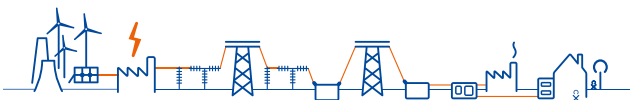
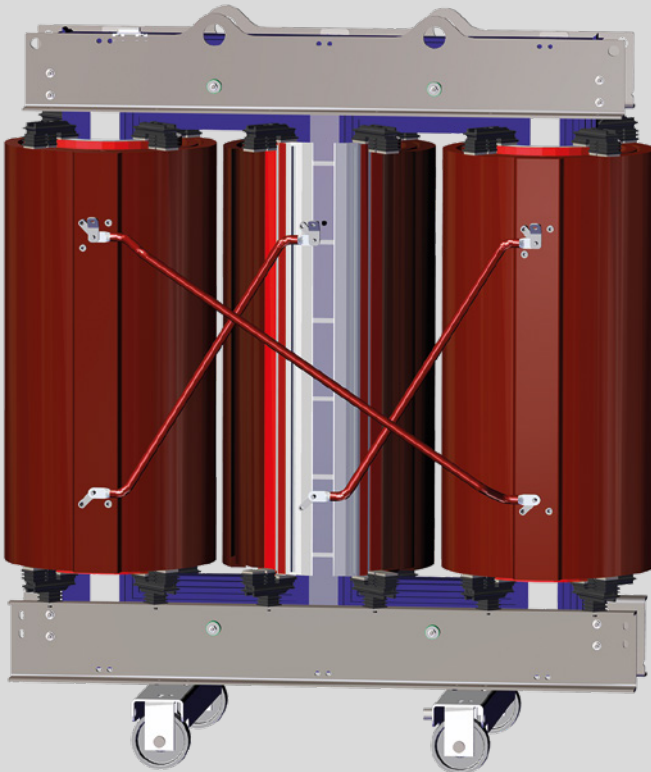


# PLANUNGSLEITFADEN FÜR GIESSHARZTRANSFORMATOREN



# INHALT

<b>1. VERLÄSSLICHE QUALITÄT</b>	4
1.1. Einzigartiges Design der SGB-SMIT Lagenwicklung	4
1.2. Jahrzehntelange Erfahrung	4
1.3. Einsatzgebiete	5
1.4. Anwendungsgebiete	6
<b>2. TECHNISCHE INFORMATIONEN</b>	7
2.1. Allgemeine technische Daten	7
2.2. Aufbau Transformator	8-9
2.3. Zubehörübersicht	10
<b>3. GEHÄUSE</b>	11
3.1. Standardgehäuse	12-13
3.2. Projektgehäuse	14
<b>4. SONDERAUSFÜHRUNGEN</b>	15
4.1. Safe System	15-17
4.2. Jet System	18-19
4.3. Weitere Ausführungen	20-21
<b>5. PLANUNGSINFORMATIONEN</b>	22
5.1. Normen und Vorschriften	22
5.2. Aufstellbedingungen	23
5.3. Mindestabstände	24
5.4. Umgebungsbedingungen	25
5.5. Brandverhalten	26
5.6. Seismik	27
5.7. Kühlmethode	28-30
5.8. Fahrwerkskonfigurationen	31-32
<b>6. SICHERHEITSEINRICHTUNGEN</b>	33
6.1. Erdung	33
6.2. Temperaturüberwachung	34
6.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	35
6.4. Geräusche	36
<b>7. TRANSPORT</b>	37
7.1. Anhebevorrichtungen am Transformator	37
7.2. Anforderungen an LKW	38
7.3. Verlademöglichkeiten für Transformatoren	38
7.4. Befestigung des Transformators auf dem LKW	38
<b>8. QUALITÄTSSICHERUNG</b>	39-40
<b>9. CHECKLISTE PLANUNG</b>	41
<b>10. ZERTIFIZIERUNGEN</b>	42

# SGB-SMIT AUF EINEN BLICK

# 1913



## HISTORIE

... stetig wachsender  
Expertise

# 3.200



## MITARBEITER

... sind der Schlüssel  
unseres Erfolgs

# 14



## STANDORTE

Wir sind einer der weltweit führenden  
Hersteller von Leistungstransformatoren



## BEREIT FÜR IHREN MARKT

Die SGB-SMIT Gruppe fertigt Transformatoren für den weltweiten Einsatz. Vertriebs- und Servicestützpunkte auf allen Kontinenten sorgen für ideale Abläufe.

Unsere Produkte erfüllen Anforderungen nach den jeweiligen landesspezifisch geltenden Standards.



## PRODUKTE

- Großtransformatoren
- Mittelleistungstransformatoren
- Große flüssigkeitsgekühlte Verteiltransformatoren
- Flüssigkeitsgekühlte Verteiltransformatoren
- Trockentransformatoren
  - Gießharztransformatoren
  - VPI-Transformatoren
- Kompensationsdrosseln
- Reihendrosseln
- Phasenschieber
- Lahmeyer-Compactstationen

Transformatoren von 30 kVA bis einschließlich  
1.200 MVA im Spannungsbereich bis 765 kV.



## QUALITÄTSMANAGEMENT

Die SGB-SMIT Gruppe ist zertifiziert nach:

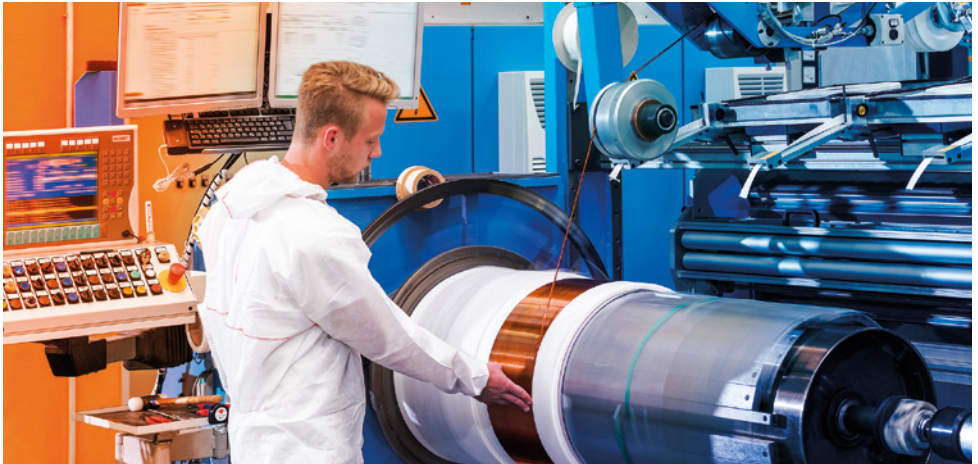
- DIN ISO 9001
- DIN ISO 14001
- DIN ISO 45001



## TECHNOLOGIEN

Technologien für konventionelle und  
erneuerbare Energien.

# 1. VERLÄSSLICHE QUALITÄT



## 1.1. EINZIGARTIGES DESIGN DER SGB-SMIT LAGENWICKLUNG

Die Lagenwicklung ist die elektrisch beste und zuverlässigste Technologie.

### Glasfaserverstärkte Lagenwicklung mit Reinharz vergossen

- Höchste mechanische Stabilität und Flexibilität
- Wesentlich robuster gegenüber thermischen Schwankungen wie z. B. Lastveränderung oder Änderung der Umgebungstemperaturen

### Doppellagenwicklung für linearen Abbau von Stossspannungsimpulsen

- Beispielsweise für Rückzündungen durch Leistungsschalter
- Lineare Verteilung von Spannungsimpulsen über die gesamte Wicklung
- Keine nennenswerten partiellen Spannungsüberhöhungen innerhalb der Wicklung
- Gleichmäßige Spannungsbeanspruchung

### Ausführung der Lagenwicklung mit einem oder mehreren Kühlkanälen

- Vergrößerung der Kühloberfläche
- Reduzierung von inneren mechanischen Spannungen
- Verbesserte Materialausnutzung
- Gleichmäßige Temperaturverteilung

## 1.2. JAHRZEHNTELANGE ERFAHRUNG

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

- Umfangreiche weltweite Betriebserfahrung inklusive internationaler Produktionsstätten
- Erstklassige internationale Referenzen in den unterschiedlichsten Branchen
- Umfassendes Know-how und langjährige Erfahrung bei Onshore und Offshore Windkraftanlagen
- Optimale Lösungen für alle Industrieenanwendungen – egal ob simples oder hochkomplexes Design
- Gehäusedesign ganz nach Ihren Bedürfnissen

## 1.3. EINSATZGEBIETE

SGB-SMIT Gießharztransformatoren bieten Lösungen für:

- Extreme Umweltbedingungen:
  - Sehr heiße Klimazonen, z. B. Wüstengebieten
  - Hohe Umgebungsbelastungen (Salz, Luftfeuchte, Gase)
  - Klimazonen mit extremen Niedrigtemperaturen (bis 50°C), z. B. Arktis, Sibirien
- Hohe Kurzzeit-Überlastforderung, z. B. bis zu 450% der Nennleistung
- Mittlere Langzeitbelastungen bis zu 140% der Nennleistung durch Einsatz von Lüfter
- Energienetze mit Anspruch auf hohe Verfügbarkeit
- Betrieb in oberwellenbelasteten Netzen
- Belastungen durch Schaltüberspannungen (Vakuum Leistungsschalter)
- Schalt- und Blitzstoßspannungen
- Hohe Anforderungen an mechanische Schwingungsbelastungen (Kran, Bagger, Erdbebengebiete, Schiffe)
- Aufstellhöhen bis 1.000 m und höher



### NEUE STANDARDS FÜR DEN KUNDENNUTZEN

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

## 1.4. ANWENDUNGSGEBIETE

SGB-SMIT Gießharztransformatoren stellen die geringsten Anforderungen an den Aufstellungsort.

### Automotive / Elektromobilität:

Schwerpunktstationen, Unterverteilungen und Infrastrukturprojekte.

### Bahn:

Gleichstromversorgung für U- und S-Bahnen.

### Batteriespeicher und Ladestationen:

„Split-Powerline“-Konzepte.

### Bergbau:

Unter- und Übertage Infrastruktur, Kran- und Baggerbetriebe.

### Chemie / Pharma:

Gleichrichter und Verteilanwendungen für Innen- und Außenaufstellungen.

### Kraftwerke / EVU:

„Power to“-Anwendungen.

### Marine:

Schiffsantriebe, sowie Landanschlüsse für Häfen.

### Metall- und Papierindustrie:

Walzantriebe und Pumpen.

### Öl und Gas:

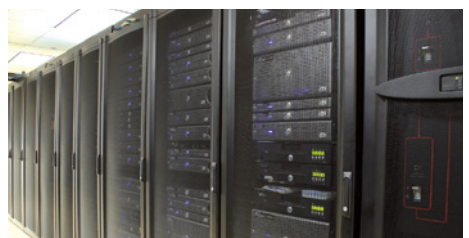
Raffinerien, Luftzerlegeranlagen und Öl- und Gasplattformen.

### Rechenzentren:

Serverhallen und Kühlung.

### Erneuerbare Industrie:

Onshore Wind, Offshore Wind, Photovoltaikanlagen



## 2. TECHNISCHE INFORMATIONEN

### 2.1. ALLGEMEINE TECHNISCHE DATEN

#### Allgemeines Einsatzspektrum

- Maximale Betriebsspannung:  $U_m = 1,1$  bis 40,5 kV
- Leistungsspektrum: 50 kVA bis 25 MVA  
(darüber hinaus auf Anfrage möglich)
- Mögliche Frequenzen: 16<sup>2/3</sup>; 50; 60 Hz  
(Abweichungen auf Anfrage möglich)
- Wicklungsmaterial: **Kupfer oder Aluminium**
- Variable Anzahl an Systemen: 2- bis x-Wickler in **konzentrischer oder Stockwerksausführung**
- Basierend auf einer Auswahl an grundlegenden Transformator designs können die Transformatoren effizient an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst oder erweitert werden.



