

The background of the advertisement is a close-up photograph of a transformer core. The core consists of several large, cylindrical components stacked on top of each other. The top surfaces of these components are visible, showing a series of concentric, circular slots or grooves. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the metallic texture and the complex geometry of the core. The colors are primarily dark reds and blacks, with some lighter areas where the light hits the edges of the components.

**SIEMENS**

[www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)

# Aus Know-how wird Spitzentechnologie aus einem Guss

GEAFOL-Gießharztransformatoren

Answers for energy.

# Die sichere Technik

## GAEFOL-Gießharztransformatoren

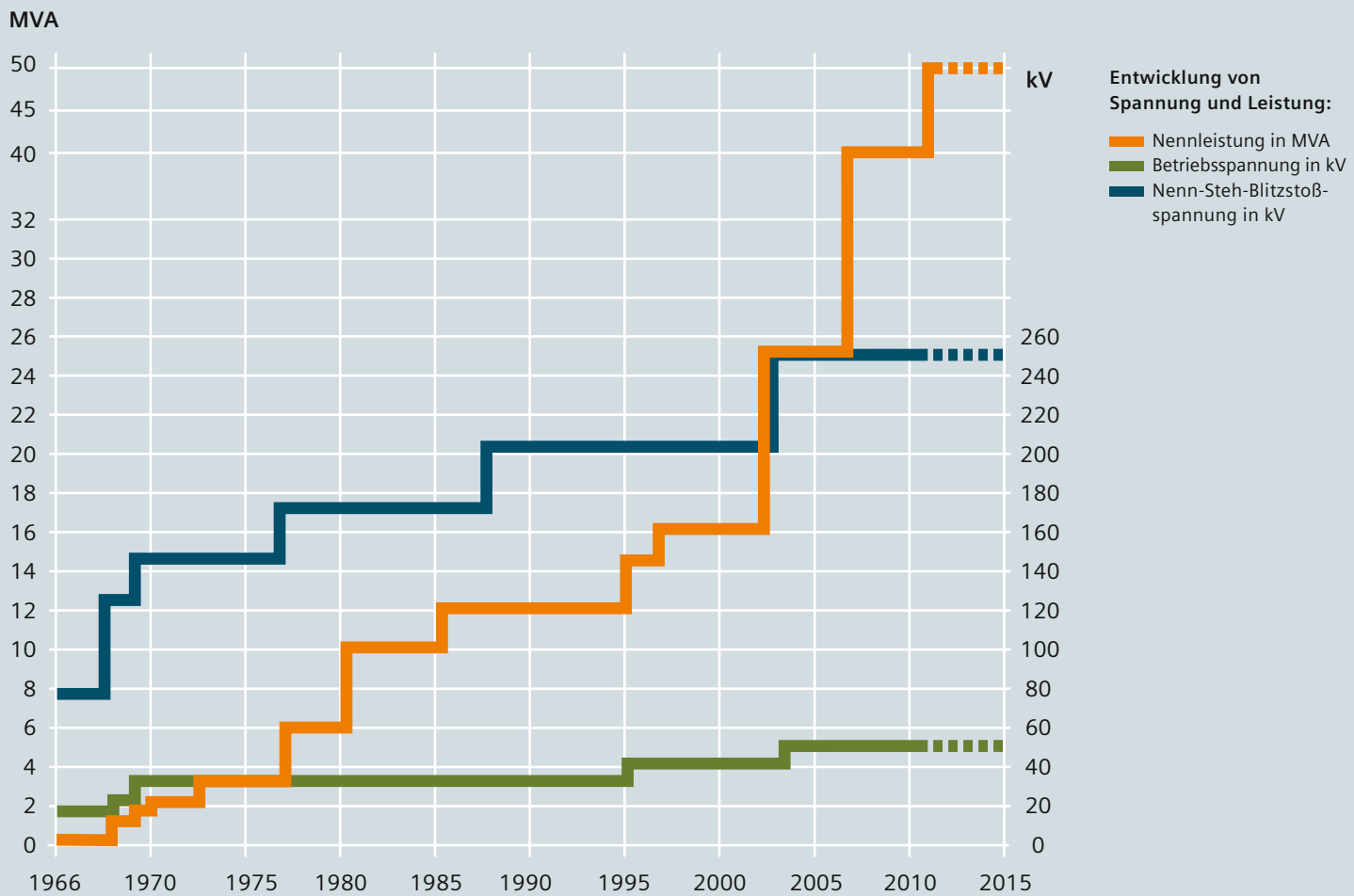
Überall dort, wo Verteilungstransformatoren in unmittelbarer Nähe des Menschen höchste Sicherheit garantieren müssen, sind GAEFOL®-Gießharztransformatoren die perfekte Lösung. Bei GAEFOL konnten die Einschränkungen flüssigkeitsgefüllter Transformatoren vermieden, deren bewährte Eigenschaften wie Betriebssicherheit und Lebensdauer jedoch übernommen werden.

