



Die neue MS-Kabelprüfanlage „VFL Sinus 62“ bis 30 KV mit integrierter Tan-Delta-Messung

Seite 4

Mehr Betriebs-sicherheit für betriebsgealterte Schaltanlagen

Seite 6

EPrüfer

Magazin für die Energiewirtschaft zur Erhöhung der Versorgungssicherheit

Bitte mehr Aufmerksamkeit für die Hochspannungs-Trennschalter in Schaltanlagen

Christian Slomka
Miebach Schaltanlagen und Montagen GmbH & Co. KG

Trennschalter im Hoch- und Höchstspannungsnetz, kurz Trenner genannt, trennen das Schaltfeld sicher vom Netz, um etwa den Energiefluss innerhalb der Schaltanlage umzuleiten oder um das Feld für die Wartung sicher freizuschalten. Ihre relativ einfache Bauart verleitet schnell dazu, ihre regelmäßige Wartung auf die leichte Schulter zu nehmen. Doch gerade in Freiluftanlagen ist ihre Belastung durch Umweltfaktoren hoch. Und das bedeutet: Auch Trennschalter können ausfallen!

Miebach Schaltanlagen und Montagen führt seit über 100 Jahren Service- und Instandhaltungsarbeiten an Nieder-, Mittel-, und Hochspannungsschaltgeräten aller gängigen Fabrikate aus. Unser Angebot reicht von der Projektierung über die Montagen bis hin zu regelmäßigen Wiederholungsprüfungen sämtlicher Komponenten der Energieverteilung. Vor diesem Hintergrund wissen wir: Trennschalter werden bei der Wartung von Schaltanlagen oft sehr stiefmütterlich behandelt. Ihre regelmäßige Kontrolle wird gerne eingespart! Mit unabsehbaren Folgen für die Betriebssicherheit.

Ausfälle von Trennern kommen vor

Überlastete Trenner sind durchaus keine Seltenheit. Vorfälle wie diese werden jedoch nur ungern veröffentlicht. Dadurch stößt die Dringlichkeit einer regelmäßigen Prüfung nur schwer in unser kollektives Bewusstsein vor. Darauf möchten wir von Miebach hinweisen. Denn wir kennen die Praxis – sowie alle typischen Fehler und Schwachpunkte. Man muss sich das vorstellen: Trenner leiten sehr hohe elektrische Energien bis zu 5.000 A Nennstrom! Ihre mechanische Dauerbelastung ist hoch! Sie tragen eine enorme Last beim Transport und bei der Verteilung von elektrischer Energie. In Freiluftanlagen sind sie zudem ungeschützt der Witterung ausgesetzt.

Weiterlesen auf der nächsten Seite



”

MOM2 ermöglicht uns und unseren Kunden eine schnelle, sichere, wirtschaftliche und – rechtssichere Niederrohrprüfung “

Christian Slomka

Miebach
Schaltanlagen und Montagen

Und sie sind mit Wandlern, Leistungsschaltern und Transformatoren in Reihe geschaltet! Das heißt: fällt ein Trenner aus, steht dieser kompletter Anlagenteil schlagartig still. Und das mit allen Konsequenzen, die Stromausfälle so mit sich bringen. Daher müssen



Bild 2: Drehtrenner sind die häufigste Bauform

Trenner sowie Stromwandler, Leistungsschalter oder Transformatoren gleich sorgfältig behandelt werden.

Wartungsfrei bedeutet nicht Prüfungsfrei

Trenner sind grundsätzlich sehr robuste und sehr langlebige Bauteile. In der Praxis treten sie meist in den Ausführungen als Dreh-, Hebel- oder Scheren-Trenner auf. Diese Bauformen sind im Vergleich zu anderen Schaltanlagen-Komponenten wie Trafos oder Leistungsschalter eher einfach gehalten. Doch genau dadurch findet diese Komponente in den oft „ereignisorientierten“ Wartungsplänen vieler Betreiber wenig, manchmal sogar keine Beachtung. Hinzu kommt, dass die Hersteller ihre durchaus hochwertigen Produkte gerne mit dem Attribut „wartungsfrei“ ausstatten.

Doch wir raten zur Vorsicht denn: „wartungsfrei“ bedeutet nicht „prüfungsfrei“. Nach wie vor besteht nach VDE 0100-106 die Pflicht für jeden Betreiber, seine elektrischen Anlagen wiederholt zu prüfen. Das gilt auch für Anlagen, die vom Hersteller als „wartungsfrei“ deklariert wurden. Spätestens vor



Bild 3: Versilberte Kupferkontaktteile am Drehtrenner, idealer Kontaktbereich am Drehtrenner

Gericht muss der Betreiber der Anlage nachweisen können, dass sein Arbeitsmittel von einer befähigten Person ordnungsgemäß überprüft wurde. Nur dann trifft ihn kein Verschulden. Wir empfehlen die Prüfung von Trennern in einem Intervall von vier Jahren.

Trenner können sich überhitzen

Trenner werden über Hand-, Motor- oder Druckluftantriebe bewegt. Bei der Schaltbewegung in Richtung „EIN“ werden versilberte Kupferkontaktteile mechanisch ineinandergeschoben. Um die Stromtragfähigkeit der Strombahnen zu gewährleisten, entsteht im Kontaktbereich eine punktuelle Anpresskraft. Im Laufe der Zeit verändern sich durch Abnutzung die Kontaktpunkte. Die Oberfläche im Kontaktbereich wird größer und somit lässt die Kraft pro Fläche nach. Je größer die Kontaktfläche wird umso mehr verringert sich die Stromtragfähigkeit. Der Widerstand erhöht sich. Schmutz, Korrosion und salzhaltige Seeluft erhöhen diesen zusätzlich.