#### Auswahltabelle Reihenspannung 12 kV

Leistung kVA	Typ	P <sub>0</sub> W	P <sub>k</sub> 120°C W	u <sub>k</sub> %	L <sub>w</sub> dB [A]	Länge* mm	Breite* mm	Höhe* mm	Gesamtgewicht* kg
400	DTTH1N	750	5500	4	60	1220	820	1770	1450
630	DTTH1N	1100	7600	4	62	1340	820	1950	2000
800	DTTH1N	1300	8000	4	64	1480	820	1980	2450
1000	DTTH1N	1550	9000	6	65	1670	980	1910	2950
1250	DTTH1N	1800	11000	6	67	1750	980	2120	3200
1600	DTTH1N	2200	13000	6	68	1870	980	2250	4250
2000	DTTH1N	2600	16000	6	70	1900	1270	2300	4550
2500	DTTH1N	3100	19000	6	71	2050	1270	2370	5500
3150	DTTH1N	3800	22000	6	74	2270	1270	2520	7450
3160	DTTH1N	PEI 99,348 %		6	70	2300	1270	2425	6000

#### Auswahltabelle Reihenspannung 24 kV

Leistung kVA	Typ	P <sub>0</sub> W	P <sub>k</sub> 120°C W	u <sub>k</sub> %	L <sub>w</sub> dB [A]	Länge* mm	Breite* mm	Höhe* mm	Gesamtgewicht* kg
400	DTTH1N	750	5500	6	60	1620	820	1830	2100
630	DTTH1N	1100	7600	6	62	1680	820	1990	2950
800	DTTH1N	1300	8000	6	64	1671	820	2000	2650
1000	DTTH1N	1550	9000	6	65	1800	980	2050	3450
1250	DTTH1N	1800	11000	6	67	1970	980	2150	5050
1600	DTTH1N	2200	13000	6	68	2000	980	2390	4750
2000	DTTH1N	2600	16000	6	70	2120	1270	2350	6275
2500	DTTH1N	3100	19000	6	71	2120	1270	2350	6275
3150	DTTH1N	3800	22000	6	74	2310	1270	2720	7770
3160	DTTH1N	PEI 99,348 %		6	71	2300	1270	2500	6450

Für die Tabellen gilt:

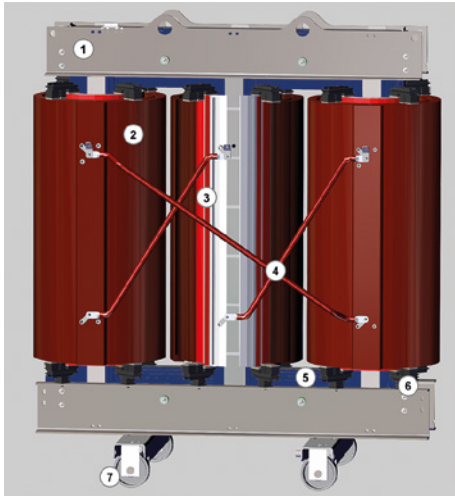
- Transformatoren in Ausführung nach IEC 60076-11
- Innenraumausführung E2; C2; F1 mit Anzapfungen standardmäßig  $\pm 2 \times 2,5\%$  (im spannungslosen Zustand umstellbar)
- Abmessungen und Gewichte sind Richtwerte
- Angegebene Schalleistungspegel gelten für AN-Betrieb ohne Gehäuse (im Leerlauf)

\* Richtwerte



## 2.2. AUFBAU TRANSFORMATOR

Betreiber aus aller Welt schätzen die außerordentliche Zuverlässigkeit von SGB-Gießharztransformatoren, denn sie erhalten ein höchstes Maß an Sicherheit. Gießharztransformatoren haben im Gegensatz zu Öltransformatoren keinen Kessel, das Aktivteil ist deswegen direkt sichtbar.



Schnittbild Transformator:

- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| 1 Presseisen             | 5 Kern         |
| 2 Oberspannungswicklung  | 6 Abstützklotz |
| 3 Unterspannungswicklung | 7 Fahrwerk     |
| 4 Schaltverbindung       |                |

Der Kern [5] zusammengehalten durch Presseisen [1] besteht aus gegeneinander isolierten kornorientierten, kaltgewalzten, weichmagnetischen Elektroblechen hoher Güte. Besonderes Merkmal der Gießharztransformatoren sind die Oberspannungswicklungen [2], welche ausgeführt als Lagenwicklung unter Vakuum vollständig in Gießharz eingegossen sind. Die Unterspannungswicklungen [3] werden meist in Form von Bandwicklungen ausgeführt.

### ABMESSUNGEN UND GEWICHT

Maßgeblich für die konkrete Ausführung der Gießharztransformatoren ist das Angebot bzw. die Auftragsdokumentation oder Auftragspezifikation. Die tatsächlichen Maße wie Breite, Höhe und Gewicht des Transformators sind natürlich speziell vom jeweiligen Kundenauftrag abhängig. Somit können die in der Auswahlliste aufgezeigten Transformatortypen mit ihren jeweiligen Abmessungen und Gewichten von Fall zu Fall abweichen. Maßbeschränkungen können im Design berücksichtigt werden und müssen im Angebotsstadium bekannt gegeben werden.



### OBERSPANNUNGSWICKLUNG

Die Oberspannungswicklung ist das Herzstück des Gießharztransformators. In der Doppellagenwicklung liegt das große technische Know-how von SGB-SMIT. Unsere Gießharztransformatoren heben sich hervor, weil die Drähte der Oberspannungswicklung komplett in einem geschlossenen Gießharzkörper mit glatter Oberfläche eingebettet sind. 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.



## UNTERSpannungSWICKLUNG

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

- Hohe Stromtragfähigkeit
- Ausgeglichene Temperaturverteilung in der Wicklung
- Hohe Kurzschlussfestigkeit

Ausnahmen gibt es aus technischen Gründen z. B. bei kleineren Leistungen unter 160 kVA und für höhere Systemspannungen ( $U_m > 7,2$  kV).



## KERN

Für die Berechnung von Kernen für Gießharztransformatoren sind Leerlaufverluste, Geräusche und Leerlaufstrom ganz wesentliche, in vielen Fällen entscheidende Qualitätsmerkmale.

Dem Engineering der Kernauslegung kommt eine besondere Rolle zu. Dazu gehören:

- Exakte geometrische Auslegung
- Festlegung von Materialeigenschaften des zu verwendenden Magnetbleches
- Konstruktive Maßnahmen zum Beherrschen von z. B. Vibrationen, Schräglagen und andere mechanischen Anforderungen

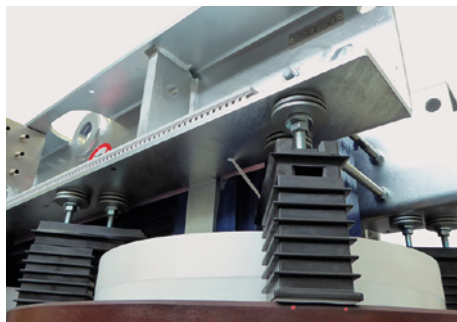
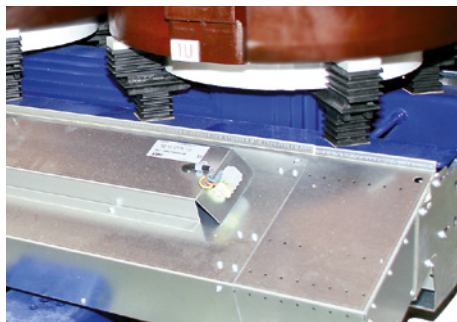
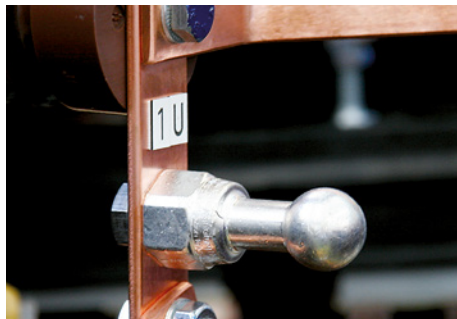


## 2.3. ZUBEHÖRÜBERSICHT

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

Wir bieten folgende Möglichkeiten an:

- Rollen
- Anhebemöglichkeit für Gabelstapler
- Feststellvorrichtung
- Trafolager
- Maschinenfüße
- Kugelfestpunkte
- Überspannungsableiter
- Erdungsschalter, Erdungsgarnitur
- Stufenschalter
- Lüfter (Leistungssteigerung bis zu 40%)
- Gehäuse
- PTC und/oder PT100 Temperaturfühler
- Berührungslose Temperaturmessung
- Zeigerthermometer
- Vibrationsdämpfung durch Schwingungsdämpfer
- Vibrationsfeste Ausführung
- Erdbebensichere Ausführung
- Schirmwicklung
- Umschaltbarkeit (z. B. 20 kV auf 10 kV)
- Vormagnetisierungseinheit
- Stromwandler (Mittel- oder Niederspannung)
- weitere individuelle Lösungen



# 3. GEHÄUSE



Das Portfolio von SGB-SMIT umfasst verschiedene Gehäusetypen. Die Auswahl erstreckt sich von verschiedenen Standardgehäusen, zu speziell nach Kundenwunsch angepassten Gehäusen. Die Gehäuse werden übergreifend als Tragrahmenvariante ausgeführt.

## STANDARDGEHÄUSE

6 verschiedene Größen in unterschiedlichen Konfigurationen

- IP21 – IP33
- Innenraum- oder Freiluftaufstellung
- Boden- oder Fahrwerksaufstellung
- Türen bzw. Klappen

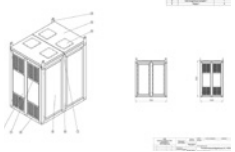
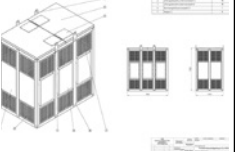
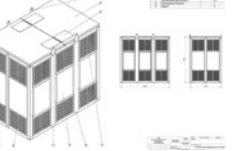
## PROJEKTGEHÄUSE

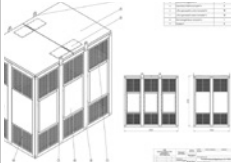
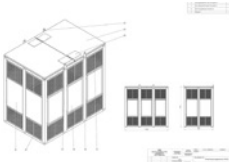
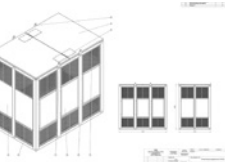
nach Kundenwünschen individuell angepasst

- IP21 – IP54 möglich
- Innenraum- oder Freiluftaufstellung
- Boden- oder Fahrwerksaufstellung
- Türen bzw. Klappen
- Kühlung individuell anpassbar



## 3.1. STANDARDGEHÄUSE

Größe	1	2	3
Maßbild			
RSG-Nr.	RSG00000001 - 16	RSG00000017 - 32	RSG00000033 - 48
Abmessungen [L x B x H]	1.400 mm x 1.000 mm x 1.600 mm	1.800 mm x 1.200 mm x 1.900 mm	2.200 mm x 1.400 mm x 2.050 mm
Gewicht	ca. 220 kg	ca. 350 kg	ca. 425 kg
Schutzklassen IP	21/23/31/33	21/23/31/33	21/23/31/33
Bodenausführung	Boden / Fahrwerk	Boden / Fahrwerk	Boden / Fahrwerk
Aufstellungsarten	Innenraum / Freiluft	Innenraum / Freiluft	Innenraum / Freiluft
Revisionsausführungen	Klappe / Tür	Klappe / Tür	Klappe / Tür
Schutzumkreis	1.300 mm x 900 mm x 1.500 mm	1.700 mm x 1.100 mm x 1.800 mm	2.100 mm x 1.300 mm x 1.950 mm
Zuluftfläche (IP2X / IP3X)	0,30 m <sup>2</sup> / 0,17 m <sup>2</sup>	1,27 m <sup>2</sup> / 0,75 m <sup>2</sup>	1,67 m <sup>2</sup> / 0,98 m <sup>2</sup>
Abluftfläche (IP2X / IP3X)	0,35 m <sup>2</sup> / 0,20 m <sup>2</sup>	1,47 m <sup>2</sup> / 0,86 m <sup>2</sup>	1,93 m <sup>2</sup> / 1,14 m <sup>2</sup>
Korrosionsschutzklasse	C4	C4	C4
Werkstoff	Dx51D+Z275 (t=1,5 mm)	Dx51D+Z275 (t=1,5 mm)	Dx51D+Z275 (t=1,5 mm)
Wärmeabfuhr	natürliche Konvektion	natürliche Konvektion	natürliche Konvektion
Pulverbeschichtung	>70 µm	>70 µm	>70 µm
Farbgebung	RAL 7035	RAL 7035	RAL 7035
max. Anzahl Revisionsöffnungen	4	6	6
Transformatorleistung Spannungsreihe 10 kV	250/10	630/10	1.000/10
Transformatorleistung Spannungsreihe 20 kV	160/20	315/20	630/20