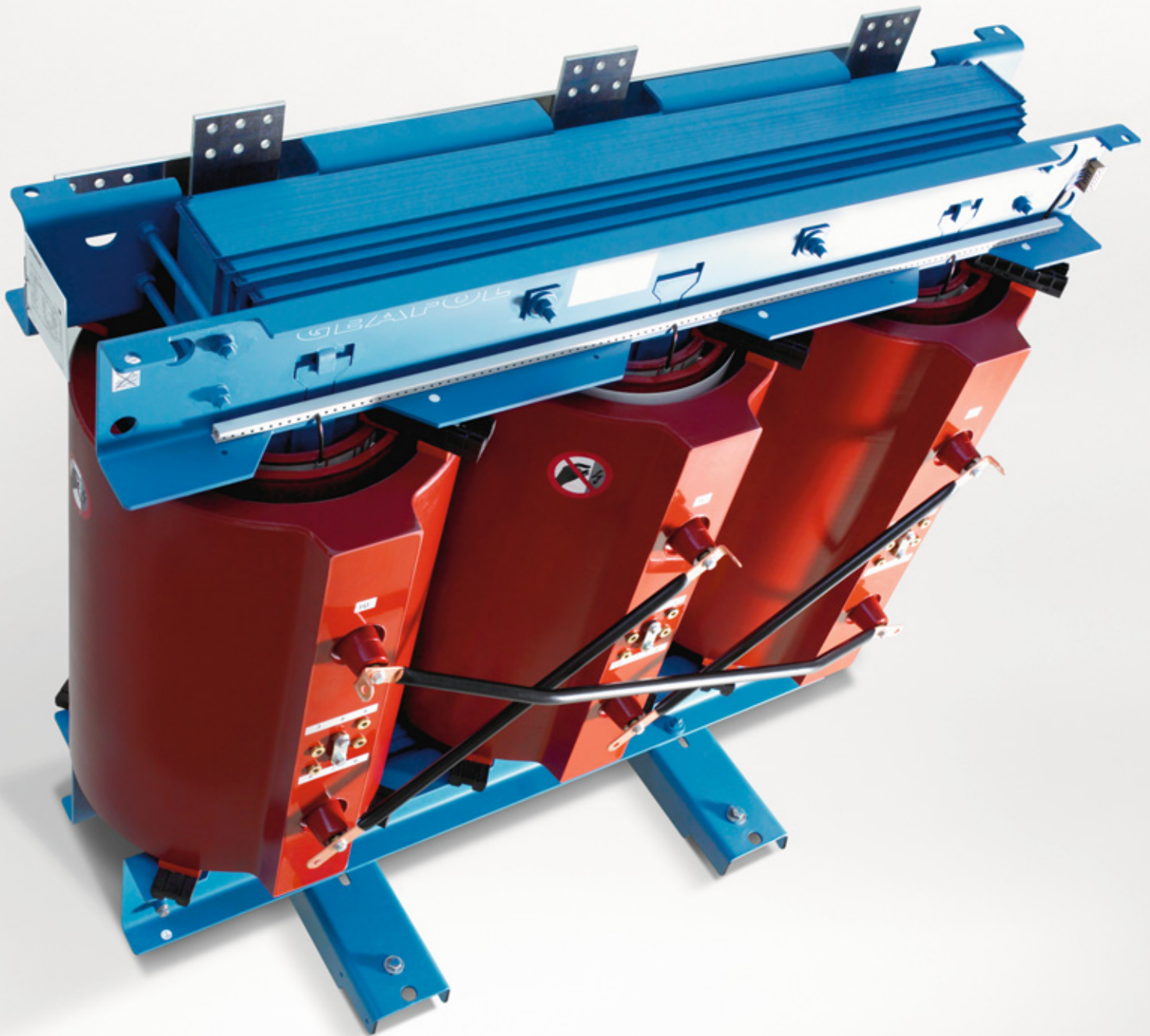
GAEFOL-Gießharztransformatoren entsprechen der IEC 60076-11 bzw. EN 60076-11 sowie VDE 0532-76-11. Jedoch können sie auch nach speziellen nationalen Vorschriften bzw. Kundenwünschen ausgeführt werden. Wir bieten individuelle Problemlösungen, die alle Anforderungen hinsichtlich Betriebsart, Geräusch- und Verlustarmut, Anschlusstechnik, Kühlungsart sowie Transport und Aufstellung erfüllen.