Bild 4: Kontaktfinger vorher / nachher

Alles zusammen führt irgendwann zu unerwünschter Kontaktenergieerwärmung, die sich bis zur Überhitzung und damit bis zum Totalausfall auswirken kann. Im Kurzschlussfall hält der Trenner dem plötzlichen enormen Energiedurchfluss nicht stand und löst sich buchstäblich in Rauch auf. All das kommt in der Praxis durchaus vor.

Die optimale Wartungsstrategie

Um das zu vermeiden empfehlen wir unseren Kunden folgende Maßnahmen: Zu Beginn wird der Übergangswiderstand des Trenners mit einem regelmäßig kalibrierten Mikroohmmeter geprüft. Danach werden die Kontakte komplett gereinigt und erneut mit dem Mikroohmmeter geprüft. Hochohmigkeit durch Verschmutzung wird so ausgeschlossen. Ist der Widerstand immer noch zu hoch, wird der Fehler gesucht. Eine Sichtprüfung der mechanischen Teile lässt meist schnell die Fehlstelle erkennen. Nun wird entschieden, ob eine Reparatur vor Ort erfolgen kann oder ob die Bauteile demontiert und in eine Werkstatt transportiert werden müssen.



Bild 5: Das MOM2 von Megger hat sich in der Praxis als ideales Mikroohmmeter bewährt

Miebach bietet den Ringtausch

Als besonderen Service bieten wir unseren Kunden bei diversen Bauteilen einen sogenannten Ringtausch an. Die demontierten Anlagenteile werden sofort durch generalüberholte Trennerteile ersetzt und gehen in das Anlagevermögen des Auftraggebers über. Die alten Teile gehen in unser Eigentum über und stehen nach einer Generalüberholung für einen neuen Ringtausch beim nächsten Kunden zur Verfügung. Dieser Service hat sich sehr bewährt. Für unsere Kunden ist das meist die schnellste, sicherste und wirtschaftlichste Lösung.

Das Mikroohmmeter MOM2

Von entscheidender Bedeutung ist übrigens das Mikroohmmeter. Wir haben uns aus wichtigen Gründen für das MOM2 von Megger entschieden. MOM2 ist mit nur ca. 1 Kg Gewicht eines der leichtesten und handlichsten Mikroohmmeter auf dem Markt. Es arbeitet netzunabhängig, zuverlässig und hat sich in jeder Situation bewährt. Superleistungsfähige Kondensatoren, sogenannte Supercaps, erzeugen Prüfströme bis zu 220 A.

Das war schließlich für uns ausschlaggebend, denn ähnliche Mikroohmmeter, die es bisher auf dem Markt gab, schafften nur 50 A. Die Vorgaben unserer Kunden verlangen jedoch einen Prüfstrom von mindestens 100 A. Die auf PC übertragbare Protokollfunktion bietet dem Auftraggeber einen komfor-



Bild 6: Ein typischer Scherentrenner

tablen Nachweis der Soll- und Ist-Werte. Alle diese Faktoren ermöglichen uns schließlich eine schnelle, sichere, wirtschaftliche und auch – rechtssichere Niederohmprüfung für unsere Kunden, die ohne das MOM2 so effizient nicht möglich wäre. Trenner in Freiluftanlagen befinden sich in größeren Höhen. Der Transport üblicher Mikroohmmeter ist aufgrund ihrer Bauart viel zu schwer, um sie von einer Person sicher in diese Höhen zu bringen. Auch Prüflleitungen mit kleinsten Widerständen sind zu schwer: Legt man eine Messleitung vom Mikroohmmeter am Boden in diese Höhe, erreicht allein die Messleitung ein Gewicht bis zu 20 kg. Das MOM 2 hat diese Probleme allesamt gelöst.

Bei Wiederholungsprüfungen auch die Hochspannungstrennschalter mit einbeziehen

Wir von Miebach weisen ausdrücklich darauf hin: Die wiederholte Prüfung von Trennschaltern ist von ebenso hoher Wichtigkeit wie die von Leistungsschaltern, Transformatoren oder Stromwandlern! Sie sollte ein integraler Bestandteil jeder verantwortungsvollen Wartungsstrategie in regelmäßigen Intervallen sein.

Bild 7: Wie geschaffen für den Einsatz an schwer zugänglichen Einsatzorten oder in größeren Höhen.



MOM2

Mehr Wirtschaftlichkeit für WEA-Investoren

MS-Kabel bis 30 KV mit VFL Sinus 62 besonders effizient unter Kontrolle

Hein Putter

Productmanager Testing and Diagnostics

Sicher funktionierende Mittelspannungskabel sind nicht nur für die Versorgungssicherheit wichtig. Sie erhöhen insbesondere die Wirtschaftlichkeit für Investoren. Allerdings existiert immer noch reichlich Klärungsbedarf was, wie, wann, wo und - warum geprüft werden muss. Eine gute Hilfe bieten die FNN Handlungsempfehlungen. Diese zeigen übersichtlich auf, wie man eine gute Balance zwischen maximalem Profit, minimalem Wartungsaufwand und Rechtssicherheit gewinnt.



Bild 1: Kompakter und leichter geht es derzeit nicht. Kabelprüfanlage VFL Sinus 62 mit integrierter Tan-Delta-Messung

Das „Spannungsfeld“ zwischen möglichst hohen Profiten, geringstem Wartungsaufwand und Rechtssicherheit zeigt sich besonders am Beispiel von Windenergieanlagen (WEA). Gerade in Windparks gibt es besonders viele Mittelspannungskabel bis 30 KV. Und deren Betriebsführer stehen unter einem enormen Kostendruck: Einerseits sollen sie die Windenergieanlagen für ihre Betreiber und Investoren möglichst lange ohne Stillstände im Betrieb halten und maximal elektrische Energie in die Netze einspeisen, andererseits sollen Prüfungen, Wartung und Instandsetzung möglichst wenig Kosten verursachen. Gleichzeitig verlangen die „Technischen Regeln für Betriebssicherheit“ Gefährdungsbeurteilungen

(TRBS 1111) von Arbeitsmitteln seitens der Betreiber sowie Instandhaltung (TRBS 1112) und Prüfung (TRBS 1201). Zudem müssen die ausführenden Elektrofachkräfte alle Normen nach DIN VDE 0100 und DGUV 3 Vorschrift beachten.

