



Technischer Katalog



Wir über uns



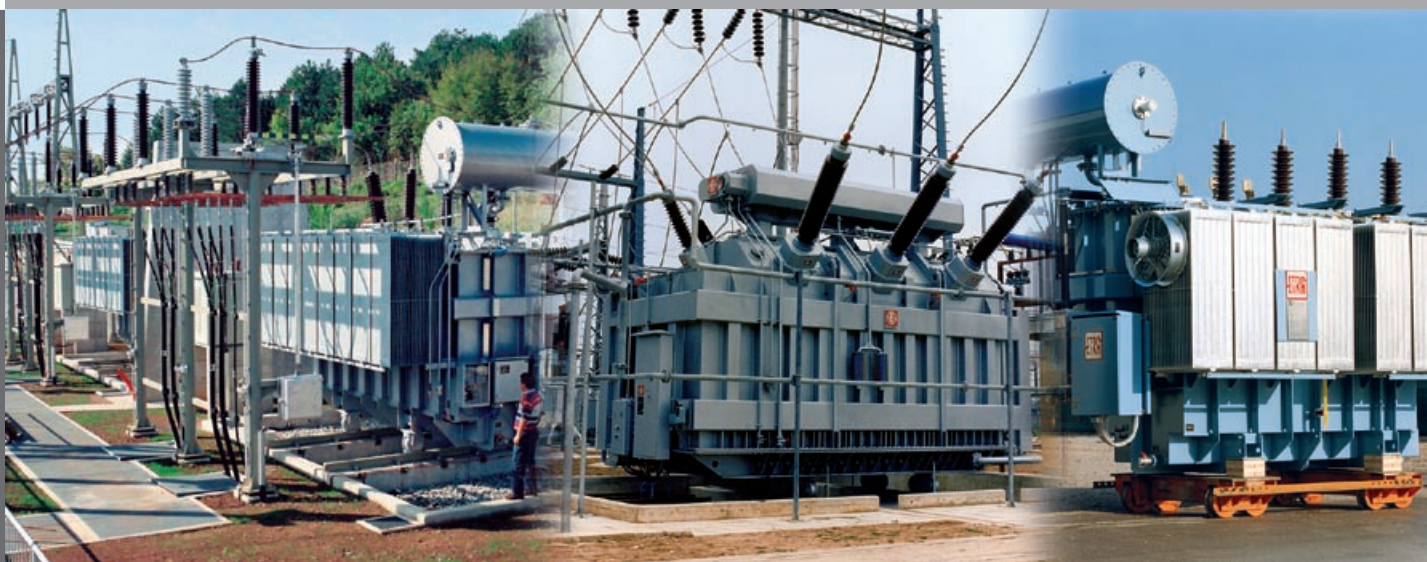
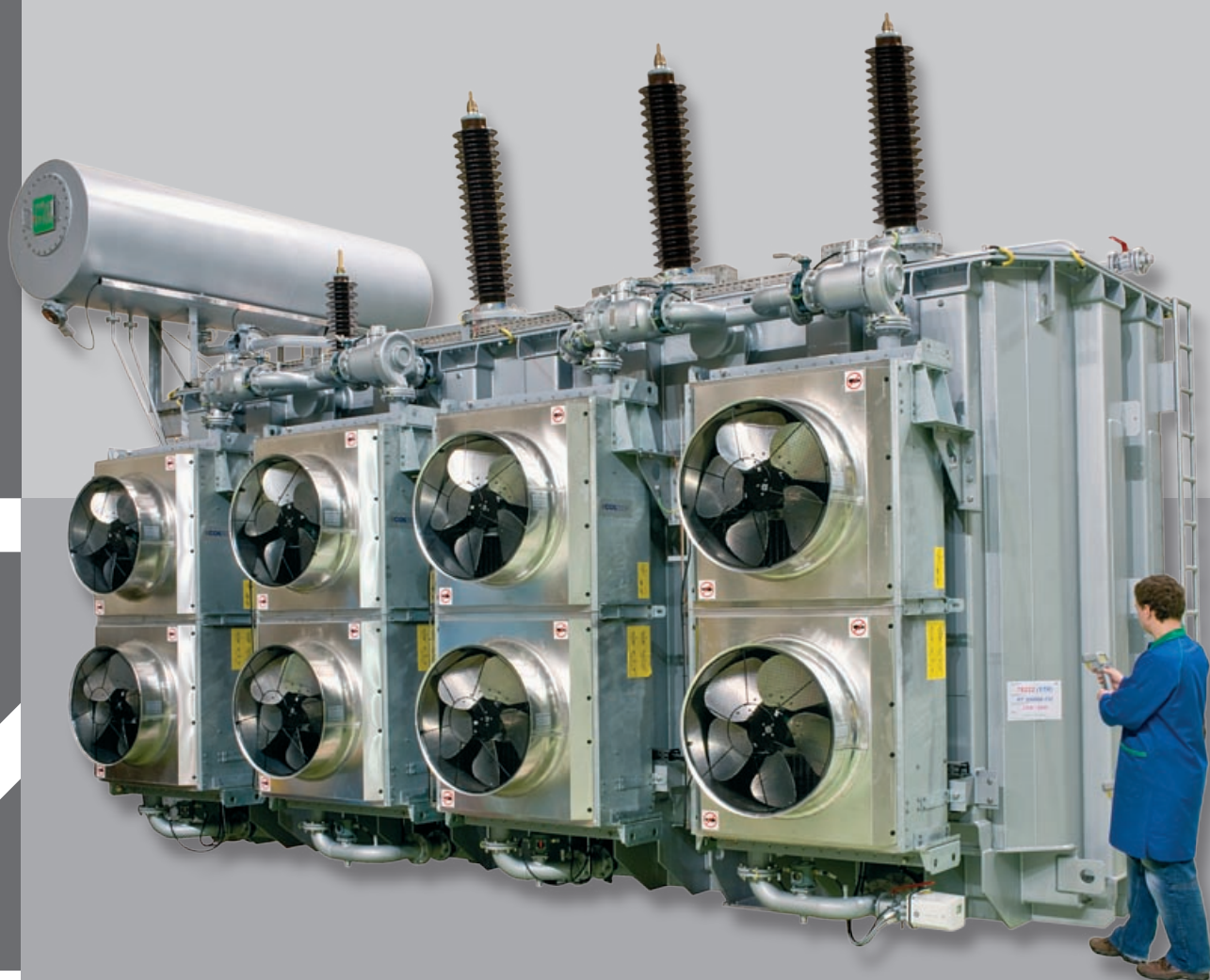
ETRA33 ist seit mehr als 75 Jahren als Hersteller von Transformatoren auf nationalen und internationalen Märkten bekannt. Die Spezialisierung erfolgte im Bereich der Leistungstransformatoren bis 500 MVA und 420kV und zwar hauptsächlich im technischen Bereich, fokussiert auf die Reduzierung der Verluste und des Geräuschpegels. Innovation, Kompetenz, Zuverlässigkeit sowie der Service nach dem Verkauf sind die "Schlagworte", die unser Werk bei unseren geschätzten Kunden über all die Jahre auszeichnen.