### 100.000-mal Sicherheit

Nicht umsonst werden GAEFOL-Gießharztransformatoren vor allem auch dort eingesetzt, wo es keine Sicherheitskompromisse geben darf. In Hochhäusern, Krankenhäusern, Straßen- und U-Bahn-Schächten, Offshore- und Bergwerksanlagen, Windkraftanlagen, Kernkraftwerken und, und, und ... Nicht von ungefähr wird die wegen ihres Prinzips überlegene GAEFOL-Technik von vielen Transformatorenherstellern weltweit in Lizenz gebaut.

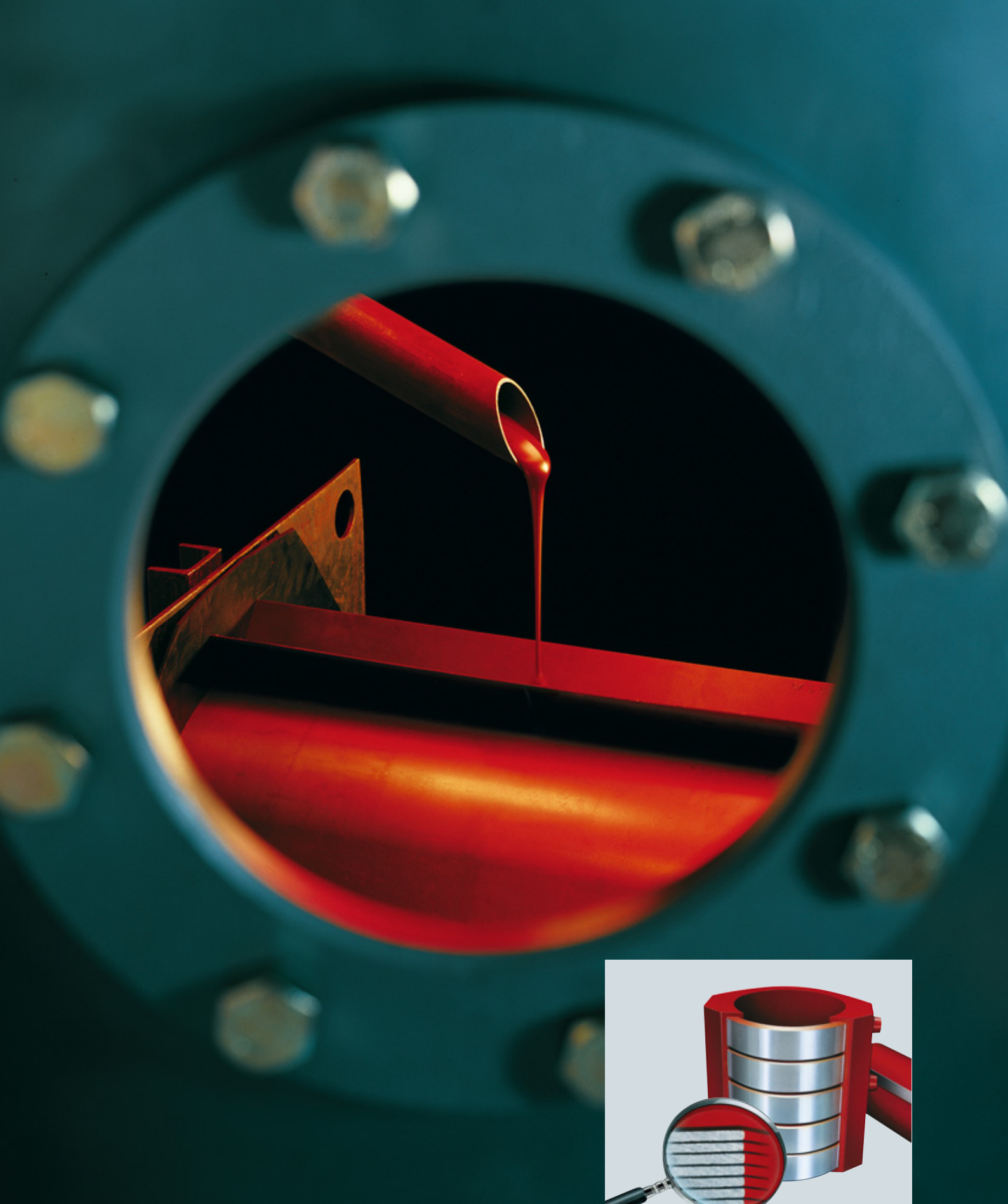
Weit über 100.000 GAEFOL-Gießharztransformatoren haben sich in der Energieversorgung rund um den Globus bewährt. Unten stehende Grafik stellt den seit 1966 durch einen ständigen Innovationsprozess weiterentwickelten Leistungs- und Spannungsbereich dar.





*GEAFOL-Transformatoren sind umweltfreundlich in der Technik und flexibel im Einsatz – sie ermöglichen wirtschaftliche Energieverteilung direkt im Verbraucherschwerpunkt.*

*GEAFOL-Transformatoren decken einen Leistungsbereich von 50 kVA bis ca. 50 MVA mit Betriebsspannungen bis 52 kV ab.*



Wicklungsverguss  
im Vakuumofen

Teilvergossene OS-Wicklung –  
die Lupe zeigt den Spulenschnitt



# Die perfekte Technik

## GEAFOL-Gießharztransformatoren

Mit GEAFOL ist es gelungen, einen Transformator mit exzellenten elektrischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften zu schaffen, der darüber hinaus besonders umweltfreundlich ist.

### Wartungsfrei – umweltfreundlich – robust: die Isolierung

Die Isolierung des GEAFOL besteht aus einer Epoxidharz-Quarzmehl-Mischung. Ein umweltfreundliches Material, das die Wicklungen wartungsfrei, feuchtesicher und tropengeeignet, schwer brennbar und selbstverlöschend macht. Zusätzliche, brandhemmende Chemikalien, wie z. B. Aluminiumoxidtrihydrat, welche die mechanischen Eigenschaften sowie die Alterung negativ beeinflussen können, sind nicht erforderlich. Selbst unter Lichtbogenwirkung entstehen keine toxischen Gase. Die Wicklungen sind zwischen elastischen Distanzstücken eingespannt, die sie vom Eisenkern und gegeneinander schwingungsmechanisch entkoppeln. Resultat: GEAFOL-Transformatoren sind so leise wie Öltransformatoren.

