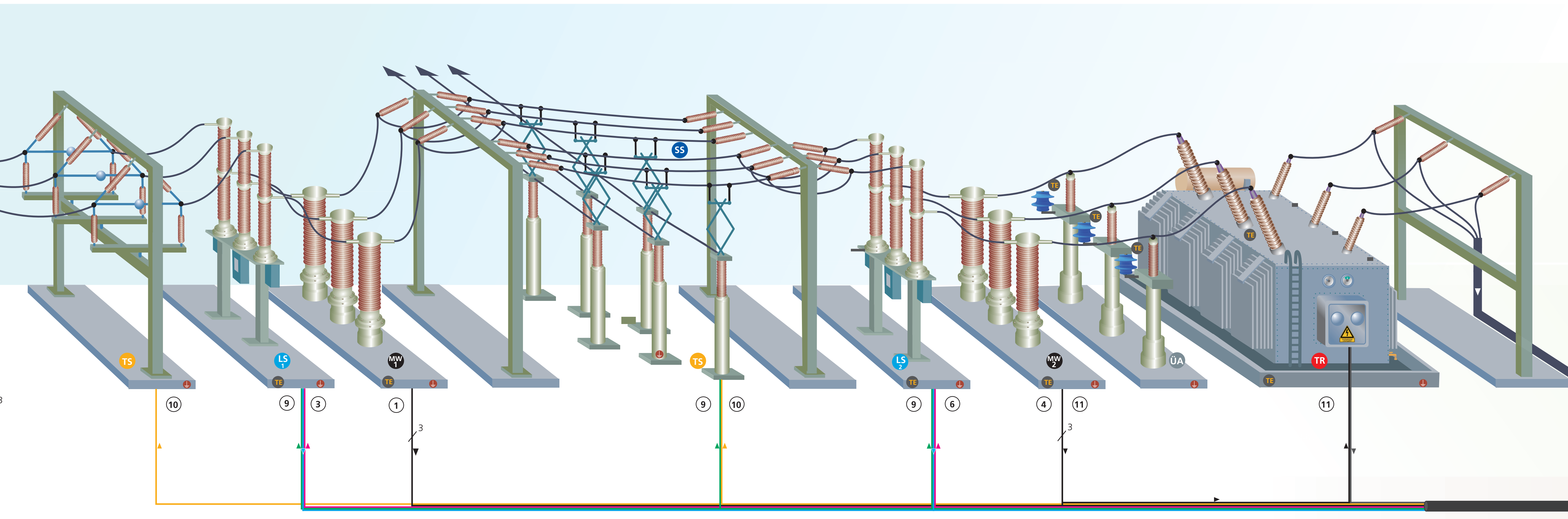


DAS UMSPANNWERK

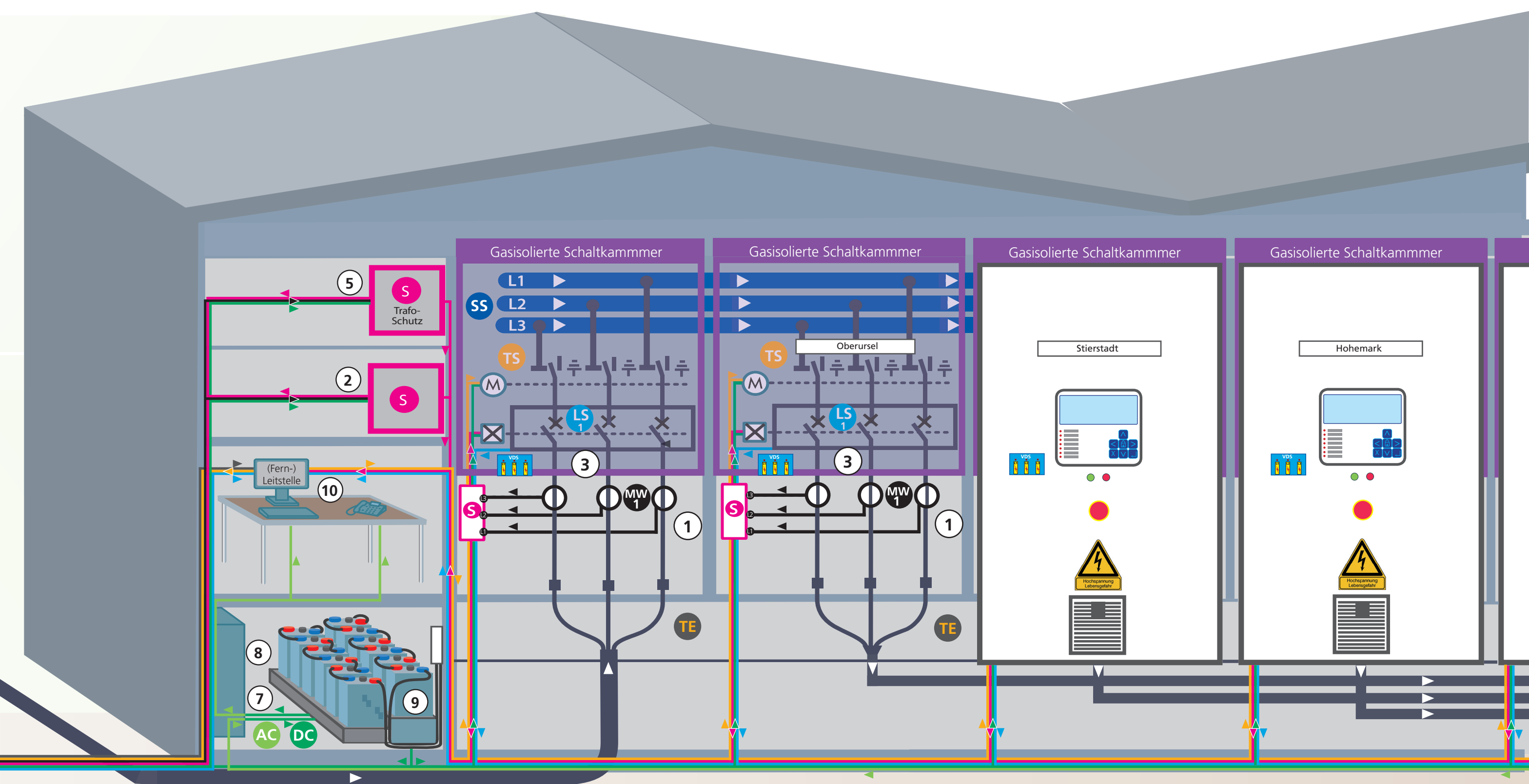
Das Umspannwerk hat die Aufgabe, Spannung von der einen Spannungsebene auf die Andere „umzuspannen“. Der Leistungstransformator ist darin die wichtigste Komponente. Um diesen Transformationsprozess zu schalten, zu steuern und zu schützen, sind weitere Betriebsmittel erforderlich. Zum einen die Primärtechnik, zum anderen die Sekundärtechnik. Zur Primärtechnik zählen Schaltgeräte, Messwandler, Überspannungsableiter, Trenner oder Sammelschienen. Zur Sekundärtechnik zählen die Betriebsmittel für Schutz- und Steuerungsaufgaben. Dieses Poster zeigt eine prinzipielle Übersicht über ein Umspannwerk mit 110 kV Einspeisung, eine Freiluft-Schaltanlage mit Leistungstransformator mit dahinter liegender 10 kV Schaltanlage und erklärt in Kürze die wichtigsten Funktionen und Prüfungen.

Bei höherer Spannung und kleinerem Strom sinken die Übertragungsverluste. Daher ist die Übertragung von der gleichen elektrischen Leistung mit Hochspannung sehr viel wirtschaftlicher. Je höher die Spannung, desto größer und aufwändiger sind die Komponenten und die Beanspruchung der Isolation. Man unterscheidet Übertragungsnetze und Verteilnetze. Übertragungsnetze werden in Deutschland meist mit 380 kV betrieben. Es gibt auch 220 kV-Übertragungsnetze, jedoch seltener. Die höchste Spannungsebene für Verteilnetze liegt bei 110 kV. Um den Strom auf die vielen Abgänge der großen Industriebetriebe oder Ortsnetze der Städte zu verteilen, ist Mittelspannung wesentlich praktikabler. Die eigentliche Verteilung erfolgt hier mit 10 oder 20 kV. Selten gibt es auch andere Spannungsebenen wie 30 kV.