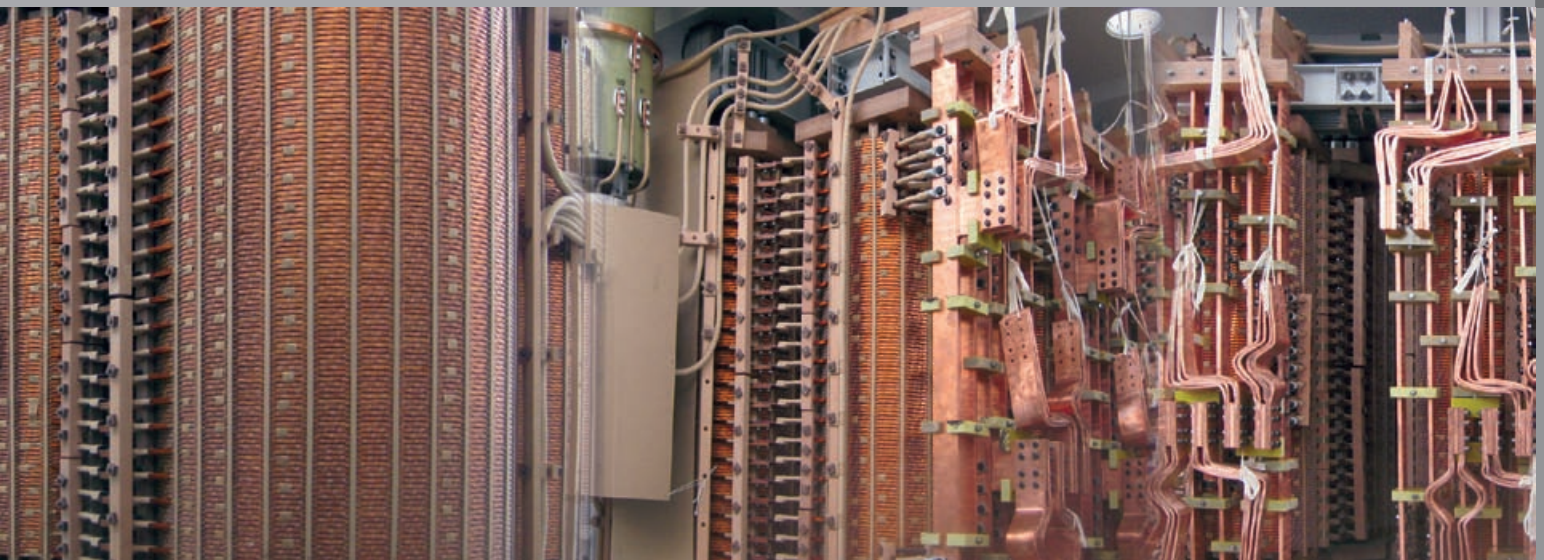
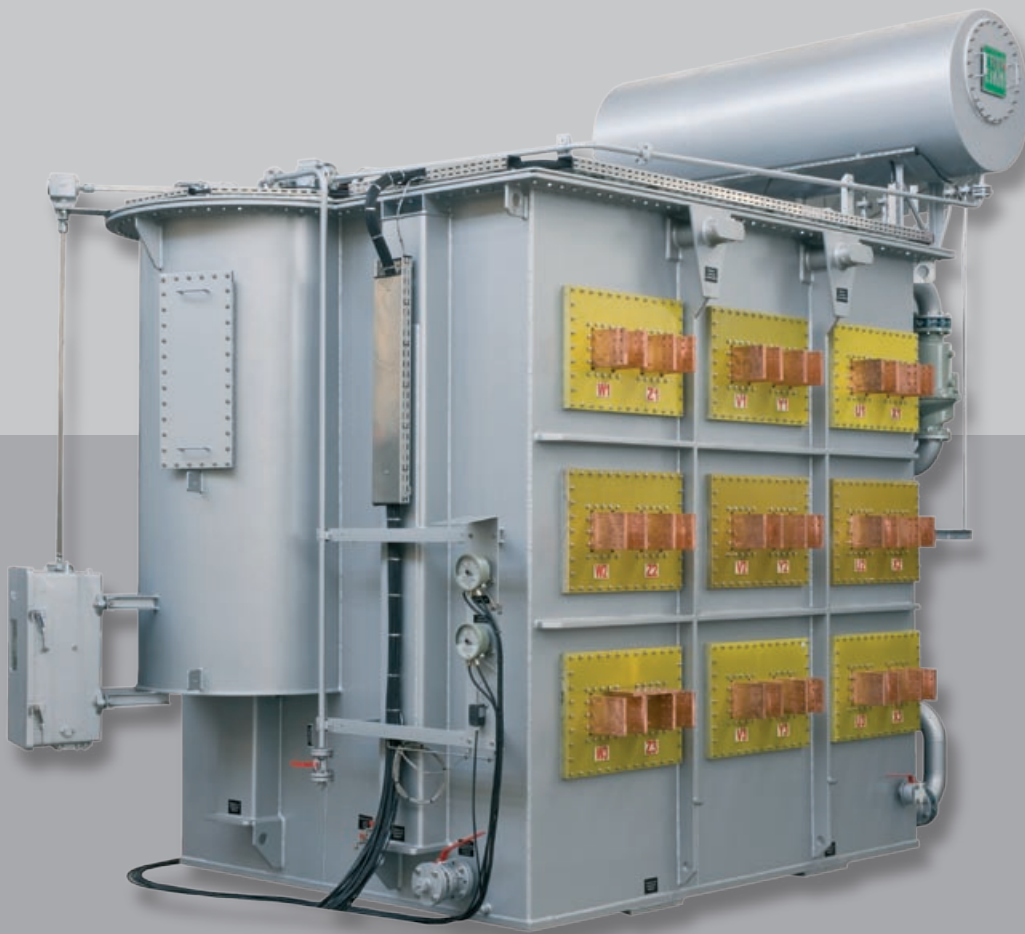
Leistungs- transformatoren