Größe	4	5	6
Maßbild			
RSG-Nr.	RSG00000049 - 64	RSG00000065 - 80	RSG00000081 - 96
Abmessungen (L x B x H)	2.400 mm x 1.600 mm x 2.250 mm	2.700 mm x 1.800 mm x 2.550 mm	3.000 mm x 2.000 mm x 2.800 mm
Gewicht	ca. 505 kg	ca. 605 kg	ca. 710 kg
Schutzklassen IP	21/23/31/33	21/23/31/33	21/23/31/33
Bodenausführung	Boden / Fahrwerk	Boden / Fahrwerk	Boden / Fahrwerk
Aufstellungsarten	Innenraum / Freiluft	Innenraum / Freiluft	Innenraum / Freiluft
Revisionsausführungen	Klappe / Tür	Klappe / Tür	Klappe / Tür
Schutzumkreis	2.300 mm x 1.700 mm x 2.150 mm	2.600 mm x 1.700 mm x 2.450 mm	2.900 mm x 1.900 mm x 2.700 mm
Zuluftfläche (IP2X / IP3X)	2,17 m <sup>2</sup> / 1,27 m <sup>2</sup>	2,80 m <sup>2</sup> / 1,65 m <sup>2</sup>	3,52 m <sup>2</sup> / 2,07 m <sup>2</sup>
Abluftfläche (IP2X / IP3X)	2,49 m <sup>2</sup> / 1,47 m <sup>2</sup>	3,24 m <sup>2</sup> / 1,90 m <sup>2</sup>	4,07 m <sup>2</sup> / 2,39 m <sup>2</sup>
Korrosionsschutzklasse	C4	C4	C4
Werkstoff	Dx51D+Z275 (t=1,5 mm)	Dx51D+Z275 (t=1,5 mm)	Dx51D+Z275 (t=1,5 mm)
Wärmeabfuhr	natürliche Konvektion	natürliche Konvektion	natürliche Konvektion
Pulverbeschichtung	>70 µm	>70 µm	>70 µm
Farbgebung	RAL 7035	RAL 7035	RAL 7035
max. Anzahl Revisionsöffnungen	6	6	6
Transformatorleistung Spannungsreihe 10 kV	1.600/10	2.500/10	3.150/10
Transformatorleistung Spannungsreihe 20 kV	1.600/20	2.000/20	3.150/20

## 3.2. PROJEKTGEHÄUSE

Die Anfertigung von individuellen Gehäusen nach Kundenwunsch ist in den Schutzklassen IP21 bis IP54 möglich. Bei der Aufstellung kann zwischen einer Innen- und Freiluftaufstellung gewählt werden.

Außerdem wird zwischen einer Boden- und Fahrwerksaufstellung unterschieden. Die Anzahl der Türen und Klappen kann den persönlichen Wünschen angepasst werden.

Projektgehäuse können zudem mit einer Kühlung zur Abführung der Transformatorverlustleistung ausgestattet werden.

- AN (konvektionsgekühlt)
- AF (Lüfter gekühlt)
- AFWF (Luft-Wasser-Kühlung)



## 4. SONDERAUSFÜHRUNGEN



### 4.1. SAFE SYSTEM

SGB-SMIT Gießharztransformatoren zeichnen sich sowohl durch hohe Zuverlässigkeit als auch durch extrem hohen Personenschutz und gute Umweltverträglichkeit aus. Durch die Entwicklung des „Safe Systems“ wurden neue Maßstäbe gesetzt, insbesondere für die neue Megawatt-Klasse von Off-Shore Windkraftanlagen.

Zahlreiche Umweltfaktoren können durch das Safe System abgefangen werden:

- Salzhaltige Luft
- Brandgeschehen
- Vibrationen im Betrieb und Belastungen beim Transport
- Starke und rasche Leistungsschwankungen



### EINSATZSPEKTRUM

Das Safe System kann bis zu einer maximalen Betriebsspannung von  $U_m = 40,5 \text{ kV}$  und im Leistungsbereich bis **10 MVA** geliefert werden. Die Fertigungskapazitäten sind auf industrielle Fertigung von mehreren hundert Einheiten im Jahr ausgerichtet.



## ALLGEMEINE INFORMATIONEN

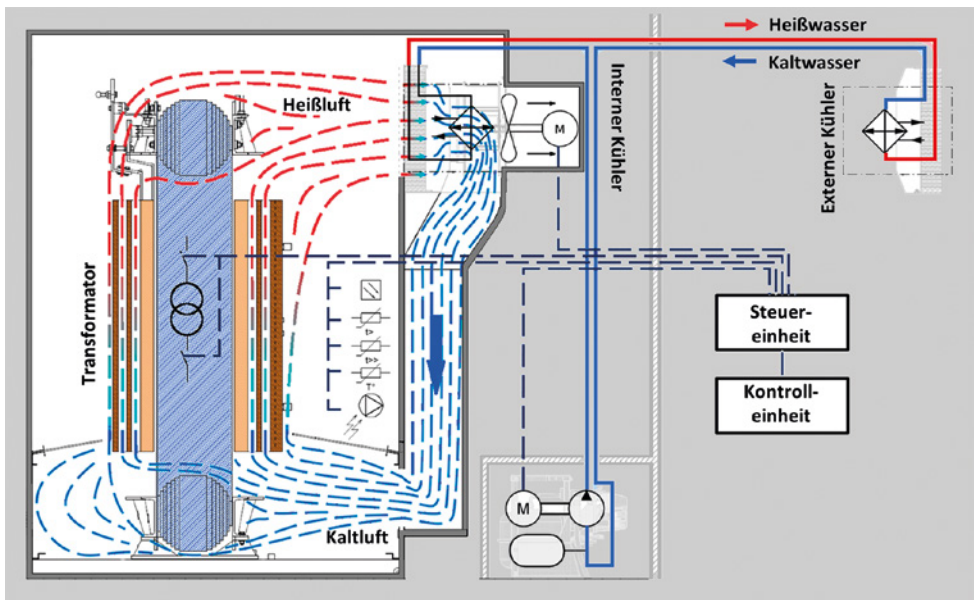
Die Anforderungen an die Langzeit-Zuverlässigkeit werden als oberste Priorität gesehen, besonders im Hinblick auf schlecht zugängliche Einsatzorte wie beispielsweise auf dem Meer. Beim Safe System wird der Transformator in ein Schutzgehäuse mit integriertem Kühler eingebracht. Im internen Kühlkreislauf wird die von den Transformatorverlusten verursachte Wärme dem Kühler zugeführt.

Diese Abwärme wird dann im Kühler auf das externe Kühlmedium (Wasser) übertragen. Die rückgekühlte Luft wird wieder über den internen Kühlkreislauf dem Transformator zugeführt. Durch die Optimierung der Kühlung konnte in erheblichem Umfang Gewicht eingespart werden.

Das Kühlsystem ist so ausgelegt, dass nur ein geringer Teil der Transformator-Verlustleistung über das Gehäuse an die Umgebung abgegeben wird.

### Geschützt vor salzhaltiger Luft

- Tauschbare Lüfter; Lebensdauer > 5 Jahre
- Hermetisch abgeriegelt gegen externe salzhaltige korrosive Kühlluft (DIN EN 50308)
- Verlängerte Wartungsintervalle durch vermiedene Salzablagerungen
- Zwei redundante Lüfter für Innen- und Außenkühlkreis
- Entkopplung Lüfter durch Rückschlagklappen
- Lüfter mit Anschlüssen außen an Gehäuse
- Röhrenkühler aus hochresistentem Material
- Kondens- und Reinigungswasser nach außen abgeführt



### Personenschutz

- Zerlegbares metallisches Gehäuse, IP54
- Berührungsschutz vor elektrisch aktiven Teilen
- Revisionsöffnungen mit Schließsystem gesichert
- Abregelung bei Überlast oder Übertemperaturen durch Temperaturüberwachung
- Abschaltung bei Übertemperatur durch Überwachungseinrichtungen
- Alle Teile mit Betriebserde verbunden; sichere Transformatorerdung im spannungslosen Zustand durch Erdungsschalter mit voreilenden Hilfskontakten
- Kapazitives Prüf- und Monitoring-System
- Überspannungsableiter als Blitzschutz



### Brandschutz

- GSG-SMIT Gießharztransformatoren tragen nicht wesentlich zum Brandgeschehen bei (Beurteilung nach IEC 60076-11)
  - Brandklasse F1
  - Wesentlich geringere Brandlast als beispielsweise bei Öl-Transformatoren
  - Keine Gefahr von Brandverschleppung durch austretende Flüssigkeiten
- Effektives Löschesystem im Gehäuse; Kopplung mit externer Brandlöschungsanlage möglich
- Lichtbogensensoren für schnelles Abschalten der Anlage (Überlastungsschutz)
- Druckentlastungskappen führen Überdruck nach außen ab

### Transport und Vibrationen

- Prüfung durch akkreditierte Prüfinstitute
- Kernjoche durch Bandagen und Bolzen gesichert
- Wicklungseinspannung optional durch ein Abstützsystem mit Tellerfedern
- Wicklungen und Haltekonstruktionen mit Federelementen liegen frei und können bei Bedarf einfach nachgespannt werden – ein klarer Vorteil gegenüber ölisierten Transformatoren

### Berücksichtigung starker Leistungsschwankungen

- Oberspannungswicklung in Epoxidharz/Glasfaser Isolation vergossen
- Ausdehnungen des Leitermaterials und des Harzes bei Lastwechsel werden durch die in Epoxidharz eingebetteten Glasfasern aufgefangen

### Prüfungen im Werk

- Routineprüfung
- Erwärmungsmessung
- Stoßspannungsprüfung mit nachfolgender Teilentladungs-Messung

## 4.2.JET SYSTEM

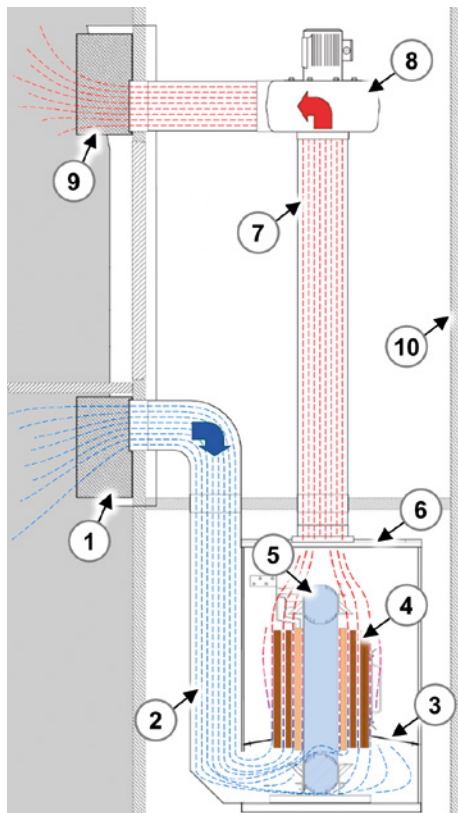


Mit dem Jet System bietet SGB-SMIT eine optimierte Lösung für Transformatoren mit Kühlsystem. Ideal für Windkraftanlagen zur Onshore-Aufstellung.