Betriebsführern bietet sich eine große Chance

Doch je mehr gespart wird, desto wahrscheinlicher und häufiger werden Komplettausfälle, die sämtliche Renditeplanungen der Investoren umwerfen. Bei Unfällen steigt die Gefahr von strafrechtlichen Konsequenzen und hohen Regressforderungen. Hinzu kommt: Der Ausbau von WEA ist gerade durch eine Klagewelle und fehlenden Genehmigungen massiv

ins Stocken geraten. Und das bedeutet: WEA, die etwa 20 Jahre am Netz sind, müssen nun länger als projektiert arbeiten. Zuverlässig kann das nur mit fachgerechten Prüfungen und Diagnosen erfolgen. Für Betriebsführer von WEA bietet sich also mit der neuen Kabelprüfanlage VLF Sinus 62 eine große Chance für einen exakt ausbalancierten Mittelweg.

Montagefehler verursachen ca. 80 Prozent aller Ausfälle an Energiekabeln.

Bereits beim Neubau der WEA wird gerne an der Verlegequalität der Mittelspannungskabel gespart. Und das wirkt sich auf die Lebensdauer der MS-Kabel aus und verkürzt diese eklatant. Oft wird nur das Nötigste, eine VLF- und eine Kabelmantel-Prüfung nach DIN VDE 0276 durchgeführt. Das reicht bei weitem nicht, um die tatsächliche Qualität der Verlegung richtig zu beurteilen. Typische Montagefehler, wie unsachgemäße Verschrumpfungen, Lufteinschlüsse in den Verbindungsmuffen oder Einschlüsse von Verschmutzungen verursachen etwa 80 Prozent aller Totalausfälle an MS-Kabeln.

Schäden am Kabelmantel verursachen ca. 20 Prozent aller Ausfälle

Etwa 20 Prozent aller Ausfälle entstehen durch Schäden am äußeren Kabelmantel. Aus Kostengründen werden die Kabel oft nicht im offenen Graben in einem weichen Sandbett verlegt, sondern nur schnell ins Erdreich eingepflügt. Daher sollte die Inbetriebnahme-Prüfung stets intensiver ausgeführt werden, als es die DIN VDE 0276 vorschreibt.

Mit den FNN Handlungsempfehlungen auch die Wirtschaftlichkeit erhöhen.

Vor der Erstinbetriebnahme, nach Umbauten und sicherheitsbedingten Abschaltungen – und sinnvoller Weise auch vor Ablauf der Herstellergarantie, sollte das Kabel mit allen Garnituren gründlich auf mögliche Fehlerquellen und Qualitätsmängel untersucht werden. Die FNN-Handlungsempfehlung „Inbetriebnahmeprüfung von MS-Kabelanlagen“ zeigt deutlich auf „was“, „wann“, „wo“ und – „wie“ zu prüfen ist. Diese Prüfungen sind jedoch nicht nur bei der Erstinbetriebnahme entscheidend. Richtig verstanden und systematisch über die gesamte Lebensdauer des Kabels eingesetzt, kann die FNN Handlungsempfehlung die ursprünglich projektierte Lebenszeit - unter Beibehaltung der Rechtssicherheit - entscheidend verlängern und so die Wirtschaftlichkeit für Investoren maßgeblich erhöhen.

Inbetriebnahmeprüfung mit VLF Sinus 62

- **Die Sichtkontrolle** prüft den Kabelmantel, Muffen und Endverschlüsse auf alle sichtbaren Beschädigungen
- **Die Kabelmantelprüfung** prüft die Montagequalität der Kabelverlegung
- **Die VLF-Prüfung** stellt mit einer Ja/Nein-Prüfung die ordentliche Funktion der neu verlegten Kabel, Muffen und Endverschlüsse sicher
- **Die TE-Messung** erkennt und lokalisiert auch kleinste Montagefehler. Das ermöglicht Betriebsführern ein besonders wirtschaftliches Fehlermanagement

Zustandsanalysen mit VLF Sinus 62

- **Die Tan-Delta-Messung** gibt Aufschluss über die aktuelle Qualität von betriebsgealterten Kabelisolierungen

MS-Kabelfehler wirtschaftlich managen

Für ein wirtschaftliches Management aller entdeckten Mängel, die zwar nicht akut sind, aber irgendwann zum Ausfall führen, reicht es meist, wenn der Fehler rechtzeitig erkannt und systematisch beobachtet wird. Bei routinemäßigen Abschaltungen kann er dann gezielt und effizient ohne großen Kostenaufwand behoben werden.

Die Kabelprüfanlage VLF Sinus 62 kann alle Prüfungen und ist leicht transportierbar

Das Prüf- und Diagnosesystem VLF Sinus 62 kV wurde einerseits für Inbetriebnahmeprüfungen und andererseits für Zustandsanalysen von betriebsgealterten Mittelspannungskabeln konzipiert. Es ist das kompakteste und leichteste Gerät mit integrierter Tan-Delta-Messung seiner Klasse. Jeder unterwiesenen Elektrofachkraft kann es intuitiv und sicher bedienen. Das ermöglicht ein wirtschaftliches Fehlermanagement und erhöht gleichzeitig die allgemeine Versorgungssicherheit.

Die automatische Ergebnisinterpretation hilft dem Anwender

Die automatische Ergebnisinterpretation erfolgt nach der neuesten IEEE 400.2-Norm. Der große internen Speicher, macht den PC im Feld überflüssig.

