



Aus reiner Kraft wird  
zuverlässige Energieversorgung.  
Siemens **Transformatoren.**

Leistungstransformatoren über 200 MVA

Power Transmission and Distribution

**SIEMENS**

# Aus Einsatz wird Leistung



Energie sicher zum Verbraucher zu bringen ist eine Grundanforderung, die für alle Leistungstransformatoren gilt. Dabei aber ist jeder einzelne ein Unikat – ausgelegt nach individuellen Faktoren wie Spannung, Leistung, Klima, Netztopografie, Geräuschpegel und vielen mehr. Siemens ist Ihr Partner, der diese Anforderungen aufnimmt und in überzeugende Lösungen mit höchster Qualität umsetzt. Wir liefern Leistungstransformatoren, die vor Ort zuverlässig ihren Einsatz leisten – wirtschaftlich und sicher über Jahrzehnte hinweg.

## Viele Gründe für Zuverlässigkeit

An erster Stelle steht die kompromisslose Erfüllung des Qualitätsanspruchs, dem wir uns verpflichtet haben. Jedes Werk, in dem Siemens Transformatoren gefertigt werden, setzt unser nach DIN ISO 9001:2000 zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem in die Tat um. Und nur Transformatoren, die alle umfangreichen Prüfungen erfolgreich bestanden haben, gehen anschließend in den Praxiseinsatz.

Von Siemens erhalten Sie eine Gesamtleistung – von der Beratung und Konstruktion über Herstellung, Transport und Inbetriebnahme bis zum Transformer Life Management.

## 100 Jahre Erfahrung – 100% Leidenschaft für Ihre Aufgabe

Seit einem Jahrhundert vertrauen Energieversorgungs- und Industrieunternehmen auf Siemens Transformatoren. Größe plus Nähe – von beiden Aspekten profitieren Sie in der Zusammenarbeit mit Siemens. Als einer der führenden Transformatorenhersteller weltweit bieten wir ein dichtes Kompetenznetzwerk. Gleichzeitig sind wir Ihr Ansprechpartner, der Ihre Anforderungen umsetzt – in über 190 Ländern der Welt.

# Fit für große Aufgaben: 200 MVA und mehr

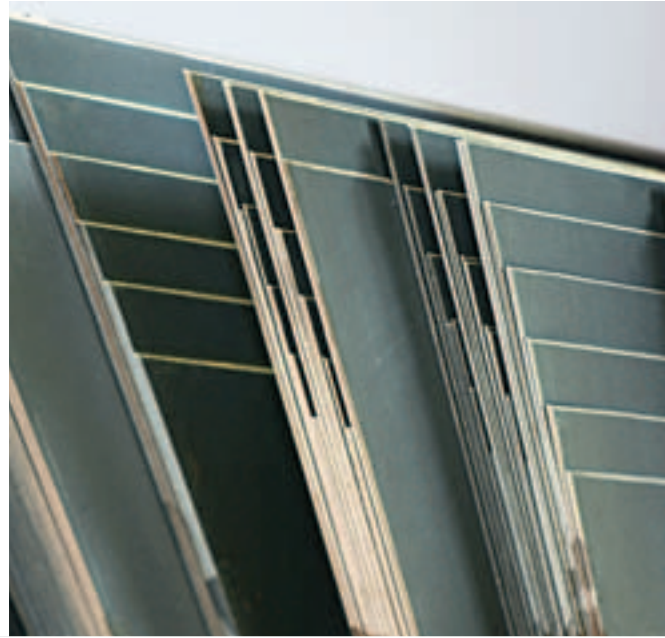


Inhalt	Seite
Aus Einsatz wird Leistung	2
Fit für große Aufgaben: 200 MVA und mehr	3
Ein filigranes Schwergewicht entsteht: der Eisenkern	4
Rundum Millimeterarbeit: die Wicklungen	5
Know-how auf den Punkt gebracht: die Spannungseinstellung	6
Die schützende Hülle: der Kessel	7
Mehr als die Summe der Teile: die Endmontage	8
Für ein langes Transformatorenleben: die richtige Kühlung	9
Qualität absichern und dokumentieren: die Endprüfung	10
Siemens Leistungstransformatoren: rund um den Globus im Einsatz	11

Im Leistungsbereich über 200 MVA sind vor allem Maschinen- und Netzkupplerturmotoren gefordert – mit Stufenschaltern, Umstellern oder einer Kombination von beidem.