Die Ausführung kann sowohl an eine Aufstellung im Turm als auch in der Gondel angepasst werden.

Folgende Faktoren wurden, neben den Life-Cycle Kosten bei der Entwicklung besonders berücksichtigt:

- Optimierte Kühlung
- Personenschutz
- Brandschutz
- Netzanschlussbedingungen
- Transportbedingungen und Vibrationen



Jet System (Beispiel in Windkraftanlage)

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1 Luftfilter (Eingang) | 6 Gehäuse              |
| 2 Kaltluft             | 7 Warmluft             |
| 3 Luftleitplatten      | 8 Lüfter               |
| 4 Wicklungen           | 9 Luftfilter (Ausgang) |
| 5 Kern                 | 10 Turm                |

### EINSATZSPEKTRUM

Das Safe System kann bis zu einer maximalen Betriebsspannung von  $U_m = 40,5 \text{ kV}$  und im Leistungsbereich bis 1,6 bis 4 MVA geliefert werden.

## ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Der SGB-SMIT Gießharztransformator wird dabei in einem bewährten Schutzgehäuse IP44 untergebracht. Die kalte Zuluft wird von außerhalb über einen Zuluftkasten (1) und ein Rohrsystem direkt zum Gehäuse (6) geführt. Mittels einer Luftleitplatte (3) wird die Kühlluft (2) gezielt in die Kanäle der Wicklung (4) geleitet.

Die durch die Transformatorverluste erwärmte Abluft wird über ein Rohrsystem, in dem auch ein geräuscharmer Lüfter (8) untergebracht ist, direkt ins Freie geblasen. Damit entsteht ein definiertes Kühlsystem, welches in einer Werkprüfung getestet werden kann.

Die Leerlaufverluste und kleinen Lastverluste, die bei einer Belastung bis zu 30% Nennleistung auftreten, können ohne Zuschalten des Lüfters abgeführt werden. Bei höherer Belastung wird der Lüfter über Temperaturfühler in den Wicklungen zugeschaltet.

Dabei führt die gezielte Luftführung zu einer niedrigen Erwärmung der Wicklungen. Durch die optimierte Ausführung des Kühlsystems können erhebliche Einsparungen von Material und Platzbedarf erreicht werden.

Temperaturbereich von -25 bis +40°C  
 (Sonderfälle: Temperaturen bis -50°C und +50°C)

Umgebungsklasse E2 (durch Institut geprüft)  
 Bei höheren Anforderungen ist eine Bestückung mit entsprechenden Filtern möglich.

### Personenschutz

- Zerlegbares metallisches Gehäuse, IP44
- Berührungsschutz vor elektrisch aktiven Teilen
- Abregelung bei Überlast oder Übertemperaturen durch Temperaturüberwachung
- Alle Teile mit Erdungssystem der Anlage verbunden

### Brandschutz

- SGB-SMIT Gießharztransformatoren tragen nicht wesentlich zum Brandgeschehen bei (Beurteilung nach IEC 60076-11)
  - Brandklasse F1
  - Wesentlich geringere Brandlast als bei Öl-Transformatoren
  - Keine Gefahr von Brandverschleppung durch austretende Flüssigkeiten
- Lichtbogensensoren für schnelles Abschalten der Anlage
- Heiße Gase können über Be- und Entlüftungsleitungen entweichen

### Netzanschlussbedingungen

Netzanschlussbedingungen haben erheblichen Einfluss auf die Auslegung eines Transformators. Durch den Einsatz der optimierten Kühlung des Transformators und durch Kanäle in den Wicklungen und der Gestaltung des Magnetkerns ist es gelungen, zusätzlichen Materialaufwand zur Erfüllung der Netzanschlussbedingungen erheblich zu vermindern.

Ein bestimmter Betrag an induktiver und kapazitiver Blindleistung muss durch den Transformator übertragen werden.

### Transport und Vibrationen

- Kernjoche durch Bandagen und Bolzen gesichert
- Wicklungseinspannung optional durch ein Abstützsystem mit Tellerfedern
- Wicklungen und Haltekonstruktionen mit Federelementen liegen frei und können bei Bedarf einfach nachgespannt werden – ein klarer Vorteil gegenüber ölisolierten Transformatoren

## 4.3. WEITERE AUSFÜHRUNGEN

### DOPPELSTOCKTRANSFORMATOR

Doppelstocktransformatoren bestehen aus zwei Oberspannungswicklungen, welche parallel geschaltet werden und zwei unabhängige Unterspannungssystemen.

Die gängigste Art der Verwendung von Doppelstocktransformatoren ist die Speisung eines 12-puls Gleichrichters, welcher an den Unterspannungssystemen angeschlossen wird.

Neben der klassischen Doppelstock-Anwendung gibt es auch die Ausführung als sogenannter mechanischer Doppelstock. Diese Ausführung wird dann angewandt, wenn der Strom der Unterspannungssysteme so hoch ist, dass er mit einer einzelnen Unterspannung nicht mehr gehandelt werden kann. Um den hohen Strom zu beherrschen, werden zwei Unterspannungen, welche axial angeordnet sind, parallel geschaltet.

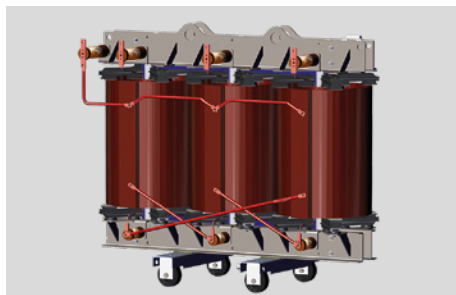
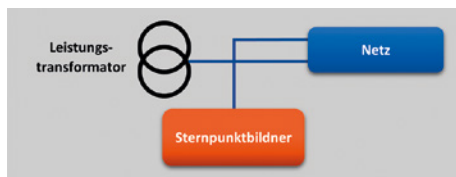


### STERNPUNKTBILDNER

Ein Sternpunktbildner dient zur Realisierung des fehlenden Sternpunktes in elektrischen Verteilungsnetzen oder wenn die Transformatoren-Sternpunkte nicht voll belastet werden können. Sternpunktbildner werden aber auch verwendet, um einen Erdschluss zu löschen bzw. den Erdschlussstrom über seine Impedanz zu begrenzen. Meist werden sie zwischen größeren Leistungstransformatoren und der Erde geschaltet.

Es gibt Sternpunktbildner, welche nur im Kurzzeitbetrieb betrieben werden, beispielsweise für 10 Sekunden, solange ein Fehlerstrom auftritt. Hier werden auch nur für die 10 Sekunden Kurzschlussverluste erzeugt.

Es gibt jedoch auch Fälle, in denen über den Sternpunktbildner dauerhaft Strom fließt. Dieser liegt im Bereich von 10-20% des maximalen Fehlerstroms. Die Spezifizierung der Betriebsart, Nennleistung, Schaltgruppe und Impedanz erfolgt von Seiten des Kunden.



## KOPPELDROSSEL

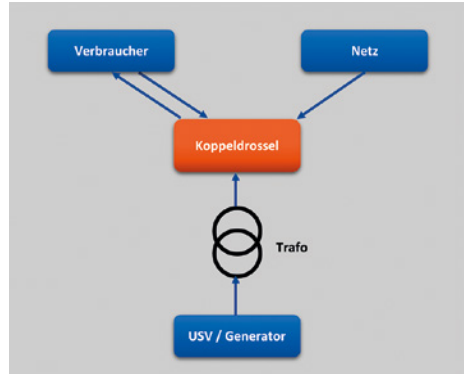
Eine Koppeldrossel dient zunächst nur zur Netz-kopplung mit Ausgleichstrombegrenzung.

Die SGB-SMIT Koppeldrosseln besitzen je Strang zwei Wicklungen, eine Haupt- und eine Zusatzwicklung. An deren Verbindungspunkt kann zusätzlich Energie von einem Transformator oder Generator (z. B. Notstromaggregat) eingespeist werden.

Die Koppeldrossel verhindert unter anderem das Abfließen von Strom in ein zusammenbrechendes Stromnetz, bevor ein [schnellöffnender] Schalter, der üblicherweise netzseitig vor der Koppeldrossel angeordnet ist, geöffnet werden kann. Das Entstehen großer Kurzschlussströme zum Stromnetz wird hier durch die Koppeldrossel unterbunden.

Weitere Funktionen:

- Filterfunktion in Verbindung mit Generator und Transformator
- Sicheres Abschwächen netzseitiger Spannungsspitzen
- Deutlich verringerte Übertragung netzseitiger Spannungsüberschwingungen auf die Verbraucherseite
- Drastische Reduzierung lastseitiger Stromoberwellen auf der Netzseite



**... UND VIELES MEHR...**

# 5. PLANUNGSINFORMATIONEN



## 5.1. NORMEN UND VORSCHRIFTEN

SGB-SMIT Gießharztransformatoren erfüllen dem Kundenauftrag entsprechende nationale, europäische und internationale Normen.

### VORSCHRIFTEN

- 2009/125/EG (Ökodesign Richtlinie)
- 548/2014 (Verordnung der EU-Kommission)

### NORMEN IN DER EUROPÄISCHEN UNION

- DIN EN 60076-1 (Leistungstransformatoren)
- DIN EN 60076-11 (Trockentransformatoren)

### STANDARDS AUSSERHALB DER EUROPÄISCHEN UNION

- IEEE (Institut of Electrical and Electronics Engineers - USA)
- CSA (Canadian Standards Association - Kanada)
- GOST (Gossudarstwenny Standart - Russland)
- GB Standard (China)

### WEITERE BESTIMMUNGEN

Ebenso sind beim Errichten und Betreiben von Anlagen folgende Bestimmungen zu berücksichtigen:

- DIN VDE 0100 (Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V)
- DIN VDE 0105-100 (Betrieb von Starkstromanlagen)
- DIN VDE 0100-718 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten)
- EltBauV (Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen)
- ArbStättV (Bestimmungen zur Arbeitsstättenverordnung)
- TA-Lärm (Anleitung zum Schutz vor akustischer Belastung)

### WEITERE PLANUNGS- UND AUSLEGUNGSHINWEISE

- VDI 2078 (Berechnung der Kühllast in klimatisierten Räumen)
- Kundenspezifikationen



## 5.2. AUFSTELLBEDINGUNGEN

- Innenraumaufstellung vorgesehen
- Schutzgrad IPOO; Wicklungsflächen sind nicht berührungssicher
- Gehäuse bei Freiluftaufstellung zwingend vorgeschrieben, Mindestschutzgrad IP23C
- Aufstellung mit Mittel- & Niederspannungsschaltanlagen in einem Raum möglich; kurze Anschlusswege
- Keine Schutzmaßnahmen für Gewässerschutz nötig, mangels Öl als Isolationsflüssigkeit
- Keine zusätzlichen Maßnahmen für Brandschutz und Ölaufangwannen nötig



Extreme Aufstellbedingungen müssen für eine korrekte Anlagenplanung mitgeteilt werden, wie z. B.:

- Aufstellhöhen über 1.000 m über N.N.
- Schiffe
- Erdbebengebiete
- Windkraftanlagen
- Extreme Temperaturbedingungen [extrem kalt, tropisch,..]
- Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen (DIN VDE 0100-718)
- EX-Bereiche

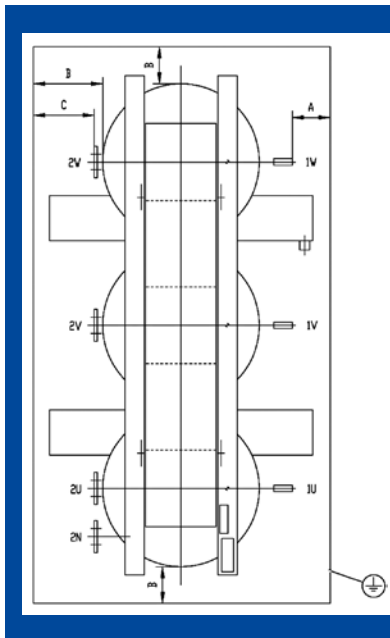


## 5.3. MINDESTABSTÄNDE

Bei besonders beengten Platzverhältnissen, wie sie beispielsweise in Schutzgehäusen vorkommen, muss auf die Mindestabstände geachtet werden, um Spannungsüberschläge zu verhindern.

