

UniQ Reliable.
Proven.
Simply fact.

Gießharztransformatoren



Partners in Power



Warum Gießharztransformatoren von SGB-SMIT?

Das Lieferprogramm der SGB-SMIT Gießharztransformatoren umfasst Leistungen bis 25 MVA und Reihenspannungen bis 36 kV genauso wie Stromrichter-, Verteil- oder Sondertransformatoren. Mit über 30 Jahren Erfahrung im Bau von Gießharztransformatoren besitzt SGB-SMIT mit den größten Erfahrungsstand weltweit, was in außerordentlich hohen Qualitätskennzahlen wie z. B. einer MTBF (mean time between failure = mittlere Zeit zwischen Ausfällen) von über 2.400 Jahren zum Ausdruck kommt.

Dank des besonderen Designs bieten SGB-SMIT Gießharztransformatoren eine Reihe von Merkmalen, die sie zum einen technisch von anderen Gießharztransformatoren unterscheiden und zum anderen zu einer sehr zuverlässigen und sehr sicheren Lösung machen.



Für Sie als Kunde bedeutet das folgende operative Vorteile:

- **Hohe Stoß-, und Schaltspannungen werden durch das Lagenwicklungsprinzip sicher beherrscht.**
- **Kühlkanäle führen zu thermische Reserven und ermöglichen Überlast.**
- **Die Verwendung von Glasfaserkunststoffen (GFK) bei den vergossenen Wicklungen lässt Temperaturschocks überstehen**
- **Hohe Lebensdauer ist gewährleistet**

OS Wicklung

Die Oberspannungswicklung (OS Wicklung) ist das Herzstück des Gießharztransformators. Hier liegt das große technische Know-how von SGB-SMIT.

Gießharztransformatoren sind dadurch gekennzeichnet, dass die Leiter der Oberspannungswicklung komplett in einem geschlossenen Gießharzkörper mit glatter Oberfläche eingebettet sind. Auch wenn die Norm es nicht ausdrücklich vorschreibt, kann man dies bei Hochspannungsanwendungen fertigungstechnisch nur in unter Vakuum vergossenen Formen erreichen. Dabei zeichnen sich die SGB-SMIT Fertigungstechnologie und die eingesetzten Materialien durch wichtige Alleinstellungsmerkmale aus, die sie zum einen technisch von anderen Gießharztransformatoren unterscheiden und zum anderen zu einer zuverlässigen und sicheren Lösung machen.

Reserves-equipped

Thermische Reserven durch besondere Primärisolation ermöglichen Überlast.

Endurance-enhanced

Kühlkanäle gewährleisten hohe Lebensdauer.

Surge-proof

Doppellagenwicklung macht das Beherrschen hoher Stoßspannungen möglich.

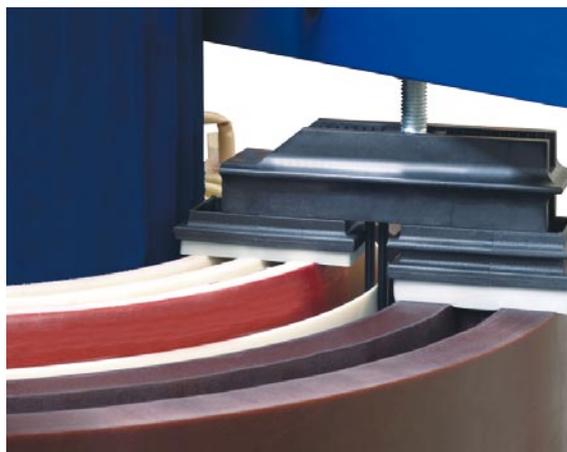
Quantum-leap

GFK-Verstärkung sorgt für Sicherheit bei Transport und Betrieb, selbst bei Temperaturschocks.

Für unsere Kunden bedeuten diese besonderen Merkmale ein hohes Maß an Sicherheit – sowohl in Bezug auf den Betrieb als auch in Bezug auf ihre Investitionsentscheidung.

„Resin Quality by SGB-SMIT“:

Nachfolgend werden diese außergewöhnlichen Qualitätsfaktoren ausführlich erläutert.



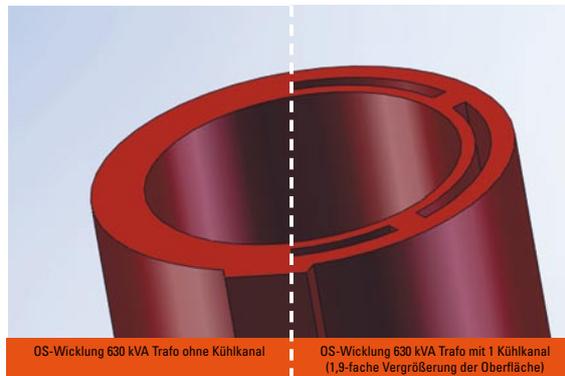
OS Wicklung

Reserves-equipped

Thermische Reserven ermöglichen Überlast

SGB-SMIT Gießharztransformatoren haben hier nicht nur gegenüber Öltransformatoren einen Vorteil, sondern auch gegenüber Gießharztransformatoren herkömmlicher Technologie. Diese verwenden eine fortlaufende Spulenwicklung, bei welcher der Leiter aus einem Aluminiumband besteht und die Windungs-/Lagenisolation aus einer Folie. Die Isolation hat lediglich die Isolationsklasse F, und das auch nur in Verbindung mit dem gesamten Isolationssystem – ohne thermische Reserven.

Ganz anders bei SGB-SMIT Gießharztransformatoren, denn SGB-SMIT verwendet für die Doppellagenwicklung isolierte Profildrähte, deren Primärisolation entweder aus einem hochwärmebeständigen Polyesterimid-Lack mit einem Temperaturindex von 200°C oder eine Nomex-Umspinnung der Temperaturklasse C (220°C) besteht. Da SGB-SMIT Gießharztransformatoren überwiegend gemäß der Temperaturklasse F (155°C) auslegungsbedingt ausgenutzt werden, hat die Primärisolation erhebliche Temperaturreerven.



Endurance-enhanced

Hohe Lebensdauer gewährleisten

Gießharztransformatoren müssen die in den Wicklungen entstehende Verlustwärme über die Spulenoberfläche an die Kühlluft abgeben. Die Dimensionierung der Spulen erfolgt so, dass die zugelassenen Übertemperaturen gemäß der Isolierstoffklassen nicht überschritten werden.

Bei Gießharztransformatoren herkömmlicher Technologie mit fortlaufender Spulenwicklung stehen zur Kühlung nur die beiden innen und außen liegenden Oberflächen der zylinderförmigen Spule zur Verfügung. Um die notwendige Oberfläche zu erreichen, müssen Spulen mitunter größer sein, als es von den elektrischen Parametern her erforderlich wäre. Die von SGB-SMIT gewählte Technologie der Doppellagenwicklung dagegen erlaubt auf einfache Weise das Einbringen von zusätzlichen Kühlkanälen innerhalb der Spule. So gewinnt man Kühlfläche und kann die Spulen mit Blick auf mechanische Abmessungen optimal gestalten. SGB-SMIT Gießharzspulen können sogar mit mehreren Kühlkanälen ausgestattet sein.

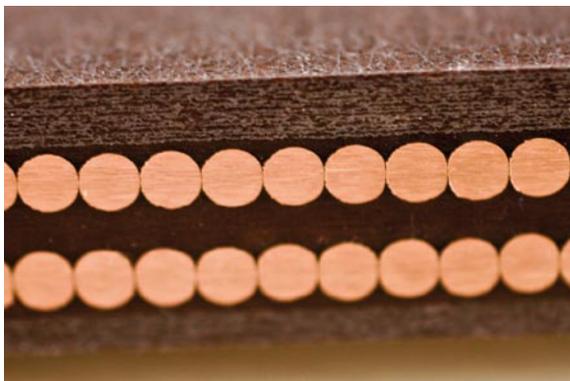
SGB-SMIT Gießharztransformatoren gewährleisten bei angemessener Materialausnutzung eine gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb der Spule. Die optimierte Kühlung ermöglicht eine Temperaturreduzierung für die OS-Wicklung und außerdem eine für den ganzen Transformator gleichmäßig verteilte Temperatur.

Surge-proof

Hohe Stoßspannungen werden sicher beherrscht

Nur SGB-SMIT Gießharztransformatoren haben in Vakuum vergossene Oberspannungsspulen, bei denen die Wicklung in Doppellagenwicklung ausgeführt ist. Das bedeutet Sicherheit bei der Beherrschung von Stoßspannungen, wie sie z.B. durch Blitzeinschlag oder durch Vakuumschalter verursacht werden.

- Die fortlaufende Spulenwicklung anderer Transformatoren führt zu stark unterschiedlicher Spannungsbeanspruchung besonders der Eingangswindungen, weil 70% der Stoßbeanspruchung auf die ersten 30% der Windungen entfallen. Das Risiko von Windungsschlüssen steigt somit erheblich bei diesen Wicklungstypen.
- Die SGB-SMIT Doppellagenwicklung dagegen gewährleistet eine lineare Stoßspannungsbeanspruchung für alle Wicklungen.



