:	2-Komponenten-EP-Zinkstaub-Grundierung gemäß DIN ISO 12944-5, 5.2 mit mind. 80 nichtflüchtigem Masseanteil an Zinkstaub											
Farbton:	grau											
Sollschichtdicke (NDFT):	80 µm + 10%											
Zwischen-/ Deckschicht: Nachfolgende Schichten gemäß DIN EN ISO 12944-5, Tabelle A.5 mit EP bis zur oben genannten Gesamtschichtdicke.												
<table><tr><td>Farbtöne:</td><td>siehe C3-H-Beschichtung</td></tr></table>			Farbtöne:	siehe C3-H-Beschichtung								
Farbtöne:	siehe C3-H-Beschichtung											
3.1.2 Radiatoren												
Ausführung: Feuerverzinkt gemäß DIN EN ISO 1461-tZn k. Die Überzugsdicke hat DIN EN ISO 1461, Anhang D, Tabelle D1. zu entsprechen.												
Für die Vorbereitung der feuerverzinkten Oberflächen sind diese zu sweepen, um den Rauigkeitsgrad gemäß DIN EN ISO 8503-2, RZ ca. 24 µm, zu erhalten. Verunreinigungen, Öle und Fette, Zinkspitzen, Zinkaschereste oder sonstige Rückstände aus der Verzinkung sind zu entfernen. Die Oberflächen sind weiterhin frei von korrosiven Produkten, Ölen, Fette und Stäuben. Eventuelle Zinkausbesserungen sind gem. EN ISO 1461, 6.3 auszuführen.												
Für die Außen-Beschichtung C3-H gilt:												
<table><tr><td>Applikationsart:</td><td>Fluten bzw. Tauchen</td></tr><tr><td>Grundbeschichtung:</td><td>Basis AY-Hydro</td></tr><tr><td>Farbton:</td><td>deutlich kontrastierend zum Untergrund und der Deckbeschichtung (z. B. rotbraun)</td></tr><tr><td>Sollschichtdicke (NDFT)::</td><td>80 µm</td></tr></table>			Applikationsart:	Fluten bzw. Tauchen	Grundbeschichtung:	Basis AY-Hydro	Farbton:	deutlich kontrastierend zum Untergrund und der Deckbeschichtung (z. B. rotbraun)	Sollschichtdicke (NDFT)::	80 µm		
Applikationsart:	Fluten bzw. Tauchen											
Grundbeschichtung:	Basis AY-Hydro											
Farbton:	deutlich kontrastierend zum Untergrund und der Deckbeschichtung (z. B. rotbraun)											
Sollschichtdicke (NDFT)::	80 µm											
<table><tr><td>Deckbeschichtung:</td><td>Basis: AY-Hydro</td></tr><tr><td>Farbton:</td><td>RAL 7033, zementgrau</td></tr><tr><td>Sollschichtdicke (NDFT):</td><td>80 µm.</td></tr></table>			Deckbeschichtung:	Basis: AY-Hydro	Farbton:	RAL 7033, zementgrau	Sollschichtdicke (NDFT):	80 µm.				
Deckbeschichtung:	Basis: AY-Hydro											
Farbton:	RAL 7033, zementgrau											
Sollschichtdicke (NDFT):	80 µm.											
Für die Außen-Beschichtung C5-M-H gilt:												
<table><tr><td>Gesamtsollschichtdicke (NDFT):</td><td>≥ 240 µm.</td></tr></table>			Gesamtsollschichtdicke (NDFT):	≥ 240 µm.								
Gesamtsollschichtdicke (NDFT):	≥ 240 µm.											
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig												

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 19/58
Grundbeschichtung: Farbton: Sollschichtdicke: Nachfolgende Schichten gemäß DIN EN ISO 12944-5; Tabelle A.7 mit EP bis zur oben genannten Gesamtschichtdicke. Farbton der Deckbeschichtung:	2-Komponenten-EP-Grundierung gem. DIN EN ISO 12944-5, Tabelle A.7 grau 80 µm ± 10 % RAL 7033	
Alternativ ist eine Beschichtung im Verfahren „kathodische Tauchlackierung“ (KTL) zugelassen. Für die Außen-Beschichtung C5-I gilt:		
Applikationsart: Grundbeschichtung: Farbton: Sollschichtdicke (NDFT): Deckbeschichtung: Farbton: Sollschichtstärke (NDFT):	KTL deutlich kontrastieren zum Untergrund und der Deckenbeschichtung 30 µm Basis: AY-Hydro RAL 7033, zementgrau 40 µm	
3.1.3 Kleinteile wie Schrauben, Schellen, Schilderträger usw.		
Ein notwendiger Beschichtungsaufbau ist wie bei feuerverzinkten Oberflächen (Abs. 3.11.2) zu wählen. Stehbolzen in nicht rostfreier Ausführung sind mit geeigneten Rostschutzkappen zu versehen.		
3.1.4 Beschichtungsattest		
Als Eignungsnachweis ist für die verwendeten Korrosionsschutzsysteme durch ein zertifiziertes Prüfinstitut die Eignung gemäß DIN EN ISO 12944-5, Anhang A, C3-H (H = high) zu prüfen. Ein entsprechendes Prüfzertifikat für das zur Anwendung kommende Korrosionsschutzsystem ist vorzulegen.		
Im Zertifikat müssen mindestens folgende Angaben enthalten sein:		
<ul style="list-style-type: none"> – Handels- oder Produktname je Beschichtung – Bindemittelbasis je Beschichtung – Farbton je Beschichtung – Name und Anschrift des Prüfinstitutes 		
Die Korrosionsschutzsysteme für die Außenbeschichtung haben den Prüfanforderungen gemäß DIN EN ISO 12944-6 zu entsprechen.		
Mit der Abnahme des Gerätes ist den allgemeinen Unterlagen ein Beschichtungsattest mit folgenden Mindestangaben beizufügen:		
<ul style="list-style-type: none"> – Handels- oder Produktname je Beschichtung – Bindemittelbasis je Beschichtung – Farbton je Beschichtung – Fertigungsdatum je Beschichtung – Schichtdickenmessprotokolle je Einzelschicht (Überzug, Beschichtung und der Gesamtsollschichtdicke der Beschichtung) – Anstrichfläche (m²) 		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 20/58
<p>Für die Sollsichtdicke (NDFT) sind mindestens 50 Messungen an Kessel und Rohrleitungen sowie mind. 50 Messungen an Radiatoren und Konservator möglichst homogen über die Flächen verteilt unter Beachtung thermisch verzinkter und nicht thermisch verzinkter Oberflächen durchzuführen. Sie sind getrennt auszuwerten und zu dokumentieren.</p> <p>Die Sollsichtdicke gilt als erreicht, wenn sie die Bedingungen der DIN EN ISO 12944-5 nach Abs. 5.4 erfüllt.</p> <p>Bis zum Ende der Gewährleistungszeit hat das Korrosionsschutzsystem nachfolgenden Qualitätskriterien zu entsprechen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gitterschnitt nach ISO 2409, Gitterschnittkennwert Gt = 0 – Rostgrad nach ISO 4628-3, Rostgrad Ri 0 – Blasengrad nach ISO 4628-2, Blasengrad 0 (SO) – Rissgrad nach ISO 4628-4, Rissgrad 0 (SO) – Abblätterungsgrad nach ISO 4628-5 Rissgrad 0 (SO) <p>Für Instandsetzungsbeschichtungen ist der Dokumentation eine Anweisung beizufügen.</p>		
<h3>3.2 Abmessungen und Gewichte</h3> <p>Hauptabmessungen siehe auch Beispielzeichnungen Anhang B 1 bzw. B2 und B 3 .</p> <p>Abmessungen und Gewichte sind vom Anbieter bzw. Anfragenden / Auftraggeber entsprechend Anhang D zu ergänzen.</p>		
<h2>4 Qualitätskontrolle</h2> <p>Der Hersteller hat ein durchgängiges Qualitätskontrollsystem entsprechend ISO 9001 nachzuweisen, das eine kontinuierliche Sicherung der durch den Auftraggeber geforderten und durch den Hersteller zugesicherten gleichbleibenden Produkteigenschaften gewährleistet.</p>		
<h2>5 Prüfungen, Abnahmen</h2> <p>Alle Abnahmen, Prüfungen und Messungen erfolgen auf Kosten des Herstellers, soweit nichts Gegenteiliges festgelegt wird.</p> <p>Falls nicht anders vereinbart, sind die Prüfungen im Herstellerwerk vorzunehmen.</p> <p>Alle äußeren Bestand- und Zubehörteile, die das Verhalten des Transformators bei der Prüfung beeinflussen können, sind anzubauen.</p> <p>Sämtliche bei den Prüfungen verwendeten Messeinrichtungen müssen eine bescheinigte, nachprüfbare Genauigkeit haben und einer regelmäßigen Kalibrierung unterliegen.</p>		
<h3>5.1 Prüfungen des Herstellers</h3> <p>Die Übereinstimmung der mechanischen Ausführung des fertigen Transformators mit den Liefervereinbarungen ist vom Hersteller vor der Auslieferung zu prüfen.</p> <p>Der Transformator wird vom Hersteller nach Fertigstellung elektrisch geprüft. Der Prüfaufbau entspricht den vereinbarten technischen Regeln. Der Auftraggeber erhält ein Protokoll über diese Prüfungen.</p>		
<p>Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig</p>		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 21/58
--	--	--

Der Hersteller führt nach der Abnahmeprüfung eine Gas-in-Öl-Analyse durch.

5.2 Abnahmeprüfungen durch den Auftraggeber

Zusätzlich zu den Prüfungen des Herstellers wird eine Werksabnahme in Gegenwart von Beauftragen des Auftraggebers mit den ungekürzten Prüfwerten vorgenommen.

Dazu ist mindestens 3 Wochen vor der geplanten Werksabnahme eine Terminvereinbarung durch den Auftragnehmer mit dem Auftraggeber vorzunehmen, der vorgesehene Prüfablauf ist dabei mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die Werksabnahme umfasst die, in Anlehnung an die DIN EN 60076 festgelegten Stückprüfungen und hat folgenden Umfang:

1. Ausführungsprüfung,
 - Prüfung der Kesselausrüstung auf Vollständigkeit usw.
 - Dichtheitsprüfung (0,8 bar Bodendruck, 8 Stunden)
 - Messung der Schichtdicke des Korrosionsschutzes
 - Funktionsprüfung von Stufenschalter, Motorantrieb, Kontaktthermometern usw.
 - Funktionsprüfung der Ölstandsanzeiger (Ölabsenkprobe)
 - weitere Routineabnahmeprüfungen nach Bedarf
2. Messung der Wicklungswiderstände in allen Stufen
3. Messung der Übersetzung und Nachweis der Phasendrehung
4. Messung der Kurzschlussimpedanz und der Kurzschlussverluste
5. Messung der Leerlaufverluste und des Leerlaufstroms
6. Wicklungsprüfung mit angelegter Stehwechselfspannung
7. Wendungsprüfung mit induzierter Stehwechselfspannung
8. Teilentladungsmessung (gemäß DIN EN 60076-3:2014-08)
9. Messung der Nullimpedanzen
10. Bestimmung der Geräuschpegel (DIN EN 60076-10)
11. Messung der Oberschwingungen des Leerlaufstroms
12. Stoßspannungsmessung mit Vollwelle und abgeschnittener Welle nach DIN EN 60076-3 / DIN EN 60076-4 (Werte gemäß Spezifikation für OS/US-Wicklungen einschl. ggf. vorhandener Sternpunkte. Elektronische Aufzeichnung und Kurvenvergleich von Spannung und Strom.
13. Bestimmung der Kapazitäten mit $\tan\delta$ der Wicklungen gegen Erde und zwischen den Wicklungen.
14. Isolationswiderstände
15. Prüfung an Stufenschaltern
16. Messung des Eigenverbrauchs mit separat ausgewiesenen Verlusten der Kühlanlage
17. Isolation der Hilfsverdrahtung (1-Minuten-Steh-Wechselfspannung mit 2kV effektiv)

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ist die Durchführung einer Erwärmungsprüfung nach DIN EN 60076-2 abzustimmen.