Siemens Transformatoren können dabei für jede Anforderung konzipiert werden: als Voll- oder Spartransformatoren, in Drehstrom- oder Einphasen-Version. Auch bei Leistungen bis über 1000 MVA und Spannungen bis über 765 kV (800 kV) sind die Grenzen des Möglichen längst noch nicht erreicht. Wir produzieren diese Einheiten nach IEC 60076 sowie weiteren internationalen und nationalen Vorschriften (z. B. ANSI/IEEE).

# Ein filigranes Schwergewicht entsteht: der Eisenkern



Die Präzision in der Fertigung des Kerns ist mitentscheidend für den späteren Wirkungsgrad des Transformators. Siemens Leistungstransformatoren werden als Kerntypen gefertigt, bei denen die bewickelten und unbewickelten Schenkel des Kerns in einer Ebene angeordnet und durch Joche miteinander verbunden sind.

Die anerkannt hohe Qualität dieses Bauteils sehen wir buchstäblich als unsere „Kern-Kompetenz“. Die Weichen dafür werden durch Verwendung hochwertiger kaltgewalzter Bleche gestellt – mit Stärken von 0,3 mm und weniger. Je nach Anforderung kommen auch laserbehandelte Bleche zum Einsatz.

Beim Schneiden dieser Bleche setzen wir auf modernste numerische Steuerungen, die einen sogenannten Step-Lap-Schnitt ermöglichen – mit der Folge eines besonders günstigen Flussverlaufs an den Stoßstellen. Dies wiederum ist Grundlage für niedrige Verluste und die Minimierung von Leerlaufgeräuschen.

## Schicht für Schicht Präzisionsarbeit

**Erster Schritt – Blech schneiden:**  
Die als Coils angelieferten Kernbleche werden gratfrei zunächst längs geteilt und dann zu Einzelblechen in die endgültige Form geschnitten. Die Rechnersteuerung sorgt dafür, dass geringste Toleranzen sicher eingehalten werden.



**Zweiter Schritt – Kernlegung durch modernste Vorrichtung:**  
Ausgelegt für Transformatorkerne von mehreren hundert Tonnen, stellt der Hydraulik-Tisch den Eisenkern aus der horizontalen Schicht- in die vertikale Montageposition. Für den Transport werden Luftkissen-Transportpaletten genutzt.



# Rundum Millimeterarbeit: die Wicklungen



Hohe elektrische und mechanische Beanspruchungen gehören zum Transformatoralltag. Hier sind besonders die Wicklungen gefordert. Deshalb setzt Siemens auf Scheibenspulenwicklungen, die sich durch hohe mechanische Stabilität, und damit durch überzeugende Betriebssicherheit auszeichnen.

Das Wicklungsmaterial besteht aus Kupferdraht. Welche Wicklungsart jeweils zum Einsatz kommt, ist abhängig von der notwendigen Leistung und Spannung.

## Für hohe Spannungen – Wicklungen aus Scheibenspulen

Wicklungen aus Scheibenspulen werden bei hohen Spannungen bevorzugt. Sie bestehen aus fortlaufend gewickelten Spulen, die durch radiale und axiale Kanäle für die Ölkühlung unterteilt sind.

Die Fertigung erfolgt auf Vertikal- und Horizontalbänken. Durch fortlaufendes Wickeln von Scheibenspulen werden Lötstellen auf ein Minimum reduziert. Präzise Steuerungssysteme sorgen dabei für einen konstanten Anpressdruck und Wickelzug, während erfahrene Spulenkwickler jeden Arbeitsschritt überwachen.

## Für niedrige Spannungen – Wicklungen aus Zylinderspulen

Bei niedrigen Spannungen hat sich der Einsatz von Lagenwicklungen bewährt. Sie werden durch konzentrisch übereinander angeordnete Zylinderspulen gebildet, die durch axiale Ölkanäle getrennt sind.

Drillleiter setzen die Zusatzverluste herab. Sie bestehen aus einer Vielzahl lackisolierter verdrehter Profildrähte.