### Elektrisch sicher: die Folienwicklung aus Aluminium

Die Spulen der Oberspannungswicklung werden aus Aluminiumfolie hergestellt. Warum Folienwicklung? Weil die Folienwicklung einfache Wickeltechnik mit hoher elektrischer Sicherheit verbindet. Ihre Isolierung wird elektrisch geringer beansprucht als die anderer Wicklungsarten. Während sich bei einer herkömmlichen Runddrahtwicklung die Windungsspannungen bis zur doppelten Lagenspannung addieren, tritt bei Folienwicklung nicht mehr als die einfache Windungsspannung auf, denn bei ihr besteht jede Lage aus einer Windung. Resultat: hohe Wechsel- und Stoßspannungsfestigkeit.

Warum Aluminium? Die Ausdehnungskoeffizienten von Aluminium und Gießharz liegen so nahe beieinander, dass nur geringe Materialspannungen auftreten können.

### Ohne Gaseinschlüsse: der Epoxidharzverguss

Der Epoxidharzverguss der Oberspannungswicklungen wird unter Vakuum bei erhöhter Temperatur vorgenommen. Dieses Verfahren verhindert schädliche Gaseinschlüsse. Die Qualität des Vergusses in Verbindung mit den elektrischen Vorteilen der Folienwicklung ist entscheidend für die hohe Teilentladungsfreiheit (bis zur doppelten Nennspannung). Bei der Unterspannungsbandwicklung besteht das Leitermaterial ebenfalls aus Aluminium. Die Breite des Aluminiumbandes ist gleich der Spulenlänge. Das verringert die axialen Kurzschlusskräfte im Transformator

erheblich. Durch Wärmebehandlung verkleben Leiter- und Isoliermaterial miteinander und bilden eine kompakte Einheit, die auch hohe radiale Kräfte, z. B. im Kurzschlussfall, sicher beherrscht.

### Universell: die Einsatzgebiete

Trockentransformatoren müssen entsprechend der nachgewiesenen Umgebungs-, Klima- und Brandklasse gekennzeichnet werden. Unsere GEAFOL-Gießharztransformatoren sind universell einsetzbar und erfüllen die höchsten definierten Klassen, die in umfangreichen Tests nachgewiesen wurden:

- Umgebungsstufe E2
- Klimaklasse C2\*
- Brandklasse F1

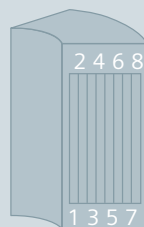
\* Bei Freiluftaufstellung muss Schutzart IP 23 eingehalten werden.

### Spannungsbeanspruchung



#### Runddrahtwicklung

Die Windungsspannungen addieren sich bis zur doppelten Lagenspannung.



#### Folienwicklung

Die Lagenspannung entspricht der einfachen Windungsspannung.

# Die flexible Technik

## GEAFOL-Gießharztransformatoren

### 50 % Leistungsreserven – mit Querstromlüftern

Um Leistungsreserven bereitzuhalten und länger dauernde Lastspitzen abzudecken, können temperaturabhängig gesteuerte Querstromlüfter angebaut werden. Die Leistung des Transformators kann dadurch um bis zu 50 % gesteigert werden (Dauerbetrieb). Zum einfacheren Einbau und Anschluss kann der Transformator OS- und US-seitig wahlweise oben oder unten angeschlossen werden (Anmerkung: Lage der US-Anschlüsse bei der Montage von Lüftern üblicherweise oben). Auch Steckanschlüsse sind möglich.