Bild 2: Speziell für Inbetriebnahmeprüfung und Zustandsanalyse von betriebsgealterten Mittelspannungskabeln bis 30 KV.



VLF Sinus 62

Mehr Betriebssicherheit für betriebsgealterte Schaltanlagen

Prof. Dr.-Ing. Thomas Gräf – Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Dipl.-Ing. FH Felix Wessel – CESI-IPH „Institut für elektrische Hochleistungstechnik“ GmbH

Die HTW Berlin hat in Zusammenarbeit mit dem IPH Berlin betrieblich gealterte Schaltanlagen wissenschaftlich untersucht. Die Schaltanlagen wurden sowohl durch den Netzbetreiber als auch durch entsprechende Fachfirmen regelmäßig gewartet. Trotzdem wurden einige Mängel und Fehlerquellen sichtbar, hervorgerufen durch Verschleiß, Materialermüdung, mangelhafte Montage und Wartung oder durch unzureichende Instandhaltung. Viele dieser Anlagen sind aktuell noch in Betrieb.

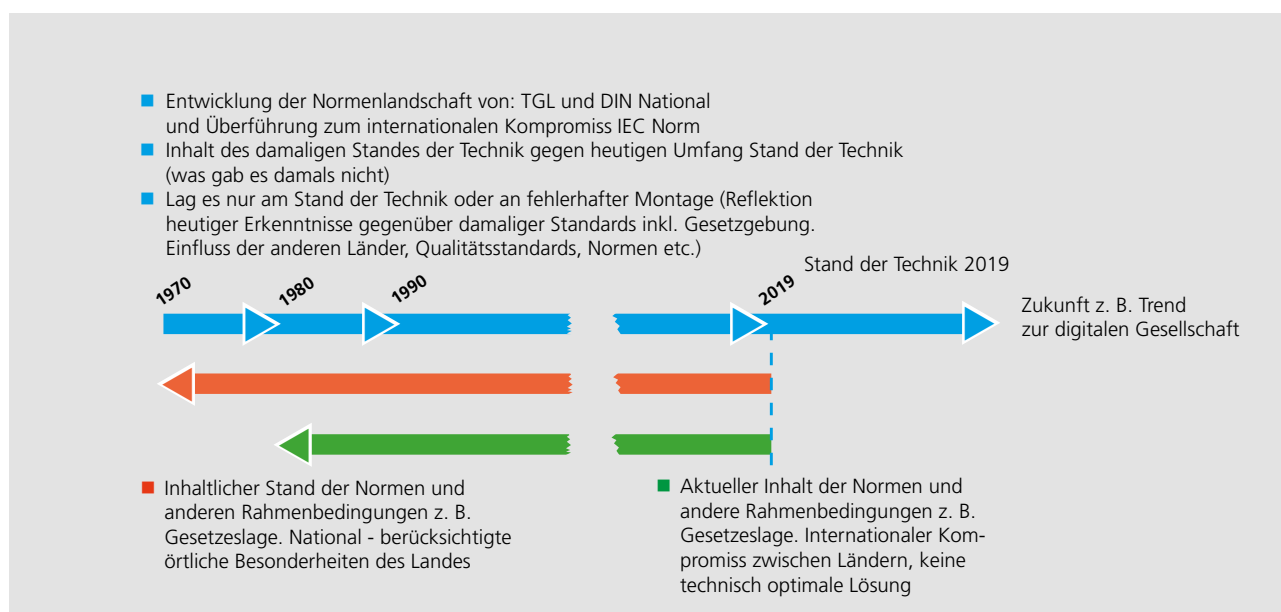


Bild 1: CSI Schaltanlage im Hochspannungsprüffeld der IPH GmbH [5]

Schaltanlagen sind sensible, zentrale Assets in der elektrischen Energieversorgung. Für Anlageneigentümer stehen zunächst wirtschaftliche Aspekte bei der Beschaffung und beim Betrieb im Vordergrund. Anlagenbetreiber hingegen legen ihren Fokus auf eine hohe Verfügbarkeit und Sicherheit der Schaltanlage. Aus wirtschaftlichen Gründen möchten sie die zu betreuenden Anlagen in der Regel von einer zentralen Stelle mittels Fernleittechnik steuern und überwachen. Der Gesetzgeber legt sein Augenmerk auf den Umwelt- und Personenschutz [z.B. 1]. In einem geplanten Forschungsprojekt „IGABBR“ soll untersucht und ausgewertet werden, welchen Einfluss im Laufe der letzten Jahrzehnte die Produkt- und Managementnormen auf die Qualität von Schaltanlagen hatten.

Seit wann gibt es eine Qualitätssicherung, die den heutigen Anforderungen genügt?

Der Fokus soll sich auf industrielle Anwendungen im Bereich der Schaltanlagen orientieren. Aus Grafik 1 ist zu entnehmen, dass Produkte ab 1970 mit der zugehörigen Normentwicklung in 10 Jahresschritten betrachtet und gegenübergestellt werden. Ziel ist es herauszufinden, ob und ab welchem Zeitpunkt (Jahr) die qualitätssichernden Prozesse den heute gestellten Anforderungen an die Produkte und Anlagen entsprechen bzw. ob überhaupt eine Annäherung stattfand. Für ältere Schaltanlagen gilt es dann zu bewerten, inwiefern diese noch weiter zu betreiben sind. Dabei wird der Einfluss der betrieblichen Alterung mit berücksichtigt.



Grafik 1: Bewertung von Betriebsmitteln anhand der Normenentwicklung über die Zeit

Ständige Weiterentwicklung der Normen

Die Sicherstellung der Qualität von Produkten erfolgt über Management-, Qualitätssicherungs- und Produktnormen. Es arbeiten weltweit Experten in internationalen Normungsgremien an der Weiterentwicklung der Normen in den einzelnen Fachdisziplinen. Dabei wird ein hohes Verständnis der beteiligten Bereiche vorausgesetzt, da ansonsten ein systematisches Problem bezüglich Anwendung, Überwachung und Verständnis bei der Zertifizierung der Prozesse in der Qualitätsinfrastruktur entsteht. Die beteiligten Bereiche der Qualitätsinfrastruktur sollen wie ein gut funktionierendes Getriebe zusammenarbeiten und ineinandergreifen.