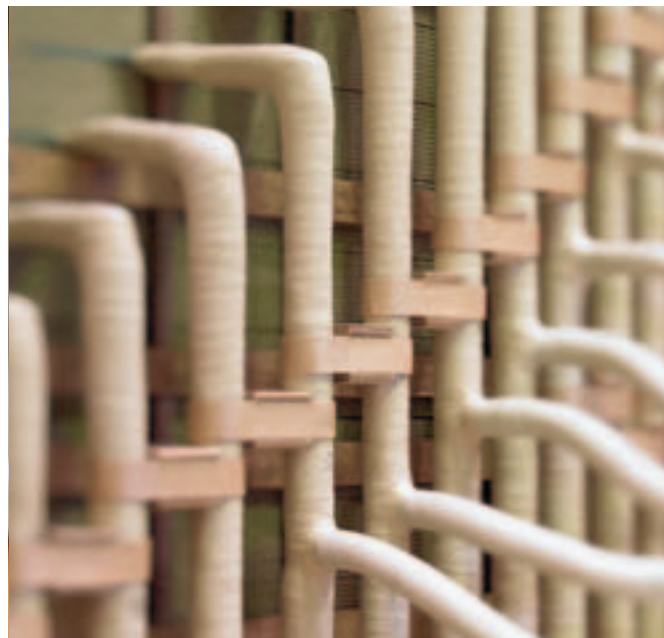
Wicklungen für Grenzleistungen erfordern komplizierte Ausführungen. Unsere Lösung: Einsatz von Drillleiterwicklungen auch bei höchsten Spannungen.



Die sorgfältige Nachbehandlung spielt eine entscheidende Rolle, um die Wicklungen auf die hohen Anforderungen im Betrieb vorzubereiten. Deshalb werden sie gepresst, unter konstantem Druck getrocknet, ölprägniert, exakt vermessen und, wenn erforderlich, geometrisch nachjustiert.



# Know-how auf den Punkt gebracht: die Spannungseinstellung



Um die Übersetzung sicher und einfach an die Netzverhältnisse anpassen zu können, verfügen Siemens Leistungstransformatoren über eine Stufenwicklung mit Anzapfungen. Der Vorteil: Auf diese Weise lässt sich die Übersetzung stufenweise ändern – entweder spannungslos per Umsteller oder unter Last mit Hilfe von Stufenschaltern.

Während Umsteller in der Regel manuell eingestellt werden, stehen für den Betrieb von Stufenschaltern eigene Motorantriebe zur Verfügung. Sie lassen sich vor Ort oder per Fernbedienung steuern.

## Stufenschalter zur Spannungseinstellung unter Last:

1

Der Lastumschalter ist in einem ölgefüllten Isoliergefäß platziert, das ihn vom Kühlmittel des Transformators zuverlässig trennt. Gleichzeitig wird so verhindert, dass durch Schalt-Lichtbögen erzeugte Zersetzungsprodukte ins Transformatoröl gelangen.

2

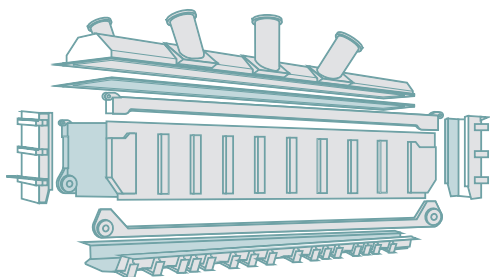
Der Wähler wird in stromlosem Zustand geschaltet und ist deshalb vom Transformatoröl direkt umgeben.



# Die schützende Hülle: der Kessel



Eine weitere Hauptkomponente neben Kern und Wicklung ist der Kessel:  
Er nimmt Aktivteil und Ölfüllung auf –  
mit Gewichten von zusammen oft mehr-  
eren hundert Tonnen. Keine Frage, dass  
hier eine statisch sichere und öldichte  
Konstruktion bei optimiertem Gewicht  
verlangt ist. Erstklassiger Korrosions-  
schutz ist Grundlage für die Langlebig-  
keit des Kessels.



## Der Weg zum Kunden:

Ausmaße und Gewicht der  
Transformatoren stellen  
hohe Anforderungen an  
den Transport. Dieser in  
Segmentbauweise gefe-  
rigte Kesseltyp wird als  
selbsttragendes Mittelteil  
in den Tragschnabelwagen  
eingehängt.