Freiluftschaltfeld Hochspannung 110 kV



Kontrollraum Innenraumschaltfelder 10 kV mit Freiluftschaltfeld 110 kV Gasisolierten Mittelspannungsschaltern GIS



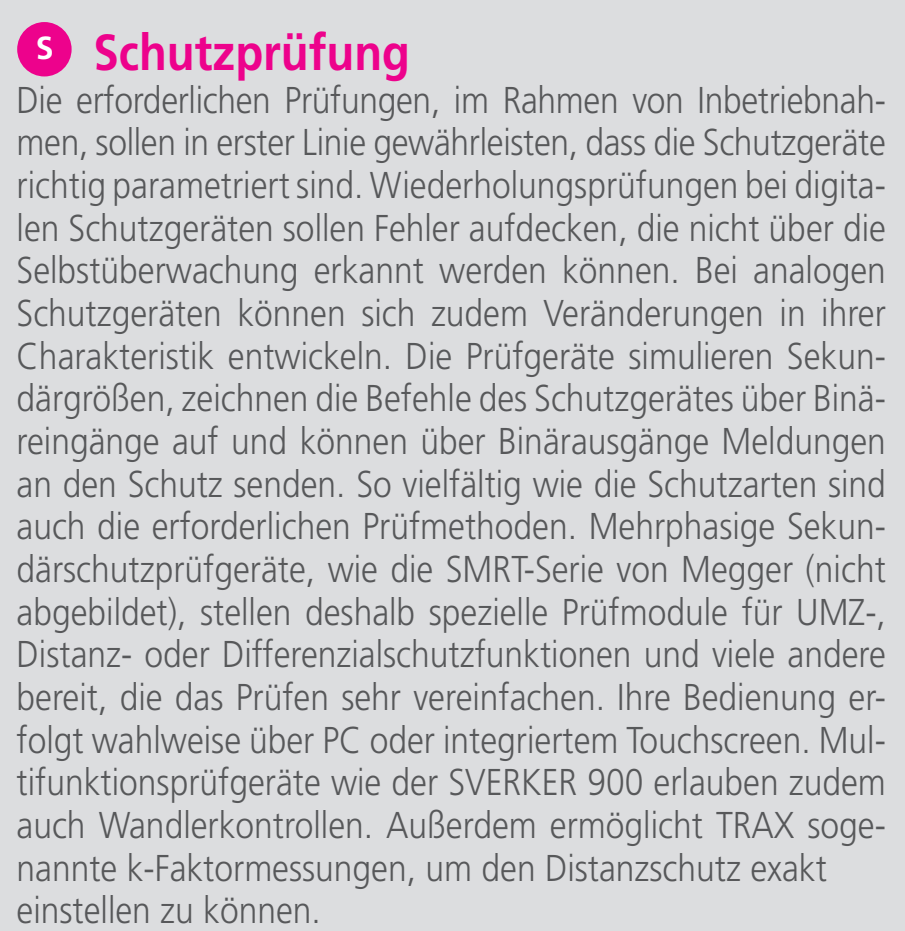
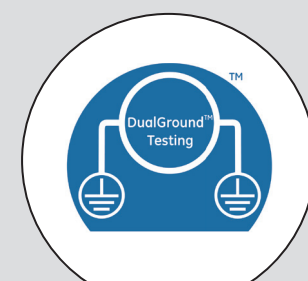