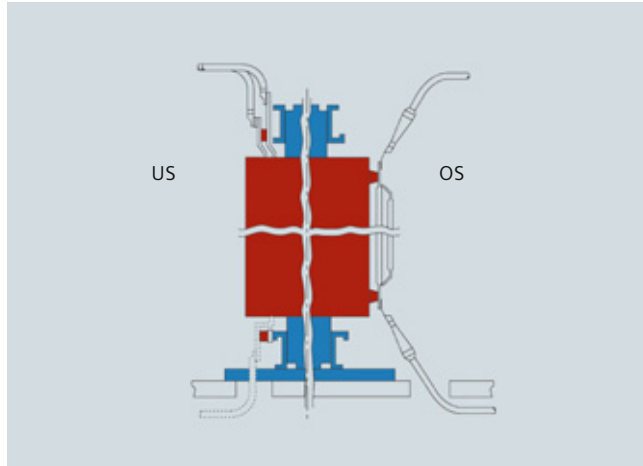
### Unkompliziert: Planung mit allen Freiheiten

Planen mit GEAFOL macht unabhängig von Einschränkungen klassischer Transformatorentechnik. Durch den problemlosen Einsatz in Verbraucherschwerpunkten werden optimale Netzkonzeptionen machbar. Besondere Sicherheitsvorkehrungen – wie z. B. Kühlmittelauffangwannen – entfallen. Da der GEAFOL häufig weniger Aufstellungsfläche benötigt als flüssigkeitsgefüllte und gasisolierte Transformatoren, kann mehr Leistung im gleichen Raum installiert werden. Wirtschaftlich ist auch der Aufbau des Transformators aus Einzelkomponenten. So können z. B. Wicklungen vor Ort montiert und ausgetauscht werden.

### CO<sub>2</sub>-Bilanz

Transformatoren der neuesten Generation vermindern die CO<sub>2</sub>-Bilanz durch ihre hohe Effizienz und geringere Transportverluste. Durch umweltgerechtes Produktdesign und die damit einhergehende Verringerung von Materialeinsatz und Endgewicht wird zudem bereits im Herstellungsprozess CO<sub>2</sub> reduziert.

**Wirtschaftlich: keine Wartung – keine Wartungskosten**  
GEAFOL ist praktisch wartungsfrei. Nachdem der Transformator angeschlossen ist, darf man ihn in den meisten

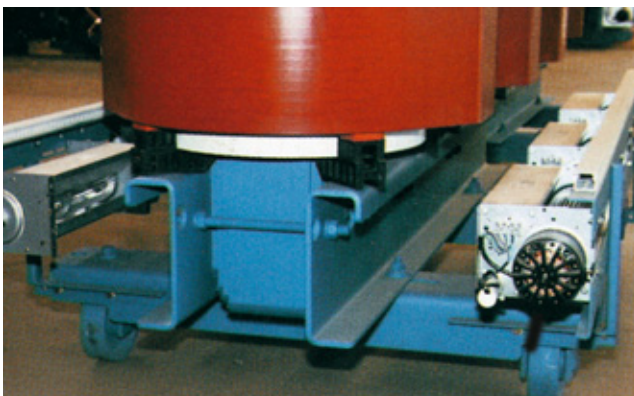


Individuelle Anschlussmöglichkeiten:  
US-Anschluss unten – als Sonderausführung

Einsatzfällen vergessen. Wenn Sie diese Vorteile bereits im Planungsstadium berücksichtigen, lassen sich die Gesamtkosten der Stromversorgungsanlage in den meisten Fällen erheblich senken.