Beachten Sie beim Planen jeglicher Arbeiten in der Nähe der Transformatoren, dass der „Schutzumkreis“ nicht die Grenzen der Gefahrenzone im Sinne der DIN EN 50110-1 vorgibt, sondern nur den für die störungsfreie Funktion nötigen Abstand definiert.

Die Wicklungen der Gießharztransformatoren sind trotz Gießharzisolierung nicht berührungssicher. Es handelt sich hierbei um eine Funktionsisolierung. Diese Isolierung bietet keinen Schutz gegen gefährliche Körperströme beim Berühren oder gegen elektrische Überschläge beim Annähern. Treffen Sie Schutzmaßnahmen, um ein Eindringen in die Gefahrenzone der Wicklungen auszuschließen.



Spannung $U_m$	Blitzstoßspannung $U$	Mindestluftstrecken/ Mindestabstände zu geerdeten leitfähigen Teilen		
		A (mm)	B (mm)	C (mm)
1,1	-	40	20	40
3,6	20	60	30	60
3,6	40	60	30	60
7,2	60	90	45	90
7,2	75	120	65	120
12	75	120	65	120
12	95	160	85	160
12	110	200	115	200
17,5	95	160	85	160
17,5	125	220	115	220
24	125	220	115	220
24	145	270	140	270
24	150	270	140	270
36	170	320	160	320
36	200	380	180	380
40,5	200	380	180	380

Alle Werte gelten für Aufstellungshöhen  $\leq 1000$  m über dem Meeresspiegel

A = Abstand zu Anschluss Oberspannungswicklung

B = Abstand zu Oberfläche äußere vergossene Wicklung

C = Abstand zu Anschluss Unterspannungswicklung

### PLANUNGSHINWEIS

Behandeln Sie bei Planung und Durchführung von Schutzmaßnahmen die Wicklungen als ungeschützte aktive Teile!

## 5.4. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Gißeisnarztransformatoren werden in unterschiedliche Klima- und Umgebungsklassen eingeteilt. Die erforderlichen Klassen müssen vom Betreiber festgelegt werden. Auslegungen bis Klasse C2 und E2 nach IEC sind standardmäßig möglich, höhere Klassen müssen angefragt werden.

### KLIMAKLASSEN

Die Klimaklasse berücksichtigt die niedrigste Umgebungstemperatur während Transport, Lagerung und Betrieb.

	Klasse C1	Klasse C2	Klasse C3	Klasse C4	Klasse C5	Klasse Cxy*
<b>Transport &amp; Lagerung</b>						
Nach IEC	-25°C	-25°C	-40°C	-50°C	-60°C	-X°C
Nach GOST	-25°C	-25°C	-45°C	-60°C	-	-
<b>Betrieb</b>						
Nach IEC	-5°C	-25°C	-25°C	-40°C	-50°C	-Y°C
Nach GOST	-5°C	-25°C	-45°C	-60°C	-	-

\*Die Temperaturen -X°C und -Y°C können projektspezifisch vereinbart werden.

### UMGEBUNGSKLASSEN

Luftfeuchte, Tropfwasser, Kondensation und Verschmutzung zählen zu den Einflüssen der Umgebung für Trockentransformatoren. Diese Einflüsse sind nicht nur während des Betriebes, sondern auch während der Lagerung vor der Aufstellung des Transformators von Bedeutung. Hinsichtlich dieser unterschiedlichen Umgebungsbedingungen werden nach IEC 60076-11 für Transformatoren ohne spezielle externe Schutzmaßnahmen fünf Umgebungsklassen festgelegt.

#### Klasse E0:

Kondensation tritt am Transformator nicht auf, die Verschmutzung ist vernachlässigbar. Diese Bedingung wird üblicherweise bei Aufstellung in einem staubfreien und trockenen Innenraum erreicht.

#### Klasse E1:

Gelegentliche Kondensation kann am Transformator auftreten (zum Beispiel wenn der Transformator abgeschaltet ist). Verschmutzung in begrenztem Umfang ist möglich.

#### Klasse E2:

Häufige Kondensation oder leichte Verschmutzung oder Kombination beider Einflüsse.

#### Klasse E3:

Häufige Kondensation oder mittlere Verschmutzung oder Kombination beider Einflüsse.

#### Klasse E4:

Häufige Kondensation oder starke Verschmutzung oder Kombination beider Einflüsse.

### FAZIT

SGB-SMIT Gißeisnarztransformatoren sind somit betriebssicher sowohl bei Feuchtigkeitsniederschlag als auch bei Schmutzbelastung. Jedoch sollten die Wartungsintervalle den Umgebungsbedingungen angepasst werden. Das heißt, bei starken Verschmutzungen empfehlen wir die Reinigung der Wicklungsoberflächen. Ebenso sind sie zur Freiluftaufstellung für Temperaturen bis -50°C mit einem Schutzgehäuse ab IP23 mit Sonderanstrich geeignet.

## 5.5. BRANDVERHALTEN

### BRANDKLASSEN

Die erforderliche Brandklasse muss vom Betreiber festgelegt werden. SGB-SMIT Gießharztransformatoren erfüllen aber grundsätzlich die höchste definierte Klasse F1.

#### Klasse F0:

- Kein bestimmtes Brandrisiko ist berücksichtigt.
- Keine besonderen Maßnahmen zur Begrenzung der Brandgefahr, mit Ausnahme der durch die Bauart des Transformators vorhandenen Eigenschaften.
- Abgabe toxischer Stoffe ist auf ein Minimum begrenzt.

#### Klasse F1:

- Begrenzung der Brandgefahr ist berücksichtigt.
- Abgabe toxischer Stoffe und sichtbehindernden Rauchs ist auf ein Minimum begrenzt.
- SGB-SMIT Gießharztransformatoren tragen nicht wesentlich zum Brandgeschehen bei.

### BRANDSICHERHEIT

Da SGB-SMIT Gießharztransformatoren nur Gießharzanteile in den US- und OS-Wicklungen besitzen, wird die Brandlast im Wesentlichen von diesen Komponenten bestimmt.

### BRANDGASANALYSE

In den Laboratorien der ALLIANZ AG wurden der Gießharzformstoff aus einer SGB-Transformatorwicklung sowie Proben aus allen Isolierstoffen verschwelt und die Brandgase analysiert.

- Dioxinbildung ausgeschlossen
- Schwefeldioxidbildung ausgeschlossen
- Rauchgas besteht hauptsächlich aus Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserdampf und Ruß
- Spurenanteile anderer Kohlenwasserstoffe

#### Vergleich Brandlast Gießharz mit flüssigkeitsgekühlten Transformatorarten bei 1000 kVA Ausführung:

Transformator-Art	Isoliermenge [kg]	Heizwert [kWh/kg]	Brandlast [kWh]
Gießharz	150	8,2	1230
Mineralöl*	700	12,9	9030
Silikonöl*	800	8,5	6800

\*nur Isolationsflüssigkeit berücksichtigt

### ERGEBNIS

Das Untersuchungsergebnis besagt, dass der von uns verwendete Gießharzformstoff als unbedenklich einzustufen ist.

## 5.6. SEISMIK

Bei einer Aufstellung des Transformators in einer seismisch aktiven Region muss bei der Auslegung die mögliche äußere mechanische Beanspruchung berücksichtigt werden.

Die Seismik Klasse wird von Ihnen festgelegt. Die Festlegung kann mit Hilfe folgender Schritte erfolgen:

### 1. Schritt:

Die relevante Zone der Erdbebenaktivität gemäß IEC 60721-2-6 festlegen.

### 2. Schritt:

Die Bodenbeschleunigung der relevanten Zone der Erdbebenaktivität gemäß IEC 60721-2-6 auswählen.

### 3. Schritt:

Anhand der Bodenbeschleunigung die Seismik Klasse (siehe nachfolgende Tabelle) auswählen.

Die IEC 60076-11 beschreibt drei verschiedene Seismik Klassen:



Seismik Klasse	Erdbeben	Bodenbeschleunigung AG [ $\text{m/s}^2$ ]	Richter Skala	MSK Skala
S-I	Für leichte bis mittlere Erdbeben	2	< 5,5	< VIII
S-II	Für mittlere bis starke Erdbeben	3	5,5 bis 7,0	VIII bis IX
S-III	Für starke bis sehr starke Erdbeben	5	> 7,0	> IX

## 5.7. KÜHLUNGSMETHODE

Der Ort, an dem der Gießharztransformator aufgestellt wird, muss ausreichend belüftet sein, denn bei jedem Transformatorbetrieb entsteht Verlustwärme, welche aus dem Betriebsraum abgeführt werden muss.

Hierbei gilt es zu prüfen, ob die Möglichkeit einer natürlichen Be- und Entlüftung gegeben ist. Wenn Abmessungen eines Raumes oder Gehäuses eine ordnungsgemäße Kühlung nicht gewährleisten, muss der Luftdurchsatz durch eine Zwangsbelüftung gewährleistet werden.

		Symbol
Kühlmittel	Luft	A
	Wasser	W
Kühlmittelbewegung	Natürlich	N
	Erzwungen	F

Die Lüftungsanlage muss für die maximal auftretende Verlustwärme, welche sich durch die Leerlaufverluste des Eisenkerns und der durch die Wicklungen erzeugten Wärmeenergie zusammensetzt, bemessen werden.

### NATÜRLICHE LUFTUMWÄLZUNG

- Eintrittsöffnung der Zuluft immer unten und mit einer maximalen Höhe bis zum Beginn der US-Wicklung vorsehen. Dadurch werden die Kaminwirkung und die Zirkulation des Luftstromes im Kanal zwischen den Wicklungen gefördert.
- Untere Öffnungen für Zuluft-Eintritt möglichst ringsherum um Transformator anordnen.
- Querschnitt für obere Öffnung normalerweise 10 bis 15% größeren Querschnitt als untere Öffnungen. Damit wird die geringere Dichte der Abluft berücksichtigt.

Das für eine einwandfreie Kühlung erforderliche Volumen, kann wie folgt berechnet werden:

$$Q = Pt \div (1,15 \times \Delta O) [m^3/s]$$

Die Nutzfläche der unteren Öffnung kann wie folgt berechnet werden:

$$S = 10 \times (Pt \div ((H \times \Delta O^{0,5}))) [m^2]$$

#### LEGENDE:

Pt: gesamte abzuführende Verluste in kW

$\Delta O$ : Temperaturgradient in °C zwischen der Zu- und Abluft ; Erfahrungswert ca. 15 °C

Q: Luftvolumenstrom in m<sup>3</sup>/s

H: Abstand in Meter zwischen der Mittellinie des Transformators und der Mittellinie der oberen Öffnung der Zelle

S: Nutzfläche der unteren Zuluftöffnung (ohne Gitter) in m<sup>2</sup>

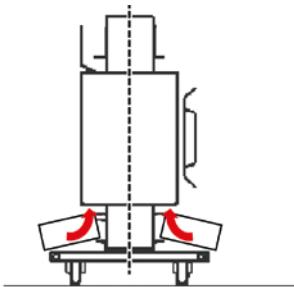
## ERZWUNGENE LUFTUMWÄLZUNG MIT LÜFTERN

Gießharztransformatoren können mit Lüftern zur Leistungserhöhung ausgestattet werden. Durch die forcierte Kühlung ist eine Leistungserhöhung bis zu 40% möglich. Bei optimaler Auslegung kann auch ein größerer Wert erreicht werden.

