

connect

4 Neue 420-kV-Kabelgarnituren
12 Überspannungsableiter für 145 kV

16 Verbindungstechnik für
Verteilstationen aus einer Hand



Impressum

Herausgeber

PFISTERER Kontaktsysteme GmbH
Rosenstraße 44
73650 Winterbach
Tel: +49 7181 7005 0
Fax: +49 7181 7005 565
info@pfisterer.de
www.pfisterer.de

Redaktion Deutschland

PFISTERER Kontaktsysteme GmbH,
Rosenstraße 44, 73650 Winterbach

Reto Aeschbach, Petra Arnold, Peter Barmettler,
Hagen Berroth, Heiri Bissig, Natalie Fischer,
Matthias Freiling, René Gnos, Wolfgang Huiber,
Eliä Husmann, Peter Kaiser, Martina Michalski,
Lena Miunske, Peter Müller, Humajun Mustafa,
Eduardo Santana, Martin Schuster, Barbara
Simeon, Patrick Sommer, Christian Späth

Textredaktion

Karolina Kos
www.xyzeiler.de

Art Direction

VISCHER&BERNET GmbH
Agentur für Marketing und Werbung
Stuttgart

© Copyright by PFISTERER
Kontaktsysteme GmbH

PFISTERER Kunden- und Mitarbeitermagazin Ausgabe 1 2014

- 4 Neue Kabelgarnituren für 420 kV erfolgreich typgeprüft nach Kabelnorm
- 8 Einblicke in Entwicklung: 420-kV-Isoliertraverse für Zukunftsprojekt
- 11 Auszeichnungen für Freileitungskompetenz
- 12 Erstmals im Einsatz: Überspannungsableiter HV-CONNEX für 145 kV
- 16 Für Verteilstationen: Viele Produkte aus einer Hand



Jörg Fries



Tilo Kubach

Editorial

Die Frage nach dem Nutzen

So vielfältig Kontakt- und Isoliertechniken sind, entscheidend bleibt: Bieten sie wirtschaftliche Lösungen? Realisieren sie nachhaltigen Nutzen? Diesen Fragen stellen wir uns täglich. Welche Lösungen dabei entstehen, und welchen Nutzen Anwender daraus ziehen können, lesen Sie in dieser CONNECT-Ausgabe: Unsere neuen 420-kV-Kabelgarnituren haben die erste kabelspezifische Typprüfung erfolgreich absolviert, ihre Stärken stellen wir ab Seite 4 vor. Wie der weltweit erste Einsatz des neuen HV-CONNEX-Überspannungsableiters für 145 kV den effizienten Transformatoren-Betrieb auf engstem Raum unterstützt, lesen Sie ab Seite 12. Einblicke in die Entwicklung einer äußerst belastbaren 420-kV-Isoliertraverse geben wir Ihnen ab Seite 8. Was wir für wirtschaftliche Verteilstationen alles aus einer Hand liefern, erfahren Sie ab Seite 16.

Wir hoffen, bereits die Lektüre ist für Sie von Nutzen. Für die praktische Wirkung darüber hinaus stehen wir Ihnen gerne als Lieferant und Entwicklungspartner zur Seite!

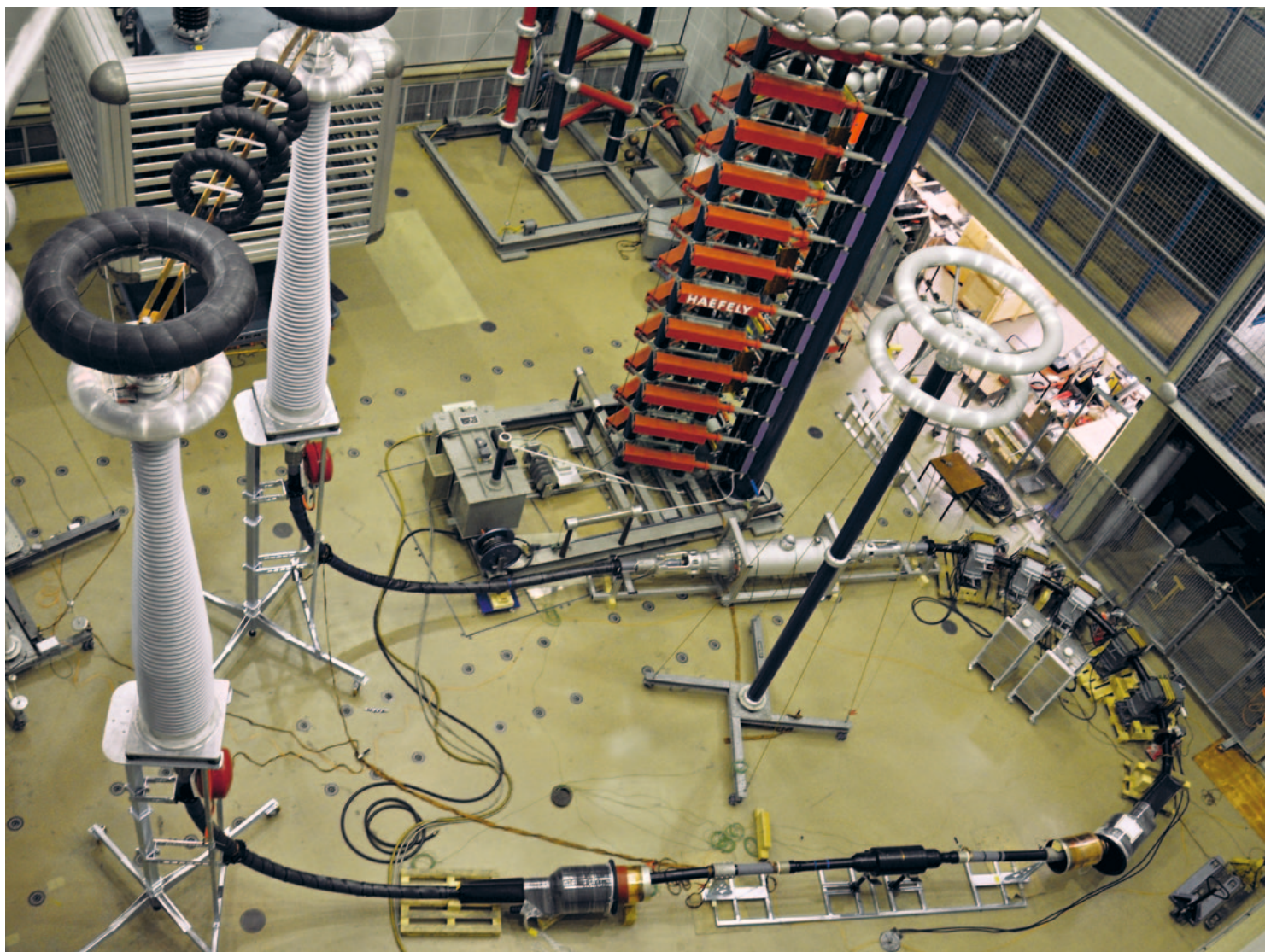
Herzlichst,

Jörg Fries

Vorstand Verkauf
der PFISTERER Holding AG

Tilo Kubach

Leiter Verkauf Kontaktsysteme &
Sicherheitstechnik



Für Typprüfung im Aufbau: Prüfkreis im Hochspannungslabor der Universität Duisburg-Essen mit den neuen PFISTERER-Garnituren für 420 kV: IXOSIL-Freiluft-Endverschlüsse (links) und die mit CONNEX-Anschlüssen der Größe 8 ausgestattete gasisolierte CONNEX-Muffe (Bildmitte) sind fertig installiert, bei der feststoffisolierten IXOSIL-Aufzieh-Muffe (unterer Bildrand) müssen noch das Gehäuse geschlossen und die Kabelschirmung angebracht werden.