Quantum-leap

Temperaturschocks zuverlässig überstehen

Gießharztransformatoren unterliegen bei ihrem Transport mechanischen und insbesondere im Betrieb starken thermischen Schockbeanspruchungen. Daher ist die Fähigkeit des Transformators, steile oder extreme Temperaturanstiege sicher zu beherrschen, von hoher Bedeutung. Entscheidend für diese Eigenschaft ist der Aufbau des Gießharz-Verbundstoffs, der Matrix, in welche die Leiter eingegossen sind.

Bei den üblichen Gießharztransformatoren besteht dieser Verbundstoff aus einem Epoxidharz, das zu über 70% mit einem mineralischen Füllstoff, überwiegend Quarzmehl, vermischt ist. Ein solcher Verbundstoff kann lediglich die Zugfestigkeit des Epoxidharzes, also etwa 50 N/mm, erreichen.

Ganz anders bei SGB-SMIT. Hier besteht das Verbundsystem aus einem glasfaserverstärkten Epoxidharz zwischen den Lagen und an der Oberfläche mit hoher Zugfestigkeit im Bereich von 120 N/mm. Der Vorteil des von SGB-SMIT gewählten Verbundsystems hat sich auch im Test vielfach bestätigt. Die für die Klimaklasse C2 geforderten Temperaturschockprüfungen nach IEC 60076-11, ausgehend von einer Temperatur von -25°C, haben SGB-SMIT Gießharzspulen auch bei einer Ausgangstemperatur von -50°C sicher bestanden.



US-Wicklung

Fast immer ist die Unterspannungswicklung bei SGB-SMIT Gießharztransformatoren als Bandwicklung ausgeführt. Die Vorteile dieser Wicklungsform sprechen für sich:

- **Reduzierung der Zusatzverluste**
- **Ausgeglichene Temperaturverteilung in der Wicklung**
- **Hohe Kurzschlussfestigkeit**



Ausnahmen gibt es aus technischen Gründen nur bei kleineren Leistungen unter 250 kVA und für höhere Systemspannungen ($> 3,6$ kV).

Seit mehr als 40 Jahren fertigt SGB-SMIT Bandwicklungen für Verteiltrafos und Gießharztrafos. Diese lange Erfahrung ist der Grund für qualitätssichernde Besonderheiten:

- Um die Ausleitungsschienen mit den Bändern zu verbinden, gibt es zwei gängige Verfahren: Das Anschweißen unter Schutzgas oder das Kaltpressschweißen unter hohem Druck (400 kN). Seit mehr als 20 Jahren wird bei SGB-SMIT nur noch das Kaltpressschweißen verwendet.

Vorteile:

- keine metallurgische Veränderung des Leitermaterials durch einen Temperaturprozess
- keine Fremdkörper, wie sie beim Schweißen entstehen können
- Durch die Verwendung von Mehrlagenprepregs mit anschließender Verklebung entsteht ein hochfester Zylinder, der die radialen Kurzschlusskräfte – im Gegensatz zu sonst üblichen Lösungen – freitragend aufnehmen kann. Die einfache Abstützung zum Kern dient lediglich der Zentrierung.
- Die Wicklungsränder werden zusätzlich verfestigt und bilden somit einen zuverlässigen Schutz gegen Eindringen von Feuchtigkeit und erhöhen die mechanische Festigkeit. Diese Technologie hat sich über viele Jahrzehnte in u.a. extremen Einsatzfällen bewährt und ist gleichwertig mit einer vergossenen Wicklung.

Der Kern

Für die Berechnung von Kernen für Gießharztransformatoren sind Leerlaufverluste, Geräusche und Leerlaufstrom ganz wesentliche, in vielen Fällen entscheidende Qualitätsmerkmale. Daher kommt dem Engineering der Kernausslegung eine besondere Rolle zu. Hierzu gehören die exakte geometrische Auslegung, die Festlegung von Materialeigenschaften des zu verwendenden Magnetbleches und viele Details u.a. konstruktive Maßnahmen zum Beherrschen von z.B. Vibrationen, Schräglagen und anderen mechanischen Anforderungen.

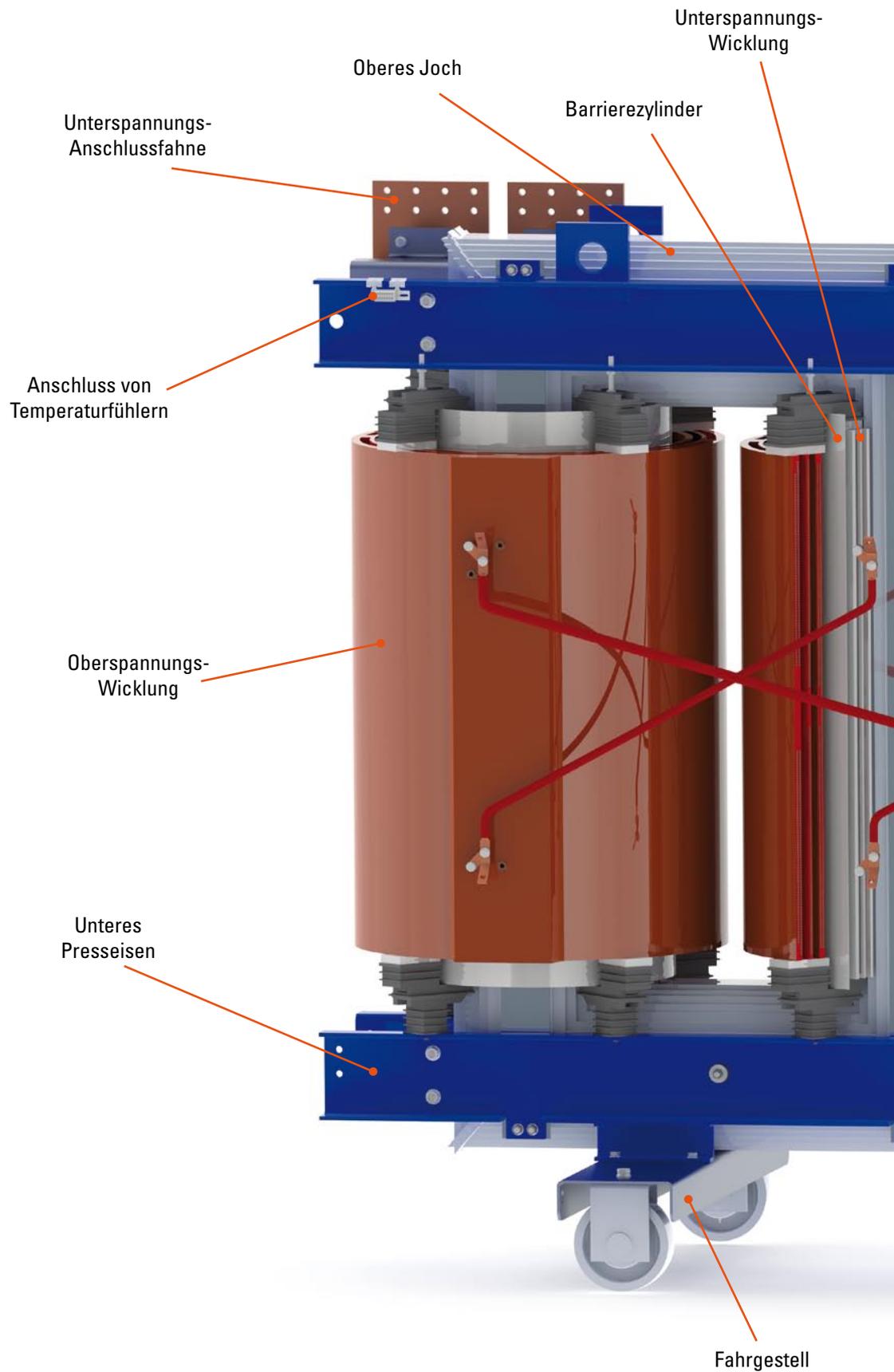
Produziert werden die Transformatorenkerne heutzutage auf speziellen Maschinen, die aus vorgefertigten und exakt vorgemessenen Blechcoils komplette Kerne gemäß unseren Vorgaben herstellen. SGB-SMIT bedient sich hierbei der qualitativ besten Spezialisten und arbeitet mit diesen in langfristigen Partnerschaften sehr eng zusammen. Logistisch erfolgen die Anlieferungen täglich just-in-time.