# Mehr als die Summe der Teile: die Endmontage



Aus Kern, Wicklungen, Pressteilen, Stufenschalter und Verbindungsleitungen entsteht der Aktivteil des Transformators. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der mechanischen Stabilität der Wicklungen.

Ein gemeinsamer Pressring für alle Wicklungen eines Schenkels sorgt dafür, dass die geometrischen Positionen der einzelnen Wicklungen exakt eingehalten werden können. Dies ist wichtig, um axiale Schubkräfte zu minimieren. Die erforderliche Einspannkraft wird hydraulisch mit hoher Genauigkeit nach der Trocknung eingestellt. Die Trocknung des Aktivteils erfolgt nach dem Vapor-Phase-Verfahren.

Danach werden alle Verschraubungen am Aktivteil überprüft und gesichert. Der Aktivteil, der dabei noch mehr als 100°C heiß ist, wird anschließend in den Kessel eingesetzt und unter Vakuum mit hochwertigem Isolieröl gefüllt. Sind nun die Anbauteile montiert – wie Motorantrieb, Schaltschränke, Durchführungen oder Überwachungsgeräte, ist der Leistungstransformator nach Erreichen der Standzeit bereit für die Endprüfung.



## Ein spektakulärer Moment:

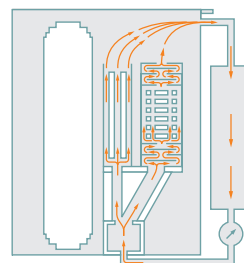
Der Aktivteil – in der Vapor-Phase-Anlage unter Vakuum bei 130°C getrocknet – wird in den Kessel eingefahren.

# Für ein langes Transformatorenleben: die richtige Kühlung



Für Betriebssicherheit und Lebensdauer des Transformators ist die Wirksamkeit der Kühlung von entscheidender Bedeutung.

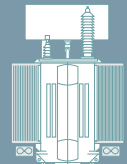
Bei Transformatoren über 200 MVA kommen verschiedene Kühlungsarten zum Einsatz – vor allem die Öl-Luft-Kühlungen ONAN, ONAF, OFAF und ODAF sowie die Öl-Wasser-Kühlungen OFWF und ODWF. Die Radiatorenbatterien bzw. Öl-Luft- und Öl-Wasser-Kühler können am Transformator angebaut oder separat aufgestellt sein.



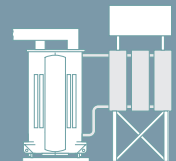
Bei Großtransformatoren lässt sich eine noch effektivere Kühlung durch direkt gerichtete Ölführung in den Wicklungen erreichen.

## Die Kühlungsarten:

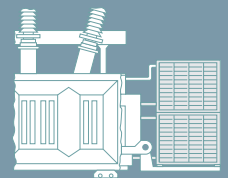
Angebauter Radiator mit und ohne Lüfter (ONAF / ONAN)



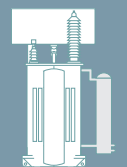
Separate Radiatorenbatterie (ONAN / ONAF / OFAN / OFAF / ODAN / ODAF)



Angebauter Luft-Kühlungsanlage (OFAF / ODAF)



Angebauter Öl-Wasser-Kühler (OFWF / ODWF)



# Qualität absichern und dokumentieren: die Endprüfung



Jeder Transformator, den wir ausliefern, muss in Siemens-eigenen Prüffeldern eine Reihe von strengen Endkontrollen hinter sich bringen. Das Spektrum reicht von Stückprüfungen mit Spannungsprüfungen – einschließlich Blitzstoßspannungen – über Erwärmungsprüfungen bis hin zu einer breiten Palette von Sonderprüfungen: ob Isolationswiderstand, Oberschwingungen oder Geräuschpegel. Prüfungen zur Kurzschlussfestigkeit werden in international anerkannten und zugelassenen Instituten durchgeführt.

Mit anderen Worten – Sie können auf geprüfte Qualität vertrauen. Die Leistungstransformatoren von Siemens gehören zu den zuverlässigsten der Welt.

Unser Qualitätssicherungssystem begleitet den Transformator von der Bestellung bis zur Übergabe an Sie – und wenn Sie wollen über die gesamte Lebensdauer hinweg. Eine wichtige Station ist z. B. die Höchstspannungs-Prüfhalle.