Für die forcierte Kühlung von Gießharztransformatoren bieten sich folgende Varianten an:

### Freistehender Gießharztransformator

- Anbau von 2 bis 6 Lüfter am unteren Presseisen jeweils auf der Ober- und Unterspannungsseite des Transformators.
- Lüfter sind für Kurzzeitbetrieb gedacht. Sollte Dauerbetrieb gewünscht werden, muss dies spezifiziert werden.



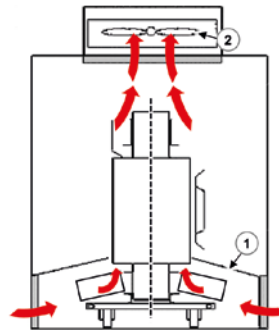
- Üblich bei einer Aufstellung des Transformators ohne Gehäuse.
- Die durchschnittliche Leistungserhöhung beträgt hier 40%. Das heißt einem Gießharztransformator mit 1000 kVA AN (natürliche Kühlung) Leistung können mit Lüftern 1400 kVA entnommen werden.

Die SGB-SMIT hat diese Leistungserhöhung mit Lüftern in vielen Wärmeläufen nachgewiesen.

### Einbau des Gießharztransformators in einem Gehäuse Schutzart $\leq$ IP33

Wird der Gießharztransformator in einem Gehäuse eingebaut bzw. steht er in einem mehr oder weniger geschlossenen Raum, ist grundsätzlich für eine ausreichende Belüftung zu sorgen. Bei Gehäusen hängt dies vor allem von der gewählten Schutzart ab.

Die Luftleitplatten [1] werden so angefertigt, dass sie den Luftraum zwischen Gehäusewand und Transformator abdecken. So wird beim Betrieb des Lüfters [2] dafür gesorgt, dass die kühle Außenluft durch den Transformator und dessen Wicklungen gezogen wird.



Auch hier können noch zusätzliche Lüfter montiert werden, die bei Bedarf zugeschaltet werden können.

Sofern die dargestellten Lösungen nicht Ihren Anforderungen entsprechen, erarbeiten wir mit Ihnen gerne auch kundenspezifische Lösungen.

Bitte sprechen Sie uns an.



## KÜHLLUFTTEMPERATUR

Klimatische Gegebenheiten wie große Kälte im Winter oder starke Sonneneinstrahlung im Sommer müssen berücksichtigt werden. Der Transformatorraum ist entsprechend zu klimatisieren.

Bei klimatisierten Räumen muss vermieden werden, die abgekühlte Luft aus der Klimaanlage direkt auf die heißen Wicklungen zu blasen. Dieser extreme Temperaturunterschied kann zu Rissbildungen an den Wicklungen führen, die im schlimmsten Fall zum Ausfall des Gießharztransformators führen.

Falls die Kühlluft stark verschmutzt ist, muss sie unter Umständen gefiltert werden.

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

### Die Temperatur der Kühlluft überschreitet nicht:

- 40°C (zu keiner Zeit)
- 30°C im Monatsmittel des heißesten Monats
- 20°C Jahresmittel

### Die Temperatur der Kühlluft unterschreitet standardmäßig nicht:

- -25°C bei Freilufttransformatoren
- -5°C bei Innenraumtransformatoren

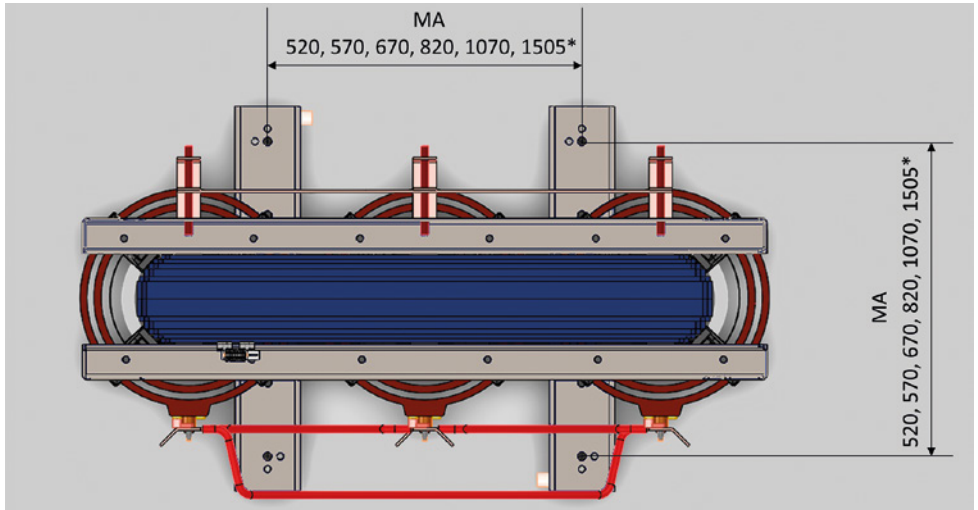
Niedrigere Temperaturen sind auf Anfrage möglich.

Weichen die Umgebungstemperaturen von denen in der Norm definierten Werten ab, sollten diese mitgeteilt werden, um dies entsprechend in der Transformatorauslegung berücksichtigen zu können. Bleiben beispielsweise höhere Umgebungstemperaturen unberücksichtigt, kann sich dies z. B. auf die Lebensdauer negativ auswirken.

Umgebungstemperatur (Jahresmittel)	Belastbarkeit Transformator
-20°C	124%
-10°C	118%
0°C	112%
+10°C	106%
+20°C	100%
+30°C	93%

## 5.8. FAHRWERKSKONFIGURATIONEN


Das Fahrwerk ist in verschiedenen Spurweiten erhältlich. Es kann mit Rollen oder Maschinenfüßen ausgestattet werden. Gerne erarbeiten wir auch kundenspezifische Lösungen.

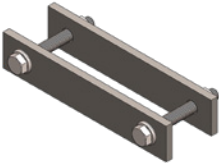
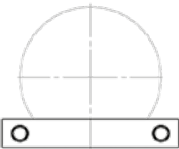



\*Standardgrößen; kundenspezifische Spurweiten sind auf Anfrage möglich

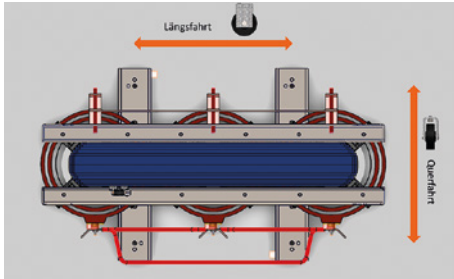
### ROLLEN

Die Rollen sind in verschiedenen Höhen und Materialien verfügbar. Zum Schutz gegen Wegrollen, sind Feststellvorrichtungen vorhanden.

Rollen [4 Stück / Trafo]	Höhe [mm]	Material	Max. Traglast
	125	Kunststoff	2,5 t
	125	Stahl	2,5 t
	160	Stahl	3,6 t
	200	Stahl	6,3 t

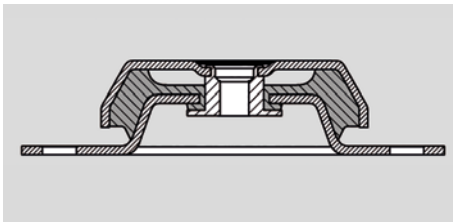
Feststellvorrichtung für Rollen [2 Stück / Trafo]			Höhe [mm]
			125
			160
			200
			200 mit Flachrolle

Die Richtung der Rollen ist verstellbar. Je nach Anbringung am Fahrwerk, ist der Transformator in der Lage zur Längsfahrt oder Querfahrt.



## MASCHINENFÜSSE

Die Maschinenfüße dienen gleichzeitig als Schwingungsdämpfer. Außerdem isoliert er gegen Geräusentwicklung. Der Gummikörper im Schwingungsdämpfer hält bis max. 5100 kg stand.



Schnittbild eines Maschinenfußes

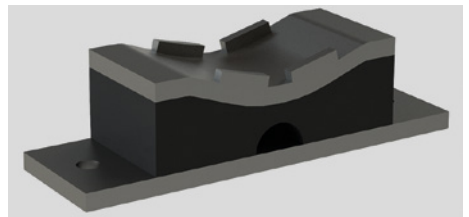
## TRAFOLAGER

Bei Lagerung von Transformatoren direkt auf dem Boden oder auf nicht isolierten Fahrschienen, strahlen die vom Transformator ausgehenden Schwingungen unangenehme Geräusche und unerwünschte Vibrationen in die Umgebung aus.

Trafolager dienen zur Rollensicherung und Dämpfung von Geräuschen und Vibrationen, die vom Transformator ausgehen.

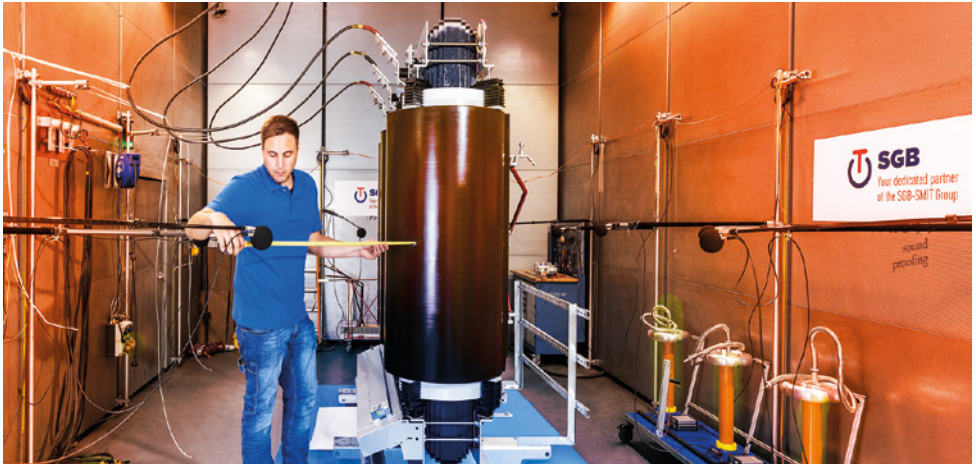
Die Geräusch- und Schwingungsdämpfung wird durch bauliche Trennung von Unter- und Oberteil durch ein spezielles Dämpfungselement erreicht. Durch das Gewicht des Transformators drückt sich der Gummi zusammen, so dass sich eine Querschwingungsdämpfung und eine horizontale Dämpfung ergeben.

Das Trafolager wird nach der Traglast ausgewählt. Bei erhöhten mechanischen Beanspruchungen wie z. B. bei Einsatz auf Schiffen und Baggern, in Windkraftanlagen, in Erdbebengebieten usw. werden zusätzliche konstruktive Maßnahmen nötig. Bei der Aufstellung des Trafos auf einem Gummilager ist die Einfederung zu berücksichtigen, da sich dadurch die Lage der Anschlüsse etwas verändern kann. Dies ist kritisch beim Anschluss von Trafos an existierende Schienensysteme.



Trafolager

# 6. SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

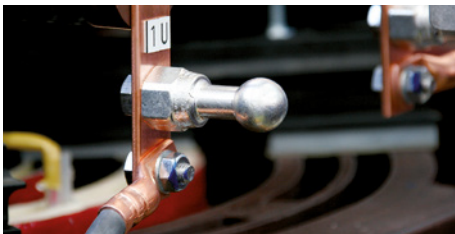


## 6.1. ERDUNG

Eine Erdung (Potentialausgleich) des Kerns und der Metallteile des Gießharztransformators erfolgt immer. Hierzu ist ein Anschluss für die Erdung am Fahrgestell standardmäßig vorhanden. Kundenwünsche können selbstverständlich berücksichtigt werden, wie zum Beispiel die Erdung am Presseisen.