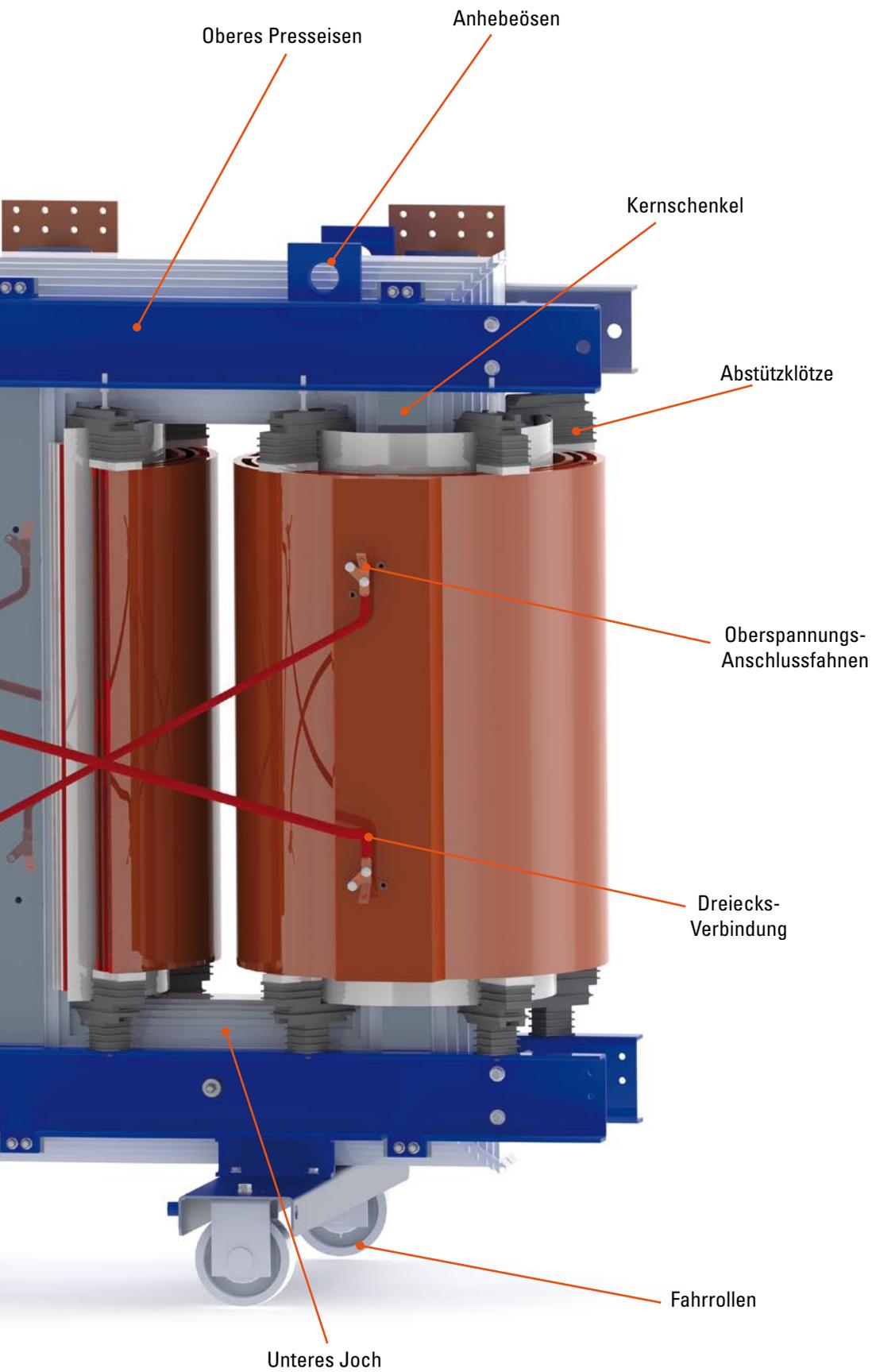
Eine Kernbeschichtung mit einem hochtemperaturbeständigen Lack ist geeignet für alle – auch extreme – Aufstellungsbedingungen. Neben dem Korrosionsschutz wird dadurch zusätzlich die Stabilität des Kerns erhöht, da der SGB-SMIT Lack auch zwischen die einzelnen Kernbleche eindringt und diese miteinander verklebt.



Der Kern wird durch einen Halterahmen fixiert, bestehend aus unteren und oberen Presseisen und direkt am Kern anliegenden Flachzugstangen. Die Zugstangen bestehen aus amagnetischem Flachstahl, sie verbinden das untere und obere Presseisen kräftemäßig miteinander. Konstruktiv ist der Halterahmen so ausgeführt, dass die Kernbleche weitestgehend frei von Zug- und Druckbeanspruchungen gehalten werden, denn nur so behalten sie ihre hervorragenden Eigenschaften in Bezug auf Verluste und Geräusche. Das untere Joch ruht, abgestützt durch Formteile aus glasfaserverstärktem Kunststoff, auf den unteren Fahrwerksträgern, an denen bidirektional einstellbare Rollen befestigt werden können. Abhängig von den Anforderungen am Einsatzort können natürlich unterschiedliche Befestigungen gewählt werden, wie zusätzliche Fußbrücken, Kufen, vibrationsreduzierende Bauteile und anderes.

Gießharztransformator / Schnitt





UniQ

Reliable. Proven. Simply fact.

SGB-SMIT produziert seit über 30 Jahren Gießharztransformatoren – damit verfügt SGB-SMIT auf diesem Gebiet mit über den größten Erfahrungsschatz weltweit.

Dieses außergewöhnliche Know-how spiegelt sich in besonders hohen Qualitätskennzahlen wider, wie z.B. einer **MTBF von über 2.400 Jahren**.

Selbstverständlich erfüllen SGB-SMIT Gießharztransformatoren alle gängigen Qualitätsbedingungen: Brandklasse F1 • Umgebungsklasse E2 • Klimaklasse C2

Und natürlich ist der Produktbereich Gießharztransformatoren bei SGB-SMIT zertifiziert nach ISO 9001 und ISO 14001.

Die ausgesprochen hohe Qualität der SGB-SMIT Gießharztransformatoren hat einen Namen: UniQ. UniQ steht als Synonym für die besonderen Qualitäts- und Prüfmerkmale, die unsere Gießharztransformatoren so einzigartig machen:

- **Jahrzehntelange Erfahrung**

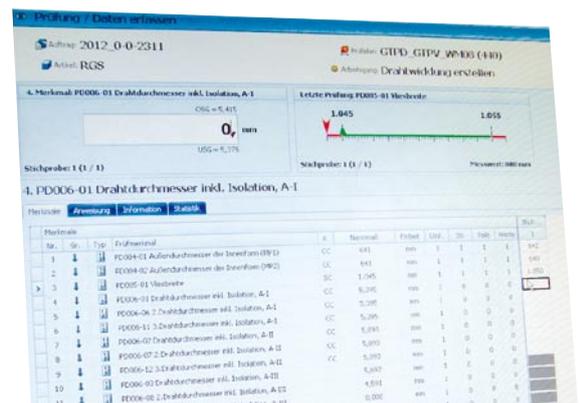
- Umfangreiche, weltweite Betriebserfahrung inklusive internationaler Produktionsstätten
- Erstklassige internationale Referenzen in allen Branchen
- Umfassendes Know-how und langjährige Erfahrung bei Onshore-Windkraftanlagen inklusive speziellem Kühlungssystem: Jet System
- Speziell auf die Bedingungen auf hoher See zugeschnittenes Transformatorensystem für Offshore-Windkraftanlagen mit jahrelanger Betriebserfahrung: Safe-System
- Optimale Lösungen für alle Industrieanwendungen mit extremen Klimabedingungen – egal ob extrem heiß oder kalt: All Climate Safe System

- **Einzigartiges Design**

- Die Lagenwicklung ist die elektrisch beste bzw. zuverlässigste Option. Daher folgen nahezu alle Ölverteiler-Transformatorenhersteller diesem Prinzip. Viele Millionen von Ihnen sichern über Jahrzehnte die Energieversorgung in vielen Ländern weltweit. SGB-SMIT nutzt als einziger Gießharztrafohersteller dieses Prinzip!

- **Computergesteuerte Produktionsprozess-Überwachung**

- Basierend auf einer exakten Analyse gemäß Automobilstandard werden permanent alle relevanten Produktionsparameter jedes Transformators aufgenommen und online mit den Soll-Werten verglichen. Nur wenn alles korrekt ist, folgt der nächste Produktionsschritt.
- Dieses System ermöglicht auch eine gleichbleibende Qualität über große Stückzahlen sowie an allen internationalen Standorten der SGB-SMIT Gruppe.



Das Besondere: Eigene Testeinrichtungen – modernstes Prüflabor

SGB-SMIT Gießharztransformatoren werden standardmäßig entsprechend der IEC 60076-11 ausgelegt und gefertigt. Alle durch diese Norm festgelegten Stück- und Typprüfungen sowie die wichtigsten Sonderprüfungen werden im Zuge der Wertschöpfungskette bei SGB-SMIT im eigenen modernen Prüffeld durchgeführt. So können auch die vereinbarten besonderen Eigenschaften der Kundenspezifikation geprüft werden.

- **Stückprüfungen:** Abb. 1
 - Messung des Wicklungswiderstandes
 - Messung der Übersetzung und Nachweis der Polarität oder der Schaltgruppe
 - Messung der Kurzschlussimpedanz und der Kurzschlussverluste
 - Messung der Leerlaufverluste und des Leerlaufstroms
 - Prüfung mit angelegter Steh-Wechselspannung
 - Prüfung mit induzierter Steh-Wechselspannung
 - Teilentladungsmessung
- **Typprüfungen:**
 - Blitzstoßspannungsprüfung
 - Erwärmungsmessung: Abb. 2
- **Sonderprüfungen:**
 - Geräuschmessung: Abb. 3
 - Nachweis der Klimaklasse (C2/C3): Abb. 4
 - Nachweis der Umgebungsklasse (E2/E3): Abb. 5

SGB-SMIT ist der erste Trafohersteller weltweit mit eigener C2/C3- und E2/E3-Prüfmöglichkeit!