Viele fehlerhafte Anlagen sind noch im Betrieb

Deshalb gilt es zu untersuchen, ob alle Bereiche / Prozesse der Qualitätsinfrastruktur optimal ineinandergreifen. Praxiserkenntnisse durch Untersuchungen an betriebsgealterten Schaltanlagen wurden in den letzten Jahren an der HTW Berlin in Zusammenarbeit mit dem IPH Berlin gewonnen. Es zeigt sich aus den vorangegangenen Projekt- und Abschlussarbeiten [2], [3], dass durch die ersten Auswertungen vielfältige Auffälligkeiten, durch Alterung hervorgerufene Mängel und Fehlerquellen, sichtbar wurden. Es wurden Verschleißerscheinungen wie Materialermüdung, mangelhafte Montage und Wartung, unzureichende Instandhaltung sowie Konstruktionsmängel festgestellt. Diese ersten Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass eine nicht unerhebliche Anzahl an

Betreibern ähnlich betrieblich gealterte Schaltanlagen mit ähnlichen Fehlern aktuell noch betreiben. Somit sind besondere Überlegungen notwendig, wie mit betriebsgealterten Schaltanlagen umzugehen ist.

Wissenschaftliche Untersuchung einer CSI-Bestandsanlage aus dem Jahr 1967

Auf den nachfolgenden Bildern von 2 bis 5 sind exemplarisch Untersuchungsergebnisse an einer betrieblich gealterten CSI-Mittelspannungsschaltanlage aus dem Baujahr 1967 dargestellt. Die Daten, Begutachtungen und Erkenntnisse sind aus an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin durchgeführten Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten hervorgegangen. Die Prüfungen und Begutachtungen wurden in Zusammenarbeit mit dem IPH „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik“ durchgeführt. Bei der betrieblich gealterten Mittelspannungsschaltanlage handelt es sich um eine alte Bestandsanlage, die beim Betreiber betriebsbegleitend gewartet wurde.

Die Anlage wurde 2017 bei einem Recyclingunternehmen außer Betrieb genommen und zur Erhebung von Forschungszwecken durch die HTW Berlin im IPH untersucht. Die Anlage wurde für die Prüfung und Analyse gemäß dem Originalzustand wieder mit den während des Abbaus ermittelten Parametern z.B. ursprünglichen Drehmomenten von Schraubverbindungen, keine Entfernung von Schmutz etc. wieder aufgebaut. Dielektrische Untersuchungen wurden für die Ermittlung der noch vorhandenen Stehwech-

Weiterlesen auf der nächsten Seite



Bild 2: Verschiedene Werkstoffe an Kontaktstellen [5]



Bild 3: Verschmutzte Schaltanlage [5]



Bild 4: Lose Mutter an Schaltgestänge eines Sicherungslasttrennschalter [5]



Bild 5: Beweglicher Kontakt des ölgefüllten Leistungsschalters [5]

selspannung durchgeführt. Bild 1 zeigt den Aufbau in einer Hochspannungshalle des IPH Berlin bei der Ermittlung der aktuellen Stehwechselfspannung.

Bild 2 zeigt den Anschluss eines Sicherungslasttrennschalters, bei dem Aluminiumanschlusschienen mit Kupferkontakten zusammengeschraubt wurden. Zugleich waren die Spannscheiben falsch herum eingesetzt worden, so dass die Aluminiumschienen verformt wurden. Hingegen zeigt Bild 3 einen stark verschmutzten keramischen Isolator.

Mängel trotz Wartung durch Fachfirmen

Die Schaltanlagen wurde sowohl durch den Netzbetreiber als auch durch entsprechende Fachfirmen regelmäßig gewartet. Dennoch fanden sich lose Schraubverbindungen, zum Beispiel an dem Antriebsgestänge eines Sicherungslasttrennschalters, wie in Bild 4 zu sehen ist.

Trotz des 50jährigen Betriebs der Schaltanlage waren die Kontakte des ölgefüllten Leistungsschalters in einem sehr guten Zustand, Bild 5. Neben optischen Analysen wurden auch umfangreiche Prüfungen wie zum Beispiel Kurzzeitstromprüfungen oder Schaltleistungsprüfungen durchgeführt.

Ausblick - Forschung

Die bislang erarbeiteten Ergebnisse zeigen deutliche Einflüsse an der Schaltanlage durch Wartung, Instandhaltung, physikalische Effekte sowie Nutzungsänderung auf. Trotz aktueller Standards im Bereich der Prozesssicherung, Wartung und Instandhaltung sind deutliche Abweichungen vom fehlerfreien Zustand zu erkennen. Im Rahmen des geplanten Forschungsprojektes IGABBR soll mit Verbundpartnern im ersten Schritt gemäß Grafik 2 erarbeitet werden, ab welchem Zeitraum die Schaltanlagen zum Beispiel §49a des EnWG* [4] entsprechen. Damit verknüpft ist die Frage, wie mit Schaltanlagen umzugehen ist, die nicht (mehr) den aktuellen Anforderungen genügen.