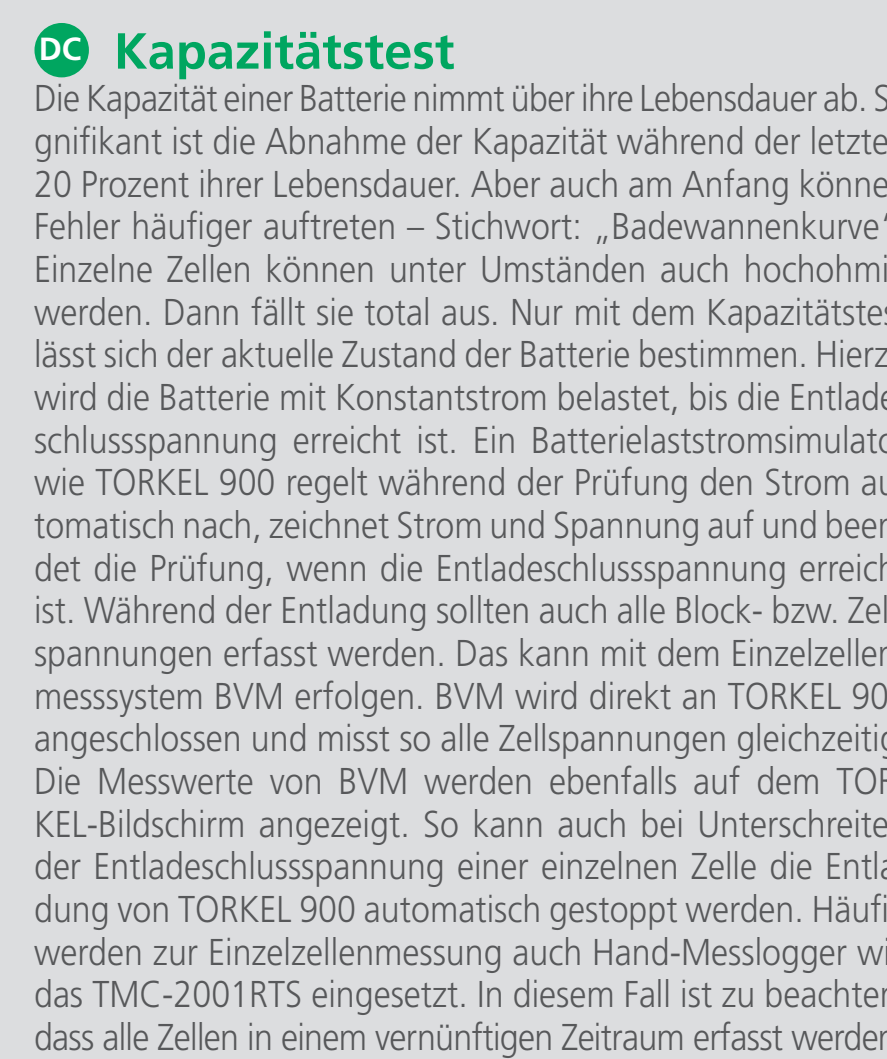
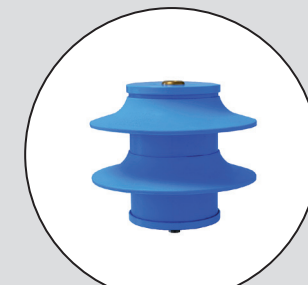
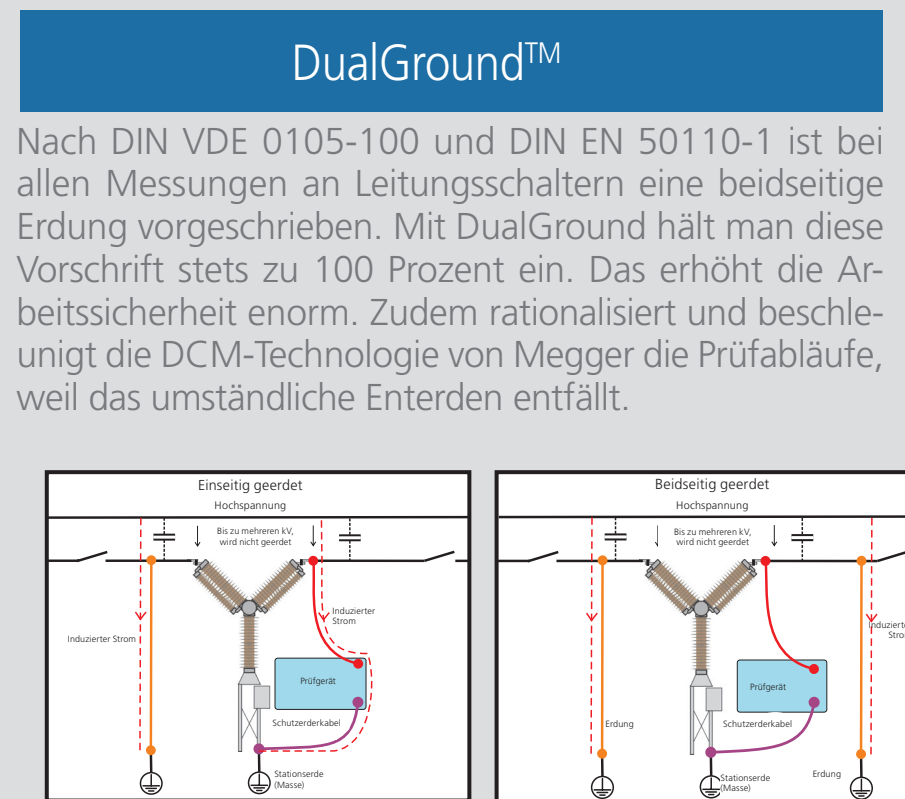
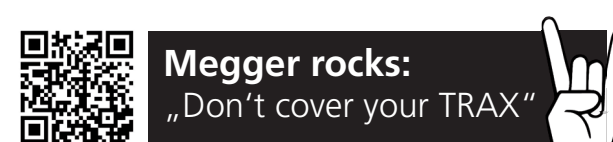
Meldungen, Befehle und Hilfsspannungsversorgung