- **Externe Sonderprüfungen:**
 - Prüfung des Brandverhaltens (zerstörende Prüfung)
 - Dynamische Kurzschlussprüfung nach IEC und GOST

Zusammen mit externen Instituten haben wir außerdem detaillierte Messungen für folgende Bereiche durchgeführt:

- EMV Elektromagnetische Verträglichkeit, zusammen mit Systron EMV GmbH, Rednitzhembach
- Brandgasanalyse bzw. Schwelgasanalyse von Gießharztransformatoren-Komponenten, zusammen mit dem Allianz Zentrum für Technik, München
- Vibrationstest, zusammen mit IABG, Ottobrunn
- Zertifizierung für -50°C, zusammen mit Standard Elektro, Moskau

SGB-SMIT Gießharztransformatoren werden in mehr als 50 Länder geliefert, und selbstverständlich werden die in diesen Ländern relevanten Standards wie z. B. ANSI, IEEE, GOST, etc. bei Auslegung, Fertigung und Prüfung zugrunde gelegt.



Aufstellbedingungen

SGB-SMIT Gießharztransformatoren stellen die geringsten Anforderungen an den Aufstellungsort. Dies ergibt sich aus den genannten Vorschriften für Grundwasserschutz, Brandschutz, Funktionserhalt in DIN VDE 0101, DIN VDE 0108 und der ELT Bau VO. Bei den SGB-SMIT Gießharztransformatoren sind keine Schutzmaßnahmen für den Gewässerschutz erforderlich.



Sollte der Gießharztransformator mit Nennspannung über 1 kV jedoch für Anlagen für Menschenansammlungen nach DIN VDE 0108 und ELT Bau VO vorgesehen werden, ergeben sich die dafür vorgeschriebenen zusätzlichen Anforderungen.

SGB-SMIT Gießharztransformatoren weisen den Schutzgrad IP 00 auf und sind für die Innenaufstellung bestimmt. Die Gießharz-Oberfläche der Trafowicklung ist im Betrieb nicht berührungssicher.

Gießharztransformatoren können mit Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen zusammen in einem Raum untergebracht werden und somit auch elektrisch auf kürzestem Weg angeschlossen werden. Da hier keine zusätzlichen Maßnahmen für Ölauffangwannen bzw. Brandschutz erforderlich sind, können bauseits erhebliche Kosten für Transformatorzellen eingespart werden. Bei Freiluftaufstellung ist ein Gehäuse zwingend vorgeschrieben. Die IP Schutzart des Gehäuses ist dann hierfür kundenseitig anzugeben.

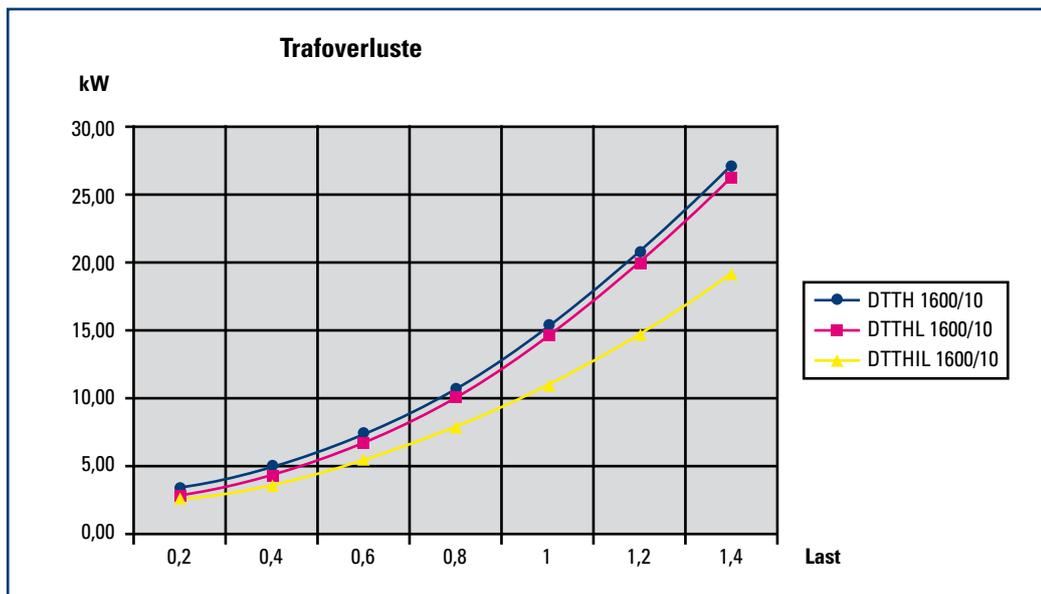
Es ist erforderlich, besondere extreme Aufstellungsbedingungen vor Ort bei der Anlagenplanung zu berücksichtigen. So müssen etwa beim Einsatz eines Gießharztransformators in Höhen von über 1.000 m aufgrund der geringen Luftdichte besondere Maßnahmen ergriffen werden. Für den Einsatz von Gießharztransformatoren in Schiffen, Baggern, Erdbebengebieten, Windkraftanlagen etc. mit ihren erhöhten mechanischen Beanspruchungen sind SGB-SMIT Gießharztransformatoren mit besonderen konstruktiven Maßnahmen gerüstet. Extremen Temperaturbedingungen wie etwa der Aufstellung in besonders kalten oder tropischen Regionen wird ebenfalls durch SGB-SMIT individuell Rechnung getragen und die Auslegung der Transformatoren wird entsprechend den lokalen Gegebenheiten angepasst.

Zudem haben SGB-SMIT Gießharztransformatoren den entscheidenden Vorteil, dass alle Bauteile immer sichtbar sind – somit können eventuelle mechanische Schäden sofort erkannt und repariert werden.

Effizienz

Transformatoren sind Investitionsgüter mit einer jahrzehntelangen Lebensdauer – daher sollte der Augenmerk vor der Bestellung und bei Vergleichen nicht nur auf den Anschaffungspreis gerichtet sein, sondern vor allem auch auf den voraussichtlichen Wartungsaufwand und auf die Kosten, die durch Leerlaufverluste (Eisenkern) und Lastverluste (Wicklungen) entstehen.

SGB-SMIT bietet unterschiedliche Verlustvarianten von normalen bis zu stark reduzierten Werten.



Prinzipdiagramm Eigenverbrauch als Funktion der Belastung

Höheren Anschaffungskosten infolge größeren Aufwands für Kernbleche und Wicklungsmaterialien stehen niedrigere Betriebskosten gegenüber.

Relativ einfach lässt sich die Bewertung der Leerlaufverluste durchführen, da diese in konstanter Höhe während der gesamten Betriebsdauer von 8.760 Stunden/Jahr anfallen. Etwas schwieriger gestaltet sich die Bewertung der Lastverluste, die quadratisch mit der Belastung fallen oder steigen

Der Einsatz von Transformatoren mit verminderten Leerlaufverlusten lohnt sich auch deshalb, weil damit eine Senkung der Geräuschemission verbunden ist.

Geräusche

Neben der Wahl der Induktion und des Kernmaterials wirkt sich die bei der SGB-SMIT eingesetzte Art der Verzapfung von Schenkeln und Jochen im „step-lap“ Verfahren günstig auf das Geräuschverhalten wie auch auf die Verluste der Transformatoren aus.

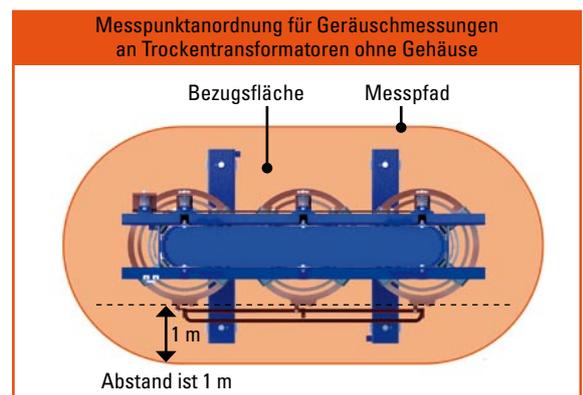
Elektronische Schaltelemente verursachen Oberwellen, die im Betrieb zu erheblich höheren Geräuschen führen können. Dies lässt sich durch eine Absenkung der Induktion verringern.

Als Geräuschkennwerte für Gießharztransformatoren im AN-Betrieb ohne Gehäuse kommen in der Praxis in Frage:

- A – bewerteter Schalldruckpegel L_{pA} in dB
- A – bewerteter Schalleistungspegel L_{WA} in dB
- und zugehöriges Messflächenmaß L_s in dB.

Die Definition dieser Werte und die Art, wie die Geräuschmessung durchzuführen ist, ist in DIN EN 60076-10 festgelegt. Wichtige Begriffe in diesem Zusammenhang sind:

- Bezugsfläche (aus Fadenmaß, welches die Abstrahlfläche umschließt)
 - Länge des Messpfades p_m in m
 - Messflächeninhalt S in m^2
- (Siehe hierzu die nebenstehende obere Skizze)



Da bei Trockentransformatoren nicht wie bei ölgefüllten Transformatoren mit ihren berührungssicheren Kesseln in 0,3 m Abstand vom Kessel gemessen werden kann, wird aus Sicherheitsgründen bei Gießharztransformatoren die Messung in 1 m Abstand von der Bezugsfläche durchgeführt.