Zur Erdung der Wicklungen bei Freischaltung des Transformators können an den Leiteranschlüssen Kugelfestpunkte angebracht werden:

- 20 mm Durchmesser
- 25 mm Durchmesser
- gerade
- abgewinkelt

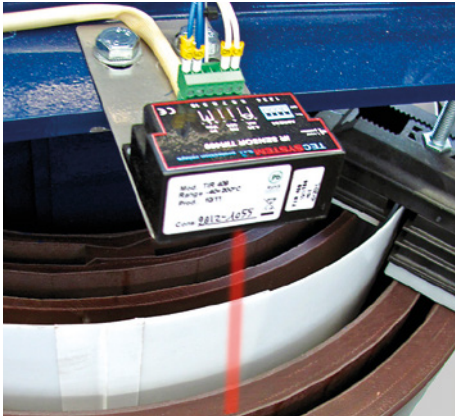


Außerdem können Erdungsschalter an der US-Anschlussseite und an der OS-Anschlussseite der Wicklungen bzw. im Zuge des OS-Kabelanschlusses an der Wand angebracht werden.

Die Erdung bzw. der Potentialausgleich am Transformator muss ordnungsgemäß angeschlossen bzw. überprüft werden. Zu beachten sind dabei die Anzugsdrehmomente der Befestigungsschrauben und die Mindestquerschnitte der Potentialausgleichsleitungen. Der Querschnitt des Potentialausgleichsleiters muss mindestens halb so groß sein wie der größte Schutzleiterquerschnitt der Anlage, mindestens jedoch 6 mm<sup>2</sup> Kupfer aus mechanischen Gründen.

Zuordnung der Mindestquerschnitte von Schutzleitern und Nullleitern zum Querschnitt der Außenleiter nach VDE 0100-540.

## 6.2. TEMPERATURÜBERWACHUNG



Berührungslose Temperaturmessung

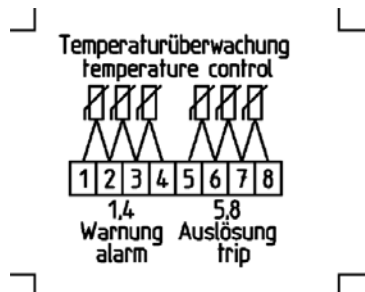
Unter bestimmten Voraussetzungen kann jeder Gießharztransformator, ähnlich wie flüssigkeitsgefüllte Typen, überlastet werden.

Begrenzend für die Überlastbarkeit bei Gießharztransformatoren ist das Temperaturüberwachungssystem, welches mit einer festgelegten Nennansprechtemperatur die Abschaltung des Transformators bewirkt.

Die Temperaturüberwachung mittels PTC-Sensoren (Widerstände deren Widerstandswert sich bei Erreichen der Ansprechtemperatur rasch ändert) wird generell für jeden Gießharztransformator vorgesehen. Fühler werden in den Niederspannungswicklungen eingebaut und durch Auswahl der passenden Ansprechtemperaturen werden dadurch auch die vakuumvergossenen Hochspannungswicklungen gegen unzulässig hohe Temperaturen geschützt, die bei Überlastung, unzureichender Kühlung und hoher Umgebungswärme vorkommen können.

- Auf Kundenwunsch sind auch PT100 sowie eine Kernüberwachung mittels PT100 oder PTC-Sensoren möglich.
- Eine berührungslose Temperaturmessung ist ebenfalls erhältlich.

In der Regel erfolgt die Überwachung in zwei Stufen:



### Warnung

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.

### Auslösung

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 (hier im Beispiel 1 Fühler pro Phase) sind in Reihe auf eine Klemmleiste geführt. Von hier aus erfolgt eine Zweileiterverbindung zum Auswertegerät, welches zum freien Einbau in die Schaltanlage lose mitgeliefert wird.

## 6.3. ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Transformatoren verursachen beim Betrieb elektrische und magnetische Felder. Diese elektromagnetischen Felder können Werte erreichen, für deren Beurteilung das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) gilt.

Grenzwerte Niederfrequenz-Anlage mit 50 Hz Feldern am Einwirkungsort\* nach Vorgabe 26. BImSchV:

- 5 kV/m elektrische Feldstärke
- 100  $\mu$ T magnetische Induktion

\*Einwirkungsort ist der Ort mit der stärksten Exposition, an dem mit einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen gerechnet werden muss.

Das elektrische Feld außerhalb des Gießharztransformators sowie dessen Anschlüsse sind außerhalb der Trafozelle kaum wirksam. Das Schutzgehäuse von SGB-SMIT Gießharztransformatoren wirkt als Faradayscher Käfig. Dies gilt auch weitestgehend für Decken und Wände der Trafozellen, sofern diese nicht aus elektrischem Isoliermaterial bestehen.

Anlass zu Störungen können die magnetischen Streufelder des Transformators geben, welche sich im Wesentlichen aus drei Quellen zusammensetzen:

- Streufeld im Leerlauf
- Streufeld aus den Anschlussleitungen
- Streufeld aus stromdurchflossenen Wicklungen

Das Leerlaufstreufeld ist zu vernachlässigen. Die vom Laststrom durchflossenen Wicklungen erzeugen den größten Anteil des Streufeldes, der überlagert wird durch Felder der unterspannungsseitigen Ableitungen.

Das magnetische Feld um Niederspannungsverbindungen dominiert den Pegel des gesamten Feldes.

Für den Anschluss des Trafos ist eine Feldkompensation durch doppelte Niederspannungsleiterführung mit punktsymmetrischer Phasenbelegung zu empfehlen, falls es erforderlich wäre. Transformatoren werden gemäß IEC 60076 bezüglich elektromagnetischer Störaussendung und Störfestigkeit als passive Elemente betrachtet und eine CE-Kennzeichnung ist nicht zulässig.

Das magnetische Feld um SGB-SMIT Gießharztransformatoren liegt gemäß Messungen und Berechnungen erheblich unter dem Grenzwert, den die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes [26. BImSchV] festgelegt hat.

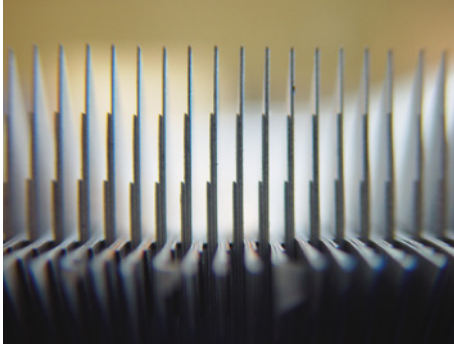
Unter definierten Messbedingungen beträgt das magnetische Feld eines Gießharztransformators z. B. 630 kVA / 20 kVA – 0,4 kV gemäß eigenen Messungen bei einer Entfernung von 2 m zur Gießharzoberfläche der Wicklung ca. 5  $\mu$ T.

Technische Störgrenzen liegen bei:

- Herzschrittmachern 50 Hz, 4 – 6  $\mu$ T
- Hörhilfen 50 Hz, 2 – 20  $\mu$ T
- EKG 50 Hz, 0,4  $\mu$ T

Die 26. BImSchV gilt für „Ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität“. Sie erfasst in ihrem Anwendungsbereich „Elektrospannanlagen einschließlich der Schaltfelder mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Oberspannung von 1 kV oder mehr“. Da Leistungstransformatoren als Komponenten eines Gesamtsystems, d.h. einer entsprechenden Anlage zu sehen sind, sind diese von dieser Verordnung ausgenommen.

## 6.4. GERÄUSCHE



Step lap

Geräusche entstehen durch Magnetostriktion der Kernbleche. Sie sind bei Verteilungstransformatoren hauptsächlich abhängig von der Induktion. Die Verminderung der abgestrahlten Geräusche in die umgebende Luft des Transformators gewinnt immer mehr an Bedeutung. SGB-SMIT Gießharztransformatoren werden daher sowohl in Normalausführung nach DIN EN 50588 als auch mit reduzierten Verlusten und Geräuschen angeboten. Neben der Wahl der Induktion und des Kernmaterials wirkt sich die Verzapfung von Schenkeln und Jochen im „step lap“ Verfahren günstig auf das Geräuschverhalten der Transformatoren aus.

Schalldruck- und Schalleistungspegel und die Art wie die Geräuschmessung durchzuführen ist, ist in DIN EN 60076-10 festgelegt.

Die Betriebsgeräusche des Gießharztransformators breiten sich vor Ort als Luft- und Körperschall aus, wobei für jede Form des Schalls andere Maßnahmen zur Geräuschminderung angewendet werden.

### LUFTSCHALL

Der Luftschall ist abhängig von:

- Gesamtoberfläche des Transformatorraumes
- Oberfläche des Transformators
- Schall-Schluckgrad verwendeter Baumaterialien

Reduzierung des Luftschalls:

- Verminderung Schallreflexion durch Auskleiden des Transformatorraumes z. B. mit Schlackewolle
- Verminderung Schalldruckpegel außerhalb des Transformatorraumes je dicker Außenwand
- Kontinuierliche Verminderung Schalldruckpegel mit zunehmender Entfernung

### KÖRPERSCHALL

Der Körperschall ist eine Übertragung der Geräusche über die Kontaktfläche des Transformators zum Boden auf Wände und andere Teile des Transformatorraumes.

Reduzierung des Körperschalls:

- Dehnungsbänder zwischengeschaltet am Unterspannungsanschluss um gegen Körperschallübertragung zu schützen.
- Körperschallisolierung zur Optimierung der Raumdämmung, wie z. B. Trafolager, Maschinenfüße

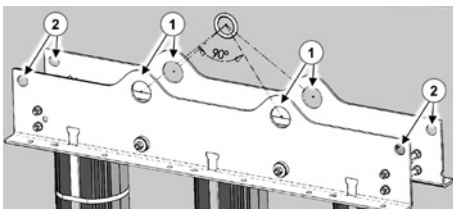
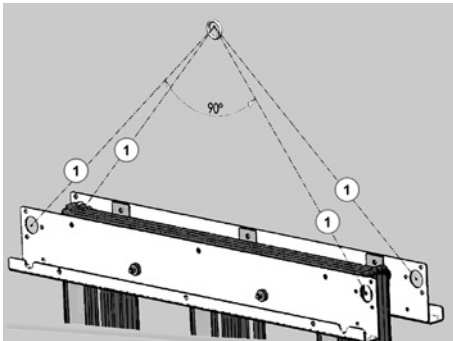


# 7. TRANSPORT



## 7.1. ANHEBEVORRICHTUNGEN AM TRANSFORMATOR

Am oberen Presseisen befinden sich vier Anhebe- bzw. Zurrösen.



Anhebe- und Zurrösen am oberen Presseisen

- 1 Anhebeösen für Anhebung Transformator
- 2 Zurrösen

### Ausführung 1

Die Anhebeösen (1) befinden sich an den Außenrändern der oberen Presseisen.

In dieser Ausführung dienen die Anhebeösen auch als Zurrösen.

### Ausführung 2

Bei größeren Transformatoren besteht die Möglichkeit Zurrösen und Anhebeösen getrennt voneinander auszuführen. Die Zurrösen (2) sind in diesen Fällen weiterhin an den Außenrändern der Presseisen. Die Anhebeösen (1) sind mittig angeordnet.



## 7.2. ANFORDERUNGEN AN LKW

Transportfahrzeuge, müssen folgende hier aufgezählte Anforderungen erfüllen:

- Technisch einwandfreier Zustand
- Hält alle gesetzlichen Vorschriften ein
- Luftfederung
- Geschlossene Bauart (Planenfahrzeug)
- Von oben beladbar (der Aufbau und die Plane müssen temporär demontiert werden können)
- Für jeden zu transportierenden Transformator mindestens vier Zurrgurte (nach DIN EN 12195-2) und vier Antirutschmatten von mind. 8 mm Dicke
- Ausreichend Verzurrösen (mind. vier pro Transformator) besitzen

## 7.3. VERLADEMÖGLICHKEITEN FÜR TRANSFORMATOREN

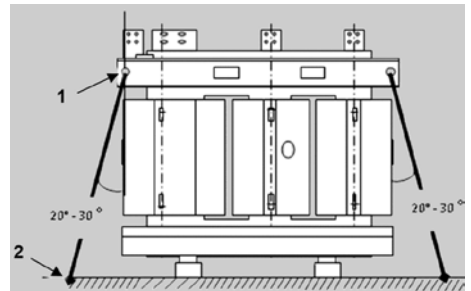
- mit Kran
- mit Gabelstapler bei Sonderausführung des Fahrwerks

## 7.4. BEFESTIGUNGSMÖGLICHKEITEN DES TRANSFORMATORS AUF DEM LKW

Das Ladegut muss positioniert und die beim Transport auftretenden Massenkräfte müssen abgesichert werden. Beim Fahren ergeben sich Beanspruchungen auf das Ladegut, welche längs (Kräfte aus Anfahr- und Bremsvorgängen), quer (Kräfte bei Kurvenfahrt) oder auch vertikal (Kräfte beim Überfahren von Bodenebenheiten) zur Fahrtrichtung wirken.