Als Sonderprüfung ist der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit nach DIN EN 60076-5 für Erstlieferung zu vereinbaren.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 22/58
--	--	--

6 Dokumentation

6.1 Zeichnungen und Pläne

Die Ausführung der Zeichnungen ist vor ihrer Anfertigung mit dem Auftraggeber abzustimmen. Da der Auftraggeber auf die Ausführung des Transformators Einfluss nehmen wird, sind ihm vor Beginn der Fertigung folgende Zeichnungen zu übergeben:

Maßzeichnungen, Leistungsschild, Schaltungsbild, Transportbild, Übersichtsplan der Armaturen, Rohrleitungen und Überwachungsgeräte, Stromlaufpläne

Die Ausführung der Zeichnungen ist im Anhang B1, B2 und B3 beispielhaft dargestellt.

6.2 Betriebsanleitung

Spätestens mit der Auslieferung des Transformators sind dem Auftraggeber die verbindlichen Ausführungsunterlagen und Bedienungsanweisungen in 4-Loch-Ringordnern, Format DIN A 4, in dreifacher Ausfertigung sowie in digitaler Form auf CD-ROM im pdf-Format zur Verfügung zu stellen. In diesem Betriebshandbuch sind alle für Montage, Betrieb, Demontage, Transport, Instandhaltungsarbeiten und Überwachung erforderlicher Hinweise aufzunehmen. Alle Unterlagen wie Prüf- und Messprotokolle, Montageanweisungen, Gesamt- und Detailzeichnungen sind in deutscher Sprache zu liefern.

Das Betriebshandbuch soll insbesondere enthalten:

- Hersteller, Typ, Fertigungs- und Auftragsnummer
- Elektrische Daten (Bemessungsdaten)
- Mechanische Daten
- Prüfunterlagen wie:
 - Protokoll der Werksprüfung und der Abnahmeprüfung
 - Protokoll des Stufenschalters
 - Nachweis der Kesselausführung (Hersteller, Material etc.)
 - Druck- und Anstrichattest des Kessels
 - Druck- und Anstrichattest der Radiatoren
 - Prüfnachweis über die Dichtigkeitsprüfung des fertigen Transformators
- Ölprüfschein nach DIN EN 60296 (VDE 0370 T 1) mit Angabe der Ölsorte, Nachweis der PCB-Freiheit (Anhang C), Angabe der Wassergefährdungsklasse (WGK 1)
- Protokoll der Gas-in-Öl-Analyse
- Bestätigung nach § 5 Abs. 4 BGV A3
- Werksbescheinigung „2.1“ nach DIN EN 10204
- Stückprüfung und Prüfschein von Kondensatordurchführungen (C- und tanδ- und TE-Verlauf)
- Beschreibung mit Bedienungsanweisungen und Zeichnungen des Transformators
- Maßbild des Transformators digital als separate .pdf – und .dwg –Datei auf der CD enthalten
- Schaltungsunterlagen (Motorantrieb und Steuerschrank) digital als separate pdf – Datei auf der CD enthalten
- Beschreibung mit Bedienungsanweisungen und Zeichnungen der Überwachungseinrichtungen einschließlich Typbezeichnungen und Fertigungsnummern
- Beschreibung mit Bedienungsanweisungen und Zeichnungen des Zubehörs einschließlich Typbezeichnungen und Fertigungsnummern

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 23/58
<ul style="list-style-type: none"> – Maßbild der verwendeten Radiatoren einschließlich Volumenangabe – Maßbild der am Transformator vorgesehenen Absturzsicherungssysteme einschließlich statischer Nachweis der Belastbarkeit – Transportangaben wie auf dem Transportschild (s. Anhang B2, B3) – Bestätigung der betriebsfertigen Montage und Freigabe zur Inbetriebnahme – Anweisung zu Materialien und zur Ausführung von Instandsetzungsbeschichtungen des Korrosionsschutzes – Produktdatenblatt des eingesetzten Isolieröls – Sicherheitsdatenblatt des eingesetzten Isolieröls – Erklärung zur Mischbarkeit mit den spezifizierten Alternativölen 		
<h3>6.3 Weitere Dokumente</h3> <p>Auf Anforderung des Auftraggebers sind vom Hersteller vorzulegen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – gültigen QS-Zertifikat für die Fertigungsstätte nach DIN ISO 9001. Die Zertifizierungsstelle muss beim DAR oder bei einer Stelle, die Mitglied des EAC ist, akkreditiert sein. Ggf. Nachweise über die Gültigkeit des QS-Zertifikats und die regelmäßige Überwachung durch die Zertifizierungsstelle. – gültige VDE-Zeichengenehmigung (soweit zutreffend) – Typprüfberichte für nicht zeichnungsfähige Ausführungen (die Zertifizierungsstelle muss beim DAR – akkreditiert oder vom VDE auditert und anerkannt sein). – Konformitätserklärung des Herstellers für Zusatzforderungen aus dieser ATN-Empfehlung <p>Ferner sind dem Auftraggeber alle geforderten produktspezifischen Dokumentationen. Nachweise und Prüfprotokolle auf Verlangen in zweifacher Ausfertigung zu übergeben. Alle Unterlagen, Dokumente und Beschreibungen sowie Hinweis-, Typen-, Warnschilder usw. sind in deutscher Sprache auszuführen. Übersetzungen sind zu beglaubigen und mit dem Originaltext zu übergeben. Wenn vom Auftraggeber Formulare bzw. Vordrucke vorgegeben sind, müssen diese unter Angabe der vollständigen Daten verwendet werden. Sind darüber hinaus weitere Bescheinigungen oder Papiere auszustellen, sind Form und Inhalt mit dem Auftraggeber abzustimmen.</p>		
<h2>7 Lieferzustand, Verpackung, Transport, Aufstellung</h2>		
<h3>7.1 Lieferzustand</h3> <p>Der Transformator wird bahnprofilgängig geliefert. OS-Durchführungen und Ölausdehnungsgefäß sind ggf. demontiert und werden separat verpackt geliefert. Die unteren Drosselklappen zu den Radiatoren sind geschlossen, die oberen geöffnet. Für wander- und halbwanderfähige Transformatoren ist das Ölausdehnungsgefäß innerhalb des Bahnprofils und während des Transportes montiert und ölgefüllt.</p>		
<h3>7.2 Verpackung</h3> <p>Die Verpackung der zum Transport demontierten Teile sowie der Kleinteile erfolgt sachgerecht in Holzkisten (Durchführungen), Fässern (Öl), bzw. in Transportmitteln, die einem Umlaufverbund angeschlossen sind (Euro-Flachpaletten, Euro-Gitterboxpaletten).</p> <p>Umverpackungen aus Kunststoff sind zu vermeiden. Die Verpackung der Produkte hat so zu erfolgen, dass Schäden beim Transport vermieden werden.</p>		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 24/58
<p>Der Hersteller / Lieferant gewährleistet eine kostenlose und zügige Rücknahme der Verpackungs- und Befestigungsmaterialien (Holzkisten, Leertfässer, Umverpackungen usw.)</p> <p>7.3 Transport, Aufstellung</p> <p>Für den Transport sind stirnseitig Planen anzubringen, die eine Verschmutzung in beiden Fahrtrichtungen verhindern.</p> <p>Im Normalfall erfolgt Straßen- bzw. Bahntransport bis zum nächstgelegenen Bahnhof des Aufstellungsortes und von hier aus Straßentransport.</p> <p>Die Leistung des Herstellers endet mit dem Absetzen und der betriebsfertigen Montage auf dem Fundament am Aufstellort sowie der Übergabe des entsprechenden Protokolls.</p> <p>Für den Transport werden am Transformator 2 Stoßschreiber angebracht. Diese sind auf dem Kessel (Deckel) sowie im Bereich der Hebestellen (unten am Kessel) anzubringen. Die Grundplatte für den Stoßschreiber verbleibt nach dem Transport am Transformator. Der Stoßschreiber muss mindestens folgende Daten aufzeichnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschleunigung in x-, y- und z-Richtung - Umgebungstemperatur und –feuchte - Position <p>Die vom Stoßschreiber aufgezeichneten Daten sind dem Auftraggeber als pdf-Datei zu übergeben.</p> <p>8 Entsorgung</p> <p>Mit der Lieferung des Transformators verpflichtet sich der Hersteller, ausgediente Transformatoren nach Ablauf ihrer Nutzung zur Entsorgung / Wiederverwertung zurückzunehmen. Hierbei wird der Hersteller dem Auftraggeber nur die Kosten in Rechnung stellen, die ihm nachweislich für die Entsorgung selbst entstanden sind.</p> <p>9 Zulassungsbedingungen für Lieferungen</p> <p>Bedingung für den Einsatz des in dieser Technischen Spezifikation spezifizierten Produktes ist das Vorliegen einer herstellerabhängigen technischen Produktzulassung und das Bestehen des Lieferantenprüfsystems beim Auftraggeber.</p> <p>Die technische Produktzulassung kann erfolgen, wenn der Hersteller oder Lieferant zu seinen Lasten anhand eines voll funktionsfähigen Gerätemusters die seitens der Auftraggeber geforderten und durch den Hersteller bzw. Lieferanten zugesicherten Produkteigenschaften nachweist, die Eignung für den betrieblichen Einsatz durch entsprechende Erprobung oder Referenzen belegt, die geforderten Prüfzertifikate beibringt und eventuelle Auflagen des Auftraggebers erfüllt.</p> <p>Die Durchführung der Zulassungsprüfung bzw. die Bemusterung kann auch durch einen vom Auftraggeber bestimmten Prüfer erfolgen.</p> <p>Der Auftraggeber ist berechtigt, jederzeit die Einhaltung der Produkteigenschaften und Qualitätsparameter zu prüfen bzw. prüfen zu lassen.</p>		
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 25/58
<p>Jede Abänderung eines auf Basis dieser Technischen Spezifikation zugelassenen Produktes muss grundsätzlich neu verhandelt werden. Änderungen während einer laufenden Bestellung sind nur im gegenseitigen Einvernehmen zulässig. Voraussetzung für die Zustimmung und positive Bewertung durch den Auftraggeber ist der Nachweis einer gleichwertigen oder höheren Qualität bzw. eines besseren Nutzens, z. B. im Rahmen einer technischen Weiterentwicklung.</p>		
<p>Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig</p>		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 26/58
--	--	--

10 Anhang A: Anzuwendende Normen

Nachfolgende Zusammenstellung ist eine Auswahl der für die Ausführung von Transformatoren geltenden Normen, die in den vorstehenden Empfehlungen zitiert worden sind.