Folgender Zusammenhang von L_{WA} und L_{pA} mit L_s ist in DIN EN 60076-10 festgelegt:

$$L_{WA} = L_{pA} + L_s$$

$$L_s = 10 \lg S : S_0 \text{ dB}$$

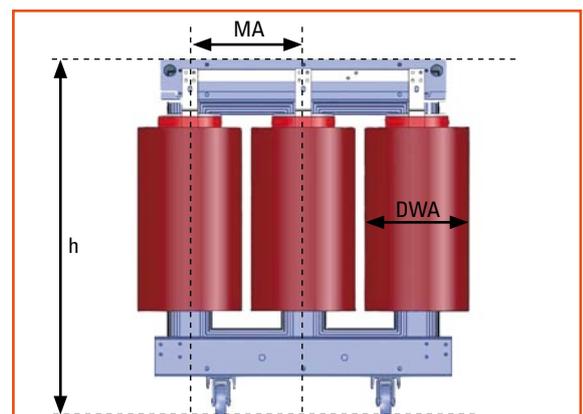
$$S = 1,25 h \times p_m \text{ und } S_0 = 1 \text{ m}^2$$

$$p_m = 4 MA + (DWA + 2) \pi$$

$$MA = \text{Mittenabstand in m}$$

$$DWA = \text{Wicklungsaußendurchmesser in m}$$

$$h = \text{Kernhöhe in m}$$



Überlastbarkeit

Durch den Einsatz von Kühlkanälen und glasfaserverstärkten Wicklungen sind unsere Transformatoren besonders für hohe kurzzeitige Überlastungen geeignet – eine besonders wichtige Eigenschaft beim Einsatz mit stark schwankender Last (Antrieben, Wind oder Solaranlagen).

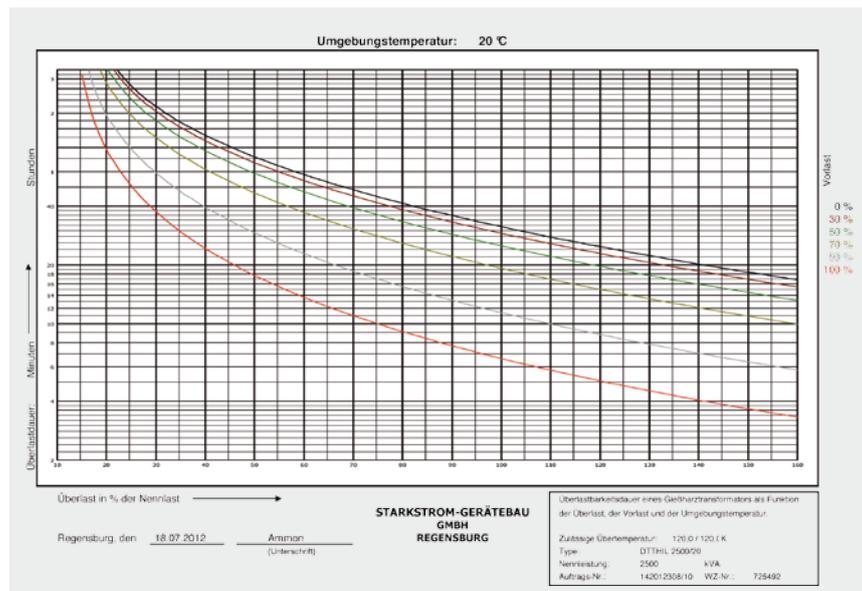
Die IEC Norm schreibt vor, dass ein Transformator mit Isolationsklasse F eine kurzzeitige Temperatur von 180°C ohne sofortige Schäden überstehen muss. Unsere Wahl der Nennansprechtemperatur geht von der zulässigen Erwärmung in der US-Wicklung aus. Sie beträgt einschließlich der Heißpunktrate an der Messstelle je nach Wicklungserwärmung 120°C - 150°C, bezogen auf die nach VDE 0532, Teil 6 vorgeschriebene maximale Kühlmitteltemperatur von 40°C.

Liegen im praktischen Betrieb die Belastung unter der Nennleistung und die Kühlmitteltemperatur unter 40°C, so ergeben sich hieraus Wicklungstemperaturen unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Dieser Bereich kann für Überlastungen bis zum Erreichen der festgelegten Ansprechtemperatur der Thermistoren ausgenutzt werden. Die Höhe und Zeitdauer der Überlastung werden durch die vorangegangene Vorlast, die tatsächliche Umgebungstemperatur und die Wicklungszeitkonstante bestimmt. Diesen Zusammenhang zeigt das Diagramm für einen 2.500 kVA Gießharztransformator, ausgehend von einer Kühlmitteltemperatur von 20°C und verschiedenen Dauer-Vorlasten. Hieraus folgt, dass der Transformator bei einer 100%-igen Dauer-Vorlast noch ca. 40 Minuten mit 130 % seiner Nennleistung bis zum Ansprechen des Temperaturüberwachungssystems betrieben werden kann.

Da der Parameter „Wicklungszeitkonstante“ sehr stark von den geforderten technischen Daten und der konstruktiven Ausführung abhängt, lassen sich keine allgemeingültigen Überlastungsdiagramme anzeigen. Auf Wunsch erstellen wir solche mit unseren Berechnungsprogrammen, wobei alle auslegungsspezifischen Parameter berücksichtigt sind.

Wir haben die Überlastbarkeit bewusst nur für die Auslösetemperatur der Temperaturüberwachung aufgezeigt. Dadurch nutzen wir einen über die Grenztemperatur hinausgehenden Bereich nicht aus.

Und es gibt noch Reserven...



Elektronische Schaltelemente

Heute werden nicht nur große Verbraucher, sondern nahezu alle Verbraucher, insbesondere Antriebe jeder Größe, gesteuert betrieben. Hinzu kommt, dass der Einsatz von elektronischen Schaltelementen auch zu einer hohen Oberwellenbelastung in den speisenden Netzen geführt hat.

Bei der Auslegung unserer Transformatoren berücksichtigen wir:

- **Spannungsoberwellen beeinflussen die Induktion und erhöhen Leerlaufverluste, Geräusche und Erwärmung.**
- **Stromoberwellen erhöhen insbesondere die Streuverluste in den Wicklungen.**
- **Hohe Spannungsanstiege und hochfrequente Pulse belasten die Isolationen.**
- **Hohe Lastschwankungen belasten die Wicklungen, Kern und Haltekonstruktion, sowohl mechanisch als auch thermisch.**

Kundenangaben, insbesondere zu den Oberwellen, ermöglichen SGB-SMIT eine Anpassung an die Anwendung.

SGB-SMIT Gießharztransformatoren sind besonders gut für hohe Kurzzeitüberlastungen und Stromrichterbetrieb geeignet. Durch den Verguss können sich die Windungen bei Laststößen nicht verschieben – die niedrige Stromdichte und Induktion sowie die hohe Temperaturklasse sind dabei wichtige Argumente.

Nach Kundenanforderungen bauen wir Transformatoren auch in Mehrwicklungsausführung. Zu beachten ist dabei nicht nur, dass der Transformator für den Betrieb geeignet ist, sondern dass Leistung und Impedanz entsprechend den Netzanschlussbedingungen ausgelegt werden.



Temperaturüberwachung

Die Temperaturüberwachung mittels PTC (Widerstände deren Widerstandswert sich bei Erreichen der Ansprechtemperatur rasch ändert) wird generell für jeden Gießharztransformator vorgesehen. Da die US- und OS-Wicklungen im thermischen Gleichgewicht zueinander stehen, sind die Thermistoren aus Isolationsgründen an der US-Wicklung angebracht. Sie schützen vor allem die vakuumvergossenen Hochspannungswicklungen gegen unzulässig hohe Temperaturen, die bei Überlastung, unzureichender Kühlung und hoher Umgebungswärme vorkommen können. Auf Kundenwunsch sind auch PT100 sowie eine Kernüberwachung mittels PT100 oder PTC möglich. Eine berührungslose Temperaturüberwachung ist ebenfalls erhältlich.

In der Regel werden zwei Systeme eingebaut:

- **Trip**

Dieses System meldet die Überschreitung der Temperatur, die dem normalen Lebensdauerverbrauch zugrunde liegt, d.h. Dauernennlast bei 20°C Kühlmitteltemperatur. Es soll den Betreiber warnen und zu Entlastungsmaßnahmen anregen.

- **Alarm**

Dieses zweite System ist auf die Grenztemperatur der deklarierten Temperaturklasse abgestimmt. Hier muss der Transformator abgeschaltet werden. Betrieb bei überhöhter Temperatur führt zu einer Verkürzung der Lebensdauer. Die Leitungen der drei Widerstände sind in Reihe auf eine Klemmleiste geführt. Von hier aus erfolgt eine Zweileiterverbindung zum Auslösegerät, welches zum freien Einbau in die Schaltanlage lose mitgeliefert wird.