Leistungstransformatoren und Spartransformatoren mit einer Leistung bis zu 500 MVA und einer Spannung bis zu 420 kV, gefüllt entweder mit Mineralöl oder alternativ mit einer umweltschonenden, leicht biologisch abbaubaren und schwer brennbaren Isolierflüssigkeit.



Spezial- transformatoren

- Ofentransformatoren »Unter-Last-schaltbar« zum Betrieb von Lichtbogenöfen
- Ofentransformatoren zur Umschaltung in spannungsfreiem Zustand zum Betrieb von Induktionsöfen
- Gleichrichtertransformatoren
- Löschtransformatoren

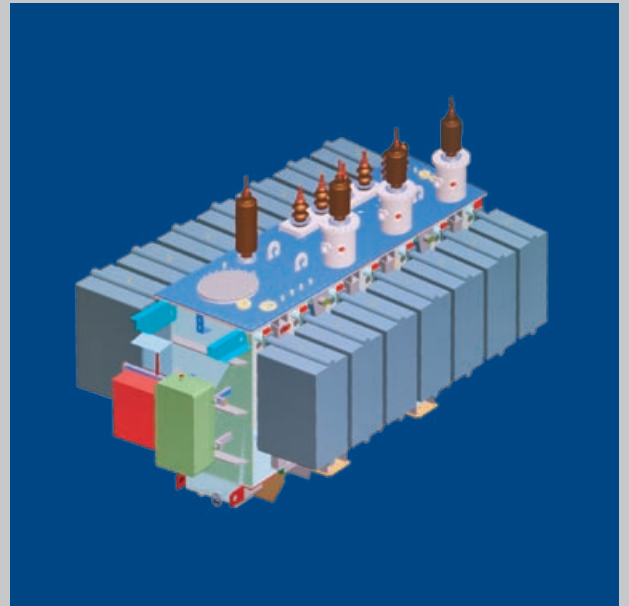




Know how

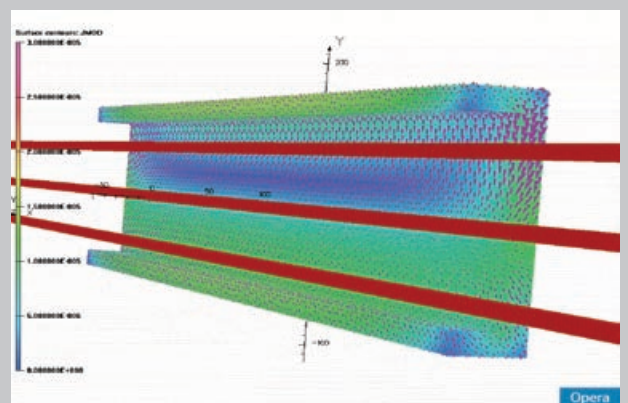
Alle unsere Produkte sind eigene Entwicklungen

Unser Archiv beinhaltet mehr als 4000 unterschiedliche Konstruktionen, auf die wir bei Wartungsanfragen und Serviceleistungen jederzeit zurückgreifen können. Aufgrund dieser langjährigen Praxiserfahrungen, unterstützt durch modernste Computertechnologie und durch Verwendung neuartiger Materialien und Technologien,