Neue Vorschläge für die Energiewirtschaft

Weiterhin soll im Rahmen des Forschungsprojektes betrachtet werden, inwiefern Vorschläge zu erarbeiten sind, die zur Optimierung der Normen und Produktnormen sowie der Qualitätsinfrastruktur beitragen können. Diese Vorschläge wären dann für die Anlagenbetreiber und Energiewirtschaft von hoher wirtschaftlicher und technischer Bedeutung. Ein weiteres Ziel des Forschungsprojekts wird die Erarbeitung eines internationalen Standards sein, der den Umgang mit betrieblich alternder Infrastruktur aufzeigt, die über Jahrzehnte sicher betrieben werden soll.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der HTW Berlin, dem IPH Berlin sowie der CESI Group, die Vorarbeiten im Rahmen von Projekt- und Abschlussarbeiten zu diesen Themengebieten geleistet haben. Ohne diese gewonnenen Erkenntnisse würden die Dringlichkeit und der tatsächliche Forschungsbedarf nicht so deutlich sichtbar werden.

Quellen

[1] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, 15.08.2019, http://www.gesetze-im-internet.de/betrstichv_2015/index.html

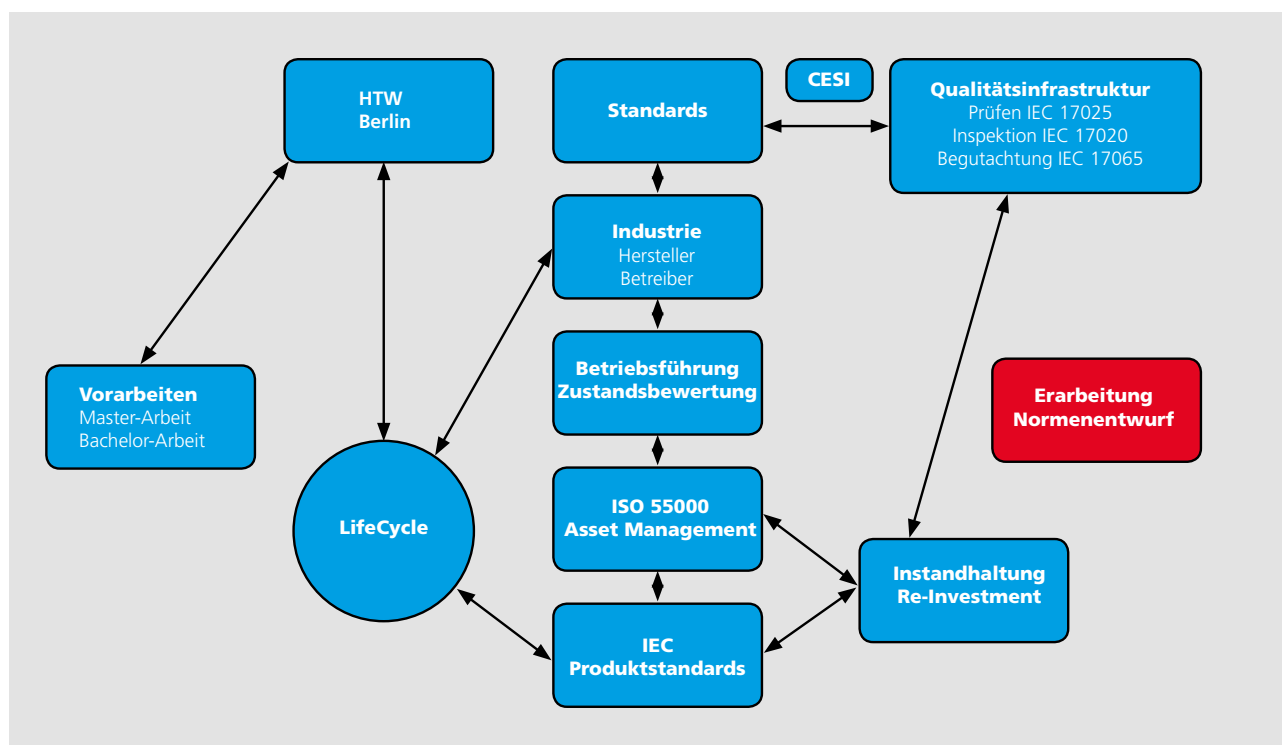
[2] M. Köhler. Analyse einer betriebsgealterten Mittelspannungsanlage hinsichtlich Feststellbaren Alterungseffekte und Bewertung der Alterungseffekte hinsichtlich Normungsrelevanz und weiterem Betrieb. Masterarbeit 2018, HTW Berlin, unveröffentlicht.

[3] R. Wolf. Zustandsanalyse an einer betriebsgealterten Niederspannungs- Schaltgerätekombination unter Berücksichtigung der Personengefährdung. Masterarbeit 2016, HTW Berlin, unveröffentlicht.

[4] Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung, 15.08.2019, https://www.gesetze-im-internet.de/enwvg_2005/ [4]

[5] Bilder 1-5 Quelle: T. Gräf

Grafik 2: Zusammenhang zwischen Management- und Produktnormen sowie Qualitäts- und Prozesssicherung, Prüfinfrastruktur



Mehr Intelligenz bei der Fehlerortung

SmartFuse250 bringt mehr Effizienz durch eine dreiphasige Fehlerortung mit angeschlossenen Haushalten im Niederspannungs-Kabelnetz

Dominik Nowak
Produktmanager Tools

Bisher konnte eine Fehlerortung im verzweigten Niederspannungsnetz erst dann erfolgen, wenn die Haushalte vom Netz getrennt wurden, da die hohen Prüfspannungen klassischer Ortungsmethoden angeschlossene Verbraucher gefährden. Mit SmartFuse250 werden Störungen bei laufender Stromversorgung und mit angeschlossenen Haushalten behoben. Es entfällt das zeitaufwändige Aussichern der Verbraucher oder teure Grabungen zum Trennen von Hausanschlüssen, wenn ein Anwohner nicht zuhause ist. Kostensparender, sicherer und schneller kann ein Netzbetreiber kaum reagieren.