Auswertegerät	TS-01 / TS-02	Tec119 / Tec154	TR250	TR600	TR800
AC	24/40 - 270 V	24 - 240 V	24 - 240 V	24 - 60 V / 90 - 240 V	24 - 240 V
DC	40/24 - 240 V	24 - 240 V	24 - 240 V	24 - 60 V / 90 - 240 V	24 - 240 V
PT100	0 / 1	0 / 4	3	6	8
PTC	2 Ketten	3 Ketten ¹⁾ / 0	3 Ketten	nein	8
Lüftersteuerung	nein / ja	ja	ja	ja	ja
Alarm	Wechsler	Wechsler	Wechsler	Wechsler	Wechsler
Trip	Wechsler	Wechsler	Wechsler	nein	Wechsler
Fehler	nein / Wechsler	Wechsler	Wechsler	nein	Wechsler
LED-Anzeige für	Alarm, Trip, Spannungsversorgung, Lüfter (TS-02)	Alarm, Trip, Spannungsversorgung, Lüfter	Trip, Sensorfehler	Trip, Sensorfehler	Alarm, Trip, Spannungsversorgung, Lüfter
Sensorüberwachung	nein / ja	ja	ja	ja	ja
Kontakte	6 A; 230 VAC	5 A; 250 VAC	5 A; 400 VAC 330 VDC	AC: 415 V x 5 A DC: 24 V x 48 W	AC 250 V x 8 A
Umgebungstemp.	-10°C bis +50 °C	-20°C bis +60 °C	-20°C bis +65°C	-20°C bis +65°C	-20°C bis +65°C
Digitalanzeige	nein / ja	nein / ja	nein	ja	ja
Programmierbar	nein / nur Lüfter	ja ²⁾ / ja	ja	ja	ja
RS232 / RS485	nein	nein	nein	RS485	RS485 und Web
Analog [mA]	nein	nein	nein	nein (möglich TR400)	nein
Besonderheit		3 Ketten je 1 bis 6 Kaltleiter	Motorentrafo- überwachung 2 - 3 Punkt Regler	Sehr flexible Zuord- nung der Eingänge zu Ausgangssignalen	Zugang über Internet

¹⁾ je 1 bis 6 Kaltleiter --> für Doppelstock-Trafo geeignet

²⁾ nur Lüftersteuerung

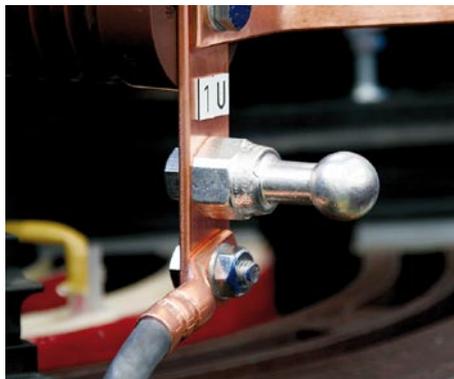
Zubehör und Optionen

Transformator-Ausrüstung

Zusätzlich zu den grundsätzlichen Bestandteilen – Kern, Wicklungen und mechanischer Halterahmen – wird häufig eine Zusatzausrüstung benötigt, um den Transformator in die jeweilige elektrische Anlage zu integrieren.

Wir bieten folgende Möglichkeiten an:

- Rollen-Fahrwerk
- Feststellvorrichtung
- Trafolager
- Kugelfestpunkte
- Erdungsschalter, Erdungsgarnitur
- Lüfter (Leistungssteigerung bis zu 40%)
- Berührungslose Temperaturmessung
- Vibrationsdämpfung durch Matte oder Schwingungsdämpfer
- Vibrationsfeste Ausführung
- Erdbebensichere Ausführung
- Schirmwicklung
- Umschaltbarkeit Oberspannung
- PTC / PT100 Messfühler
- Zeigerthermometer
- Vormagnetisierungseinheit
- Stromwandler (OS oder NS)
- Sonderprüfungen (z.B. Entflammbarkeit)
- E2/C2-Prüfungen in eigenen Prüfkammern



Kugelfestpunkt



PTC/PT100 Messfühler



Lüfter



Berührungslose Temperaturmessung

Gehäuse

Von ihrer Bauart her sind Gießharztransformatoren nicht berührungssicher. Bei zugänglicher Aufstellung sind deshalb Schutzeinrichtungen und/oder -gehäuse erforderlich, deren Schutzgrad nach DIN 40 050 und DIN 57 101 / VDD 101 ausgewählt werden kann.

SGB-SMIT Gehäuse:

- Schutzklasse IP20 bis IP44 erhältlich
- Ausführung der Kühlung von AN (konvektionsgekühlt) über AF (lüftergekühlt) bis AFWF (Luft-Wasser-Kühlung)
- Kostengünstige Normgehäuse mit verschiedenen Ausstattungsmöglichkeiten.
- Einfache Montage vor Ort durch vormontierte Anlieferung.
- Für Innenraumaufstellungen bieten wir IP23 und für Freiluftaufstellung IP33 an.
- Ausrüstung mit Dachkühlern möglich
- Standardlackierung RAL 7032 bzw. 7035. Weitere Lackierungen auf Anfrage
- Für den Kabelanschluss von unten sind Einführungsplatten und Halteeisen vorgesehen.
- Kabelanschluss von oben erfolgt über geteilte Gehäusedecke.

Die Gehäuse besitzen zur Abführung der Transformatorverlustleistung entsprechende Lufteintritts- und Luftauslassöffnungen für natürliche bzw. erzwungene Luftkühlung. Am Aufstellungsort muss dafür gesorgt sein, dass die erforderliche Kühlluft freien Zu- und Abgang hat.

Günstige Standardgehäuse:

- 3 Größen
- Schutzart IP 21
- Geeignet für Bodenaufstellung
- Mit integrierter NIEDAX Kabelbefestigung
- Anlieferung fertig montiert oder als Baukasten zur Selbstmontage
- Herstellung der Gehäusekomponenten aus verzinktem Blech

Typ	Länge	Breite	Höhe	Gewicht	bis
SGB 1	1.700 mm	1.100 mm	1.700 mm	ca. 150 kg	800 kVA/20 kV
SGB 2	2.200 mm	1.200 mm	2.200 mm	ca. 215 kg	1.600 kVA/20 kV
SGB 3	2.700 mm	1.500 mm	2.400 mm	ca. 300 kg	2.500 kVA/20 kV

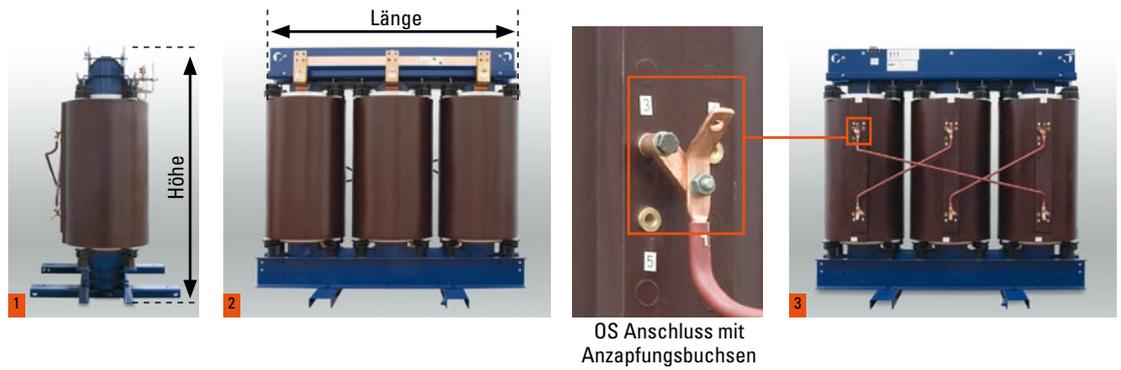
Weitere Gehäuse auf Anfrage.