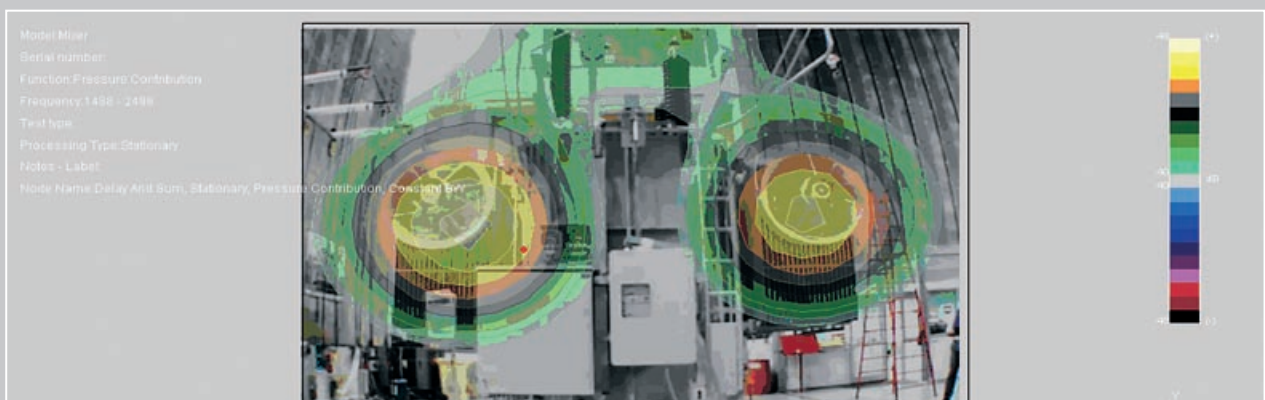
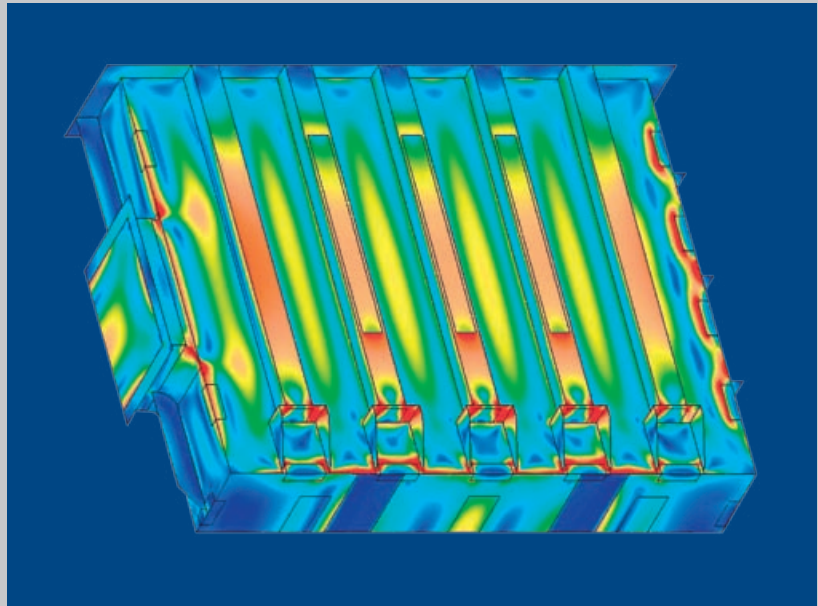
ist es uns möglich, kontinuierlich innovative Neuentwicklungen im Bereich der Transformatorentechnik voranzutreiben und auf dem Markt zu etablieren.

Magnetisches Feld zwischen dem Jochbalken und den Leitern



Unsere Zielsetzung ist hierbei, primär verlustarme Transformatoren mit einem niedrigen Geräuschpegel zu entwickeln, die den gegenwärtigen Umweltansprüchen gerecht werden und parallel eine hohe Betriebssicherheit garantieren..

*Numerische Simulation
der mechanischen Belastungen
des Kessels*



Umgebung

Unser Beitrag zum Umweltschutz

In der modernen Gesellschaft teilen sich Mensch und Maschine oft denselben Lebens- und Arbeitsraum. Der Betrieb der jeweiligen Maschine verursacht bei vielen Menschen und in der Natur nicht unerhebliche Störungen. In unserem Werk versuchen wir daher alles, die Transformatoren so herzustellen, dass eine sichere, langlebige und wirtschaftliche Funktion gewährleistet ist, ohne dabei die Auswirkungen auf die Umwelt außer acht zu lassen.



- Die bei der Fertigung von Öltransformatoren verwendeten Mineralöle sind frei von PCBs und sonstigen Schadstoffen.
- Bei der Fertigung von Transformatoren für die Aufstellung in feuerfesten Räumen und Wasserschutzgebieten verwenden wir umweltschonende synthetische Öle. Zu den wichtigsten Merkmalen dieser Flüssigkeiten zählen ein höherer Flammpunkt und biologische Abbaubarkeit.
- Wir sind qualifiziert und spezialisiert auf Reparaturen, Umrüstungen, verschiedene Neugestaltungen von Transformatoren sowie deren Komponenten und Ausrüstungsteilen.
- Ein spezielles Augenmerk wird von uns auch auf eine reduzierte Geräuscentwicklung für unsere Transformatoren gelegt. Die von unseren Trafos verursachten Geräuschpegel sind so gering, dass zumeist auf die Aufstellung von Lärmschutzwänden der jeweiligen Trafostationen verzichtet werden kann.
- Ein weiterer Beitrag zum Umweltschutz ist eine ungefährliche und umweltfreundliche Entsorgung der Transformatoren am Ende der Laufzeit.