DIN 825	Schilder, Maße
DIN 3352-1	Schieber, Allgemeine Angaben
DIN 4844	Sicherheitskennzeichnung
DIN 4844-1	Sicherheitskennzeichnung
DIN 4844-2	Sicherheitskennzeichnung
DIN 6164	DIN-Farbenkarte
DIN 6774	Technische Zeichnungen, Ausführungsregeln
DIN 42402	Anschlussbezeichnungen für Transformatoren und Drosselspulen
DIN 42508	Transformator – Ölgefüllte Leistungstransformatoren von 3150 kVA bis 80000 kVA und U_m bis 123 kV
DIN 42513	Transformatoren; Bauteilkennzeichnung für Transformatoren und Drosselspulen
DIN 42535-1	Transformatoren, Durchführungen für Freiluft U_m 72,5 kV und 125 kV, für 1250 A und 2000 A
DIN 42535-2	Durchführungsköpfe
DIN 42535-3	Befestigungsvorrichtung für Durchführungen
DIN 42538	Transformatoren; Durchführungen für Freiluft U_m 72,5 kV und 125 kV. Befestigungsvorrichtung für Durchführungen
DIN 42547	Transformatoren und Drosselspulen; Leistungsschilder; Ausführung
DIN 42547	Restölablass für Transformatoren
DIN 42554	Thermometertasche für Öltransformatoren
DIN 42558	Transformatoren; Verschlussstücke für Entlüftung und Ablass für Öl
DIN 42561-2	Transformatoren; Rollen; Traglast ≥ 10 t
DIN 42561-3	Transformatoren; Rollen, Mittelabstände und Spurweiten
DIN 42562-1	Transformatoren; Luftentfeuchter; Füllmengen 1,2 kg bis 4,8 kg; Zusammenstellung
DIN 42565	Transformatoren; Lüfter für Radiatoren; Maße, Kennwerte, Anforderungen
DIN 42567	Luftentfeuchter für Transformatoren; Füllung 1 kg
DIN 42568	Transformatoren, Auslaufventil DN 15 und DN 32 für Probeentnahme und Ablass
DIN 46011	Erdanschlusspunkte in Schaltanlagen

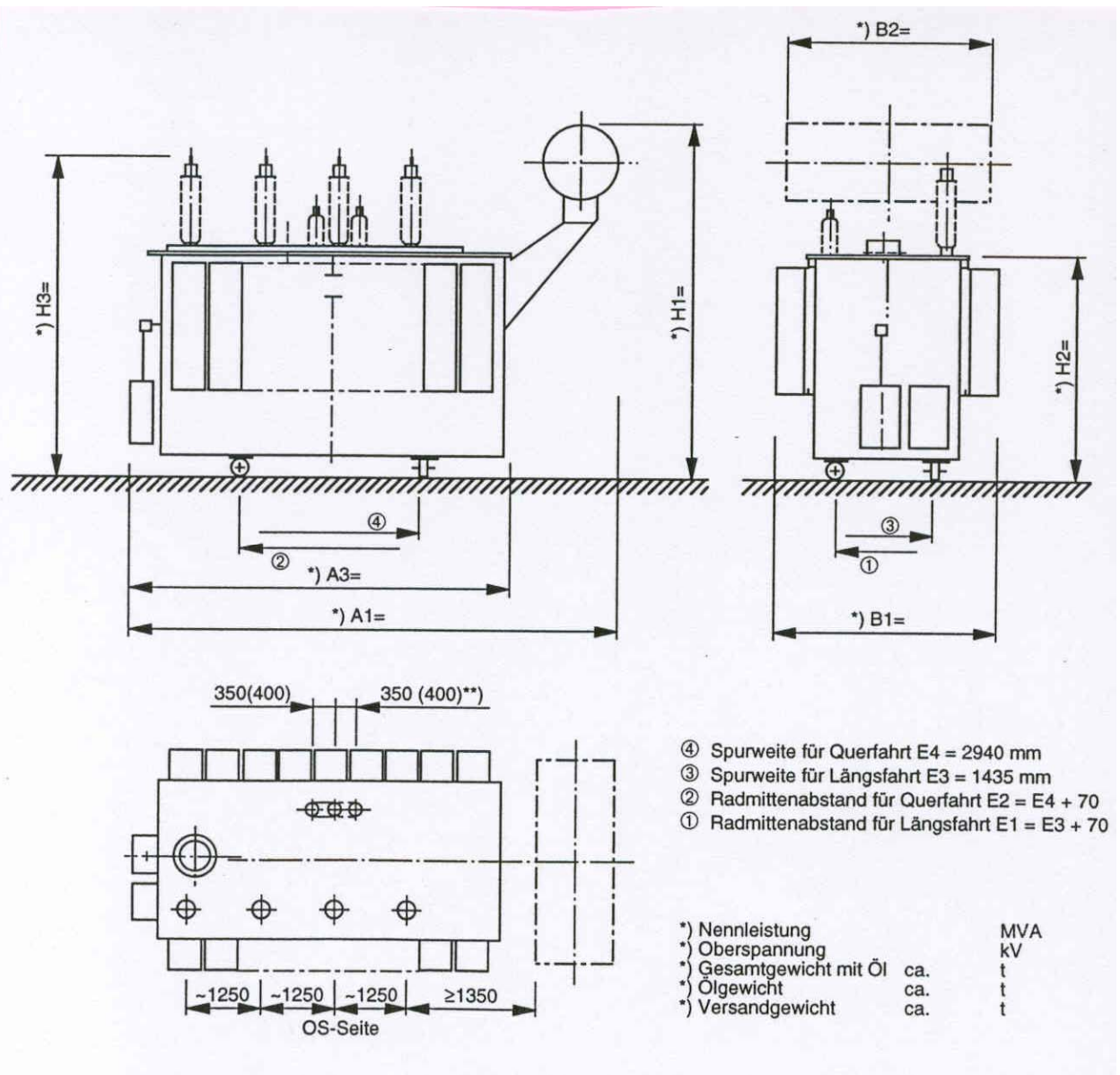
	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 27/58
DIN 47636	Starkstromkabel-Steckgarnituren für Außenkonus-Geräteanschlusssteil; U_m bis 36 kV	
DIN 47637	Starkstromkabel-Steckgarnituren für Innenkonus-Geräteanschlusssteil U_m bis 30 kV	
DIN 48088-5	Anschleißstelle für Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen; Anschlussstück für Erdungsleitungen	
DIN 50961	Galvanische Überzüge: Zink- und Cadmiumüberzüge auf Eisenwerkstoffen; Chromatisierung der Zink- und Cadmiumüberzüge	
DIN 50978	Prüfung des Haftvermögens von Zinküberzügen, die nach dem Schmelztauchverfahren hergestellt wurden	
DIN 50988	Messung von Schichtdicken	
DIN 55928	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge	
DIN EN 582	Thermisches Spritzen; Ermittlung der Haftzugfestigkeit	
DIN EN 1092-1	Flansche und ihre Verbindungen	
DIN EN 1171	Industriearmaturen – Schieber aus Gusseisen	
DIN EN 10204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen	
DIN EN 13507	Thermisches Spritzen	
DIN EN 14919	Thermisches Spritzen	
DIN EN 22063	Metallische und andere anorganische Schichten	
DIN EN 50180	Durchführungen über 1 kV bis 36 kV und von 250 A bis 31,5 kA für flüssigkeitsgefüllte Transformatoren	
DIN EN 50186-1	Abspritzeinrichtungen für Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1kV	
DIN EN 50216-2	Zubehör für Transformatoren; Buchholzrelais; Anforderungen und Prüfungen	
DIN EN 50216-4	Zubehör für Transformatoren und Drosselspulen – Teil 4: Kleine Zubehörteile (Erdungsanschlussstück, Ablass- und Füllleinrichtungen, Thermometertasche, Rollen)	
DIN EN 50216-5	Zubehör für Transformatoren – Teil 5: Flüssigkeitsstandanzeiger, Druckanzeigeeinrichtungen und Durchflussmesser, Druckentlastungsventile und Luftentfeuchter	
DIN EN 50216-6	Zubehör für Transformatoren – Teil 6: Kühlungseinrichtungen Abbaubare Radiatoren für Öltransformatoren	
DIN EN 50216-8	Zubehör für Transformatoren – Teil 8: Drosselklappen für Rohrleitungskreise mit Isolierflüssigkeit	
DIN EN 50216-11	Zubehör für Transformatoren – Teil 11: Öl- und Wicklungstemperaturanzeiger	
DIN EN 50116-12	Zubehör für Transformatoren und Drosselspulen – Teil 12: Ventilatoren	
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 28/58
DIN EN 50282	Verschraubungen für Kabel und Leitungen; Allgemeine Anwendung; Maße, Einbau	
DIN EN 50274	Niederspannungsgerätekombinationen	
DIN EN 60071-2	Isolationskoordination	
DIN EN 60076-1	Transformatoren und Drosselpulen; Allgemeines	
DIN EN 60076-2	wie vor; Übertemperaturen	
DIN EN 60076-3	wie vor; Isolationspegel und Spannungsprüfungen	
DIN EN 60076-4	wie vor; Blitz- und Schalt-Stoßspannungsprüfungen	
DIN EN 60076-5	wie vor; Kurzschlussfestigkeit	
DIN EN 60076-10	wie vor; Geräuschmessung	
DIN EN 60168	Regeln für Isolierkörper für Wechselstromgeräte und –anlagen mit Nennspannungen über 1 kV	
DIN EN 60214-1	Stufenschalter – Teil 1: Leistungsanforderungen und Prüfverfahren	
DIN EN 60270	Hochspannungsprüftechnik, Teilentladungsmessungen	
DIN EN 60296	Neue Isolieröle für Transformatoren, Wandler und Schaltgeräte	
DIN EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)	
DIN EN 60947	Niederspannungs-Schaltgeräte	
DIN EN 61009	Fehlerstrom - / Differenzstrom – Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz	
DIN EN 61140	Schutz gegen elektrischen Schlag, Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel	
DIN EN 61619	Isolierflüssigkeiten – Verunreinigungen durch polychlorierte Biphenyle (PCBs) – Verfahren zur Bestimmung mittels Kapillar-Gaschromatographie	
DIN EN 62079	Erstellen von Anleitungen	
DIN EN ISO 1461	Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge	
DIN EN ISO 2178	Nichtmagnetische Überzüge auf magnetischen Grundmetallen	
DIN EN ISO 2360	Nichtleitende Überzüge auf nichtmagnetischem metallischen Werkstoffen	
DIN EN ISO 2409	Lacke und Anstrichstoffe	
DIN IEC 68-3-3	Umweltprüfungen; Seismische Prüfverfahren für Geräte; Leitfaden	
DIN VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V	
DIN VDE 0101	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannung über 1 kV	
DIN VDE 0105-1	Betrieb von Starkstromanlagen; Allgemeine Festlegungen	
DIN VDE 0113	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	
DIN VDE 0141	Erdung für Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV	

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 29/58
DIN VDE 0414	Messwandler	
DIN VDE 0532-14	Transformatoren und Drosselpulen; Mindestabstand in Luft, Schutz- funkenstrecken	
DIN VDE 0532-31	Transformatoren und Drosselpulen; Anwendung von Stufenschal- tern	
DIN VDE 0536	Belastbarkeit von Öltransformatoren	
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig		

Die in den folgenden Anlagen B-1, B-2, B-3, B-4 und B-5 aufgeführten Bilder beinhalten zusätzliche Angaben über Abmessungen, Anordnungen und Ausführungen zu den beschriebenen Transformatoren und dem Zubehör sowie zu den Schildern. Maße sowie Art, Stückzahl und Fabrikate des Zubehörs sind mit diesen Bildern z. T. nur beispielhaft zu verstehen und sinngemäß zu verwenden.

11 Anhang B-1: Beispielzeichnung Maßbild (stationäre Ausführung)

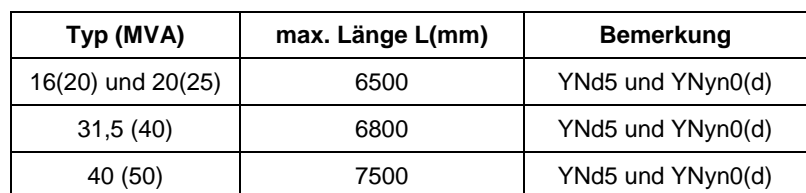


Bemerkung:

Alle mit einem *) gekennzeichneten Positionen sind im Angebot vom Anbieter zu ergänzen!

Alle mit einem **) gekennzeichneten Positionen sind in der Anfrage vom Auftraggeber ergänzt!