# Siemens Leistungstransformatoren: rund um den Globus im Einsatz

Leistungstransformatoren werden gebraucht, um immer mehr Menschen und wachsende Volkswirtschaften sicher mit Strom zu versorgen.

Siemens ist weltweit Partner für Energieversorger und Industrieunternehmen – entsprechend global sind die Beispiele unserer Arbeit: ob in Südamerika, Asien oder Mitteleuropa, ob in der Wüste oder in besonders anspruchsvollen Einsätzen 15 Meter unter der Erde. Zehntausende von Anlagen laufen mit unserer Technik wirtschaftlich und zuverlässig.

Und wann dürfen wir Ihr Projekt hier vorstellen?



## Wasserkraft für China

15 dreiphasige Maschinentransformatoren 800/1.092 MVA/550 kV für das größte Wasserkraftwerk der Welt – geliefert von unserem Werk in Nürnberg



## Flüstern in New York City

Ein dreiphasiger Spartransformator 420 MVA/345 kV in extrem geräuscharmer Ausführung. Die Optimierung des Aktivteils ergab eine Reduzierung um 20 dB(A) – geliefert von unserem Werk in Weiz, Österreich



## Berücksichtigung von Sonnenwind- einflüssen in der Lösung für Südafrika

Vier dreiphasige Maschinentransformatoren 450 MVA/420 kV in speziellem Hot-Spot-Design für geomagnetisch induzierte Ströme (GIC) – geliefert von unserem Werk in Zagreb, Kroatien



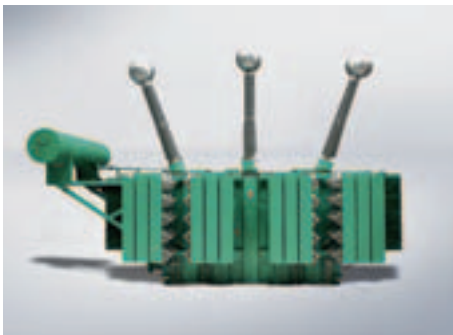
## Verstärkte Nutzung geothermischer Energie in China

Zwei dreiphasige Maschinentransformatoren 370 MVA/500 kV mit sehr niedrigen Leerlaufverlusten – geliefert von unserem chinesischen Werk in Guangzhou für ein geothermisches Kraftwerk in der Provinz Henan



## Weitere 500 kV für China

Neun einphasige Spartransformatoren 250 MVA/525 kV in einer Ausführung mit besonders niedrigen Verlusten – geliefert von unserem chinesischen Werk in Jinan für ein Kraftwerk in der Provinz Shandong



## Lokale Hochleistungstechnik für Mexican Power

Für zwei große Wasserkraftwerke im Staat Coahuila im Norden Mexikos wurden von unserem örtlichen Werk in Guanajuato drei Maschinentransformatoren 420 MVA/375 kV geliefert



## Brasilianische Spitzenleistung für die USA

Zwei dreiphasige Spartransformatoren 800 MVA/345 kV, ausgeführt für die gleichzeitige Beaufschlagung von Ober-, Unterspannungs- und Tertiärwicklung gemäß ANSI/IEEE Standards (C57.12.00) – geliefert von unserem brasilianischen Werk in Jundiaí, São Paulo



## Niedrige Verluste für heiße Regionen

Ein dreiphasiger Netztransformator 320 MVA/245 kV für extrem hohe Umgebungstemperaturen in Abu Dhabi (+52°C) wurde in einer Ausführung mit besonders niedrigen Verlusten von unserem Werk in Nürnberg geliefert

Siemens Aktiengesellschaft  
Power Transmission and Distribution  
Transformers Division  
Katzwanger Str. 150  
90461 Nürnberg  
Deutschland

**t-sales.ptd@siemens.com**  
**www.siemens.com/energy**

Fragen zur Energieübertragung und  
-verteilung: Unser Customer Support  
Center erreichen Sie rund um die Uhr.

Tel.: +49 180 / 524 70 00  
Fax: +49 180 / 524 24 71  
(Gebühren in Abhängigkeit vom Provider)

E-Mail: support.energy@siemens.com  
www.siemens.com/energy-support

Änderungen vorbehalten  
Bestell-Nr. E50001-U410-A101-V2  
Printed in Germany  
Dispo-Stelle 19200  
GB 061086 102774 WS 10073.