Magnetischer Kreis

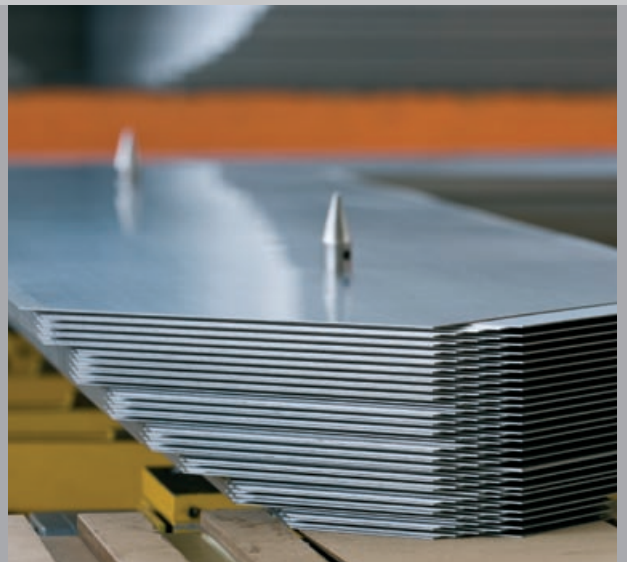
Es werden 3 Qualitätsklassen von Magnetstahlblechen verwendet:

- kornorientiertes Stahlblech der Klasse C.G.O.
- Bleche mit hoher Induktion (HI-B)
- laserbearbeitetes magnetisches Stahlblech.

Der Eisenkern wird mit Überlappung und Versetzung, nach dem sogenannten „step-lap“-Verfahren verlegt. Wir verwenden für den sogenannten Schenkelkern entweder zwei, drei oder fünf Schenkel. Durch präzises Schneiden und sorgfältiges Schichten der einzelnen Bleche werden geringe Leerlaufverluste, niedrige Leerlaufströme, niedrige Amplituden des Einschaltstroms und ein reduzierter Geräuschpegel erreicht.



Um das Rutschen einzelner Bleche oder Blechpakete während des Transportes zu vermeiden und die Vibrationen während des Betriebs zu reduzieren, werden Joch und Schenkel des Kerns mit Glasfaser- sowie Stahlbändern fest verzurrt.





Das untere Joch und die Schenkel sind mit Klebelack beschichtet, so dass die von den magnetostriktiven Kräften verursachten Schwingungen bzw. Vibrationen auf ein Minimum reduziert wurden. Der vom Joch und Schenkelbalken geformte Rahmen des Eisenkerns ermöglicht einen sicheren Transport des Trafos als auch eine hohe Beständigkeit gegen elektromagnetische Kurzschlusskräfte.

Bei größeren Leistungstransformatoren sind einzelne Blechpakete durch Isolierschichten voneinander getrennt, bei größerem magnetischem Kraftfluss sogar mit Kühlschlitzen. In solchen Fällen werden alle durch die Isolation getrennten Blechpakete untereinander galvanisch gekoppelt und geerdet. Die Eisenteile des magnetischen Kreises werden separat geerdet.





Wicklungen

Die Wicklungen werden aus hochreinem Elektrolytkupfer Cu-ETP mit einer spezifischen elektrischen Leitfähigkeit von 58 Sm/mm^2 gefertigt. Meist werden Leiter mit einer Festigkeitsklasse zwischen 90 und 160 N/mm^2 verwendet. Für höhere Spannungen / Ströme verwenden wir Folien und rechteckige, papier-oder lackisolierte Leiter, für höhere Ströme dagegen Drillleiter. Es werden folgende thermische Isolierklassen verwendet:

- für die thermische Isolierklasse A (105 Grad Celsius) gem. IEC 554-3-5 = Papierisolation 5A2-1M3
- für die thermische Isolierklasse E (120 Grad Celsius) gem. IEC 60317-0-2 = Lackisolation (PVA)
- entsprechend der thermischen Isolierklasse E (120 Grad Celsius) gem. IEC 554-3-5. Papierisolation 5B1-2M3 mit verbesserter Temperaturbeständigkeit



Die Wicklungen gibt es in verschiedenen Ausführungen.

Einschicht- oder Mehrschichtwicklungen verwenden wir für Phasenströme bis 1000 A und Nennspannungen bis zu $72,5 \text{ kV}$.

Für die Mittelspannungsebene werden die sogenannten Scheibenwicklungen eingesetzt und zwar als Schraubenwicklung, gestürzte oder verschachtelte Wicklung.

Die Schraubenwicklung wird in einer oder zwei Wendeln über die gesamte Wicklungshöhe aufgetragen. Sie eignet sich für Stromstärken / Spannungen von bis zu 2000A bei einer Spannung bis zu 36kV.

Die gestürzte Wicklung besteht aus mehreren gleichen Spulen, die in Serie miteinander verbunden sind. Die gestürzten Wicklungen sind vorteilhaft bei Transformatoren der Leistung über 2500 kVA und bei Spannungen bis zu 145 kV.