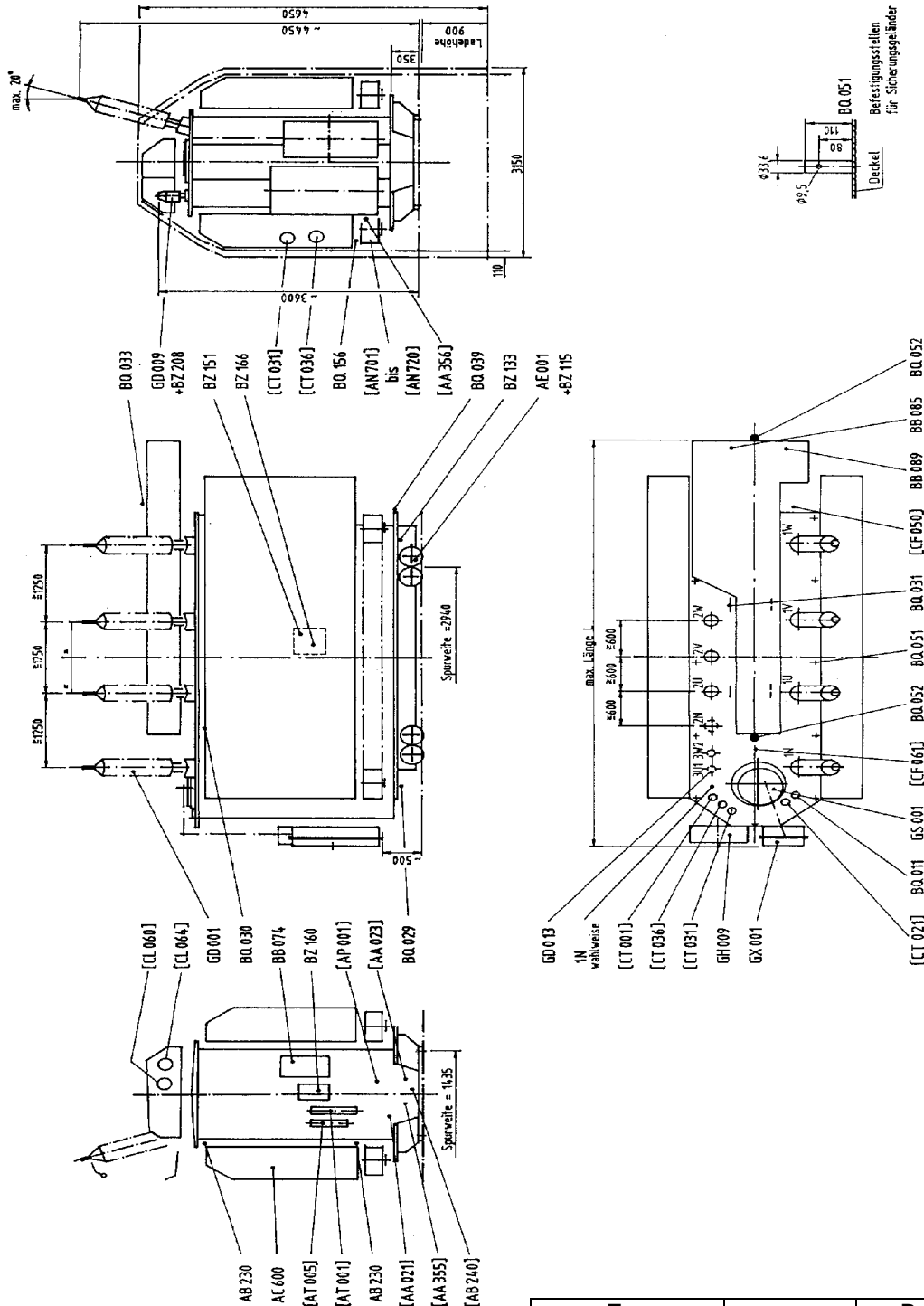
12.1 Anhang B-2.1: Beispielzeichnung Maßbild (Zweiwickler)



**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**

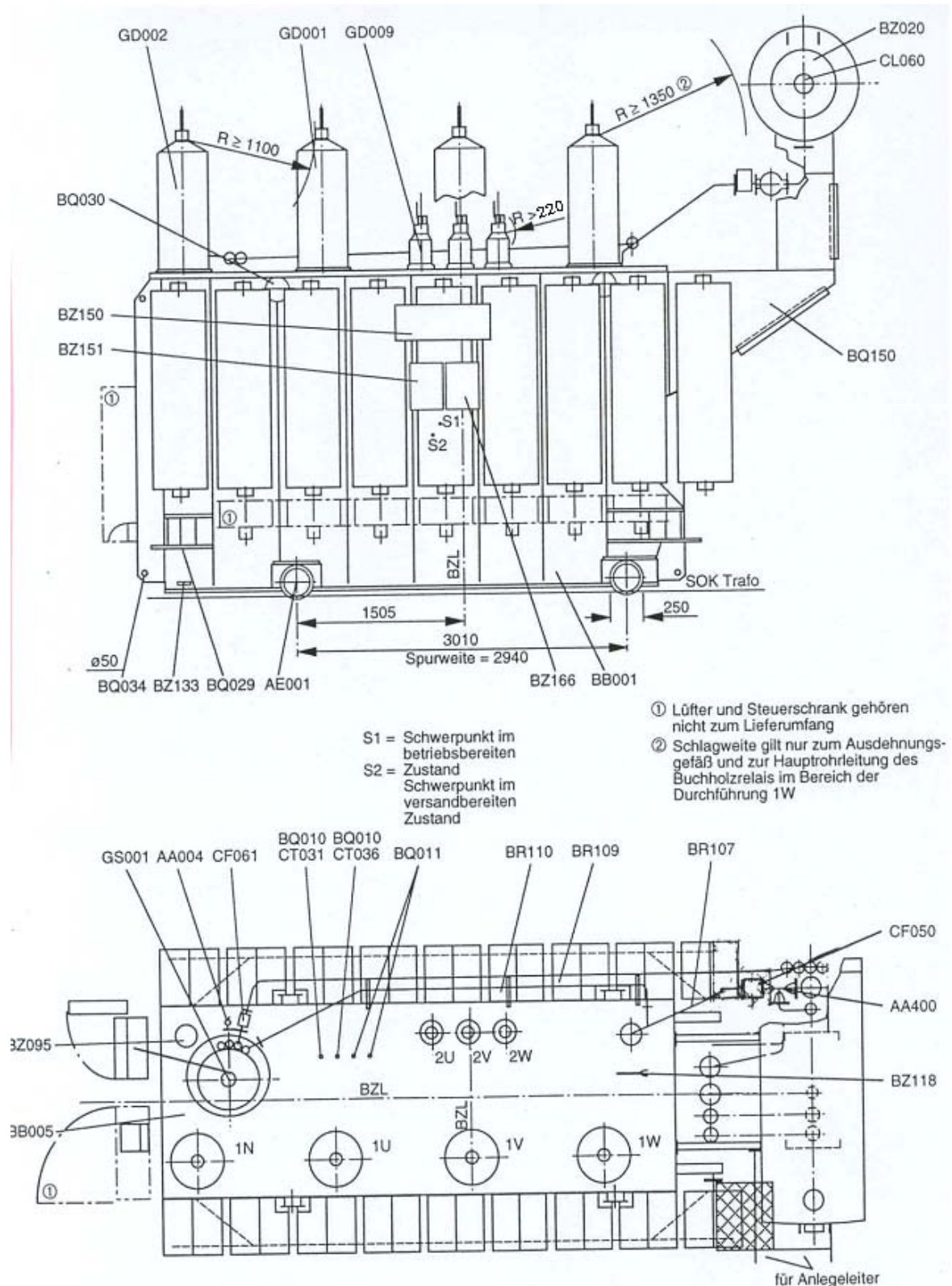
Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 32/58

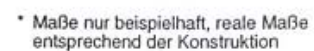
12.2 Anhang B-2.2: Beispielzeichnung Maßbild (Dreiwickler)



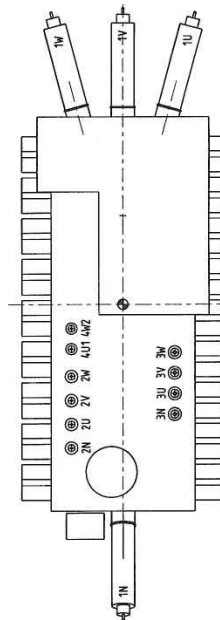
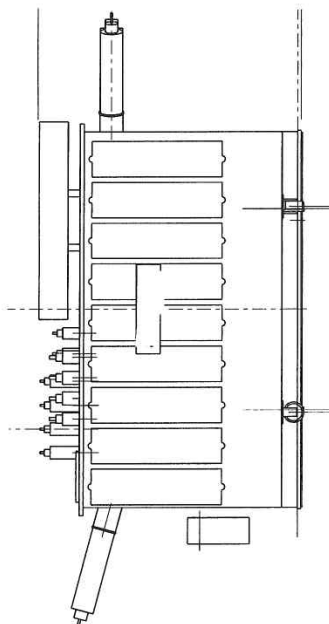
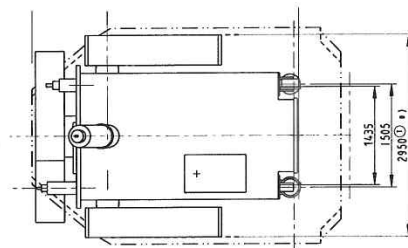
Typ (MVA)	max. Länge L(mm)	Bemerkung
20/12,5/12,5 (25/15,6/15,6)	6500	YNd5d5 und YNyn0yn0(d)
31,5/20/20 (40/25/25)	6800	YNd5d5 und YNyn0yn0(d)

13 Anhang B-3: Beispielzeichnungen Ausrüstung (stationärer Ausdehner)





**13.1 Anhang B-3.1: Beispielzeichnung Ausführung (vollwanderfähig mit flachem Ausdehner-
Beispielzeichnung 3 Wickler als Vollwanderfähige Ausführung**



		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren		Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 36/58
Pos.	Benennung			
AA 001	Schieber zur Kesselentleerung			DN 80
AA 004	Auslaufventil für Entleerung Lastumschalter			DN 15
AA 021	Auslaufventil für Ölprobenentnahme oben			DN 15
AA 022	Auslaufventil für Ölprobenentnahme mitte			DN 15
AA 023	Auslaufventil für Ölprobenentnahme unten			DN 15
AA 026	Auslaufventil am Ausdehnungsgefäß Transformator			DN 32
AA 030	Auslaufventil am Ausdehnungsgefäß Lastumschalter			DN 15
AA 082	Ventil zum Füllen für Ausdehnungsgefäß Transformator			DN 25
AA 086	Ventil zum Füllen für Ausdehnungsgefäß Lastumschalter			DN 25
AA 114	Ventil am Transformator-kessel			DN 25
AA 123	Ventil zum Füllen des Standrohres			DN 25
AA 145	Schieber zum Entleeren Ausdehnungsgefäß Transformator			DN 40
AA 202	Schieber zwischen Lastumschalter u. Ausdehnungsgefäß			DN 25
AA 349	Schieber zwischen den Rohrleitungen der Luftentfeuchter für die Ausdehnungsgefäße Transformator und Lastumschalter			DN 25
AA 355	Schieber zur Kesselölaufbereitung mit Ölablassvorrichtung, Ölaustritt			DN 80
AA 356	Schieber zur Kesselölaufbereitung mit Ölablassvorrichtung, Öleintritt			DN 80
AA 400	3-Wegehahn für Standrohr hinter Buchholzrelais in Rohrleitung zum Ausdehnungsgefäß für Transformator			B 80
AA 404	3-Wegehahn für Überlaufrohr hinter Lastumschalterschutz in Rohrleitung zum Ausdehnungsgefäß für Lastumschalter			B 25
AB 020	Verschlussstück an Entleerungsleitung für Lastumschalter	DIN 42558-6		
AB 220	Ölfilteranschluss	DIN 42551		A 40
AB 230	Drosselklappe	DIN 42560		
AB 240	Restölablass Transformator	DIN 42548		M52X2
AB 600	Entlüftung am Radiator	DIN 42558		Gr. 6
AB 630	Ablass am Radiator	DIN 42558		Gr. 12
AC 600	Radiator			
AE 001	Rolle			
AN 701 – 7xx	Ventilatoren			
AT 001	Luftentfeuchter für Ausdehnungsgefäß Transformator	DIN 42562		
AT 005	Luftentfeuchter für Ausdehnungsgefäß Lastumschalter	DIN 42562g		
BB 001	Transformator-kessel			
BB 005	Kesseldeckel			
BB 074	Zubehörschrank			

Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig

		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 37/58
Pos.	Benennung		
BB 085	Ausdehnungsgefäß für Transformator		
BB 089	Ausdehnungsgefäß für Lastumschalter		
BQ 010	Thermometertasche für C T 031, C T 036		
BQ 011	Reservethermometertasche		
BQ 023	Anlegestelle für Leiter		
BQ 029	Ansetzstelle für Hebeböcke		
BQ 030	Anhängestelle		
BQ 031	Anhängeösen zum Heben des Aktivteils		
BQ 033	Anhängeösen zum Heben des Ausdehnungsgefäßes		
BQ 034	Zurröse		
BQ 039	Zugöse		
BQ 051	Absturzsicherung		
BQ 052	Aufstiegsplattform		
BQ 053	Geprüfter Anschlagpunkt (mit Einhängeöse für Sicherheitsgurt)		
BQ 100	Kabelabfangschiene		
BQ 150	Konsole für Ausdehnungsgefäß		
BQ 156	Befestigungsstellen für den nachträglichen Anbau von Ventilatoren Versorgungs- und Steuerleitungen		
BR 001	Rohrleitung zum Füllen – Ausdehnungsgefäß Transformator	DN 40	
BR 005	Rohrleitung zum Füllen und Entleeren – Ausdehnungsgefäß Last- umschalter	DN 25	
BR 050	Rohrleitungen zum Entleeren- Ausdehnungsgefäß Transformator	DN 40	
BR 090	Rohrleitung zum Entleeren des Lastumschalterölgefäßes	DN 25	
BR 107	Rohrleitung zwischen Transformator und Ausdehnungsgefäß	DN 80	
BR 109	Rohrleitung zwischen Lastumschalter u. Ausdehnungsgefäß	DN 25	
BR 110	Rohrleitung zur Entlüftung des Lastumschalterflansches	DN 25	
BR 114	Rohrleitung zw. Luftentfeuchter u. Ausdehnungsgefäß Transformator	DN 25	
BR 116	Rohrleitung zw. Luftentfeuchter u. Ausdehnungsgefäß Schalter	DN 25	
BR 450	Überlaufrohr hinter Buchholzrelais zwischen Kessel und Ausdehnungs- gefäß für Transformator	DN 25	
BR 454	Überlaufrohr hinter Ölströmungsrelais zwischen Lastumschaltergefäß und Ausdehnungsgefäß für Lastumschalter	DN 25	
BZ 020	Reinigungsflansch am Ausdehnungsgefäß Transformator		
BZ 023	Reinigungsflansch am Ausdehnungsgefäß Lastumschalter		
BZ 050	Einfüllöffnung am Ausdehnungsgefäß für den Transformator	DN 80	
BZ 054	Einfüllöffnung am Ausdehnungsgefäß für den Lastschalter	DN 80	

Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig

		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren		Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 38/58
Pos.	Benennung			
BZ 102	Evakuierungsanschluss am Ausdehnungsgefäß			DN 40 DN 80
BZ 115	Feststellvorrichtung			
BZ 118	Schlüssel für Dreiweghahn			
BZ 133	Anschlussstelle für Betriebserde am Transformator			
BZ 150	Firmenschild			
BZ 151	Leistungs- und Schaltbild			
BZ 153	Übersichtsplan der Rohrleitungen und Armaturen			
BZ 166	Verladeplan			
BZ 172	Benutzerschild für Meißnersystem			
BZ 174	Grundplatte für Inventarnummer des Betreibers			
BZ 208	Anschlussstück für Durchführung			(US)
CF 050	Buchholzrelais für Transformator-kessel			
CF 061	Schutzrelais für Lastumschalter			
CL 060	Ölstandsanzeiger am Ausdehnungsgefäß Transformator			
CL 064	Ölstandsanzeiger am Ausdehnungsgefäß Lastumschalter			
CT 001	Temperaturwächter für Öl des Transformators			
CT 021	Widerstandsthermometer			
CT 031	Zeigerthermometer für Öl des Transformators			
CT 036	Zeigerthermometer für temperaturabhängige Ventilatorsteuerung			
GD 001	Durchführung	1U, 1V, 1W		
GD 002	Durchführung	1N		
GD 009	Durchführung	2U, 2V, 2W		
GD 013	Durchführung	3U1, 3W2		
GD 014	Durchführung (Dreiwickler)	3U, 3V, 3W		
GH 009	Klemmenkasten bzw. Signal- und Schaltschrank bzw. Schrank für Lüftersteuerung			
GS 001	Stufenschalter			
GX 001	Motorenantrieb für Stufenschalter			

Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig

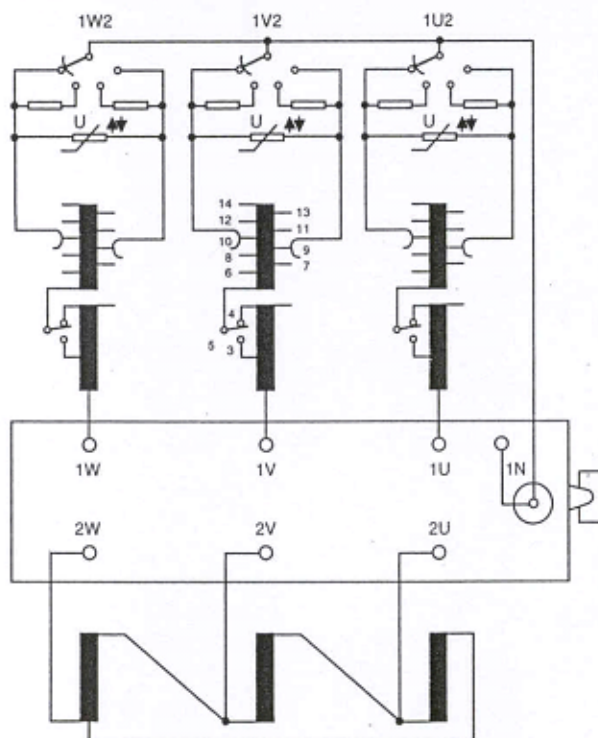
**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**



Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 39/58

14 Anhang B-4: Beispielzeichnungen Schilder

14.1 Anhang B-4.1 Beispieleistungsschild (Zwe Wickler)

Typ	TLSN 7751	FTNR	N421 878	Baujahr	1994	VDE 0532	
Bemessungsleistung	31 500 / 40 000 *) kVA			Art	LT / S	U _m 123 / 24 kV	Kühlmitteltemp. 40°C
Schaltgruppe	YNd5	Betrieb	DB	Bem.-Frequenz	50 Hz	Kühlungsart ONAN / ONAF*)	
Stellung	Bemessungsspannung			Bemessungsstrom			u _z
1	132 220 V	—		138 / 175 A	—		15,3 %
10	118 220 V	21 500 V		154 / 195 A	846 / 1074 A		14,3 %
19	104 220 V	—		175 / 222 A	—		13,5 %
—				Öl	WGK1	Kurzschlußdauer max. 5 s	
Kessel und Ausdehnungsgefäß vakuumfest				Gesamtgewicht	61 000 kg	Ölgewicht	13 015 kg
Transport auf Uaaik 761				Heraushebbarer Teil	31 000 kg	Transportgewicht	58 000 kg
Stufenschalter Typ	M III Y 350 - 123 / C - 10 191 G			Nennstrom	350 A	U _m 123 kV	Umdreh. der Ant.-Welle je Stufe 33
Leistungssteigerung auf 40 000 kVA durch Anbau von 14 Lüfter 8 polig, vertikal blasend							



Oberspannung					
Schaltung Anschluß	Stellg.	Spannung V	Strom A	Feinwähler- Verbindung	Vorwähler- Verbindung
	1	132 220	138 / 175	14	4 - 5
	2	130 664		13	
	3	129 109		12	
	4	127 553		11	
	5	125 998		10	
	6	124 442		9	
	7	122 887		8	
	8	121 331		7	
	9	119 776		6	
	10	118 220	154 / 195	4	3 - 5
	11	116 664	14		
	12	115 109	13		
	13	113 553	12		
	14	111 998	11		
	15	110 442	10		
	16	108 887	9		
	17	107 331	8		
	18	105 776	7		
	19	104 220	175 / 222	6	
Unterspannung					
Schaltung Anschluß	—	Spannung V	Strom A		
2W 	—	21 500	846 / 1 074		

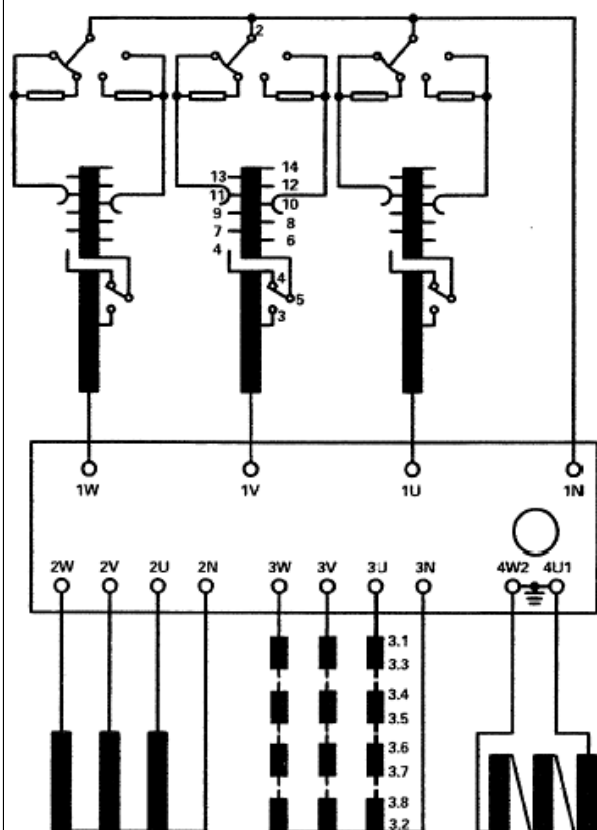
**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**




Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 40/58

14.2 Anhang B-4.2 Beispielleistungsschild (Dreiwickler)

Typ TLLN 7751	OS - Wicklung	US1 - Wicklung	US2 - Wicklung	Ausgleichwicklung	
FNR 41 618	Schaltgruppe	YN	yn0	yn0	+d
Baujahr 2002	Bemessungsleistung / MVA	31,5 / 40,0	20,0 / 25,0	20,0 / 25,0	10,5 / 13,3
Norm VDE 0532	Bemessungsspannung / kV	115,0	31,5	21,0	9,26
Bemessungsfrequenz 50 Hz	Bemessungsstrom / A	158 / 201	367 / 458	550 / 687	378 / 480
Kühlart ONAN / ONAF	Isolationpegel	LI 550 AC 230	LI 75 AC 28	LI 75 AC 28	LI - AC 28
Ölsorte Shell Diala D					
Dauerkurzschlussstrom / kA		1,7	4,1	6,1	-
Kurzschlussdauer / s		5	5	5	5
Stellung OS		U ₂ / % OS / US <small>bez. auf 25,0 MVA</small>		z / Ohm/Phase	
		OS / US1	OS / US2	OS / US1	OS / US2
1					
10					
19					
Umgebungstemp. max. 40 °C		Kessel und Ausdehnungsgefäß vakuumfest		Öl PCB-frei gem. gesetzl. Best. - entspricht WGK 1	
Übertemp. Öl max. 60 K					
Übertemp. Wicklg. max. 65 K					
Stufenschalter MR M III 350 Y - 123 / CD - 10 19 1 G					

Sternpunkte geeignet für starre Erdung; belastbar mit Bemessungsstrom, jedoch nicht gleichzeitig