- 1 Messwandlersatz 1 transformiert Primärgrößen (U & I) in Sekundärgrößen für Leittechnik und Feldschutzgeräte
- 2 Im Fehlerfall erhält der Leistungsschalter (LS) vom Schutz den Befehl AUS, die Leitstelle erhält die entsprechende Meldung
- 3 Auf das Schutzauskommando schaltet der LS 1 das Einspeisefeld ab und meldet dies an die Leitstelle
- 4 Messwandlersatz 2 liefert überspannungsseitigen Sekundärstrom für den Trafo-Schutz
- 5 Der Trafo-Schutz sendet im Fehlerfall den Befehl AUS an Trafo-Leistungsschalter LS 2
- 6 Auf das Trafo-Schutzauskommando schaltet LS 2 das Trafo-Feld ab und sendet die Meldung an die Leitstelle
- 7 Der Gleichrichter erzeugt aus dem 230V AC Netz DC-Spannung zur Ladung der Batterie und Versorgung der Schaltgeräte und Schutzsysteme
- 8 Die USV-Anlage stellt bei Netzausfall die unterbrechungsfreie Versorgung der AC-Verbraucher für IT und Telekom sicher
- 9 Die Batterie puffert bei Netzausfall die DC-Versorgung der Schutz- und Schaltgeräte und stellt deren Stromversorgung sicher
- 10 Die Steuerung der Trennschalter (Trenner) kann über Fernleitstelle, Stationsleitstelle oder Vor-Ort-Bedienung (VOB) erfolgen
- 11 Messwandlersatz 2 meldet neue Primärgröße (U) an Trafo-Stufenschalter (TSS) zur Nachregulierung. TSS sendet Signal an Leitstelle