Die verschachtelte Wicklung verwenden wir bei der Prüfung des Transformators mit einer Blitzstoßspannung über LI 325 kV. Wie die gestürzte Wicklung besteht auch die verschachtelte Wicklung aus mehreren gleichen Spulen, nur die Verbindungen zwischen einzelnen Spulen sind verschachtelt. Nach Beendigung der Wicklungsarbeiten erfolgt das thermischen Stabilisierungsverfahren der Wicklungsisolation sowie die Nachjustierung auf die vorgeschriebenen Außenmaße. Die Wicklungen werden zunächst in der Wärmekammer getrocknet und dann mittels einer Hydraulikpresse in der Wicklungshöhe entsprechend eingestellt.



Montage des Aktivteils

Nachdem die thermische und mechanische Stabilisierung der Wicklungen erfolgte, werden die Wicklungskerne (Phasen) für die jeweiligen Transformatoren zusammengefügt. Anschließend erfolgt das Einspannen der Wicklungskerne (Phasen) zwischen den speziellen Schichtholzplatten. Dadurch wird das Aufsetzen der Wicklungskerne (Phasen) auf die Schenkel des magnetischen Kreises erleichtert.

Nach Verschluss des oberen Joches am magnetischen Kreis wird dieser auf die beiden Jochbalken gestellt. Um ein permanentes Zusammenpressen der Wicklungen zwischen den Jochbalken und den Wicklungen zu garantieren, haben wir in diesem Bereich zusätzlich Schrauben und Stoßdämpfer eingesetzt.



Die Platten und Schrauben zum längsseitigen Zusammenziehen sämtlicher Wicklungen einer Phase und die radialen Spannzylinder bilden zusammen eine kompakte Einheit, die bei Netzkurzschluß den eventuell freigesetzten Kräften standhalten kann. Auch während des Transports ist eine feste Einspannung der Wicklungen äußerst wichtig.

Zum einen ermöglicht die kompakte Ausführung einen sicheren Transport ohne Beschädigungen und zum anderen wird ebenso ein inneres Verschieben oder Verrutschen des Aktivteils im Transformator verhindert. In den beiden letzten Fertigungsschritten erfolgt zunächst eine angemessene Trocknung der

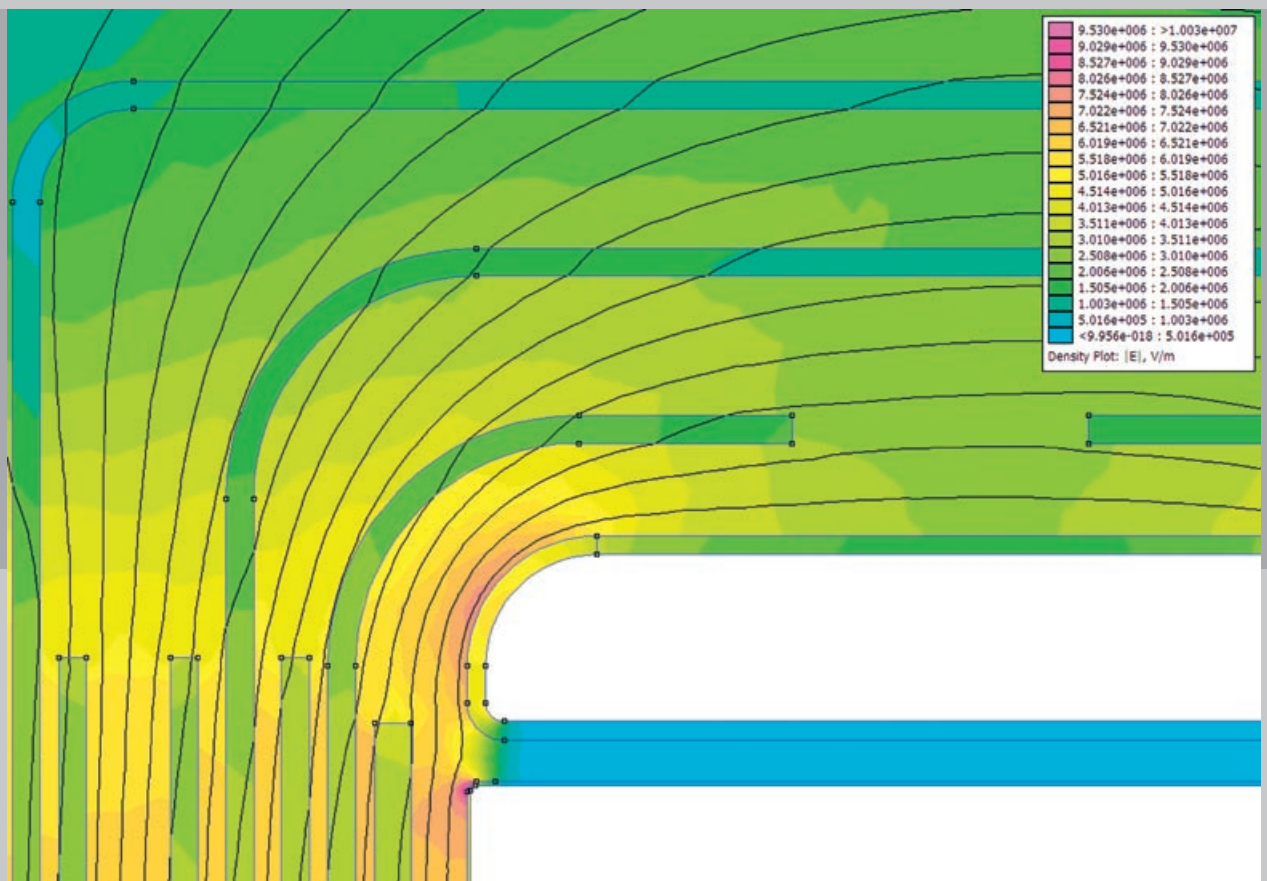
Feststoffisolierung im Vakuumofen nach dem sogenannten „Vapourphase“-Verfahren. Nach Abschluss der Trocknung kann dann mit der Vakuumbefüllung des Aktivteils mit Mineralöl oder mit Esterflüssigkeiten begonnen werden, um eine hohe dielektrische, thermische und dynamische Festigkeit im Isoliersystem des Transformators zu erreichen.