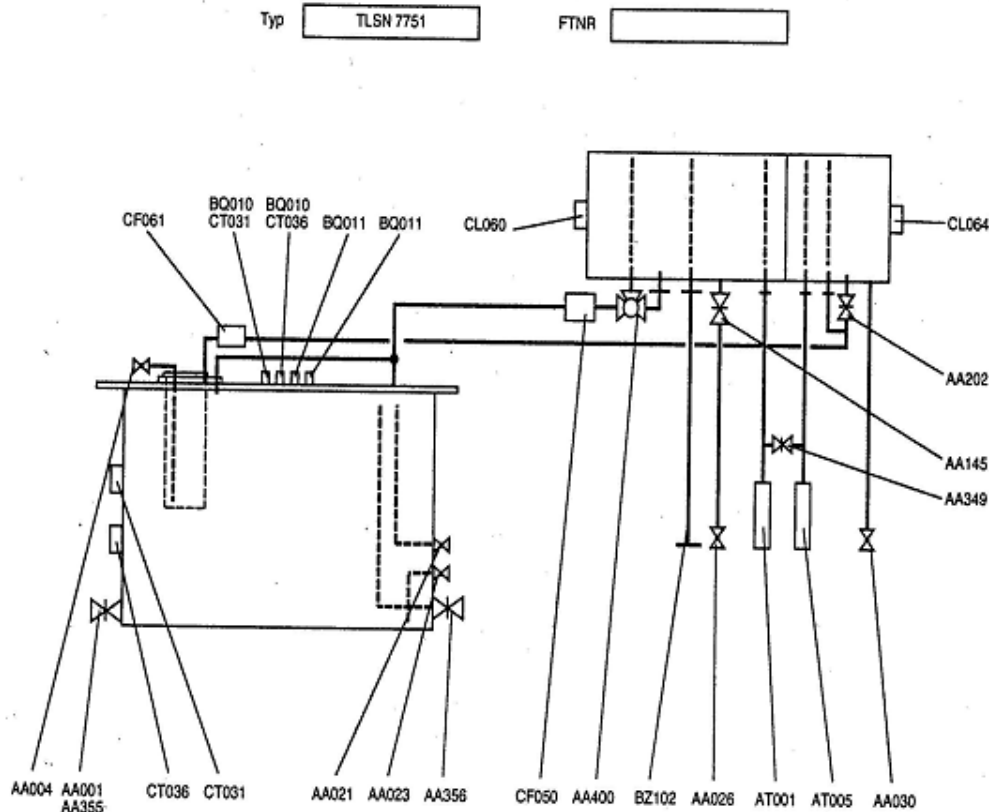
Oberspannung					
Schaltung Anschluss	Stellg.	Spannung / V	Strom / A	Wähler Verbindg.	Vorwähler Verbindg.
	1	132 550	137 / 174	14	4 - 5
	2	130 600	139 / 177	13	
	3	128 650	141 / 180	12	
	4	126 700	144 / 182	11	
	5	124 750	146 / 185	10	
	6	122 800	148 / 188	9	
	7	120 850	150 / 191	8	
	8	118 900	153 / 194	7	
	9	116 950	156 / 197	6	3 - 5
	10	115 000	158 / 201	4	
	11	113 050	161 / 204	14	
	12	111 100	164 / 208	13	
	13	109 150	167 / 212	12	
	14	107 200	170 / 215	11	
	15	105 250	173 / 219	10	
	16	103 300	176 / 224	9	
	17	101 350	179 / 228	8	
	18	99 400	183 / 232	7	
	19	97 450	187 / 237	6	
Unterspannung 1					
Schaltung / Anschluss	Spannung / V		Strom / A		
	21 000		550 / 687		
Unterspannung 2					
Schaltg. / Anschl.	Klemmverb. unter Deckel		Spanng. / V	Strom / A	
	3.1 - 3.4 / 3.2 - 3.7 3.3 - 3.6 / 3.5 - 3.8		10 500	1.100 / 1 375	
	3.3 - 3.4 / 3.5 - 3.6 3.7 - 3.8		21 000	550 / 687	
Ausgleichwicklung					
4U1 - 4W2 betriebsmäßig verbunden und geerdet					

**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**

Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 41/58

14.3 Anhang B-4.3 Beispielübersichtsplan der Anbauteile (stationäre Ausführung)

(Überwachungseinrichtungen, Rohrleitungen, Armaturen und Stellungen der Absperrorgane)



	AA001	AA004	AA021	AA023	AA026	AA030	AA145	AA202	AA349	AA355
Betrieb	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●
Transport	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Füllen unter Vakuum	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●

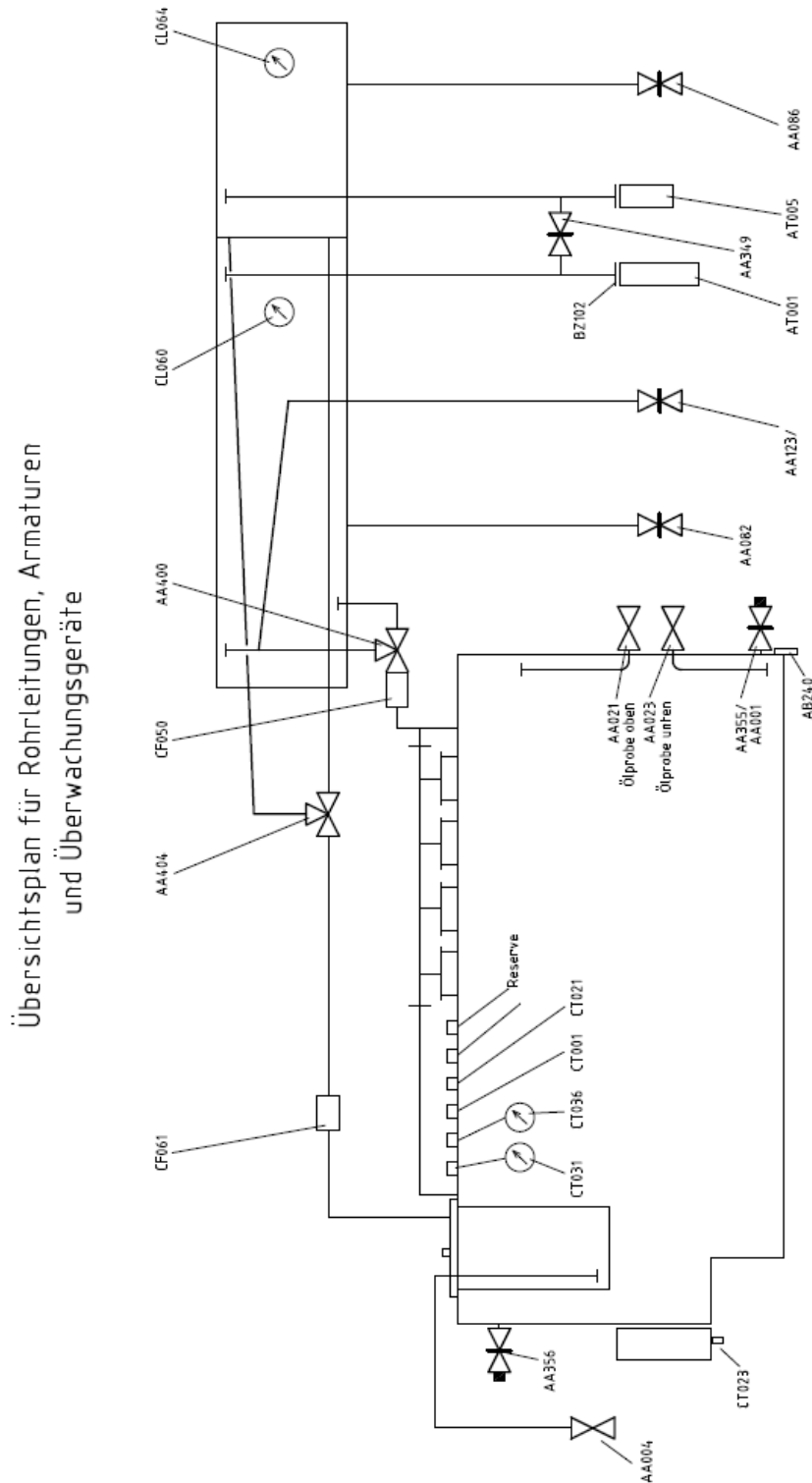
	AA356	BZ102	AA400
Betrieb	●	●	ST K ⊕ A
Transport	●	●	ST K ⊕ A
Füllen unter Vakuum	○	○	ST K ⊕ A

Position OFFEN ○
Position ZU ●

AA400
ST
K ⊕ A
K = Kessel
A = Ausd.-Gefäß
St = Standrohr
Tatsächliche Einbaulage mit Blickrichtung
auf den Kückenvierkant

14.4 Anhang B-4.4 Beispielübersichtsplan der Anbauteile (halbwanderfähige Ausführung)

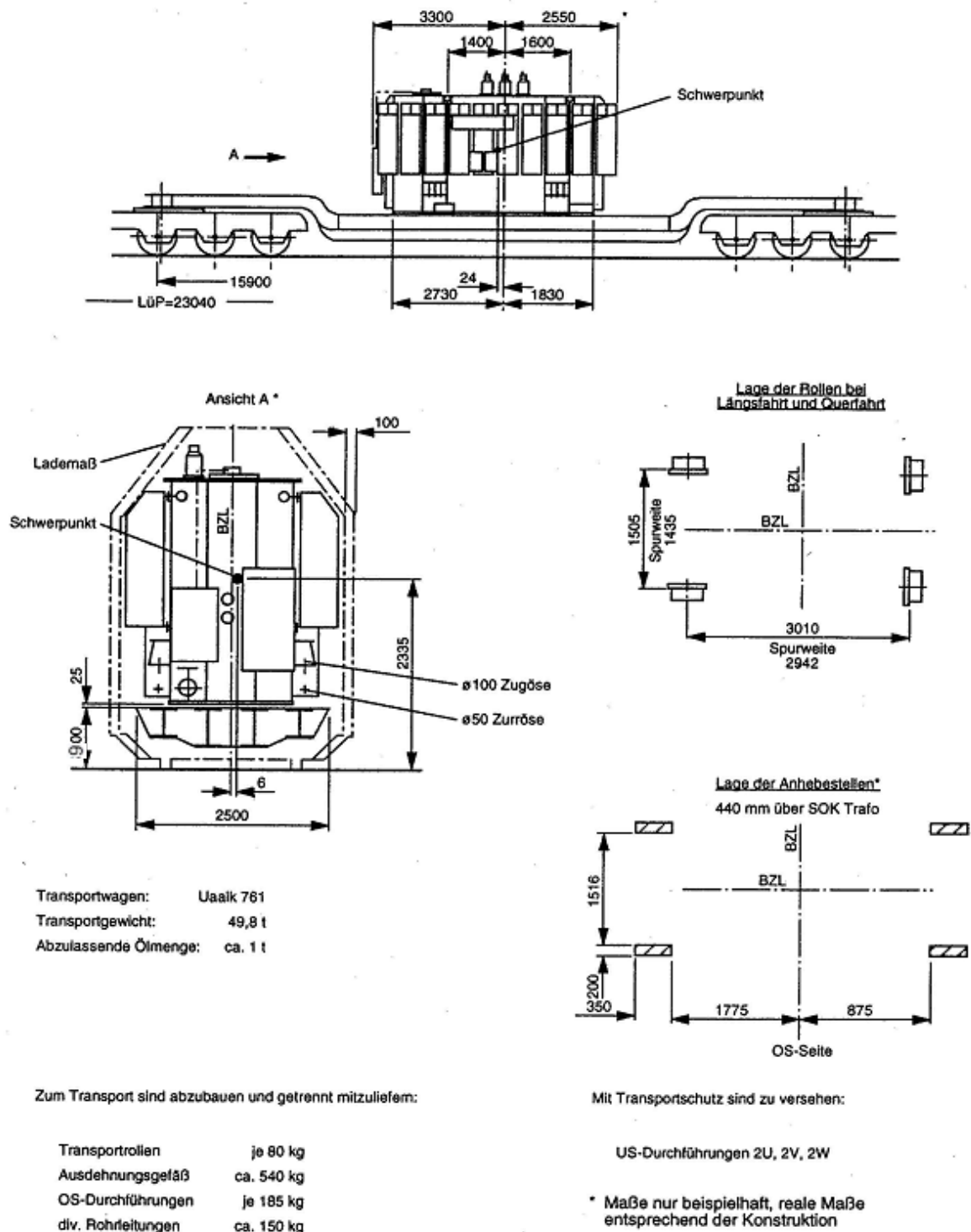
(Überwachungseinrichtungen, Rohrleitungen, Armaturen und Stellungen der Absperrorgane)



**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**

Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 43/58

14.5 Anhang B-4.5 Beispielverladeplan (stationäre Ausführung)



	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 44/58
--	--	--

15 Anhang C: Bestätigung über PCB-Freiheit

Bestätigung über PCB-Freiheit der Ölfüllung

Fabriknummer (Hersteller)	:	
Hersteller/Typ	:	
Bemessungsleistung	:	MVA
Ölgewicht	:	kg
Verwendetes Isolieröl	:	
Untersuchung durch	:	
Wassergefährdungsklasse	:	

Das eingefüllte Isolieröl entspricht DIN 60296 (VDE 0370 Teil 1). Durch die gaschromatische Messung nach DIN EN 61619 (IEC 61619) wurde festgestellt, dass der PCB-Gehalt des Isolieröls unter 1mg PCB/kg Öl (bzw. < 1ppm) liegt.