### Entsorgung

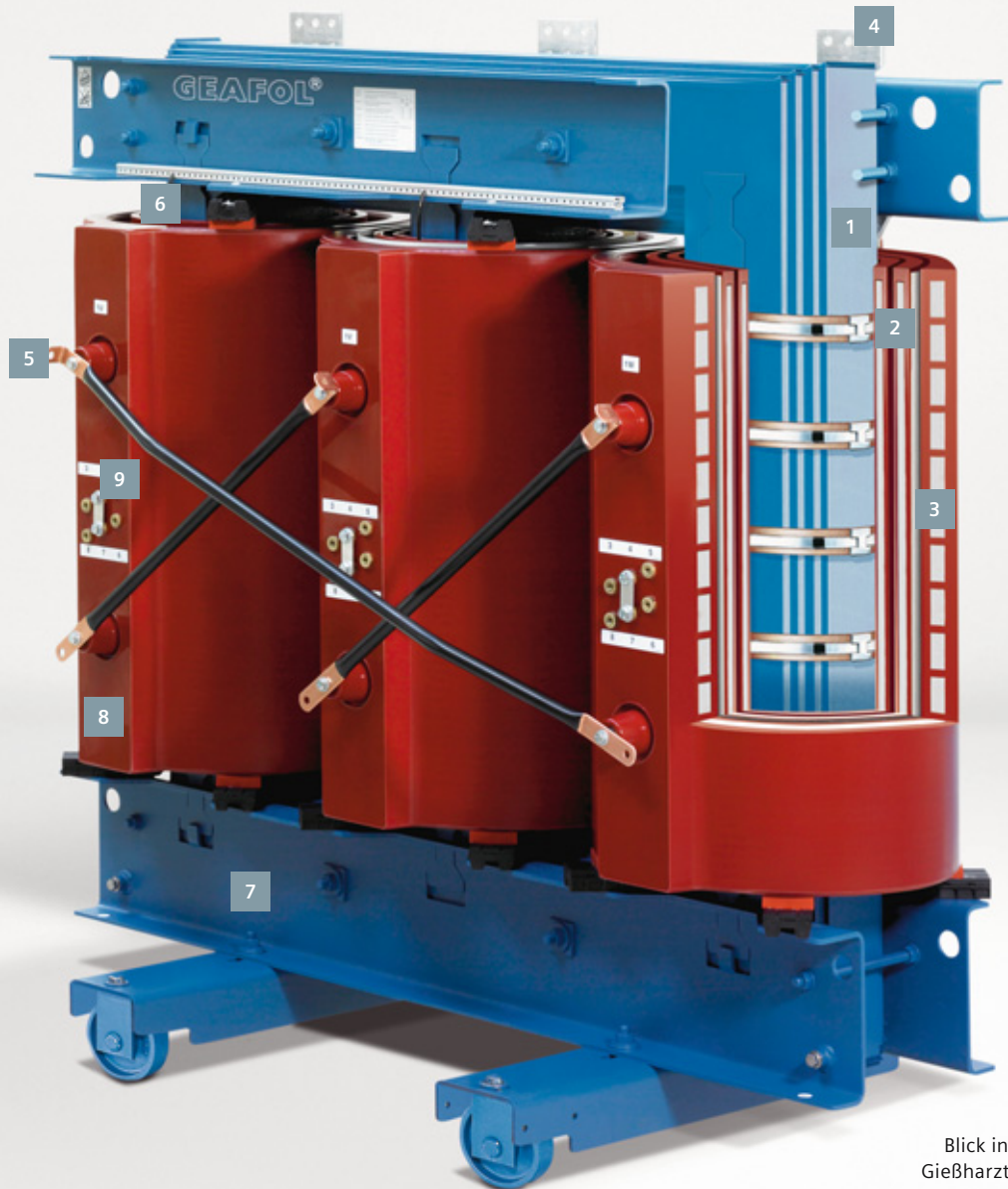
GEAFOL Transformatoren sind langlebige Investitionsgüter mit einer wirtschaftlichen Lebensdauer von 30 oder mehr Jahren. Trotzdem wird der Zeitpunkt kommen, an dem das Produkt ersetzt wird und entsorgt werden muss. Für GEAFOL-Gießharztransformatoren gilt eine hohe Recyclingquote. Durchschnittlich lediglich 4 % des Materials wird thermisch verwertet, 2 % sind deponiefähig, während 94 % des Materials wieder in den Rohstoffkreislauf einfließen. Es kann also durchaus sein, dass dieses Material als neuer Transformator bei Ihnen zum Einsatz kommt.