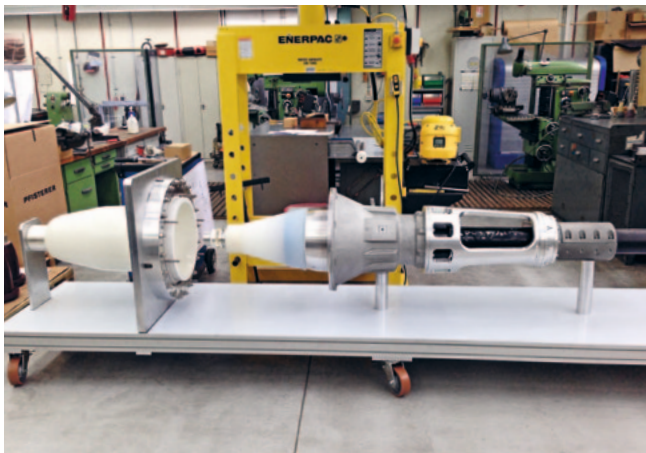
Startklar: neue Garnituren für 420 kV

„Erfolgreich bestanden“ – so das Ergebnis der ersten Typprüfung der neuen 420-kV-Kabelgarnituren im Sommer 2013 nach IEC 62067. Damit kann PFISTERER als erster unabhängiger Garniturenhersteller ein universelles Kabelgarnituren-Sortiment für Betriebsspannungen bis 420 kV auf Basis kabelspezifischer Typprüfungen liefern – für den Systemeinsatz an allen gängigen Betriebsmitteln und Verteilsystemen inklusive Muffen für Prüfungen und Sonderlösungen.

Betrachtet man Fotos von der Typprüfung im Hochspannungslabor der Universität Duisburg-Essen, kann man sich anhand des Prüfkreislaufbaus den Einsatz der PFISTERER-Garnituren in einer Umspannstation gut vorstellen: IXOSIL-Freiluft-Endverschlüsse bilden die Schnittstelle zwischen Freileitung und Kabelstrecke. Mithilfe der gasisolierten CONNEX-Muffe wird der Anschluss von Kabeln an Schaltanlage oder Leistungstransformator per steckbarem CONNEX-System der neuen Größe 8 simuliert: In das Muffengehäuse ist die geräteseitige CONNEX-Anschlussbuchse vorinstalliert, die den kabelseitigen CONNEX-Stecker aufnimmt. Außer wie hier für Prüfungen kann man die CONNEX-Muffe nutzen, um Kabel verschiedener Querschnitte zu verbinden. Die feststoffisolierte IXOSIL-Aufzieh-Muffe wiederum dient der Verlängerung homogener Kabelstrecken.

Kontaktstark. In allen Lagen.

Jede dieser Garnituren hat ihre spezifischen Stärken für den Hochspannungsbetrieb (Details siehe Produkt-Infos auf Seite 5 und 7). Für den Einsatz auf der 420-kV-Ebene hat PFISTERER in den CONNEX-Kabelstecker und die IXOSIL-Endverschlüsse zusätzlich ein Kabelabfang-System integriert. „Damit tragen wir zwei Punkten Rechnung, die typisch sind für diese Anwendung und zugleich potenziell kritisch für die Funktion der Anschlusskomponenten“, erklärt Peter Müller, Mitarbeiter im CONNEX-Produktmanagement bei PFISTERER, „Das relativ hohe Gewicht von 420-kV-Kabeln und der oft beengte Raum, in dem sie verbaut werden.“



Der neue CONNEX-Kabelanschluss Größe 8: Der vorkonfektionierte Kabelstecker (rechts) wird im Realeinsatz an die geräteseitige Buchse (links) angeschlossen.

EHV-CONNEX-Kabelanschluss Größe 8



Anwendungen

- Anschluss eines Transformators oder einer Schaltanlage
- Nennstrom bis $I_N = 4000 \text{ A}$
- Spannungen bis $U_m = 420 \text{ kV}$
- Cu- oder Al-Kabel bis 3000 mm^2
- Geprüft nach IEC 62067

Eigenschaften & Vorteile

- Trocken steckbar
- Schnell und einfach montierbar, ohne aufwendige Gas- oder Ölarbeiten
- Berührungssicher, überflutbar und wartungsfrei
- Vollgekapselt und feststoffisoliert
- Kompakter als konventionelle Systeme nach EN 50299/IEC 62271-209
- Offshore-tauglich, da salzwasserbeständig
- Erhältlich mit umfassendem Zubehör



IXOSIL ESS 420 Kabelendverschluss

Anwendungen

- Verbindung einer Freileitung mit einer Kabelstrecke
- Maximaler Nennstrom lediglich durch das Hochspannungskabel begrenzt
- Spannungen bis $U_m = 420 \text{ kV}$
- Cu- oder Al-Kabel bis 2500 mm^2
- Geprüft nach IEC 62067
- Verschmutzungsstufe (65 mm/kV) nach IEC 60815

Eigenschaften & Vorteile

- Vorgefertigtes transparentes Silikonsteuerteil, elektrisch und optisch geprüft für sicheren Betrieb
- Höchste mechanische Festigkeit dank GFK-Hohlisolator
- Silikonbeschirmung für ideales hydrophobes Verhalten
- Einfache Montage der Kopfarmatur
- Wartungsfrei
- Alternativ lieferbar: ESP420 mit Porzellan-Isolator

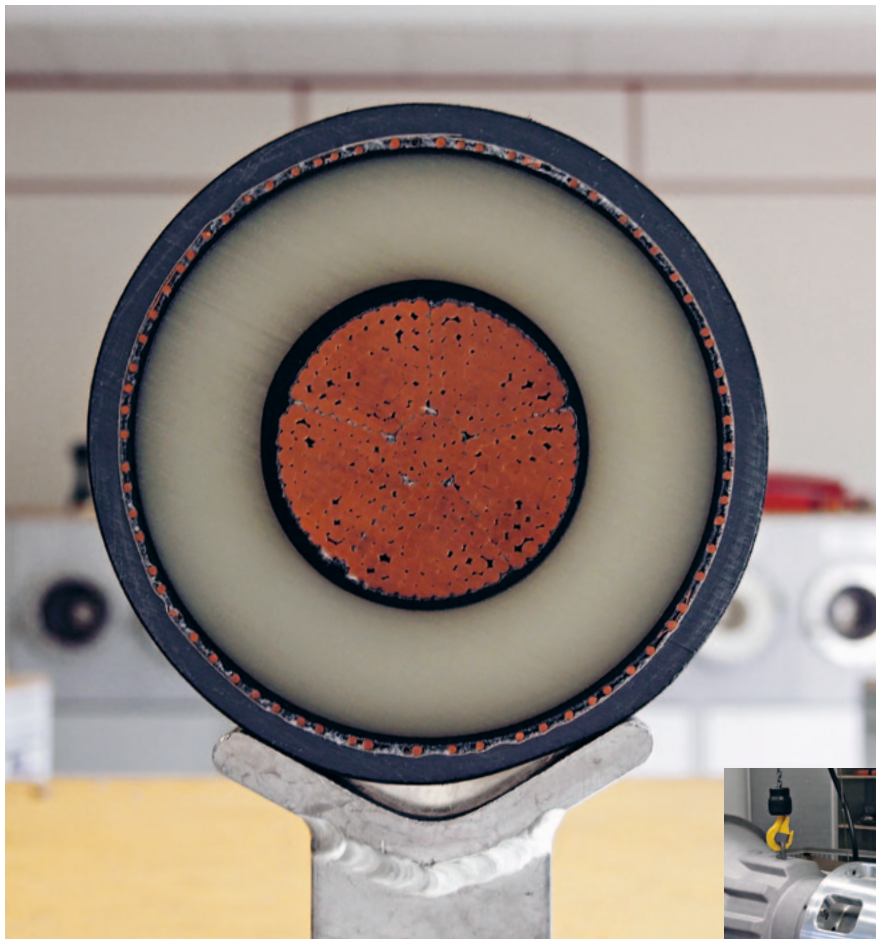
Die Gewichtskraft, mit der ein 420-kV-Kabel auf eine Verbindung einwirkt, ist selbst bei waagerechter und durchgehend pritschen-gestützter Kabelführung enorm. Ein solcher Einbau erfordert jedoch Platz, den es nur selten gibt. Werden Kabel senkrecht von unten angeschlossen, hängen sie umso schwerer an der Verbindung. Ist der Anlagenraum besonders knapp, wird das Kabel häufig direkt an der Anlage um die Ecke geführt. In beiden Fällen können Pritschen nicht oder nur bedingt eingesetzt werden, im letzteren zerrt außerdem eine weitere Gegenkraft am Anschluss: Das starre Kabel will in seine gerade Ausgangsform zurückkehren.