Damit liegt auch der Gehalt an PCDD/PCDF unterhalb der nach GefStoffV bzw. GGVE, GGVS, GGV-See zulässigen Grenzwerten.

Der Transport unterliegt damit nicht den Einschränkungen

der Gefahrgutverordnung Eisenbahn	(GGVE)
der Gefahrgutverordnung Straße	(GGVS)
der Gefahrgutverordnung Seeverkehr	(GGVSee)

.....
Stempel/Unterschrift

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 45/58
--	--	--

16 Anhang D: Bestelldaten

I. Hinweise zur Darstellung

- * Positionen sind im Angebot vom Anbieter zu ergänzen
 ** Positionen sind in der Anfrage vom Anfragenden/Auftraggeber zu ergänzen

II. Allgemeines

Ausschreibung Nr.		vom	
--------------------------	--	------------	--

Auftraggebendes Unternehmen **	
Ansprechpartner technisch **	
Telefon **	
Mail **	
Standort Transformator **	
Geplanter Liefertermin **	

Herstellerwerk Transformator *	
Typ Transformator *	
Herstellerwerk Kessel *	
Herstellerwerk Radiatoren *	

III. Elektrische Daten

1. Bemessungsfrequenz: 50 Hz

2. Netztransformator **

<input type="checkbox"/> ONAN, vorbereitet für ONAF	<input type="checkbox"/> ONAF
---	-------------------------------

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 46/58
--	--	--

3. Bemessungsleistung **

	OS ONAN/ONAF		US bzw. US1 (bei 3-Wickler) ONAN/ONAF		US2 (bei 3-Wickler) ONAN/ONAF		AW ONAN/ONAF
<input type="checkbox"/>	16/20 MVA	<input type="checkbox"/>	16/20 MVA	<input type="checkbox"/>	16/20 MVA	<input type="checkbox"/>	5,3/6,6 MVA
<input type="checkbox"/>	20/25 MVA	<input type="checkbox"/>	20/25 MVA	<input type="checkbox"/>	20/25 MVA	<input type="checkbox"/>	6,6/8,3 MVA
<input type="checkbox"/>	25/31,5 MVA	<input type="checkbox"/>	25/31,5 MVA	<input type="checkbox"/>	25/31,5 MVA	<input type="checkbox"/>	8,3/10,5 MVA
<input type="checkbox"/>	31,5/40 MVA	<input type="checkbox"/>	31,5/40 MVA	<input type="checkbox"/>	31,5/40 MVA	<input type="checkbox"/>	10,5/13,3 MVA
<input type="checkbox"/>	40/50 MVA	<input type="checkbox"/>	40/50 MVA	<input type="checkbox"/>	40/50 MVA	<input type="checkbox"/>	13,3/16,7 MVA
<input type="checkbox"/>	50/63 MVA	<input type="checkbox"/>	50/63 MVA	<input type="checkbox"/>	50/63 MVA	<input type="checkbox"/>	16,7/20,9 MVA
<input type="checkbox"/>	63/80 MVA	<input type="checkbox"/>	63/80 MVA	<input type="checkbox"/>	63/80 MVA	<input type="checkbox"/>	20,9/26,6 MVA
<input type="checkbox"/> MVA	<input type="checkbox"/> MVA	<input type="checkbox"/> MVA	<input type="checkbox"/> MVA

4. Bemessungsspannung **

	OS		US bzw. US1 (bei 3-Wickler)		US2 (bei 3-Wickler)		AW
<input type="checkbox"/>	110.000 V	<input type="checkbox"/>	10.500 V	<input type="checkbox"/>	10.500 V	<input type="checkbox"/>	10.000 V
<input type="checkbox"/>	115.000 V	<input type="checkbox"/>	21.000 V	<input type="checkbox"/>	21.000 V	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	31.800 V	<input type="checkbox"/>	31.800 V	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> V

5. Isolation**

<input type="checkbox"/>	Auslegung der gesamten äußeren Isolation (DIN EN 60071-2)
<input type="checkbox"/>	Verschmutzungspegel II
<input type="checkbox"/>	Verschmutzungspegel III

**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**

Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 47/58

6. Isolationspegel / Prüfpegel:

	OS-Leiteranschluss und Sternpunkt	LI 550-630 AC 230
	OS-Leiteranschluss und Sternpunkt	LI ...- ... AC ...
	US-Leiteranschluss und ggf. Sternpunkt (US1 bei 3-Wickler)	LI 125-145 AC 50
	US-Leiteranschluss und ggf. Sternpunkt (US1 bei 3-Wickler)	LI ... - ... AC ...
	US2-Leiteranschluss und ggf. Sternpunkt (bei 3-Wickler)	LI 125-145 AC 50
	US2-Leiteranschluss und ggf. Sternpunkt (bei 3-Wickler)	LI ... - ... AC ...
	Ausgleichswicklung	LI - AC 28
	Ausgleichswicklung	LI - AC ...

7. Schaltgruppe **

	OS		US bzw. US1 (bei 3-Wickler)		US2 (bei 3-Wickler)		AW
	YN		d5		d5		d
			yn0		yn0		
			yn6		yn6		

8. Einstellbereich (Anzapfungen) U_r (OS) **

	%	Stufen
	$\pm 16,0$	± 9
	$\pm \dots\dots$	$\pm \dots\dots$

9. Impedanzen *

OS - Wicklung	Stufe 1 unten	Stufe 10 Mitte	Stufe19 oben
Leerlauf-Nullimpedanz	..... Ω	..... Ω	..... Ω
Kurzschluss-Nullimpedanz	..... Ω	..... Ω	..... Ω

**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**

Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 48/58

10. Kurzschlussspannungen bei 75 °C und Bemessungsleistung **ONAN** * / **

		Stufe 1 Unten	Stufe 10 Mitte Garantiewert	Stufe 19 oben
<input type="checkbox"/>	OS – US	..... %	12,5 % %
<input type="checkbox"/>	OS – US % % %
<input type="checkbox"/>	OS – US1	..... %	9,0 % %
<input type="checkbox"/>	OS – US1 % % %
<input type="checkbox"/>	OS – US2	..... %	9,0 % %
<input type="checkbox"/>	OS – US2 % % %
<input type="checkbox"/>	OS – US1//US2	..... %	12,5 % %
<input type="checkbox"/>	OS – US1//US2 % % %
<input type="checkbox"/>	US1 – US2	..... %	5,0 % %
<input type="checkbox"/>	US1 – US2 % % %

11. Leerlaufverluste* / **

Bemessungsleistung ONAN/ONAF	Verluste	
	Vorgabewert	berechneter Garantiewert *
16,0/20,0 MVA	7,0 kW	... kW
20,0/25,0 MVA	8,5 kW	... kW
25,0/31,5 MVA	10,0 kW	... kW
31,5/40,0 MVA	13,0 kW	... kW
40,0/50,0 MVA	16,0 kW	... kW
50,0/63,0 MVA	20,0 kW	... kW
63,0/80,0 MVA	24,0 kW	... kW
... MVA	... kW	... kW

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 49/58
--	--	--

12. Kurzschlussverluste bei 75 °C und Bemessungsleistung* / **

(Bei 3-Wickler bei Betriebsart OS – US1//US2)

Bemessungs- leistung ONAN	Stufe 1 unten *	Verluste		Stufe 19 oben *
		Stufe 10 Mitte		
		Vorgabewert	berechneter Garantiewert *	
16,0 MVA	... kW	70 kW	... kW	... kW
20,0 MVA	... kW	85 kW	... kW	... kW
25,0 MVA	... kW	95 kW	... kW	... kW
31,5 MVA	... kW	125 kW	... kW	... kW
40,0 MVA	... kW	130 kW	... kW	... kW
50,0 MVA	... kW	150 kW	... kW	... kW
63,0 MVA	... kW	180 kW	... kW	... kW
... MVA	... kW	... kW	... kW	... kW

13. Malus Regelung bei Überschreitung der garantierten Verluste **

Die berechneten Garantiewerte werden Vertragsbestandteil.

Sollte zum Zeitpunkt der Abnahme jedoch eine Abweichung zu den garantierten Werten auftreten, so tritt bei Überschreitung nachfolgende Malus-Regelung in Kraft:

Überschreitung der garantierten Leerlaufverluste:	...	EUR je	W
Überschreitung der garantierten Kurzschlussverluste:	...	EUR je	W

Grundlagen sind die Angaben des abgenommenen Prüfprotokolls.

Zulässige Messtoleranz: +/- 0 %

**Technische Spezifikation
für
Mittelleistungstransformatoren**

Stand: 05.04.2017
Ersetzt: 12.01.2016
Seite: 50/58

14. Schallleistung * / **

Bemessungs- leistung ONAN	max. zulässiger Wert bei U_r bzw. I_r (ohne + Toleranz)			Rückweis- ungswert	Garantiewert ONAN
	Einzelgeräusch Leerlauf	Einzelgeräusch Last	Gesamt- geräusch	Gesamt- geräusch	Gesamt- geräusch
16,0 MVA	64 dB	64 dB	66 dB	66 dB	... dB
20,0 MVA	64 dB	64 dB	66 dB	66 dB	... dB
25,0 MVA	66 dB	66 dB	68 dB	68 dB	... dB
31,5 MVA	68 dB	68 dB	70 dB	70 dB	... dB
40,0 MVA	68 dB	68 dB	70 dB	70 dB	... dB
50,0 MVA	71 dB	71 dB	73 dB	73 dB	... dB
63,0 MVA	74 dB	74 dB	76 dB	76 dB	... dB
80 MVA	... dB	... dB	... dB	85 dB	... dB
... MVA	... dB	... dB	... dB	... dB	... dB
Bemessungs- leistung ONAF	max. zulässiger Wert bei U_r bzw. I_r (ohne + Toleranz)			Rückweis- ungswert	Garantiewert ONAF
	Einzelgeräusch Leerlauf	Einzelgeräusch Last	Gesamtgeräusch	Gesamt- geräusch	Gesamt- geräusch
20,0 MVA	73 dB	73 dB	74 dB	74 dB	... dB
25,0 MVA	73 dB	73 dB	75 dB	75 dB	... dB
31,5 MVA	73 dB	73 dB	75 dB	75 dB	... dB
40,0 MVA	76 dB	76 dB	78 dB	78 dB	... dB
50,0 MVA	76 dB	76 dB	78 dB	78 dB	... dB
63,0 MVA	77 dB	77 dB	79 dB	79 dB	... dB
80,0 MVA	78 dB	78 dB	80 dB	80 dB	... dB
100,0 MVA	... dB	... dB	... dB	?? dB	... dB
... MVA	... dB	... dB	... dB	... dB	... dB

Bei Bestellung ONAN ist der rechnerische Nachweis zu erbringen, dass das Gesamtgeräusch ONAF eingehalten wird.