Bei diesen abgebildeten Mess-, und Prüfgeräten handelt es sich um eine Auswahl. Unser vollständiges Programm und weitere Lehrmittelposter finden Sie auf www.megger.de

TR Leistungstransformatoren Leistungstransformatoren transformieren die Spannung von einer Ebene auf eine Andere und übertragen dabei die elektrische Energie. Die Kerndaten eines Leistungstransformators sind die Übersetzung (110 kV / 10 kV in diesem Beispiel) sowie die Nennleistung. Anlagen wie abgebildet, leisten etwa von 10 MVA bis 50 MVA. Blocktransformatoren in Großkraftwerken leisten über 1000 MVA. Ortsnetztransformatoren leisten einige 100 kVA. Ein Transformator besteht im Inneren aus dem Kern mit ober- und unterspannungsseitigen Wicklungen mit Stufenschalter zur Spannungssteuerung. Transformatoren größerer Leistung haben meistens ein Öl-Papier-Isolationssystem, bei kleineren Leistungen kommt auch Gießharz zum Einsatz.	MW Messwandler Messwandler wandeln die Primärgröße der Hochspannung auf verarbeitbare Sekundärgrößen für Schutz-, Mess- und Zählzwecke um. Klassische Wandler arbeiten wie Transformatoren. Spannungswandler transformieren die primäre Nennspannung auf 100 V. Länderabhängig kann die sekundäre Nennspannung auch 110 V oder 125 V betragen. Stromwandler transformieren den primären Nennstrom auf 1 A oder 5 A herab. Bei Stromwandlern wird zwischen Kernen für Schutz- oder Mess-Zwecke unterschieden. Für den Schutz muss der Wandler auch bei vielfachem Nennstrom linear übertragen. Für Messzwecke soll der Kern zum Schutz der Technik in Sättigung gehen. Es gibt oft auch Kombinationen aus Strom- und Spannungswandlern (Bild).	TS Trennschalter Trennschalter oder Trenner sind Schaltgeräte zur Herstellung einer sicheren Trennstelle zur Sammelschiene oder zum Kabelabgang. Trenner können nur Spannung, also nur ohne Leistung schalten. Um einen Abgang freizuschalten, muss also zuvor der LS ausgeschaltet sein. Um das zu gewährleisten, werden elektrische oder mechanische Verriegelungen verwendet. Die Zeichnung im 110 kV Speisefeld zeigt schematisch Drehtrenner. Die Zeichnung an der 110 kV Sammelschiene bildet Scheuertrenner schematisch ab. Der Trennschalter-Antrieb erfolgt über ein Getriebe, das entweder vor Ort (VOB) manuell über eine Kurbel oder via (Fern-)Leitstelle mit Motor betätigt wird.	S Netzschutz Sekundärschutzgeräte (Schutzrelais) schützen zugeordnete Betriebsmittel wie Leitungen oder Transformatoren. Heute sind sie digital aufgebaut, allerdings trifft man in älteren Anlagen noch auf elektromechanische oder statische Geräte. Das Schutzgerät unterscheidet aufgrund der Messwerte vom Wandler zwischen Normalbetrieb und Fehler. Bei Fehler setzt es das Auskommando an den zugeordneten LS ab. Die vielen individuellen Einstellungen sind abhängig vom Schutzobjekt. Die Schutzarten und Parameter werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Letztendlich soll das gesamte Schutzkonzept, also das Zusammenspiel mehrerer Geräte sogenannte „Selektivität“ gewährleisten. Es gibt viele Schutzarten. Hier werden die drei häufigsten vorgestellt: Der Überstromschutz . Man unterscheidet hier UMZ und AMZ. Beim UMZ wird in vordefiniert Zeit ausgelöst, sobald der Strom den voreingestellten Wert überschreitet. Dagegen ist beim AMZ die Auslösezeit auch abhängig von der Stromhöhe. Der Distanzschutz ist sehr komplex und errechnet aus Strom- und Spannung die Impedanz. Im Normalbetrieb ist die Impedanz groß. Im Fehlerfall ist die Impedanz klein. Aus dem induktiven Anteil des Widerstands errechnet sich die Distanz zum Fehler. So kann der fehlerhafte Abschnitt „selektiv“ freigeschaltet werden. Der Transformator-Differenzialschutz vergleicht die Differenz zwischen ein- und abfließendem Transformatorstrom. Nur Fehler, die zwischen den Wandleransätzen auf den Wicklungsseiten liegen, führen auch zur Abschaltung. Für den Stromvergleich sind Amplitudenanpassung der Ströme oder der Wicklungsseiten sowie die Schaltgruppenanpassung nötig. Dies geschieht im Digitalschutz mathematisch.
SS Sammelschienen Sammelschienen sind Leiteranordnungen, die Schaltfelder gleicher Betriebsspannung untereinander verbinden. Sammelschienen müssen hohe Ströme tragen können. Daher sind die Übergangswiderstände an allen Verbindungen kritisch. Diese müssen möglichst klein sein. Im Fehlerfall ist durch die elektromagnetische Kraftwirkung eine hohe mechanische Festigkeit erforderlich. Über das Speisefeld wird die Sammelschiene versorgt. Über die Abgangsfelder wird die elektrische Energie an die Abnehmer verteilt.	LS Leistungsschalter Leistungsschalter schalten die elektrische Energie auf allen Spannungsebenen zu oder ab. Sie sind aufwändig gearbeitet. Neben dem Betriebsstrom müssen sie auch den Kurzschlussstrom abschalten können. Leistungsschalter bestehen immer aus Schaltkammer und Antrieb. Die Schaltkammern arbeiten nach unterschiedlichen Prinzipien, um den störenden Lichtbogen zu löschen, der nach jeder Kontakttrennung entsteht. In der Mittelspannung gibt es z. B. Vakuum-Schaltkammern. In der Hochspannung gibt es dazu Schaltkammern mit dem Isoliergas SF6. Es treten vereinzelt noch Öl- und nur noch selten Druckluftschalter auf. Der Antrieb ist meist ein Federenergiespeicher, der die mechanische Energie für diese Schaltvorgänge bereitstellt.	DC Batterien (USV) Die Stationsbatterie versorgt nach einem Stromausfall alle wichtigen Anlageanteile weiter mit elektrischer Energie. Als Blei-Säure-Batterien kommt sie in geschlossener oder wartungsfrei in verschlossener Bauweise zum Einsatz. Sie besteht entweder aus in Serie geschalteten Einzelzellen oder aus einem massiven Block. Die Stationsbatterie arbeitet im Bereitschaftsparallelbetrieb. Sie ist also permanent an den Ladegerätschalter angeschlossen. Die Ladefunktion wird der Batterie aus dem Niederspannungsnetz mit dem Ladegerät geladen. Bei Stromausfall entfällt diese Funktion der Nachladung. Dann werden die Schutz- und Schaltgeräte kurzfristig aus der gespeicherten Batterieenergie versorgt.	
UA Überspannungsableiter Überspannungsableiter schützen die Anlageanteile vor gefährlichen Überspannungen im Netz wie Blitzschläge.			