Egal, ob optimale oder komplexe Einbaubedingungen, das Kabelabfang-System sorgt in jeder Lage für die konstant zentrische Fixierung des Kabels – eine wichtige Voraussetzung für die zuverlässige Kontaktierung und Isolierung des Anschlusses über die Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten.

Basis für Partnerschaft

„Dieses Produkt-Detail verweist auf einen wichtigen übergeordneten Aspekt: Je höher die Spannung umso größer die Sicherheitsansprüche der Anwender“, bemerkt Christian Späth, Produktmanager für CONNEX bei PFISTERER, „Nicht umsonst zeichnet sich im 420-kV-Bereich die Tendenz zum Einsatz von Gesamt-Systemen immer deutlicher ab, je mehr Projekte weltweit in dieser Spannungsebene realisiert werden.“

Entsprechend rege ist die Resonanz auf das neue Garnituren-Sortiment, wie Matthias Freiling, Verkaufsleiter für kabelgebundene Stromübertragungssysteme bei PFISTERER, berichtet: „Die erste Typprüfung war ein Schritt von vielen, die folgen werden. Inzwischen arbeiten wir mit verschiedenen Kabelherstellern zusammen mit dem Ziel, zeitnah weitere kabelspezifische Typprüfungen für 420 kV durchzuführen. Die Basis für effiziente Kooperationen haben wir bereits geschaffen.“



Mit den neuen CONNEX-Garnituren können Kabel mit Querschnitten bis 3000 mm² angeschlossen werden.



CONNEX-Stecker mit integriertem Kabelabfang-System für konstante Kabelfixierung in allen Einbaulagen

Am PFISTERER-Standort Altdorf in der Schweiz ist eine Abteilung verortet, die ausschließlich Kabelhersteller berät und projektbegleitend betreut. Und wenn es gilt, die 420-kV-Garnituren fachgerecht und schnell zu montieren, ist das PFISTERER-Montage-Team flexibel im Einsatz. Und das kann an vielen Orten sein, wie ein Blick auf die Entwicklungen der weltweiten Energiemärkte zeigt.

Weltweit Bedarf. Wachsendes Sortiment.

Kabelgebundene Umspannstationen werden zunehmend dort realisiert, wo zwei Umstände herrschen: Strom muss über große Distanzen transportiert werden; damit dies verlustarm gelingt, erfolgt die Übertragung auf immer höheren Spannungsebenen. Ist der Zielort ein Ballungsraum, in dem viel Energie verbraucht wird und der keinen Platz für Freiluft-Umspannstationen bietet, weicht man auf kabelgebundene Umspannstationen aus, die wesentlich kompakter sind und sich in Gebäuden unterbringen lassen.

Vor der Herausforderung der weitläufigen Energieübertragung steht jede Weltregion mit großen Flächenstaaten, zum Beispiel Afrika, Gebiete der ehemaligen Sowjetunion und Süd-Ost-Asien. 20 von 30 der weltweit größten Megastädte mit zehn Millionen und mehr Einwohnern liegen im asiatischen Raum und in Lateinamerika. Und die Verstärkung schreitet weiter voran: Gegenwärtig lebt die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten, bis 2050 wird sich der Anteil nach Schätzungen der Vereinten Nationen auf knapp 69 Prozent erhöhen. Riesige Infrastruktur-Projekte in kurzer Zeit werden im Nahen Osten gestemmt. Aber auch im sehr gut erschlossenen Europa sind kabelgebundene Lösungen aufgrund der damit einhergehenden Platzersparnis im Aufwind.

Derweil schlägt der Puls der weltweiten Hochspannungsnetze in immer höheren Spannungsebenen. Für die Königsklasse im Kabelgarnituren-Markt, 550 kV, hat PFISTERER die Entwicklung passender Kabelgarnituren letztes Jahr abgeschlossen, die ersten Tests für 2014 sind aufgegleist.

«Die Basis für effiziente Kooperationen haben wir bereits geschaffen.»

Matthias Freiling, Verkaufsleiter für kabelgebundene Stromübertragungssysteme bei PFISTERER

IXOSIL MSA 420 Aufzieh-Muffe



Anwendungen

- Verbindung homogener Kabel zur Verlängerung einer Kabelstrecke
- Maximaler Nennstrom lediglich durch das Hochspannungskabel begrenzt
- Spannungen bis $U_m = 420$ kV
- Cu- oder Al-Kabel bis 2500 mm²
- Geprüft nach IEC 62067

Eigenschaften & Vorteile

- Vorgefertigtes transparentes Silikonsteuerteil, elektrisch und optisch geprüft für sichere und effiziente Energieübertragung
- Bewährte Aufziehtechnik und einfache Montage des wasserdichten Außengehäuses gewährleisten schnelle Installation und maximale Betriebssicherheit
- Lieferbar in kundenspezifischen Varianten hinsichtlich Kabelschirmbehandlung

EHV-CONNEX- Verbindungs-muffe Größe 8



Anwendungen

- Endprüfung von Kabelanlagen
- Verbindung unterschiedlichster Kabel
- Nennstrom bis $I_N = 4000$ A
- Spannungen bis $U_m = 420$ kV
- Cu- oder Al-Kabel bis 3000 mm²
- Geprüft nach IEC 62067

Eigenschaften & Vorteile

- Schnelle Montage: Einfach steckbar dank geräteseitig vormontierter Buchse
- Kompakte Bauweise für platzsparende Anschlüsse
- Werkseitig vorgeprüft
- SF₆-Gas-Isolation
- Integrierte Fülldruck-Überwachung

Partner für Neuland

Wenn Betreiber von Freileitungsnetzen den Einsatz neuer Technologien erwägen, ist PFISTERER ein bevorzugter Ansprechpartner. Denn unbekanntes Terrain betritt man am sichersten mit einem erfahrenen Partner auf dem Gebiet. Als solcher liefert PFISTERER nicht nur fortschrittliche Isolatorenketten, sondern unterstützt auch die Entwicklung von Basismodellen für Zukunftsprojekte. Was die Freileitungsspezialisten dafür leisten, vermitteln Einblicke in ihre Entwicklungsarbeit für eine äußerst belastbare 420-kV-Isoliertraverse.

Bevor Patrick Sommer, Produktmanager für Isolatorenketten und Armaturen bei PFISTERER, sich und seinen Kollegen über die Schulter schauen lässt, wirft er voraus: „Im Grunde macht es keinen Unterschied, ob wir Isolatorenketten für eine konkrete Anwendung auslegen oder wie hier ein Basismodell entwickeln, das für den zukünftigen Einsatz abgewandelt wird. Die Herausforderung ist immer, verschiedene Anforderungen auf einen praktisch umsetzbaren Nenner zu bringen. Dabei beeinflussen sich nahezu alle Anforderungen gegenseitig, und davon gibt es viele. Sehen sie selbst ...“

Er reicht den Anforderungskatalog für die 420-kV-Isoliertraverse. Man muss nicht lange darin blättern, bis sich die Frage aufdrängt: Welche der Anforderungen wählt man bei der Auslegung als Ausgangspunkt? „Die kritischste für Funktionalität und Sicherheit des Gesamtsystems“, sagt Elia Husmann, Entwicklungsingenieur für Isolatorenketten und Armaturen bei PFISTERER. In diesem Fall ist es eine vertikal wirkende Spitzenlast von 150 kN. Einer ihrer neuralgischen Angriffspunkte an der Isoliertraverse ist der horizontal ausgerichtete Druck-Isolator, genauer der Glasfaserstab im Inneren, der diese Kraft aufnehmen muss.