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 51/58
--	--	--

IV. Kühlung / Isolierflüssigkeit

1. Temperaturwerte *

maximale Übertemperatur Öl oben: 60 K

maximale Übertemperatur der Wicklung: 65 K

2. Lüfter bei ONAN (vorbereitet ONAF) und ONAF *

Anzahl Stück

Typ

Bemessungsleistung Motor W/Stück

Luftvolumen (Förderleistung) je Lüfter m³/h

3. Isolierflüssigkeit **

<input type="checkbox"/>	Shell Diala S4 ZX-I
<input type="checkbox"/>	Nynas Nytro Taurus
<input type="checkbox"/>	Ergon Hyvolt I
<input type="checkbox"/>	

V. Kerndaten *

Induktion bei U_r bei Nenn-Erregung (in Mittelstellung)	..... T
Maximale Induktion bei U_r	..... T
Maximale Induktion bei 10 % Übererregung	..... T
Blech-Verlustziffer bei 1,7 T	.....
Leerlaufstrom in % I_r %

VI. Wicklungsdaten *

1. Wicklungsanordnung: Kern,

2. Wicklungsarten:

OS-Stammwicklung:

OS-Regelwicklung: ☐ Zuschaltung 1 Zu- und Gegenschaltung

☐ Grob- und Feinstufe

☐

US-Wicklung:

Ausgleichswicklung:

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 52/58
--	--	--

VII. Anbauteile, mechanische und ergänzende Angaben

1. Ausführung Ausdehner / Durchführungen / Radiatoren **

<input type="checkbox"/>	Stationär
<input type="checkbox"/>	Halbwanderfähig
<input type="checkbox"/>	Vollwanderfähig
<input type="checkbox"/>	Radiatoren außerhalb Bahnprofil zugelassen

2. Spurkranzrollen nach DIN 42561-2 **

<input type="checkbox"/>	Ohne
<input type="checkbox"/>	Spurkranz – Einfachrollen/Doppelrollen gemäß Gewicht mit Feststellvorrichtung

3. Absturz-Sicherungssystem **

<input type="checkbox"/>	Der Deckel ist mit einem Absturz-Sicherungssystem auszurüsten.	
	System:	
<input type="checkbox"/>	Personensicherungsöse (dimensioniert für mind. 1 Person)	
	System:	
<input type="checkbox"/>	Leiteranlegestelle mit Übertrittgitterrost (belastbar bis 200kg)	
	ggf. Anbauort:	
<input type="checkbox"/>	Leiteranlegestelle	
	ggf. Anbauort:	Am Ausdehner im Bereich CL060/CL061
<input type="checkbox"/>	Der Deckel ist mit Aufnahmevorrichtungen für steckbare Geländer auszurüsten.	

4. Zubehörschrank **

<input type="checkbox"/>	aus nichtrostendem Material, 1,20m über Unterkante Fahrrollen (Inhalt gemäß Anlage)
--------------------------	---

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 53/58
--	--	--

5. Klemmenkästen/Steuerschränke **

Alle Steuer – und Antriebsschränke müssen so angebracht sein, dass sich deren Unterkante mindestens 80 cm über der Unterkante der Fahrrollen befindet und sich deren Oberkante maximal 2 m über der Unterkante der Fahrrollen befindet

<input type="checkbox"/>	Alle Einrichtungen für die Zusammenschaltung der Schutz- und Überwachungsgeräte und die Leitungsanschlüsse zur Warte sind in einem Klemmenkasten unterzubringen.
<input type="checkbox"/>	Wenn der Transformator als ONAF vorbereitet bestellt wird, ist ein Klemmkasten zu verwenden, im dem später auch die Steuerung der Lüfter aufgenommen werden kann. In diesem Schrank sind auch die Einrichtungen für die übrigen Schutz- und Überwachungsgeräte untergebracht.
<input type="checkbox"/>	Es wird ein Steuerschrank für die Ventilatoren eingesetzt. In diesem Schrank sind auch die Einrichtungen für die übrigen Schutz- und Überwachungsgeräte untergebracht.
<input type="checkbox"/>	Alle Einrichtungen für die Zusammenschaltung der Schutz- und Überwachungsgeräte und die Leitungsanschlüsse zur Warte sind im Steuerschrank für den Stufenschalter unterzubringen.
<input type="checkbox"/>	Es wird ein Steuerschrank für die Ventilatoren eingesetzt.

6. Ein-/Anbauteile **

Gerät	Fabrikat	Typ	Anzahl
Stufenschalter			
	MR	VM III 300Y	
	MR	VM III 350Y	
	MR	VM III 500Y	
	MR	VRC III 550 Y	
Motorantrieb	MR	EDS Schaltplannummer:	
Buchholzrelais (2 Wechsler)	EMB Barleben Typkennzahl:	BF 80/10/8 bzw. BF 80/10 09-26.23.29.38.44.-0236 E.ON-Ausführung	

		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren		Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 54/58
		Zeichnungsnr.: 614.090727 bzw. Typkennzahl: 09-23.29.38.44.-0236 E.ON-Ausführung Zeichnungsnr.: 614.090254		
Lastumschalterschutz (1 Wechsler)	MR	RS 2001		
magnetische Ölstands- anzeiger	Messko	2 Wechsler		
magnetische Ölstands- anzeiger	Messko	2 Wechsler		
	Qualitrol	2 Wechsler		
Zeigerfernthermometer (Anzeige Öltemperatur / Ventilatorsteuerung)	Messko	MT-ST 160 F (2 Wechsler) Nr. 635081		
Temperatur-Gefahren- wächter (1 Wechsler)	Stevanovic oder SCHAD SinTec	STR-WK 17454		
Widerstandsthermo- meter	Rössel	Pt 100		
Thermometertaschen (Reserve)				
Luftentfeuchter (DIN 42562 – L3)				
Luftentfeuchter (DIN 42562 – L2)				
Luftentfeuchter (DIN 42562 – L3) Giebel Absorber DUO-VARIO TB 520-PA				
Luftentfeuchter (DIN 42562 – L3) Giebel Absorber DUO-VARIO TB 300-PA				
Luftentfeuchter Messko – MTraB (Lastumschalter)				
Luftentfeuchter Messko – MTraB (Kessel)				
Luftentfeuchter Qualitrol (Lastumschalter)				
Luftentfeuchter Qualitrol (Kessel)				
Ölprobenentnahmehähne 2 Stück oben und unten				
Ölprobenentnahmehähne 3 Stück oben, mitte, unten				
Befestigungskonsole für 110-kV-Sternpunktbleiter				
Aushebevorrichtung für Lastumschalter				
Montagerost auf den Radiatoren vor den US Durchführungen				
Stehbolzen für Aushebevorrichtung für Lastumschalter				
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig				

	Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 55/58
--	--	--

7. Durchführungen */**

für	Fabrikat	Typ	Anzahl
OS	HSP	STARIP 123 – 800 (A1)	
	HSP	STARIP-Si 123 – 800 (A1)	
	Micafil	RTKF 123 - 550/800 T	
	MGC	DTOI 123 – 800	
	
	
US bzw. US1 (bei 3 – Wickler)	DIN	24-1250/P3 mit gebohrten Anschlussstücken EP-30	
	DIN	24-2000/P3 mit gebohrten Anschlussstücken FP-M 42 x 3	
	DIN	24-2000/P3 mit ungebohrten Anschlussstücken FP-M 42 x 3-S	
	DIN	36-1250/P3 mit gebohrten Anschlussstücken EP-30	
	DIN	36-2000/P3 mit gebohrten Anschlussstücken FP-M 42 x 3	
	DIN	36-3150/P3 mit gebohrten Anschlussstücken FP-M 48 x 3	
		Schutzfunkenstrecken	
	CONNEX	42kV, 3150A, 4 x Gr. 2 (geklemmt)	
	CONNEX	42kV, 3150A, 4 x Gr. 3 (geklemmt)	
	CONNEX	42kV, 1250A, 2 x Gr. 2 (geklemmt)	
	CONNEX	42kV, 1600A, 2 x Gr. 2 (geklemmt)	
	CONNEX	42kV, 2500A, 2 x Gr. 3 (geklemmt)	
	
	
	DIN	12-1250/P4 mit gebohrten Anschlussstücken EP-30	
	DIN	12-2000/P4 mit gebohrten Anschlussstücken FP-M 42 x 3	
	DIN	12-3150/P4 mit gebohrten Anschlussstücken FP-M 48 x 3	
US2 (bei 3- Wickler)	DIN	24-1250/P3 mit gebohrten Anschlussstücken EP-30	
	DIN	24-2000/P3 mit gebohrten Anschlussstücken FP-M 42 x 3	
	DIN	24-2000/P3 mit ungebohrten Anschlussstücken FP-M 42 x 3-S	

		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 56/58
--	--	--	--

AW			Schutzfunkenstrecken	
		CONNEX	42kV, 3150A, 4 x Gr. 2 (geklemmt)	
		CONNEX	42kV, 3150A, 4 x Gr. 3 (geklemmt)	
		CONNEX	42kV, 1250A, 2 x Gr. 2 (geklemmt)	
		CONNEX	42kV, 1600A, 2 x Gr. 2 (geklemmt)	
		CONNEX	42kV, 2500A, 2 x Gr. 3 (geklemmt)	
		
		
		CONNEX	Blindstecker, spannungsfest Gr. 2	
		CONNEX	Blindstecker, spannungsfest Gr. 3	
		
		DIN	12-630/P3	
		DIN	24-1250/P3	
		

8. Anforderungen an den Korrosionsschutz **

	Schutzdauer (DIN EN ISO 12944-5)
<input type="checkbox"/>	C3-H
<input type="checkbox"/>	C5-M-H

	Ausführung des Korrosionsschutzes der Radiatoren
<input type="checkbox"/>	feuerverzinkt und beschichtet gem. Absatz 3.11.2
<input type="checkbox"/>	KTL-beschichtet zzgl. Deckbeschichtung

VIII. Abmessungen und Gewichte

1. Hauptabmessungen (siehe auch Beispielzeichnungen Anhang B-1, B-2) * / **

				Vorgabe **	Garantie – wert *	
Gesamtlänge einschl.	Radiatoren und Ausdehnungsgefäß	A 1	max.			mm
	Radiatoren (ohne Ausdehnungsgefäß)	A 3	max.			mm
Gesamtbreite	einschl. Radiatoren	B 1	max.	Bahnprofil		mm

		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren				Stand: 05.04.2017
						Ersetzt: 12.01.2016
						Seite: 57/58

Höhe bis Oberkante	Ausdehnungsgefäß	H 1	max.			mm
	Kesseldeckel	H 2	max.			mm
	OS- Durchführungen	H 3	max.			mm
Abstand der OS- Durchführungen voneinander				1250		mm
Abstand der OS- Durchführung 1V von der Kesselmitte (Fahrgestellachse)			max.			mm
Spurweite	für Längsfahrt	E 3		1435	1435	mm
	für Querfahrt	E 4		2940	2940	mm
Ladehöhe		B4.5		900		mm

2. Gewichte * / **

		Vorgabe **	Garantiewert *	
Gesamtgewicht	max.			kg
Gewicht des heraushebbaren Teils	max.			kg
Gewicht des Eisenkerns	max.			kg
Kupfergewicht	max.			kg
Ölgewicht Kessel	max.			kg
Ölgewicht Ausdehnungsgefäß	max.			kg
Ölgewicht gesamt	max.			kg

IX. Zusätzliche Prüfungen und Leistungen * / **

Erwärmungsprüfung nach DIN EN 60076 Teil 2	
Nachweis der Kurzschlussfestigkeit nach DIN EN 60076 Teil 5 inkl. aller dem Auftragnehmer entstehenden Nebenkosten im zertifizierten Prüfinstitut:	
Dokumentation der Maßzeichnung in in DWG- Format	
Dokumentation der Maßzeichnung in Ruplan -Format	

X. Mitgeltende Unterlagen / Anfragebezogene Zusatzinformationen **

--	--

		Technische Spezifikation für Mittelleistungstransformatoren	Stand: 05.04.2017 Ersetzt: 12.01.2016 Seite: 58/58
Vervielfältigung und Weitergabe dieser Technischen Richtlinie an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der ENM zulässig			