Bild 1: Kostensparender, sicherer und schneller als mit SmartFuse250 kann ein Netzbetreiber kaum reagieren

Zusätzlich übernimmt SmartFuse250 bei einer intermittierenden Störung einer oder mehrerer Phasen durch automatisches Wiederschalten die vorübergehende Versorgung der angeschlossenen Haushalte. Ausfallzeiten sind deutlich reduziert und Wartungsarbeiten künftig besser planbar. Die permanente Aufzeichnung des Spannungs- und Stromverlaufs ermöglicht zudem eine Analyse des variierenden Energieflusses durch Verbraucher oder Einspeisequellen wie zum Beispiel PV-Anlagen.

Thyristoren dienen als Leistungsschalter

SmartFuse250 nutzt als Leistungsschalter wartungsfreie Thyristoren. Da Thyristoren im zeitlichen Nulldurchgang des Stroms geschaltet werden, erzeugen sie beim Abschalten des Laststromes keine induktiven Spannungsspitzen im Netz.

Intuitive Bedienung in vielen Varianten

Nach der Installation kann SmartFuse250 entweder über das Steuermodul mit Touch-Display oder per WLAN über PC, Tablet und Mobiltelefon aus sicherer Entfernung parametrisiert und aktiviert werden. Dazu wird lediglich über den Webbrowser des mobilen Gerätes eine sichere Verbindung mit dem Webserver des Steuermoduls hergestellt. Der Bediener findet bei jeder Variante der Steuerung immer die gleiche intuitive Benutzeroberfläche vor.

Frühwarnsystem

Mit SMS oder E-Mail ist SmartFuse250 ein effizientes Frühwarnsystem. Überschreitet die Strombelastung einen vorgewählten Maximalwert, bekommt der Entstördienst automatisch eine Warnmeldung. So ist ausreichend Zeit, gezielt Maßnahmen einzuleiten.



Bild 2: SmartFuse250 besteht aus einem Steuermodul und bis zu drei Powermodulen (Leistungsschalter), die über einen Adapter miteinander verbunden werden.

Fernsteuerung

Eine Fernsteuerung über das Mobilfunknetz ist ebenfalls möglich. Sie wird realisiert über einen Webbrowser mit gesichertem Zugang und verschlüsselter Datenübertragung. Ein zusätzlicher Server von Kundenseite wird dazu nicht benötigt.

Reduzierung von Ausfallminuten durch dreiphasige SmartFuse250

Intermittierende Kabelfehler sind besonders unangenehm. Der Entstördienst ersetzt die NH-Sicherungen, durch die Powermodule (Bild 1), denn erfahrungsgemäß fallen die Sicherungen in 50-60% der Fälle innerhalb von Stunden oder Tagen erneut aus. Die Praxis zeigt zudem, dass viele Kabelfehler mehrphasig auftreten. Um mehrphasige oder intermittierende Fehler effizient zu managen und zu orten, setzt der Entstördienst zukünftig drei Powermodule in den Kabelverteilerschrank ein. Führt der intermittierende Fehler zu einer erneuten Auslösung, kann SmartFuse250 die Stromversorgung in den betroffenen Phasen in wenigen Sekunden automatisch wiederherstellen. So werden Ausfallminuten auf ein Minimum reduziert.

Bestimmung der Fehlerentfernung mit der Impedanzmessung.

Der intelligente Ortungsalgorithmus der SmartFuse250 ermittelt beim Auslösen zeitgleich den Fehlerort. Alle Fehlerarten, zum Beispiel auch Phase-Phase-Fehler, können mit Hilfe der dreiphasigen SmartFuse250 vorgeortet werden. Bei mehrpoligen Fehlern müssen keine zusätzlichen Kabelbrücken installiert werden. SmartFuse250 erkennt automatisch die Fehlerkonstellation und passt den Algorithmus

Weiterlesen auf der nächsten Seite

Bild 3: SmartFuse250 wird in Kabelverteilerschränken oder Trafostationen anstelle der NH-Sicherungen (20 A bis 250 A) eingesetzt, um die Haushalte beim erneuten Auftreten einer Störung innerhalb weniger Sekunden wieder zu versorgen. Die Fehlerortung wird gleichzeitig im laufenden Betrieb und mit angeschlossenen Haushalten durchgeführt.

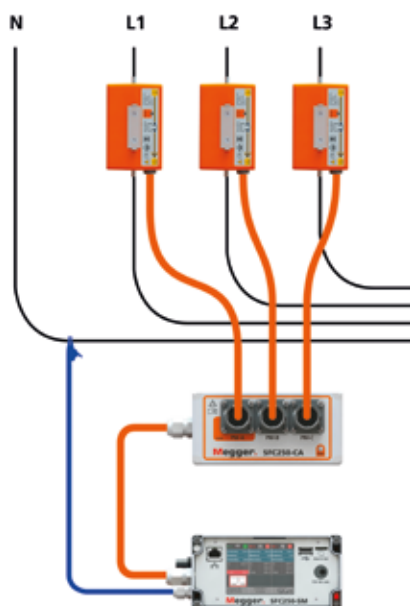


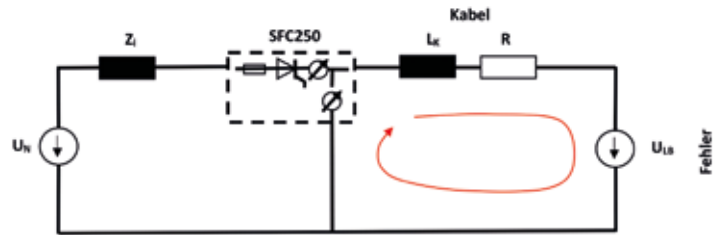
Bild 4: Die Powermodule sind kompatibel mit NH02 und NH03 Sicherungshaltern. Sie haben die derzeit kleinste Bauform auf dem Markt.

entsprechend an. Die Anzahl von Abzweigen spielt dabei keine Rolle, da SmartFuse250 zur Bestimmung der Fehlerentfernung mit einem Impedanz basierenden Verfahren arbeitet. Dabei wird die Tatsache genutzt, dass das Kabel eine längenabhängige Induktivität L_K aufweist, der Fehler sich jedoch nur resistiv verhält. Der Fehlerwiderstand ist somit für die Berechnung der Fehlerentfernung nicht relevant.