Spannungsfeld der Gegensätze

„Je länger und dünner ein Stab ist, umso schneller knickt er unter Belastung ein“, erklärt Husmann, „Demnach müsste der Stab möglichst kurz und dick ausgelegt werden. Das würde aber die Umsetzung elektrischer Anforderungen konterkarieren.“ So bestimmt die Stablänge die Isolierlänge, und die definiert den Abstand zwischen der Endarmatur, über die der Isolator mit dem Mast verbunden ist, sowie der



Je mehr Raum Freileitungstrassen benötigen, desto aufwendiger das Genehmigungsverfahren. Als fortschrittliche Alternative gelten platzsparende Kompaktleitungen (siehe Abbildungen auf Seite 10 und 11).

Kopfarmatur am anderen Ende des Isolators, wo die Leiterseile befestigt sind. Bei Überspannung kann sich zwischen diesen Punkten ein Überschlag entladen. Um dies zu verhindern, gilt: Je höher die Betriebsspannung, umso größer die Isolierlänge. Dementsprechend muss der Isolator-Stab ausreichend lang ausgelegt sein.

„Die Herausforderung liegt in der technisch und wirtschaftlich optimierten Auslegung“, ergänzt Wolfgang Huiber, Verkaufsleiter für Freileitungssysteme bei PFISTERER, „Schließlich werden Isolatorenketten in großen Stückzahlen verbaut. Daher müssen wir mit möglichst geringem Materialeinsatz optimale Funktionalität realisieren.“ Der Sinn für Wirtschaftlichkeit spiegelt sich bei PFISTERER auch im Auslegungsprozess: Bevor ein Prototyp gebaut und getestet wird, werden auf rechnerischen Wegen seine Dimensionierungen definiert und seine Tauglichkeit überprüft.

Die Kunst der Interpretation

Als Auslegungsbasis ziehen die Freileitungsspezialisten Erfahrungswerte heran, zum Beispiel aus Vorgängerprojekten mit vergleichbaren Auftragskriterien. Diese werden an die aktuellen Anforderungen angepasst, die wiederum Schritt für Schritt aufeinander abgestimmt werden. Hierfür nutzt PFISTERER rechnerische Simulationen, so die Finite-Elemente-Methode (FEM) für die mechanischen Anforderungen.

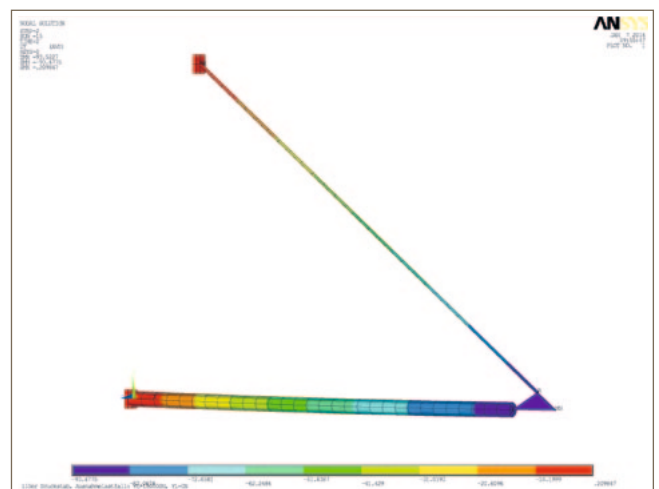
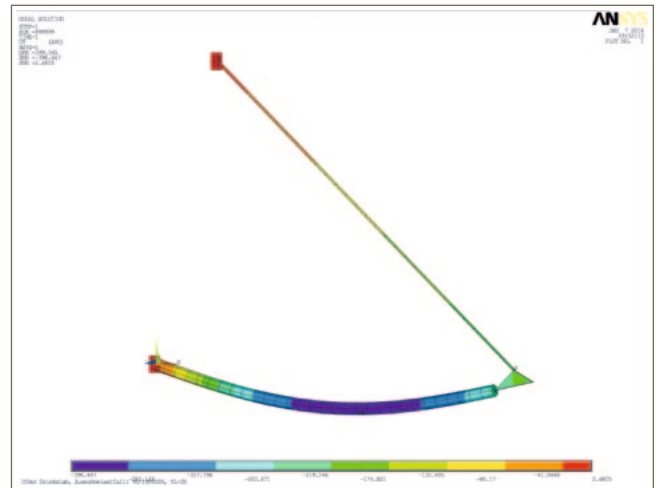
„FEM basiert auf der Lösung von Differentialgleichungen, die das mechanische Verhalten der Isoliertraverse mathematisch beschreiben. Da dies ein komplexes Verhalten ist, können die Lösungsfunktionen nur im numerischen Näherungsverfahren gewonnen werden“, erklärt Husmann, „Vereinfacht heißt das: Man hantiert mit vielen Ausgangswerten, arbeitet in Zwischenschritten und muss Resultate stets interpretieren. Dafür braucht es Wissen zu FEM, zur Freileitungstechnik und am besten Erfahrung mit beidem.“



Innenleben eines Silikon-Verbund-Isolators: Sein Rückgrat bildet der mittig verlaufende Stab aus glasfaserverstärktem Kunststoff. Dieser muss hohe mechanische Kräfte aufnehmen können, ohne zu knicken.

Die Realität im Labor

Auch wenn die Realitätsnähe der Simulationen erwiesen ist, überzeugt nichts mehr als der Echt-Test eines realen Prototyps. So auch Mitte Dezember 2013, als eine Kundendelegation das PFISTERER-Prüflabor im schweizerischen Malters besuchte. Dort hatten die Versuchingenieure von PFISTERER die mechanisch relevante Struktur der Isoliertraverse für einen Belastungstest genau so aufgebaut, wie man sie an einem Kompaktmast installieren würde.



Rechnerisch zur optimalen Auslegung: Das obere Simulationsbild zeigt das Modell einer Isoliertraverse, deren Druckstab sich unter der Einwirkung von 150 kN stark verformt. Anders das Modell im Simulationsbild unten. Hier wurde der Druckstab-Durchmesser so vergrößert, dass es bei dieser Maximallast zu keinen kritischen Verformungen kommt.

Im Realeinsatz trägt jede Isolatorenkette das Gewicht der Freileitungsseile, das umso schwerer wiegt, je größer die Spannweite ist. Über die Befestigungspunkte der Seile nimmt sie zudem alle Kräfte auf, die auf die Seile einwirken, zum Beispiel Winde, Schnee oder Eis. Im Labor werden diese Kräfte mithilfe eines Kettenzugs nachgebildet. Er ist dort installiert, wo üblicherweise die Seile eingehängt werden, in dem Winkel, der die Kraftresultierende abbildet, die sich aus den horizontal und vertikal einwirkenden Kräften ergibt.

Maximale Last. Minimale Biegung.

In Lastschritten von 10 kN fahren die Ingenieure die Belastung sukzessive hoch – bei jedem Schritt erfassen sie das Verhalten der Isoliertraverse mittels Messpunkten an ihren neuralgischen Punkten. Biegt sich der Druckisolator-Stab? Wie weit verschiebt sich die Kopfarmatur? Bei 150 kN wird die Spitzenlast fünf Minuten lang gehalten. Was passiert? Nahezu nichts. Die Kopfarmatur ist intakt geblieben, ohne ihren regelmäßigen Bewegungsspielraum zu überschreiten. Der Druckisolator-Stab weist eine kaum wahrnehmbare Biegung auf, die sich bei Entlastung wieder vollständig aufhebt.