Sonderbauformen für Gehäuse:

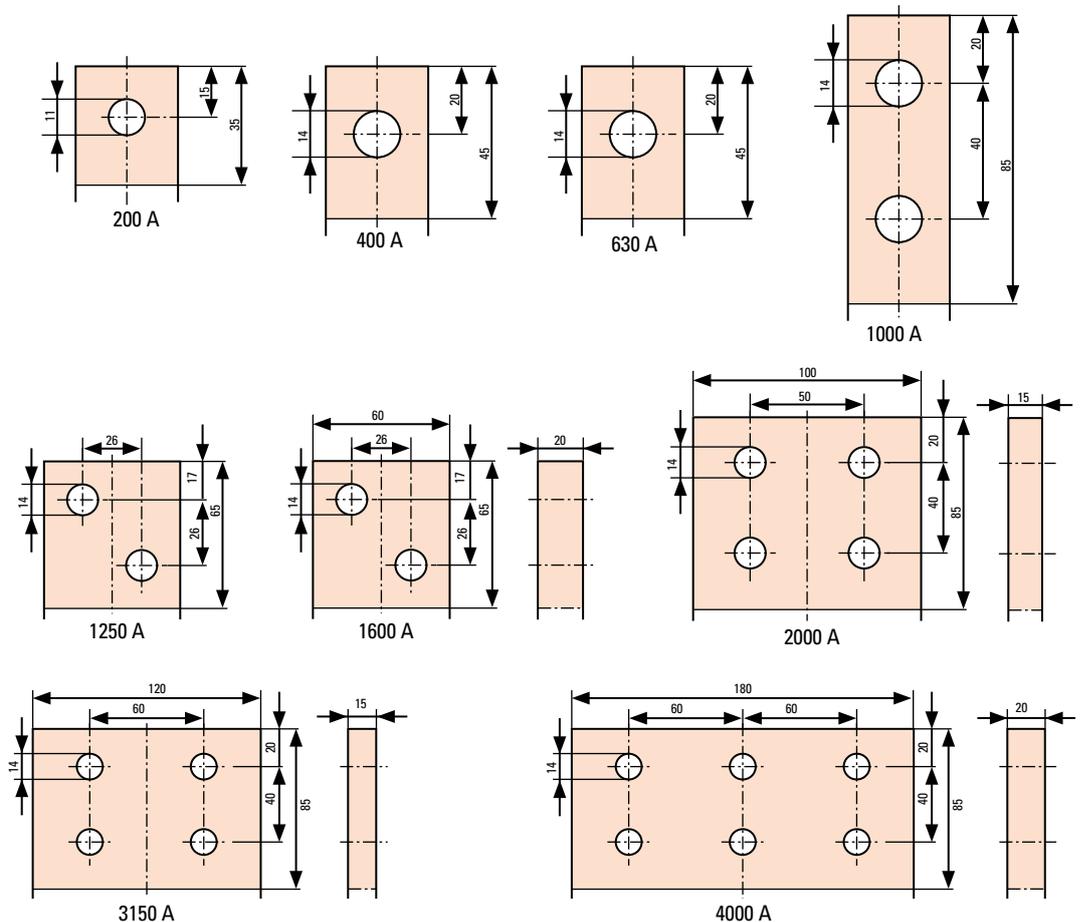


Elektrische Anschlüsse

- Oberspannungs- und Unterspannungsanschlüsse liegen standardmäßig einander gegenüber auf den Längsseiten des Transformators. (Abb. 1)
- Die Unterspannungsanschlussschienen, einschließlich des Sternpunktes, sind nach oben herausgeführt. (Abb. 2)
- Die OS-Anschlusspunkte sind mechanisch und elektrisch integriert in die OS-Gießharzspule, zusammen mit den Anzapfungslaschen zur Spannungsumstellung. (Abb. 3)



US-Anschlussstücke verbohrt nach DIN 46206 (Abb. 2)



Auswahltable Reihe 10 ($U_m = 12 \text{ kV}$)

DTTH (EN 50541-1, Bk/Co); DTTHL (EN 50541-1, Bk/B0), DTTHN (EN 50541-1, Ak/A0)

DTTHM: Sonderausführung mit besonders geringem L_{WA}

DTTHIL: besonders reduzierte Verluste

Leistung kVA	Typ	OS - US kV	P_0 W	P_k 120°C W	U_k %	L_{WA} dB (A)	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Ges. Gew. kg
100	DTTHL	10 - 0,4	330	2000	4	51	920	670	1050	550
160	DTTHL	10 - 0,4	450	2700	4	54	1100	670	1100	850
250	DTTHL	10 - 0,4	610	3500	4	57	1140	670	1200	1050
250	DTTHM	10 - 0,4	500	3500	4	52	1160	670	1150	1200
400	DTTH	10 - 0,4	1150	4900	4	68	1300	820	1400	1200
400	DTTHL	10 - 0,4	880	4900	4	60	1300	820	1400	1400
400	DTTHM	10 - 0,4	700	4900	4	54	1400	820	1400	1700
400	DTTHYL	10 - 0,4	880	4900	6	60	1350	820	1400	1300
630	DTTH	10 - 0,4	1500	7300	4	70	1450	820	1500	1750
630	DTTHL	10 - 0,4	1150	7300	4	62	1400	820	1500	2000
630	DTTHM	10 - 0,4	950	7300	4	53	1450	820	1600	2000
630	DTTHN	10 - 0,4	1000	6700	4	62	1400	820	1800	2000
630	DTTHYL	10 - 0,4	1150	7300	6	62	1520	820	1440	1800
800	DTTH	10 - 0,4	1800	9000	6	71	1600	820	1450	1900
800	DTTHL	10 - 0,4	1300	9000	6	65	1600	820	1500	2000
800	DTTHN	10 - 0,4	1100	8000	6	64	1560	820	1980	2500
800	DTTHIL	10 - 0,4	1350	5700	6	61	1640	820	1700	2600
1000	DTTH	10 - 0,4	2100	10000	6	73	1600	980	1600	2150
1000	DTTHL	10 - 0,4	1500	10000	6	67	1660	980	1760	2300
1000	DTTHN	10 - 0,4	1300	9000	6	65	1700	980	1950	3100
1000	DTTHIL	10 - 0,4	1550	6800	6	63	1750	980	1850	3200
1250	DTTH	10 - 0,4	2500	12000	6	75	1740	980	1760	2700
1250	DTTHL	10 - 0,4	1800	12000	6	69	1780	980	1850	3100
1250	DTTHN	10 - 0,4	1500	11000	6	67	1800	980	2050	3700
1250	DTTHIL	10 - 0,4	1850	8700	6	64	1800	980	2050	3650
1600	DTTH	10 - 0,4	2800	14500	6	76	1750	980	2050	3250
1600	DTTHL	10 - 0,4	2200	14500	6	71	1820	980	2000	3750
1600	DTTHN	10 - 0,4	1800	13000	6	68	1900	980	2050	4350
1600	DTTHIL	10 - 0,4	2250	10000	6	65	1950	980	2150	4600
2000	DTTH	10 - 0,4	3600	18000	6	78	2040	1270	2100	4300
2000	DTTHL	10 - 0,4	2600	18000	6	71	1900	1270	2200	4400
2000	DTTHN	10 - 0,4	2200	15500	6	70	2000	1270	2100	5000
2000	DTTHIL	10 - 0,4	2800	13300	6	67	1960	1270	2200	4800
2500	DTTH	10 - 0,4	4300	21000	6	81	2100	1270	2200	4900
2500	DTTHL	10 - 0,4	3200	21000	6	75	2100	1270	2240	5600
2500	DTTHN	10 - 0,4	2600	18500	6	71	2050	1270	2350	5500
2500	DTTHIL	10 - 0,4	3150	17000	6	68	2100	1270	2200	5900
3150	DTTH	10 - 0,4	5300	26000	6	83	2250	1270	2250	5800
3150	DTTHL	10 - 0,4	3800	26000	6	77	2250	1270	2350	6600
3150	DTTHN	10 - 0,4	3150	22000	6	74	2250	1270	2500	7600
4000	DTTHIL	10 - 0,69	6500	30000	8	74	2550	1270	2350	7400
4000	DTTHIL	10 - 6,0	5500	22000	8	74	2700	1270	2650	7800
5000	DTTHIL	10 - 0,69	8000	26500	8	76	2700	1270	2550	10500
5000	DTTHIL	10 - 6,0	6500	25500	7	77	2700	1705	2450	11500
6300	DTTHIL	10 - 6,0	9000	30500	7	78	3000	1705	2600	13000
8000	DTTHIL	10 - 6,0	12000	33500	7	81	3100	1705	2750	16500
10000	DTTH	10 - 6,0	14000	50500	10	84	3450	1705	2500	18400

Auswahltabelle Reihe 20 ($U_m = 24 \text{ kV}$)

DTTH (EN 50541-1, Bk/Co); DTTHL (EN 50541-1, Bk/Bo), DTTHN (EN 50541-1, Ak/A0)