Isolationssystem

Das Isoliersystem bei Öltransformatoren besteht zum einen aus der Feststoffisolierung und zum anderen aus dem flüssigen Dielektrikum (normalerweise Mineralöl oder alternativ mit einem synthetischen Ester). Die Feststoffisolierung besteht aus konzentrischen Zylindern oder Sperren aus spezieller Hochdruckpappe. Es werden nur erstklassige Isoliersysteme bewährter Hersteller verwendet.

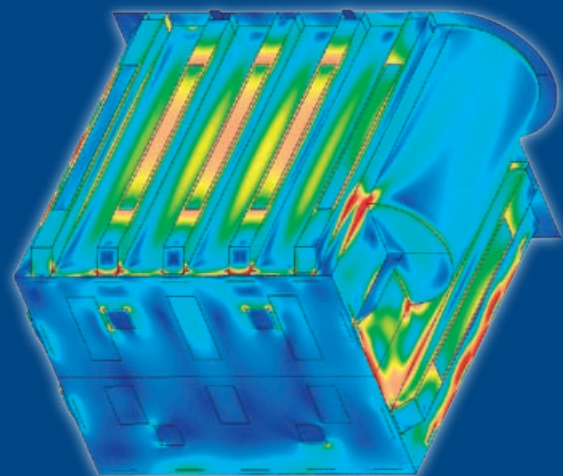
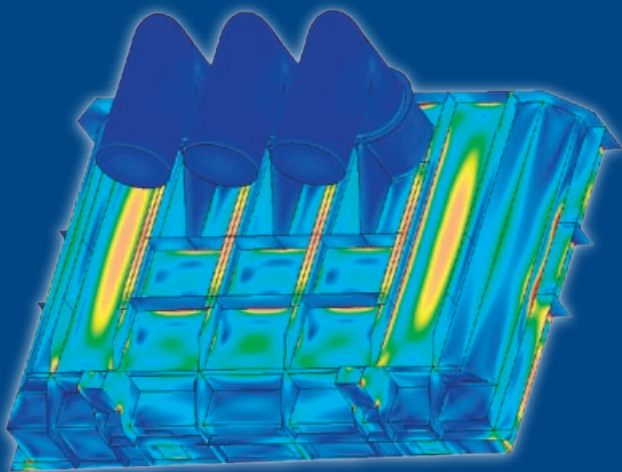
Die Berechnung der dielektrischen Isolationsbelastungen erfolgt nach zeitgemäßen Methoden unter Anwendung rechnergestützter Konstruktionen (CAD). Das ermöglicht schnellere und präzisere Berechnungen und eine optimale Gestaltung der Isolation, insbesondere bei Hochspannungstransformatoren.



Kessel

Die Kesselwände bei Transformatoren höherer Leistungen sind glatt; man erreicht die notwendige mechanische Festigkeit durch zusätzliche Verstärkungen. Sofern nicht anderweitig festgelegt, sind die Kessel bei Transformatoren höherer Leistung für 100%iges Vakuum und 70 kPa Überdruck ausgelegt. Kessel werden in 2 Bauarten gefertigt: als klassische Kessel und als Glockenkessel. Bei den klassischen Kesseln wird der Aktivteil zusammen mit dem Deckel herausgehoben, während beim Glockenkessel hingegen nur die Glocke, ohne Kessel und Aktivteil, herausgehoben werden kann.

In der Praxis wird der übliche Korrosionsschutz oft den Kundenwünschen angepasst, indem die Stärke einzelner Anstriche und deren Kombinationen in den Oberflächennuancen frei wählbar sind. Teile der Ausrüstung für Leistungstransformatoren und deren Radiatoren werden oft heißverzinkt, was die Inbetriebnahme der Transformatoren unter schwierigsten Bedingungen erlaubt. Die bei der Kesselfertigung verwendeten Materialien werden unter der Bezeichnung Konstruktionsstahl kategorisiert. Die erforderliche Festigkeitsberechnung des Kessels erfolgt nach zeitgemäßen Methoden.



Der Korrosionsschutz des Kessels und der Ausrüstungen kann sowohl standardisiert oder individuell in Abhängigkeit der klimatischen Bedingungen vor Ort bzw. gemäß speziellen Kundenanforderungen angeboten werden.

Durch rechnergestütztes Engineering (CAE) und zahlreiche Prüfungen der mechanischen Festigkeit gewährleisten wir Ihnen eine optimale Konstruktion, absolute Betriebssicherheit und den sicheren Transport des Transformators bis zur Aufstellung vor Ort.