Megger

Power on

Notwendige Messungen und Prüfungen

- TR Prüfung der Wicklungen**
Die Wicklungswiderstands- und die Wicklungszahlverhältnisse sind wichtig. Mit ihnen erkennt man Kurzschlüsse, Unterbrechungen an Windungen, Verbindungs- oder Kontaktprobleme oder Fehler am Stufenschalter. Diese Messungen sind relativ einfach, da man die Messergebnisse nur mit dem Typenschild vergleicht und Abweichungen sofort erkennt. Sie erfolgen mit der TTR- und der MTO-Serie oder mit Kombigeräten wie MWA oder TRAX. Alle Messwerte werden auf eine Referenztemperatur (z. B. 75°C) umgerechnet. Schließlich wird der Trafokern für neue Prüfungen entmagnetisiert. Weitere Prüfungen sind die Erregerstrommessung (TTR, TRAX), die Kurzschlussimpedanz sowie die Dynamische Widerstandsmessung DRM am Stufenschalter (TRAX).
- TR Frequenzantwortanalyse**
Die Frequenzantwortanalyse (FRA) mit der FRAX-Serie von Megger ist eine sehr hochentwickelte Technologie. Sie basiert auf dem Zusammenspiel von Kapazitäten, Induktivitäten und Widerständen, das jeden Transformator auf Grund seines Aufbaus individuell kennzeichnet. Man erkennt so mechanische Veränderungen im Inneren des Transformators am Kern oder Windungsschlüssen aber auch Fehler an Zuleitungen oder Stufenschaltern. Fehler wie diese werden zum Beispiel verursacht durch Transport, Erdbeben, Blitzschlag, Kurzschluss.
- TR Prüfung der Feststoffisolation**
Die Prüfung der festen Isolation im Inneren des Transformators ist grundlegend. Sie kann auf vielfältige Weise erfolgen. Zum einen mit einer DC-Isolationsprüfung bis zu 15 kV mit der MIT-Serie von Megger. Zum anderen diagnostiziert eine Tan-Delta-Messung mit AC-Prüfspannung bei meist 50 Hz und 12 kV die Isolationsqualität. IDAX-Systeme bewerten den Wassergehalt in festen Stoffen. Diese Entwicklung von Megger berechnet den Verlauf des Tan-Delta zwischen 1 kHz und 0,1 mHz. Dieses breite Frequenzband macht es möglich, jedes Dielektrikum im Transformator mit einer Messung individuell zu bewerten.
- TR Prüfung des Isolieröls**
Das Transformatoröl ist ein mit Öl gefüllter Kessel. Der Aktivteil aus Kern, Wicklungen und Isolierungen ist darin komplett in das Isolieröl eingetaucht. Das Isolieröl seinerseits besteht aus hoch raffinierten Mineralölen. Moderne Transformatoren verwenden heute auch Silikonöl oder Ester. Mit der Zeit nimmt aber dieses isolierfähige Wasser und andere Ablagerungen auf, was die Isolationsfähigkeit stetig mindert. Mit einer „Durchschlagsprüfung“ mit OTS wird festgestellt, ab wann Spannung durch eine Ölprobe schlägt. Eine TAN-Delta-Prüfung mit OTD ermöglicht Rückschlüsse auf die Isolationsqualität. Zudem errechnet die Karl-Fischer-Methode falls notwendig auch den Wassergehalt im Öl.
- LS Schaltzeitmessung**
Gemessen wird die Schaltzeit. Das ist die Zeit von der Befehlsgebung bis zur Kontakttrennung bzw. -berührung. Dieser Wert ist üblicherweise vom Hersteller angegeben. Ursachen von Schaltzeitänderungen gibt es viele. Häufig sind es Schwergängigkeiten im Antrieb. Je nach Kontaktsystem kann auch Abbrand dazu beitragen, der durch den Störlichtbogen erzeugt wird. Gemessen wird mit Schalteranalysatoren wie TM1700 oder TM1800. Diese ermitteln weitere Parameter, die auch die Ursachen für Abweichungen analysieren helfen. Bei gekapselten Anlagen, bei denen das Kontaktsystem nicht zugänglich ist oder bei Messungen an beidseitig geerdeten LS, erreichen konventionelle Schaltzeitmessmethoden ihre Grenzen. Megger hat hierzu ein Verfahren patentiert. So können Messungen in gekapselten Systemen auch über die kapazitiven Schnittstellen (Voltage Detection System, VDS) erfolgen, um die Spannungsfreiheit in gekapselten Anlagen festzustellen. Schaltzeitmessungen an beidseitig geerdeten LS sind mit der Dynamic Capacitive Method (DCM) von Megger möglich. Das erhöht die Sicherheit und spart sehr viel Zeit ein.