Die Freude über das Testergebnis war den Besuchern anzusehen, es hat sie einen wichtigen Schritt vorangebracht. Denn die Arbeit an der 420-kV-Isoliertraverse geht weiter. Inzwischen wurden weitere Anforderungen definiert, mit neuen Spitzenwerten. Für ihre Umsetzung ist Know-how gefragt. Das von PFISTERER.

«Die Herausforderung liegt in der technisch und wirtschaftlich optimierten Auslegung.»

Wolfgang Huiber, Verkaufsleiter für Freileitungssysteme bei PFISTERER



Testaufbau der 420-kV-Isoliertraverse für die Niederlande



Erfahrungswerte für Entwicklungsarbeit: Von PFISTERER realisierte Isoliertraversen für 420-kV-Kompaktleitungen in Dubai (im obigen Bild links) und in den Niederlanden (siehe Computergrafik rechts). Die Isoliertraverse vereint die Funktionen der Isolierung sowie die eines tragenden Mastauslegers. Aus dieser Doppelfunktion resultiert ihr besonderer Aufbau aus mindestens zwei Isolatoren, einem angewinkelten Zug-Isolator und einem waagerechten oder leicht angestellten Druck-Isolator.



News

Ausgezeichnet

Mit zwei Auszeichnungen wurden 2013 das Know-how und Engagement von PFISTERER auf dem Gebiet der Freileitungstechnik prämiert: Der Claude-de-Tourreil-Award des Internationalen Isolatoren-Magazins INMR und der Award des Technischen Komitees der CIGRE wurden verliehen an Dr. Frank Schmuck, Leiter Technik Verbundisolatoren bei PFISTERER, als Anerkennung für seine langjährige Publikationstätigkeit zur Freiluftisoliertechnik und im CIGRE-Studienkomitee Freileitungen. Beide Auszeichnungen würdigen auch die fast 40-jährige Erfahrung und den Einsatz der PFISTERER SEFAG AG als Pionier der Verbundisolatoren-Technik und kompetenter Systemanbieter.



Umfassendes Wissen hierzu bündelten Dr. Konstantin O. Papailiou und Dr. Frank Schmuck im Fachbuch „Silikon-Verbundisolatoren“, erschienen im Springer-Verlag, erhältlich in Deutsch und Englisch.



Fortschrittliche Energieversorgung für Stadt und Umgebung: Ganz in der Nähe der malerischen Altstadt von Schaffhausen im engen Oberrhein-Tal konnten zwei 110-kV-Transformatoren unauffällig in ein Stationsgebäude integriert werden – mit dem platzsparenden CONNEX-System inklusive kompaktem HV-Überspannungsableiter.

CONNEX macht Umspannwerke unsichtbar

Erstmalig im Einsatz ist der CONNEX-Überspannungsableiter 5-S für Betriebsspannungen bis 145 kV seit November 2013 im schweizerischen Schaffhausen: Im Umspannwerk Mühlenstraße komplettieren acht Stück die Rundum-Ausstattung zweier umgerüsteter Reguliertransformatoren mit dem CONNEX-Anschluss-System. Damit konnten die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) eine besondere Retrofit-Lösung realisieren für den wirtschaftlichen Transformatoren-Betrieb auf engstem Raum – mit optimalem Schutz für Mensch und Betriebsmittel.

Bereits die Umgebung des Umspannwerks (UW) Mühlenstraße verweist auf die anspruchsvollen Anforderungen an die Anlagen in seinem Inneren: Die Stadtlage des UW beschränkt den verfügbaren Nutzraum, seine direkte Verortung am Rhein resultiert in einer Netztopologie mit Leitungen, die unter dem Flussgrund zum gegenüberliegenden Ufer verlaufen.

Dies und mehr hatten die Anlagenplaner der EKZ im Blick, als sie 2010 ein bis dato schweizweit einmaliges Retrofit durchführten. Für bleibend hohe Versorgungssicherheit bei steigendem Energiebedarf stellte der Energieversorger sukzessive seine Netzspannung von 50 kV auf 110 kV um. Im Zuge dessen wurden zwei 110-kV-Freiluft-Reguliertransformatoren für das UW Mühlenstraße einem Retrofit unterzogen und komplett auf das CONNEX-Kabel-Anschluss-System umgestellt.

Anlagen sichern. Menschen schützen.

Warum CONNEX, erschließt sich nach wenigen Schritten durch die zwei Trafo-Zellen: Jede beherbergt einen Transformator mit rund 57 t Gewicht – auf einer Fläche von 46 m² respektive 41 m² bei einem Raumvolumen von 377 m³ respektive 336 m³. Wenig Platz, der noch knapper wird mit Blick auf Anlagenschutz und Personensicherheit.

Die Notwendigkeit, Hochspannungsanlagen vor transienten Überspannungen zu schützen, ist unbestritten. Umso komplexer gestaltet sich die Auslegung der hierfür eingesetzten Überspannungsableiter, da dabei viele Faktoren zu berücksichtigen sind. Zudem beschränkt der Wanderwellencharakter transienter Überspannungen den Schutzbereich von Ableitern (siehe CONNECT 2/2011). Daher gilt: Den bestmöglichen Schutz erreicht, wer Ableiter unmittelbar am Betriebsmittel installiert, das einer Überspannungsgefahr ausgesetzt ist. Für das UW Mühlenstraße war der Schutz direkt am Trafo gefordert.

Und auch Menschen gilt es zu schützen. So das Wartungspersonal, wenn es Kontrollgänge durchführt oder Ölproben entnimmt. Könnte es dabei mit unisolierten stromführenden Anlagenteilen in Berührung kommen, müssten Absperungen dies verhindern – ein Umstand, der bei beschränkten Platzverhältnissen die Arbeit erschwert. Und jedes Hindernis birgt neue Risiken. Ziel der EKZ war das Gegenteil: Risiken minimieren und Aufwände senken – in allen relevanten Aspekten des Anlagenbetriebes auf engstem Raum. Dies beschreibt ein Anwendungsszenario, für das CONNEX prädestiniert ist.



Einzigartiger Überspannungsschutz für mehrfach vorteilhafte Retrofit-Anwendung: Vier trocken steckbare CONNEX-Überspannungsableiter der Größe 5-S im Einsatz an 25-MVA-Regulier-Transformator, der mit 110-kV- und 16-kV-Kabelanschlüssen ausgerüstet und damit komplett auf das CONNEX-Anschluss-System umgestellt wurde.

Kompakt und überraschend schnell montiert.

Anders als freiluftisolierte Ableiter oder Durchführungen erlauben die feststoffisolierten CONNEX-Komponenten eine sehr kompakte Bauweise. Man muss weder Mindestabstände zwischen den Phasenanschlüssen berücksichtigen, noch werden aufwendige Sammelschienenkonstruktionen für den Netzanschluss gebraucht. Zeit- und kostenintensive Öl- oder Gasarbeiten, wie sie spezialisierte Fachkräfte bei der Montage von gasisolierten Ableitern durchführen müssen, entfallen ebenfalls: Alle CONNEX-Komponenten werden einfach in eine CONNEX-Anschlussbuchse eingesteckt, die am Betriebsmittel vorinstalliert ist.

So auch hier: Beim Umbau der Reguliertransformatoren konnten die Trafo-Spezialisten der EKZ alle benötigten Anschlussbuchsen für die Mittel- und Hochspannungskabel sowie je acht Ableiter auf dem Trafodeckel unterbringen. Einen weiteren Vorzug des Stecksystems entdeckten sie bei der Endprüfung: Hierfür mussten Sie nur die Prüfdurchführungen in die Hochspannungsbuchsen einstecken. Die Montagefreundlichkeit des CONNEX-Systems verblüffte sogar die PFISTERER-Monteure Heiri Bissig und Peter Barmettler, als sie vier Überspannungsableiter der Größe 5-S an einem der beiden Reguliertransformatoren installierten.