DTTHM: Sonderausführung mit besonders geringem L_{WA}

DTTHIL: besonders reduzierte Verluste

Leistung kVA	Typ	OS - US kV	P_0 W	P_k 120°C W	U_k %	L_{WA} dB (A)	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Ges. Gew. kg
100	DTTHL	20 - 0,4	340	2050	6	51	1280	670	1350	800
160	DTTHL	20 - 0,4	480	2900	6	54	1150	670	1250	850
250	DTTHL	20 - 0,4	650	3800	6	57	1340	670	1300	1100
250	DTTHM	20 - 0,4	530	3800	6	49	1400	670	120	1150
400	DTTH	20 - 0,4	1200	5500	6	68	1500	820	1460	1350
400	DTTHL	20 - 0,4	940	5500	6	60	1500	820	1500	1400
400	DTTHM	20 - 0,4	770	5500	6	52	1550	820	1460	1800
400	DTTHXL	20 - 0,4	1100	4900	4	68	1450	820	1480	1500
630	DTTH	20 - 0,4	1650	7600	6	70	1600	820	1550	1750
630	DTTHL	20 - 0,4	1250	7600	6	62	1600	820	1650	2100
630	DTTHM	20 - 0,4	1000	7600	6	56	1600	820	1700	2350
630	DTTHN	20 - 0,4	1100	7100	6	62	1620	820	1750	2150
630	DTTHXL	20 - 0,4	1600	6900	4	70	1500	820	1600	2350
800	DTTH	20 - 0,4	2000	9400	6	72	1600	820	1750	2100
800	DTTHL	20 - 0,4	1500	9400	6	64	1660	820	1660	2250
800	DTTHN	20 - 0,4	1300	8000	6	64	1720	820	1850	2700
800	DTTHIL	20 - 0,4	1450	5900	6	62	1820	820	1660	2700
1000	DTTH	20 - 0,4	2300	11000	6	73	1700	980	1840	2400
1000	DTTHL	20 - 0,4	1800	11000	6	65	1800	980	1850	2650
1000	DTTHN	20 - 0,4	1550	9000	6	65	1800	980	2000	3100
1000	DTTHIL	20 - 0,4	1700	7200	6	62	1840	980	2000	3350
1250	DTTH	20 - 0,4	2800	13000	6	75	1850	980	1900	3000
1250	DTTHL	20 - 0,4	2100	13000	6	67	1900	980	2100	3500
1250	DTTHN	20 - 0,4	1800	11000	6	67	1900	980	2100	3700
1250	DTTHIL	20 - 0,4	2200	8650	6	53	1900	980	1950	3700
1600	DTTH	20 - 0,4	3100	16000	6	76	1940	980	2100	3600
1600	DTTHL	20 - 0,4	2400	16000	6	68	1900	980	2200	4100
1600	DTTHN	20 - 0,4	2200	13000	6	68	2000	980	2100	4350
1600	DTTHIL	20 - 0,4	2450	10450	6	65	1960	980	2200	4600
2000	DTTH	20 - 0,4	4000	19500	6	78	2100	1270	2200	4300
2000	DTTHL	20 - 0,4	3000	18000	6	73	2100	1270	2250	4800
2000	DTTHN	20 - 0,4	2600	16000	6	70	2100	1270	2250	4900
2000	DTTHIL	20 - 0,4	3000	13500	6	68	2100	1270	2250	5400
2500	DTTH	20 - 0,4	5000	23000	6	81	2250	1270	2300	5400
2500	DTTHL	20 - 0,4	3600	23000	6	71	2200	1270	2300	6100
2500	DTTHN	20 - 0,4	3100	19000	6	71	2100	1270	2350	5700
2500	DTTHIL	20 - 0,4	3700	16300	6	68	2200	1270	2300	6350
3150	DTTH	20 - 0,4	6000	28000	6	83	2300	1270	2400	6400
3150	DTTHL	20 - 0,4	4300	28000	6	74	2450	1270	2450	7200
3150	DTTHN	20 - 0,4	3800	22000	6	74	2350	1270	2550	8200
4000	DTTHIL	20 - 0,69	7200	22500	6	74	2500	1270	2500	8500
5000	DTTHIL	20 - 0,69	8000	25000	7	76	2700	1270	2550	10500
6300	DTTHIL	20 - 6,0	9000	30500	7	78	3000	1705	2600	13000
8000	DTTHIL	20 - 6,0	12000	33500	7	81	3100	1705	2750	16500
10000	DTTHIL	20 - 6,0	14000	41500	7	84	3200	2050	2800	18000

Auswahltablette Reihe 30 ($U_m = 36 \text{ kV}$)

DTTH (EN 50541-1, Ck/Co); DTTHL (EN 50541-1, Bk/B0), DTTHN (EN 50541-1, Bk/A0)

DTTHM: Sonderausführung mit besonders geringem L_{WA}

DTTHIL: besonders reduzierte Verluste

Leistung kVA	Typ	OS - US kV	P_0 W	P_k 120°C W	U_k %	L_{WA} dB (A)	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Ges. Gew. kg
630	DTTH	30 - 0,4	2200	8000	6	71	1850	670	2050	2350
630	DTTHL	30 - 0,4	1600	7500	6	68	1900	670	2050	2550
630	DTTHN	30 - 0,4	1400	7500	6	63	1850	670	2050	2750
630	DTTHIL	30 - 0,4	1400	7000	6	63	1850	670	2050	2800
800	DTTH	30 - 0,4	2700	9600	6	72	1900	820	2050	2500
800	DTTHL	30 - 0,4	1900	9000	6	69	1900	820	2050	2650
800	DTTHN	30 - 0,4	1650	9000	6	64	1850	820	2050	2900
800	DTTHIL	30 - 0,4	1650	8400	6	64	1850	820	2050	3000
1000	DTTH	30 - 0,4	3100	11500	6	73	2050	980	2050	2950
1000	DTTHL	30 - 0,4	2250	11000	6	70	2050	980	2150	3150
1000	DTTHN	30 - 0,4	1900	11000	6	65	2000	820	2200	3600
1000	DTTHIL	30 - 0,4	1900	10000	6	65	2000	820	2200	3700
1250	DTTH	30 - 0,4	3600	14000	6	75	2150	980	2100	3500
1250	DTTHL	30 - 0,4	2600	13000	6	72	2050	980	2300	3850
1250	DTTHN	30 - 0,4	2200	13000	6	67	2150	980	2300	4250
1250	DTTHIL	30 - 0,4	2200	12000	6	67	2100	980	2300	4350
1600	DTTH	30 - 0,4	4200	17000	6	76	2200	980	2300	4200
1600	DTTHL	30 - 0,4	3000	16000	6	73	2200	980	2350	4850
1600	DTTHN	30 - 0,4	2550	16000	6	68	2250	980	2450	5100
1600	DTTHIL	30 - 0,4	2550	14000	6	68	2300	980	2450	5250
2000	DTTH	30 - 0,4	5000	21000	6	78	2350	1270	2400	5000
2000	DTTHL	30 - 0,4	3500	19500	6	74	2400	1270	2400	6200
2000	DTTHN	30 - 0,4	3000	18500	6	72	2400	1270	2550	7700
2000	DTTHIL	30 - 0,4	3000	17000	6	72	2450	1270	2550	7800
2500	DTTH	30 - 0,4	5800	25000	6	81	2500	1270	2450	6100
2500	DTTHL	30 - 0,4	4200	22500	6	78	2500	1270	2500	7500
2500	DTTHN	30 - 0,4	3500	22500	6	73	2550	1270	2650	9150
2500	DTTHIL	30 - 0,4	3500	20000	6	73	2550	1270	2650	9300
3150	DTTH	30 - 0,4	6700	30000	6	83	2650	1270	2650	7750
3150	DTTHL	30 - 0,4	5000	27500	6	81	2650	1270	2650	8850
3150	DTTHN	30 - 0,4	4100	27500	6	76	2700	1270	2700	10900
3150	DTTHIL	30 - 0,4	4100	25000	6	76	2700	1270	2700	11400
4000	DTTHIL	30 - 0,69	8000	28200	8	76	2750	1270	2700	8750
5000	DTTHIL	30 - 0,69	8500	32000	8	76	2900	1270	2350	11000
5000	DTTHIL	30 - 6,0	8500	30000	7	77	3000	1705	2650	12500
6300	DTTHIL	30 - 6,0	10000	30000	7	79	3100	1705	2800	15000
8000	DTTHIL	30 - 6,0	14500	37000	8	81	3320	1815	2630	13650
10000	DTTHIL	30 - 6,0	17500	49500	8	85	3540	1835	2700	19000

Für alle Tabellen der Seiten 21 - 23 gilt:

- Innenraumausführung E2; C2; F1 mit Anzapfungen $\pm 2 \times 2,5\%$, Schaltgruppe Dyn 5
- Abmessungen, Gewichte und Schallpegel sind Richtwerte.
- Angegebene Schallpegel gelten für AN-Betriebe ohne Gehäuse.
- Blitzstoßspannungen gemäß IEC 60 076.
- Schalldruckpegel Messabstand 1 m $\{ L_p(A) \text{ in } [dB(A)] \}$

Abweichende Leistungen, Schaltgruppen sowie abweichende Prüfpegel auf Anfrage.

Details zu allgemeinen Planungshinweisen, Aufstellungsbedingungen oder Anschlüssen im Internet unter:
www.sgb-smit.com/de/produkte/giessharztransformatoren.html

Partners in Power

STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH

Ohmstraße 10 • D-93055 Regensburg

Telefon: +49 / 941 / 7841-0

Telefax: +49 / 941 / 7841-439

E-Mail: sgb@sgb-trafo.de

www.sgb-trafo.de

Ein Unternehmen der **SGB-SMIT Gruppe**:

STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH

Regensburg | Deutschland | Telefon: +49 / 941 / 7841-0

SÄCHSISCH-BAYERISCHE STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH

Neumark | Deutschland | Telefon: +49 / 37600 / 83-0

SMIT TRANSFORMATOREN B.V.

Nijmegen | Niederlande | Telefon: +31 / 24 / 3568-911

SMIT TRANSFORMATOR SERVICE

Nijmegen | Niederlande | Telefon: +31 / 24 / 3568-626

SMIT TRANSFORMER SALES INC.

Summerville, SC | USA | Telefon: +1 / 843 / 871-3434

SGB-SMIT USA INC.

Golden, CO | USA | Telefon: +1 / 720 / 897-70 90

OTC SERVICES INC.

Louisville, OH | USA | Telefon: +1 / 330 / 871-24 44

AM SGB-SMIT SDN. BHD.

Nilai | Malaysia | Telefon: +60 / 6 / 799 4014

www.sgb-smit.com



Partners in Power