Kühlsystem

Die Transformatoren sind mit einem Kühlsystem ausgestattet, das eine effektive und optimale Wärmeableitung während des Betriebs sicherstellt. Das Kühlsystem ist für Dauerbetrieb mit indizierter Leistung innerhalb der vorgeschriebenen Temperaturanstiegswerte ausgelegt und geprüft. Wenn keine speziellen Anforderungen an die Überlastfestigkeit gestellt wurden, wird das Kühlsystem gemäß den Empfehlungen der IEC60076-7 ausgelegt. Das Kühlsystem besteht aus Radiatoren, verschiedenen

Ölkühlern oder Wärmetauschern, die so ausgelegt sind, dass sie jederzeit wahlweise vom Kessel getrennt werden können, bzw. dass eine Unterteilung in mehrere Kühleinheiten möglich ist. Dies wiederum ermöglicht eine schnelle Montage bzw. Demontage bei großen Anlagen. Zur optimierten Wärmeableitung kann das Kühlsystem vom Kessel getrennt und in einem anderen Raum aufgestellt werden. In solchen Fällen wurden Pumpen vorgesehen, die einen schnelleren Ölumlauf gewährleisten. Wir verwenden nur Kühlsysteme OF und OD.





Prüfungen und Qualitätssicherung

Vor dem Einbau werden die einzelnen Transformatorbauteile gemäß den betriebsinternen Kontrollverfahren geprüft. Während der Montage des Aktivteils werden Messungen

- des Übersetzungsverhältnisses zwischen den Phasen des Wicklungs- und Isolationwiderstands
- der Kurzschlussverluste vor der Trocknung des Transformators

Die Messungen zwischen den Phasen erfolgen während der Montage. Die Endprüfungen erfolgen in Hochspannungslaboren. Um einen Faraday-Effekt zu erzielen, sind die Laborwände mit Metallblechplatten beschichtet. Durch die Einspeisung über Filter wird der gewünschte Effekt eines niedrigen Pegels der äußeren Störungen erzielt, was bei der Messung von Teilentladungen und der Korona ausschlaggebend ist.



- die Überwachung und Steuerung des Trocknungsverfahrens
- die Prüfung der dielektrischen Festigkeit des Öls durchgeführt. Der zusammengesetzte Transformator wird der Endprüfung unterzogen.

Unser hochqualifiziertes , professionell ausgebildetes Fachpersonal steht Ihnen sowohl für Routinearbeiten als auch Sonderaufgaben nach internationalen Standards gern zur Verfügung.

Die wichtigsten Geräte im Hochspannungslabor:

- Motor-Generator 3500/1200/500 kVA, 12/6/6 kV, 50/200/300 Hz.
- Prüftransformator 500 kV, zusätzlich ausgestattet mit Regeltransformator, Kompensationsdrossel Kapazitätsteiler und Digitalmessinstrument.
- Stoßspannungsgenerator 2000 kV mit 200 kJ Leistung, ausgestattet mit gedämpftem kapazitivem Spannungsteiler, Kugelfunkenstrecke und Anlage zur Gestaltung der abgeschnittenen Welle.
- tragbare Geräte für die Messung des ohmschen Widerstands und Durchführung von Erwärmungsprüfungen mit automatischer Temperaturanzeige.
- digitales Teilentladungsmessgerät.



- Gerät für die Messung von $\tan \delta$, der Kapazität und Induktivität des Transformators.
- dreiphasiger Leistungsanalysator (Breitband Präzisions-Leistungsanalysator).
- Gerät zur Messung der Frequenzkennlinien des Transformators.
- Dreiphasemessgerät zur Messung des Übersetzungsverhältnisses des Transformators.
- Geräuschpegel- und Geräuschintensitätsmesser
- System für die Identifikation der Geräuschquelle mit automatischer Mikrofonpositionierung



Instandhaltung

In unserem Betrieb führen wir auch verschiedene Instandhaltungsarbeiten durch:

- wir reparieren Transformatoren verschiedener Hersteller,
- erneuern wichtige Bestandteile von Gebrauchstransformatoren,
- nehmen Umbauten von Transformatoren vor,
- warten Transformatoren und Drosseln,
- überwachen die Montage und Inbetriebnahme von Transformatoren.
- im eigenen Hochspannungslabor oder vor Ort führen wir Messungen an Transformatoren und Drosseln durch,

Unser Trafo – Service –

Instandsetzungsteams stehen Ihnen für Ihre Anforderungen jederzeit gerne zur Verfügung. Spezielle Servicefahrzeuge sind mit allen notwendigen Ausrüstungen, Werkzeugen und Ersatzteilen für einen schnellen, mobilen Einsatz bestens ausgestattet.



- tauschen altes Transformatorenöl gegen neues Öl aus (Retrofilling),
- reinigen und trocknen von gealterten Transformatorenöl,
- organisieren Transporte, Montage und Abbau von Alt-Transformatoren und Drosseln.

Vorteile unseres Instandhaltungsdienstes:

- kurze Ansprechzeiten,
- fachkundige Prüfung und schnelle Fehlerdiagnose,
- Reparatur innerhalb der vereinbarten Frist,
- sorgfältig ausgefüllte Unterlagen über die durchgeführten Arbeiten.



ETRA 33

Energetski transformatorji, d.o.o.

Šlandrova ulica 10 | 1231 Ljubljana Črnuče | Slovenija

tel.: +386 1 530 28 00 | fax: +386 1 530 28 30

www.etra33.si