Vier Tage waren hierfür vorgesehen, die ersten zwei lagen sie im Plan: Nach der Demontage alter Verbindungen bereiteten sie die Montage der mannshohen Ableiter vor. Damit man diese in dem engen Raum sicher auf den Trafodeckel heben kann, hatte EKZ bereits zuvor einen Kran anbringen lassen. „Am dritten Tag ging dann alles viel schneller als geplant“, berichtet Barmettler, „Nach neun Stunden hatten wir die vier Ableiter montiert.“ Auch für Bissig, der 30 Jahre Montagepraxis hat, eine bemerkenswerte Erfahrung: „Wer Ableiter dieser Größe montiert, weiß, das ist außergewöhnlich schnell.“



Montage-Freundlichkeit trifft Montage-Erfahrung: Die PFISTERER-Monteure Peter Barmettler (links) und Heiri Bissig (rechts) installierten vier von insgesamt acht CONNEX-HV-Überspannungsableitern 5-S in jeweils neun Stunden. Vorne im Bild zu sehen: Mit CONNEX-Mehrfach-Winkelanschlussstellen lassen sich Mittelspannungskabel und -Ableiter direkt nebeneinander installieren und dabei waagrecht ausrichten. So spart man nicht nur Bauraum, sondern kann auch zur Einhaltung von Anlagengrenzwerten kritische Feldlinien nahe an der Anlage entlangführen.

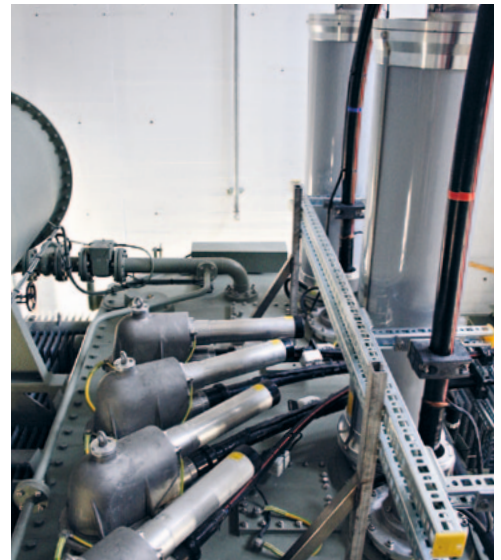


Sichtbare Vorteile des steckbaren feststoffisolierten CONNEX-Systems gegenüber freiluftisolierten Lösungen: Man muss weder Mindestabstände einhalten noch aufwendige Sammelschienen-Podeste an Trafos und Schaltanlagen installieren.

Berührungssicher. Emissionsarm.

Effizienz realisiert CONNEX auch für den Alltag im UW Mühlenstraße – verknüpft mit Sicherheit für das Personal: Aus der Kombination von Feststoff-Isolierung und Steckbarkeit resultiert die Wartungsfreiheit und komplette Berührungssicherheit des Systems. Und da CONNEX an beiden Reguliertransformatoren durchgängig eingesetzt wird, lassen sich die Transformatorenzellen, wie angestrebt, im laufenden Betrieb barrierefrei und sicher begehen.

Auch jenseits der Zellen wirkt sich der Einsatz von CONNEX vorteilhaft aus: Die Vollkapselung des Systems sowie die kompakte Bauweise und flexible Kombinierbarkeit seiner Komponenten ermöglichen es, selbst den schärfsten Grenzwert der schweizerischen Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) einzuhalten (siehe Detail-Info) – infolgedessen ließen sich die Räume über den beiden Transformatorenzellen sogar als Lager oder Büros mit ständigen Arbeitsplätzen nutzen. Fazit: Wer Hochspannungsanlagen mit CONNEX ausstattet, gewinnt wertvollen Spielraum – auch im wörtlichen Sinne.



Einzigartig kompakt: Auf dem Trafodeckel finden alle CONNEX-Anschlüsse Platz. Das sind pro Transformator vier Überspannungsableiter Größe 5-S für bis zu 145 kV und vier Überspannungsableiter Größe 3 für bis zu 42 kV für je drei Phasen inklusive Sternpunkten sowie drei HV-Kabel- und vier MV-Kabel-Anschlüsse.

Auf einen Blick: HV-CONNEX-Überspannungs- ableiter Größe 5-S

Für den Schutz von metallgekapselten Schaltanlagen und Transformatoren, die mit Steckanschlüssen ausgerüstet sind.

Mögliche Anwendungen

- Anschluss eines Transformators oder einer gasisolierten Schaltanlage an Kabel- oder Freileitungsanlagen
- Netzspannungen bis zu $U_m = 145 \text{ kV}$

Eigenschaften & Vorteile

- Funkenstreckenlos aufgebautes Aktivteil mit Metalloxid-Widerständen nach aktuellem Stand der Technik
- Isolation der Aktivteile gegen das metallische Gehäuse mittels Silikonkautschuk-Mantel
- Hohe thermische Stabilität der Widerstände
- Korrosionsfest und berührungssicher dank Aluminiumgehäuse
- Hermetische Kapselung der Aktivteile gegen Umwelteinflüsse wie Feuchtigkeit oder Fremdschichtbeläge
- Wartungsfrei, da feststoffisoliert
- Freiluftbeständig
- Beliebige Einbaulagen
- Montagefreundlich, da steckbar
- Berstscheibe mit ausrichtbarer Ausblasöffnung für definierte Druckentlastung im Fehlerfall

Detail-Info: CONNEX contra Elektrosmog

Die europa- und weltweit wohl schärfsten Vorschriften zur Begrenzung von elektromagnetischen Feldern und Strahlen formuliert die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV). Sie ist am 1. Februar 2000 in der Schweiz in Kraft getreten und gilt für den Betrieb ortsfester Anlagen wie Trafostationen und Schaltanlagen. Demnach dürfen Orte, an denen sich Personen regelmäßig und während längerer Zeit aufhalten, mit einem Anlagengrenzwert von maximal $1 \mu\text{T}$ (Mikrotesla) belastet sein.

Dass sich dieser Grenzwert mit moderner Technik in wirtschaftlicher Weise einhalten lässt, beweisen zahlreiche in der Schweiz realisierte Projekte – teilweise mit bemerkenswerten Ergebnissen. So strahlt eine Trafostation, die an ein Wohngebiet angrenzt, nach ihrer Sanierung circa 40-mal weniger als ein Radiowecker, den man meistens bedenkenlos ins Schlafzimmer stellt.

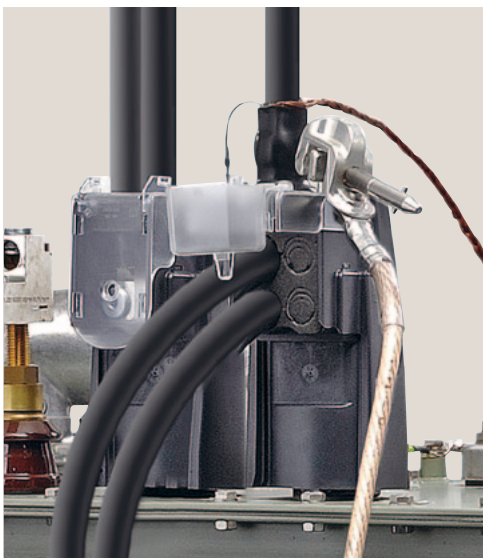
Auch CONNEX unterstützt die NISV-Konformität: Die Vollkapselung des Systems bewirkt eine hohe Abschirmung der elektromagnetischen Felder um die angeschlossenen Kabel und Komponenten. Außerdem kann man mit CONNEX-Anlagen so konzipieren, dass die $1\text{-}\mu\text{T}$ -Grenzlinie nahe entlang der Anlage verläuft, statt weit in den Raum abzustrahlen – dank der kompakten Bauweise und beliebig realisierbaren Einbaulagen.