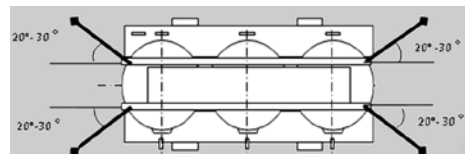
Transformator wird mit vier Zurrgurten (Zubehör der Spedition bzw. LKW) an vier Zurrösen des oberen Presseisens mit einem Abspannwinkel von ca. 30 Grad nach unten an den vorhandenen Verzurrösen des LKW befestigt.

Ladungssicherungsmittel entsprechend der DIN EN 12195-2 wählen.



Verzurren des Transformators:

- 1 Zurröse am Transformator
- 2 Verzurrösen des LKW



# 8. QUALITÄTSSICHERUNG



## EIGENE TESTEINRICHTUNGEN

SGB-SMIT Gießharztransformatoren werden standardmäßig entsprechend der IEC 60076-11 ausgelegt und gefertigt. Bei SGB-SMIT werden die in der Norm festgelegten Prüfungen im eigenen modernen Prüffeld durchgeführt:

### Stückprüfungen

- Prüfung mit angelegter Stehwechselfspannung
- Messung der Spannungsübersetzung und Kontrolle der Phasenverschiebung
- Messung des Wicklungswiderstandes
- Prüfung mit induzierter Stehwechselfspannung
- Teilladungsmessung
- Messung der Leerlaufverluste und des Leerlaufstroms
- Messung der Kurzschlussimpedanz und Kurzschlussverluste
- Überprüfung der Temperaturfühler

### Typprüfungen

- Blitzstoßspannungsprüfung mit MarxGenerator bis 400 kV und 20 kJ Ladeenergie
- Erwärmungsmessung





### Sonderprüfungen

Messung der Oberschwingungen des Leerlaufstroms in % der Grundschwingung:

- Messung der Magnetisierungskennlinie
- Messung der Kommutierungsreaktanz
- Messung des Isolationswiderstands
- Teilentladungsmessung nach zusätzlichem Prüfverfahren
- Bestimmung des A-bewerteten Leerlaufgeräuschpegels mittels Schalldruckverfahren
- Bestimmung der Kapazitäten der Wicklungen gegen Erde und zwischen den Wicklungen sowie der Verlustfaktoren ( $\tan \delta$ )
- SFRA (Sweep Frequency Response Analysis)
- Messung der elektrischen Resonanzfrequenz
- Messung des Körperschalls (Vibrationsmessung)

### Geräuschmessung

- Die Geräuschmesskammer hat eine Länge von 10 m und eine Höhe von 5 m. Der Grundpegel beträgt 37 dB(A).

### Nachweis der Klima- und Umgebungsklasse

- Testmöglichkeit bis Klimaklasse C5
- Testmöglichkeit bis Umgebungsklasse E4



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

### DETAILIERTE PRÜFUNGEN IN EXTERNEN INSTITUTEN

Zusammen mit externen Instituten können wir außerdem detaillierte Messungen für wichtige technische Bereiche durchführen:

- Prüfung des Brandverhaltens (zerstörende Prüfung)
- Dynamische Kurzschlussprüfung nach IEC und GOST
- Elektromagnetische Verträglichkeit EMV
- Brandgasanalyse bzw. Schwelgasanalyse
- Vibrationstest

## BESONDERHEIT

SGB-SMIT ist der erste Trafhersteller weltweit mit eigener Prüfmöglichkeit für Klima- und Umgebungsklassen.

# 9. CHECKLISTE PLANUNG

## PLANUNGSMASSNAHMEN

(Hinweise aus IEC 60076-11)

- Zugang zu Transformator einschränken, um den Kontakt mit spannungsführenden Teilen oder heißen Teilen zu vermeiden und die Anwesenheit von Personen im Fehlerfall zu begrenzen.
- Das Kühlsystem ausreichend dimensionieren, um die Temperatur der Umgebungsluft unter den spezifizierten Höchstgrenzen zu halten.
- Den Verschmutzungsgrad der Umgebungsluft des Transformators beachten (evtl. Gehäuse zum Schutz gegen Staub, Salz, Feuchtigkeit, etc. vorsehen).
- Die Funktion der Belüftung des Schutzgehäuses sicherstellen.
- Ausreichenden Schutz gegen transiente Überspannungen, welche vom System oder durch Blitzeinwirkung erzeugt werden, einplanen.
- Der Überstromschutz und die inhärente Kurzschlussfestigkeit des Transformators festlegen.
- Andere Schutzmaßnahmen am Transformator (Kontakte an Temperaturanzeigeräten usw.) und bei der Installation (Relais, Sicherungen usw.) beachten.
- Gefahr und Folgen von Feuer, welches vom Transformator selbst oder von einem anderen Ort stammt, bedenken. Mögliche Schutzvorkehrungen treffen.
- Die Geräuschemissionen außerhalb der Anlage begrenzen.
- Die Entstehung und Ansammlung von Gasen vermeiden.
- Schutz vor Emissionen durch Magnetfelder (hauptsächlich durch Kabel oder Ausleitungen) außerhalb der Anlage durch Schirme in der Installation oder durch ausreichende Entfernungen gewährleisten.

Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es handelt sich lediglich um Vorschläge.

# 10. ZERTIFIZIERUNGEN

SGB erfüllt nicht nur die Normen in Sachen Fertigungstechnik und Arbeitssicherheit, sondern hat einen hohen Eigenanspruch und stellt sich auch in Umweltfragen den Herausforderungen – dies unterstreichen Auszeichnungen und Zertifikate verschiedener Institute.



**TÜV ISO 9001**

Qualität und Leistungen



**TÜV ISO 14001**

Umweltschutz



**TÜV ISO 18001**

Arbeitsschutz



**DNV GL WIND ONSHORE**

Zertifizierung für die Eignung  
in Onshore-Windturbinen



**DNV GL WIND OFFSHORE**

Zertifizierung für die Eignung  
in Offshore-Windturbinen



**GOST**

Erfüllung russischer Qualitäts-  
und Sicherheitsanforderungen



**FSK**

Anforderungen der russischen  
Netzgesellschaft



**JSC VNIAM**

Anforderungen der russischen  
Nuklearindustrie



**UL**

Amerikanische Qualitäts-  
und Sicherheitsanforderungen



**F1-CESI**

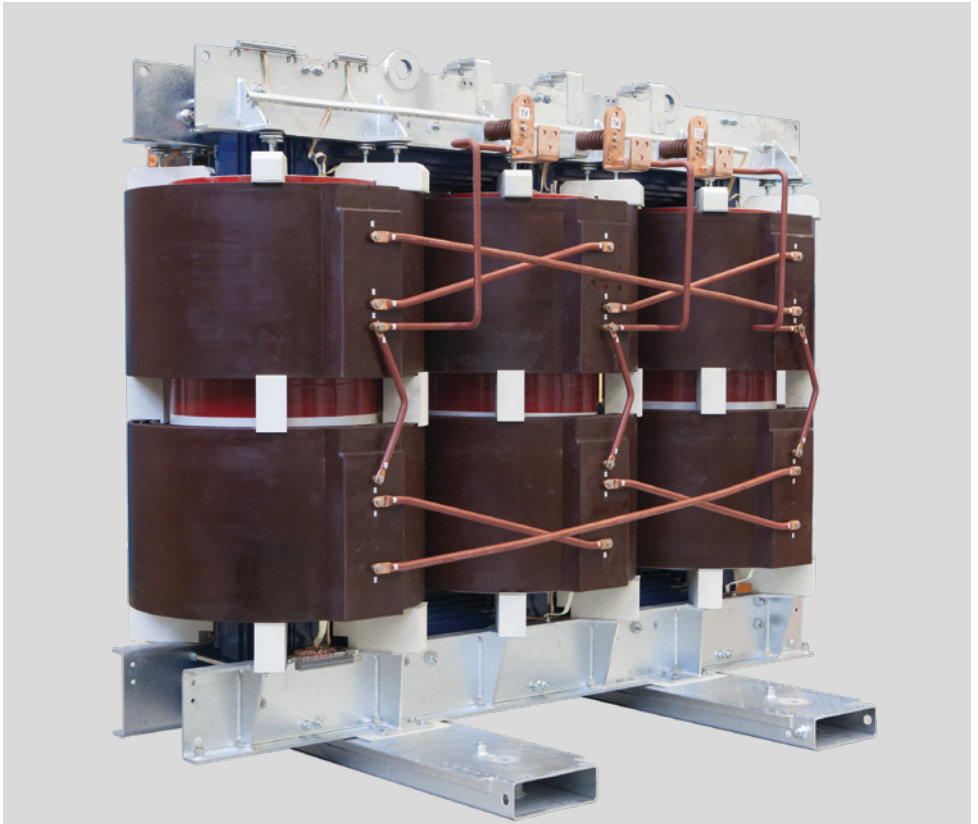
Brandschutzklasse



**C2/E2 KEMA UND CESI**

Klima- und Umgebungsklasse

Alle Zertifikate werden  
regelmäßig erneuert



Bis einschließlich

**25** MVA

LEISTUNG

Bis einschließlich

**36** KV

BETRIEBSSPANNUNG

Bis

**200** KV

BIL

 **STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**  
Regensburg · Deutschland  
Telefon +49 941 7841-0

 **SÄCHSISCH-BAYERISCHE  
STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**  
Neumark · Deutschland  
Telefon +49 37600 83-0

 **ROYAL SMIT TRANSFORMERS B.V.**  
Nijmegen · Niederlande  
Telefon +31 24 3568-911

 **SMIT TRANSFORMER SERVICE**  
Nijmegen · Niederlande  
Telefon +31 24 3568-626


 **RETRASIB S.A.**  
Sibiu · Rumänien  
Telefon +40 269 253-269

 **SGB CZECH TRAF0 S.R.O.**  
Olomouc · Tschechien  
Telefon +420 605 164860

 **BCV TECHNOLOGIES S.A.S.**  
Fontenay-le-Comte · Frankreich  
Telefon +33 251 532200

 **SGB-SMIT SALES INC.**  
Summerville, SC · USA  
Telefon +1 843 871-3434

 **SGB-USA INC.**  
Tallmadge, OH · USA  
Telefon +1 330 472-1187

 **OTC SERVICES INC.**  
Louisville, OH · USA  
Telefon +1 330 871-2444

 **SGB MY SDN. BHD.**  
Nilai · Malaysia  
Telefon +60 6 799 4014

 **SGB TRANSFORMERS INDIA PVT. LTD.**  
Chennai · Indien  
Telefon +91 44 45536147

 **SGB CHINA**  
Changzhou · P.R. China  
Telefon +86 519 82999000

 **SGB-SMIT POWER MATLA (PTY) LTD.**  
Pretoria West · Südafrika  
Telefon +27 12 318 9911  
Kapstadt · Südafrika  
Telefon +27 21 505 3000

**STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**

Ohmstraße 10 · 93055 Regensburg · Deutschland  
Telefon +49 941 7841-0  
Fax +49 941 7841-439  
E-Mail [sgb@sgb-smit.group](mailto:sgb@sgb-smit.group)

[www.sgb-smit.com](http://www.sgb-smit.com)