- LS Dynamische Widerstandsmessung**
Die Dynamische Widerstandsmessung DRM dient zur Beurteilung des Kontaktsystems von SF6-LS. Dieses besteht aus Haupt- und Abtrennkontakt. Der Abtrennkontakt verkürzt sich bei jedem Abschalten eines Kurzschlussstroms. Wird die Verschleißgrenze überschritten, kann der LS explodieren. DRM ermöglicht eine genaue Beurteilung des Kontaktsystems ohne die Schaltkammer zu öffnen. DRM ist eine Kontaktwiderstandsmessung, die kontinuierlich beim Schaltvorgang durchgeführt wird. Der mit dem LS-Analysator aufgezeichnete Widerstandsverlauf wird ausgewertet. Dies erfordert Quellen für genügend hohen Prüfstrom. Früher wurden Fahrzeugbatterien genutzt. Heute arbeiten SDRM202 oder MOM 2 mit Ultrakondensatoren, die 2 x 200 A bei leichtem Gewicht ermöglichen. So wird erstmals diese Messung an allen Kammern eines 400 kV LS gleichzeitig mit Hochstrom möglich. Der Arbeitsaufwand reduziert sich so enorm. Viele Betreiber haben mittlerweile DRM als Standard übernommen.
- SS LS TS Kontaktwiderstandsmessung**
Mit dieser Messung wird die Güte der Übergangswiderstände von Kontaktverbindungen aller Art bewertet. Das sind zum Beispiel die Hauptkontakte an Schaltgeräten wie Trennern oder Sammelschienen sowie alle weiteren Hochstromverbindungen. Zu hohe Widerstände können ihre Ursache in fehlerhafter Montage oder durch Korrosion haben. Das kann zu übermäßiger Erhitzung führen – und schließlich zur Zerstörung des Betriebsmittels. Daher fordern internationale Normen bei der Kontaktwiderstandsmessung an Schaltgeräten hohe Prüfströme. Mit dem MOM2 hat Megger erstmalig ein Mikroohmmeter entwickelt, das netzunabhängig auf Ultrakondensatorbasis bis 200 A Prüfstrom liefert. Bei nur 1 kg (!) Gewicht. Besonders bei Messungen in Höhen und auf engen Arbeitsbühnen oder Hubsteigern ist das ein enormer Gewinn für die Personensicherheit und Arbeitsergonomie.
- MW Wandlerprüfung**
Wandler haben die Aufgabe, die hohe elektrische Primärenergie so runterzuwandeln, damit sie vom Schutzrelais oder Zähler verarbeitet werden können. Aus diesem Grund gilt es bei den Wandlerprüfungen hauptsächlich darum zu überprüfen, ob diese Umwandlung korrekt verläuft. Dazu muss man zunächst das Übersetzungsverhältnis, die Polarität und Phasenverschiebung überprüfen. Die Wandler sind für eine maximale Leistung ausgelegt, weshalb es wichtig ist, die Bürde also die sekundärseitige Last am Wandler zu ermitteln. Das kann sowohl mit dem multifunktionalen TRAX als auch mit den speziellen Wandlerprüfgeräten MVCT oder MRCT von Megger geschehen. Weitere wichtige Messungen am Stromwandler sind der Wicklungswiderstand und die Sättigung inklusive der Bestimmung des Kniepunkts.
- TR LS MW UA Teilentladungsdiagnose**
Mit einem UHF TE-Detektor erhält man - ohne Aufwand - sehr schnell ein nahezu lückenloses Bild über den Gesamtzustand des Umspannwerks. TE sind Elektronen-Emissionen, die Radiosignale ausstrahlen. Insbesondere wenn sie von Feststoffen kommen, kündigen sie einen bevorstehenden Ausfall an. TE-Messungen nach IEC60270 waren bisher, vor allem Vor-Ort, mit viel Aufwand verbunden. Eine einfache, schnelle und trotzdem sehr wirksame Methode ist die Messung des UHF-Signals. Dieses Signal kann über eine Stabantenne, HFCS oder UHF-Sensoren (Bild) empfangen werden. Zur TE-Messung gibt es von Megger UHF PDD (Bild) und PD Scan speziell für MS-Anlagen. So werden drohende Schäden an kritischen Bauteilen wie Wandler, Kabeln, Transformatoren, Überspannungsableitern, Leistungsschaltern oder Durchführungen frühzeitig erkannt.

© Alle Rechte bei: Megger

Megger GmbH
Oberzell 2
61440 Oberursel
T 06171 929 87-0
F 06171 929 87-19
E info@megger.de
I www.megger.de