Vielseitig für Verteilstationen

Was Wirtschaftlichkeitsberechnungen empfehlen, liefert PFISTERER für Verteilstationen aus einer Hand: Fortschrittliche Anschluss-Technik, die Montagezeit, Ausfallquoten und Wartungsaufwand reduziert, dazu flexibel einsetzbare Sicherheitstechnik und Smart-Grid-Schnittstellen. Unterm Strich ein Sortiment, das mit vielen Produkten konsequent einer Sache dient: dem effizienten und sicheren Stationsbetrieb.

«Verbindungstechniken können Risiken bannen oder zumindest begrenzen.»

Hagen Berroth, Anwendungsberater bei PFISTERER



Erdung an 2DIREKT-Trafo-Klemme

Leichte Montage. Starker Kontakt.

„Die meisten Ausfälle beruhen auf mangelhaft ausgeführten Kontakten. Das belegen Erfahrungen aus den weltweiten Energiemärkten“, sagt Martin Schuster, Senior Advisor bei PFISTERER, „Deshalb konzipieren wir Verbindungstechniken so, dass bei ihrem Einsatz diejenigen Risiken minimiert werden, die bei der Installation und im Betrieb typischerweise auftreten.“

Ein Beispiel dafür sind die Kabelschuhe für blanke Niederspannungsanschlüsse. Ihr patentiertes Herzstück, die SICON-Schraube, ist ausgeführt als stufenlose Abreißschraube mit Druckscheibe. Das Zusammenspiel dieser Features sorgt für optimale Kontaktkraft beim Einsatz an verschiedenen Leitern unabhängig von deren Beschaffenheit, zudem lassen sich selbst feindrätige Leiter der Klasse 5 ohne Beschädigungen kontaktieren (Details siehe CONNECT 2/2013, Seiten 19 ff). Ist beim Verschrauben die notwendige Kontaktkraft erreicht, reißt die SICON-Schraube unterhalb der Oberfläche des Kabelschuhs ab – ohne scharfkantige Schraubenüberstände. Damit entfällt das Feilen und es gibt keine Durchschlagsgefahr infolge metallischer Späne.

Auch die 2DIREKT-Transformatoren-Anschlussklemmen für Niederspannung vereinfachen die Montage im Sinne dauerhafter Kontaktqualität. Sie ersetzen zum Beispiel konventionelle Verbindungen, die oft aufwendig mit Schienen konstruiert sind: Das Kabel wird in einem Kabelschuh verpresst, dieser an eine Schiene geschraubt, die wiederum per Anschlussfahne mit der Trafo-Durchführung verbunden wird. Nicht wenige Arbeitsschritte, jeder eine potenzielle Fehlerquelle. Und reichlich Übergangswiderstände, was die thermische Belastung des Gesamtkonstrukts erhöht. Anders mit 2DIREKT: Das Kabel wird einfach in die Klemme eingeführt, die direkt auf die Trafodurchführung montiert ist. Je nach Variante nimmt eine 2DIREKT-Klemme bis zu acht Kabel auf, in waagerechter oder senkrechter Lage.

Dort, wo Schienenverbindungen in einer Verteilstation unverzichtbar sind, sorgen Kontaktscheiben (Al, Cu) für definierte Kontaktstellen, über die Strom barrierefrei fließen kann. Die Al-Elast-Kontaktscheibe dient zusätzlich als Federelement, das Elastizität in die Verbindung einbringt und so den natürlichen Schwund der Kontaktkraft infolge von Fließ- und Setzvorgängen in unbedenklichen Grenzen hält – über die gesamte Lebensdauer hinweg.



Das breite Programm an 2DIREKT-Transformatoren-Anschlussklemmen hat für jeden Anwendungsfall eine Lösung parat.



Spannungsprüfer und Erdungsgarnitur von PFISTERER griffbereit neben Verteilung mit PFISTERER-Schaltleisten

Schutz für viele Fälle

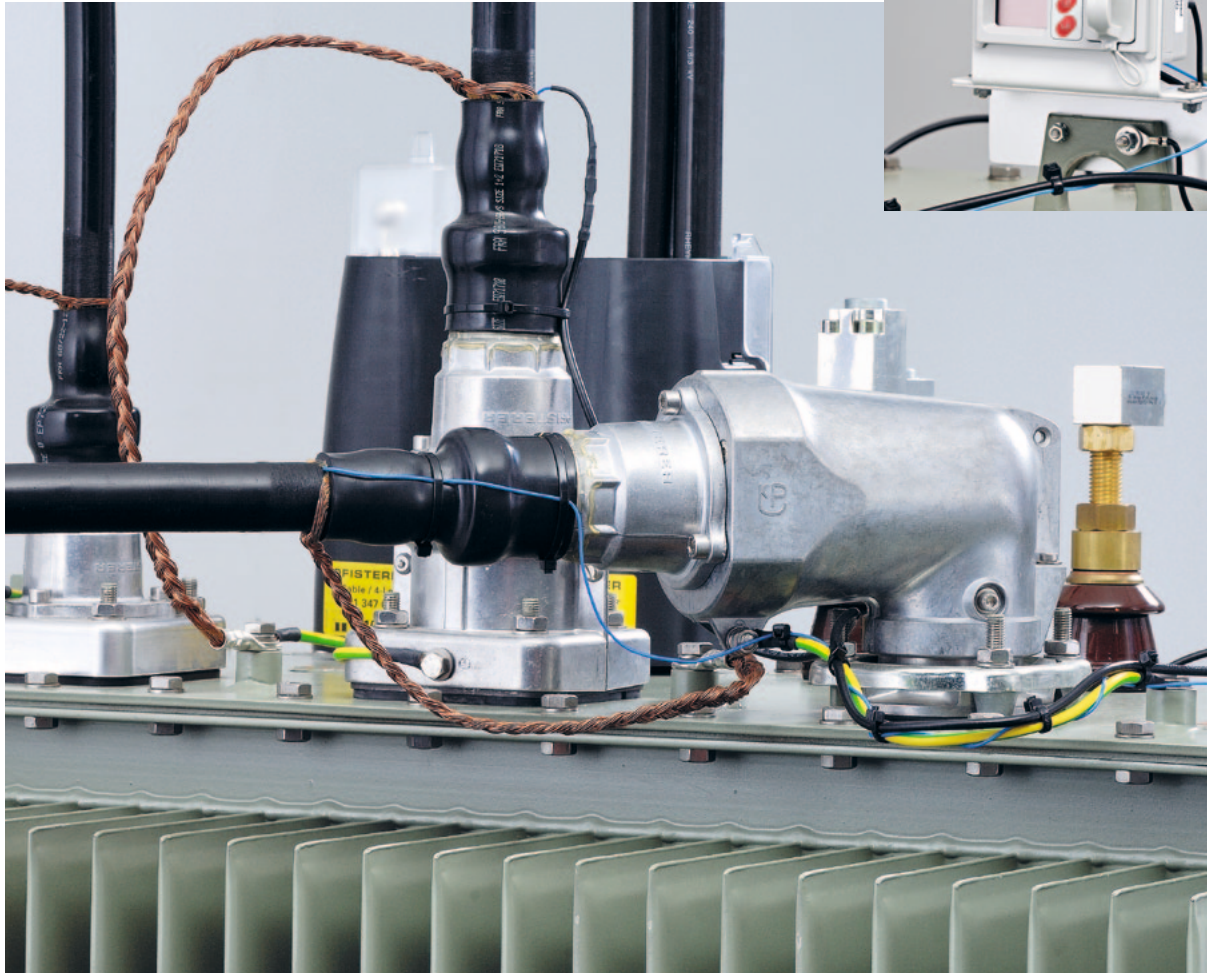
Doch selbst bei optimaler Kontaktqualität kann der Stromfluss versiegen, wie Hagen Berroth, Anwendungsberater bei PFISTERER, erläutert: „Jede Verteilstation ist externen, teilweise unberechenbaren Einflüssen ausgesetzt, die ihren Betrieb beeinträchtigen können. Umgekehrt kann von den Anlagen eine Gefahr für die Umwelt ausgehen. Verbindungstechniken können in beiderlei Hinsicht Risiken bannen oder zumindest begrenzen.“