Leistungserhöhung um bis zu 50 % durch Anbau von Querstromlüftern



GEAFOL-Standardschutzgehäuse: z. B. nach Schutzart IP 20; auf Wunsch modifizierte Gehäusevarianten



Blick in einen 630-kVA-GEAFOL-Gießharztransformator,  $U_r = 20$  kV

## GEAFOL – Transformatorentechnik auf einen Blick:

- 1 **Dreischenkelkern** aus doppelseitig isolierten, kornorientierten, verlustarmen Elektroblechen
- 2 **US-Wicklung** aus Aluminiumband; Windungen durch Flächenisolierstoff fest verklebt (Prepreg)
- 3 **OS-Wicklung** aus Aluminium-Einzelspulen in Folientechnik, unter Vakuum vergossen; Seite 4
- 4 **US-Anschlüsse**
- 5 **Dreieck-Schaltverbindungen mit OS-Anschlüssen**
- 6 **Elastische Distanzstücke** zur schwingungsmechanischen Entkopplung von Kern und Wicklungen; niedrige Geräuschwerte sowie freie Ausdehnung der Komponenten bei Temperaturwechseln

- 7 **Pressrahmen und Fahrgestell**  
Rollen für Längs- und Querfahrt umsetzbar
- 8 **Isolierung aus Epoxidharz-Quarzmehl-Mischung** macht den Transformator weitgehendst wartungsfrei, feuchtesicher und tropengeeignet, schwer brennbar und selbstverlöschend (kein Einsatz von Aluminiumoxidtrihydrat erforderlich)
- 9 **OS-Anzapfungen  $\pm 2 \times 2,5$  %** (auf der OS-Anschlussseite) zur Anpassung an die jeweiligen Netzverhältnisse; spannungslos umklemmbar

**Temperaturüberwachung** durch Kaltleiterfühler (PTC) in der US-Wicklung (auf Wunsch PT 100)

**Lackierung der Stahlteile**  
Dickschichtanstrich, RAL 5009, auf Wunsch: Zweikomponentenanstrich oder Feuerverzinkung (bei besonders aggressiver Umgebung)

**Aufbau aus Einzelkomponenten** z. B. Wicklungen vor Ort einzeln montieren und austauschbar

**Umgebungsklasse E2**

**Klimaklasse C2** (bei Freiluftaufstellung muss Schutzart IP 23 eingehalten werden)

**Brandklasse F1**

**Herausgeber und Copyright © 2011:**

Siemens AG  
Energy Sector  
Freyeslebenstraße 1  
91058 Erlangen, Germany

Transformatorenwerk Kirchheim/Teck  
Hegelstraße 20  
73230 Kirchheim/Teck, Germany  
Tel.: +49 (0) 7021 508-0  
Fax: +49 (0) 7021 508-495

Siemens Transzformátor Kft.  
1214 Budapest  
II. Rákóczi Ferenc u.189., Ungarn  
Tel.: +36 (1) 278 5300  
Fax: +36 (1) 278 5335

Wünschen Sie mehr Informationen,  
wenden Sie sich bitte an unser  
Customer Support Center.  
Tel.: +49 180/524 70 00  
Fax: +49 180/524 24 71  
(Gebühren in Abhängigkeit vom Provider)

E-Mail: [support.energy@siemens.com](mailto:support.energy@siemens.com)

Power Transmission Division  
Bestell-Nr. E50001-G640-A144-V1 | Printed in Germany |  
Dispo 19201 | c4bs-Nr. 7481 |  
TH 101-110160 | BR | 472104 | WS | 07111.5

Gedruckt auf elementar chlorfrei gebleichtem Papier.

Alle Rechte vorbehalten.  
In diesem Dokument genannte Handelsmarken  
und Warenzeichen sind Eigentum der Siemens AG  
bzw. ihrer Beteiligungsgesellschaften oder der  
jeweiligen Inhaber.

Änderungen vorbehalten.

Die Informationen in diesem Dokument enthalten  
allgemeine Beschreibungen der technischen Möglich-  
keiten, welche im Einzelfall nicht immer vorliegen.  
Die gewünschten Leistungsmerkmale sind daher im  
Einzelfall bei Vertragsschluss festzulegen.