So die MV-CONNEX-Anschlüsse oder die Außenkonus-Stecker. Dank ihrer Vollkapselung bleibt unerwünschter Besuch folgenlos: Streift ein Kleintier wie Katze, Marder oder Ratte durch die Anlage, kann es zwei Anschlüsse gleichzeitig berühren – sind diese voll isoliert, passiert nichts. Bei blanken Anschlüssen dagegen kann der Körper des Tieres den Abstand zwischen den Leitern überbrücken und der Strom schlägt einen neuen Weg ein: durch das Tier hindurch. Mit fatalen Folgen: Das Tier stirbt einen

grausamen Tod, es kommt zu einem Kurzschluss, schlimmstenfalls fällt die Anlage aus.

Ein Totalschaden droht Transformatoren, wenn ein Blitz einschlägt oder eine Schaltanlage unter Voll-Last abrupt geschaltet wird. Erreichen die daraus resultierenden Überspannungen den Transformator respektive die Schaltanlage, können sie die Aktivteile überlasten und sogar mechanisch zerstören. Mit steckbaren MV-CONNEX-Überspannungsableitern lässt sich das vermeiden. Direkt am Betriebsmittel platziert, realisieren sie den bestmöglichen Anlagenschutz, indem ihre Metalloxid-Kapseln die ankommende Überspannung punktgenau abbauen, bevor sie Schaden anrichten können.

Und auch für äußerste Notfälle hat PFISTERER hilfreiche Anschluss-Technik parat. Muss ein Notstrom-Generator einspringen, empfiehlt sich das kompakte und leistungsstarke PLUG-Anschluss-System: Kodiert und modular



Für höchste Sicherheitsansprüche: Rundum berührungssichere Trafo-Anschlüsse sowie Dauerspannungsanzeiger DSA-i3 (kleines Bild oben) von PFISTERER

aufgebaut, lässt es sich verwechslungssicher und schnell montieren. Wer PLUG-Stecker und MV-CONNEX-Anschlüsse kombiniert, schließt Transformatoren nicht nur rundum berührungssicher an, sondern auch staubdicht und überflutbar gemäß Schutzart IP68.

Sicher & effizient warten

„Berührungsschutz birgt auch für den normalen Betrieb Vorteile“, ergänzt Berroth, „Denn er vereinbart Arbeitssicherheit und Effizienz.“ Je kompakter eine Verteilstation gebaut wird, umso größer die Wahrscheinlichkeit, dass man bei Wartungen leitende blanke Teile zufällig berührt. Verschiedene Gegenmaßnahmen sind denkbar. Man schaltet die Anlage ab oder errichtet Absperrungen an den Anlagenteilen, die unter Spannung stehen. Die effizienteste Variante: Man führt Anlagen komplett isoliert aus – mit den vollgekapselten MV-CONNEX-Anschlüssen, oder Außenkonus-Steckern. Das 2DIREKT-Sortiment denkt ebenfalls mit: Die Druckschraube mit Kugelfestpunkt ermöglicht die direkte Erdung am Transformator, für Berührungssicherheit sorgt die Abdeckhaube.

Daneben unterstützt PFISTERER die Wartung von Verteilstationen mit durchdachter Sicherheitstechnik: Die kundenspezifisch ausgelegten Erdungs- und



Spannungsprüfer KP-Test 5 gibt grünes Licht für Wartungsarbeiten.

Kurzschleiß-Garnituren sind zuverlässig hart im Nehmen dank doppeltem Seil-Knickschutz. Mit starken und klar unterscheidbaren Optik- und Akustik-Signalen sorgen die Spannungsprüfer der KP-Test-5-Serie für zweifelsfreie Prüfergebnisse selbst bei schlechten Sichtverhältnissen und lauten Geräuschkulissen. DSA-Dauerspannungsanzeiger ermöglichen die Spannungsanzeige ohne eine direkte Kontaktierung spannungsführender Teile. Der Phasenvergleich EPV vereint drei Prüffunktionen in einem intuitiv bedienbaren Gerät.

Smarte Schnittstellen

Und auch dort, wo IT-lastige Smart-Grid-Anwendungen elektro-mechanische Fragestellungen aufwerfen, liefert PFISTERER Lösungen. So auf Wunsch die 2DIREKT-Klemme mit integriertem Mess-Anschluss für die Datenerfassung direkt am Transformator. Für den Anschluss von Datenkonzentratoren oder anderen Mess- und Steuergeräten an LV-Verteilungen bietet PFISTERER eine bislang einzigartige Anschlussklemme: PLCON. Sie lässt sich in jeder Leiterposition minutenschnell montieren. Ohne Spezialwerkzeug, mit einer Hand. Dank kleiner Bauform und Schraube mit Abreißkopf.

Und das ist immer noch nicht alles. Einen Überblick über das PFISTERER-Sortiment für Verteilstationen finden Sie rechts auf dieser Seite.



Stark nicht nur im Notfall: PLUG-Stecker



PLCON für den Anschluss von Datenkonzentratoren

Auf einen Blick: Das PFISTERER-Sortiment für Verteilstationen

Anschluss-Technik für Mittelspannung

- MV-CONNEX-System für MV-Schaltanlage und Transformator
- Die konventionelle Alternative: Außenkonus-Stecker

Überspannungsschutz

- MV-CONNEX-Überspannungsableiter für optimalen Schutz direkt an Transformator und Schaltanlage

Anschluss-Technik für Niederspannung

- 2DIREKT-Transformatoren-Anschlussklemmen für 1 bis 8 Anschlüsse von 16 bis 400 mm², mit Hauben-Sortiment für Berührungsschutz
- Kabelschuh mit patentierter SICON-Druckschraube für optimale Kontaktkraft auf allen blanken Leitern
- Flexible Bänder gemäß Kundenspezifikation für blanke Anschlüsse
- PLUG-Stecker für überflutbare Anschlüsse und Notstromeinspeisungen
- Traditionelle Anschlussklemmen und Flachanschlüsse

Niederspannungsverteilungen

- Einbaufertige Niederspannungsverteilungen nach Kundenspezifikation oder als Standard-Ausführung

Für Smart-Grid-Anwendungen

- PLCON-Klemme für den Anschluss von Datenkonzentratoren
- 2DIREKT-Trafo-Klemmen mit integriertem Messanschluss

Kontakttechnische Hilfsmittel für wartungsfreie Schraubverbindungen

- Al-Elast-Kontaktscheiben
- Kontaktschutzpaste P1

Sicherheitstechnik

- Spannungsprüfer KP-Test 5
- Erdungs- und Kurzschleiß-Garnituren
- Dauerspannungsanzeiger DSA
- Phasenvergleich EPV

Montage-Zubehör

- Pressen
- Werkzeuge



Kompakt. Steckbar. HV-CONNEX- Überspannungsableiter.



- Feststoffisoliert
- Kompakte Bauform
- Austauschbar ohne Gas- oder Ölarbeiten an GIS oder Transformator
- Größe 4 bis 72,5 kV
Austauschbar mit allen steckbaren Komponenten des HV-CONNEX-Systems Größe 4
- Größe 5-S bis 145 kV
Austauschbar mit allen steckbaren Komponenten des HV-CONNEX-Systems Größe 5-S