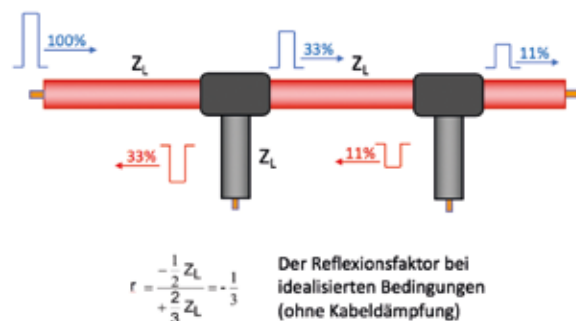
Bestimmung der Fehlerentfernung mit der Reflexionsmessung

Die Messgenauigkeit bei der Reflexionsmessung während des Lichtbogens beim Durchschlag des Fehlers ist stark abhängig von der Impulsaufgeschwindigkeit $v/2$. Erfahrungen zeigen, dass diese um bis zu 25 Prozent variieren kann. Die Bestimmung der Impulsaufgeschwindigkeit ist im laufenden Betrieb aufwändig und nur von erfahrenem Personal und mit zusätzlichem Zubehör sicher durchzuführen.

Bereits nach der zweiten Abzweigmuße werden die Reflexionsimpulse stark gedämpft. Aus diesem Grund sind die aufgezeichneten Messkurven teilweise schwer zu interpretieren. In der Grafik 2 wird diese Tatsache verdeutlicht. An jeder Abzweigmuße gehen 33% der Impulsenergie verloren. Nach der zweiten Muße sind nur noch 11% der ursprünglichen Impulsenergie vorhanden.



Grafik 1: Addiert man die Spannungen entlang der rot markierten Masche ergibt sich nach der 2. Kirchhoff-Regel: $U = R \times I + L_K \times \frac{dI}{dt} + U_{LB}$



Grafik 2: SmartFuse250 unterstützt über einen Trigger-Ausgang auch die Reflexionsmessung. Generell hat sich jedoch bewährt, im laufenden Betrieb und bei angeschlossenen Haushalten, die Fehlerentfernung mit der Impedanzmessung zu ermitteln.

Nach einfacher grafischer Auswahl der Kabelparameter wird die Fehlerentfernung ermittelt. Die Genauigkeit der Fehlerentfernung kann durch die Eingabe von Kabelabschnitten noch erhöht werden.

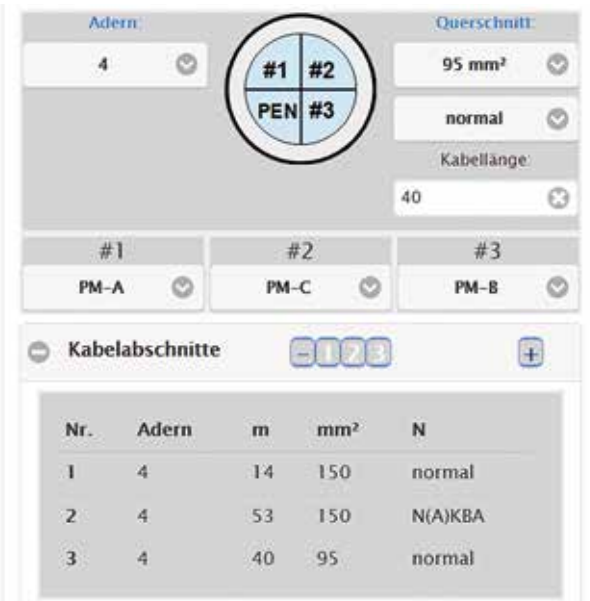


Bild 5: Eingabe Kabelabschnitte

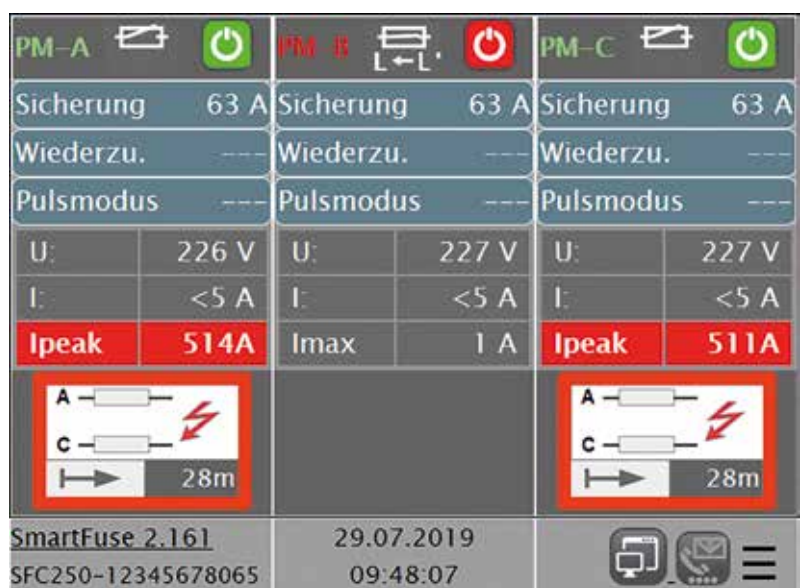


Bild 6: Die Fehlerentfernung wird direkt in Metern angezeigt

Akustische Nachortung im Stoßbetrieb

Bei der punktgenauen Fehlernachortung mit SmartFuse250 erzeugt der Schaltvorgang einen Überschlag an der Fehlerstelle mit Strömen bis zu 9.000 A. Im Stoßbetrieb kann die Fehlerstelle dann mit Mikrofonen akustisch geortet werden wie in Bild 7 zu sehen.

Ein besonderer Vorteil der dreiphasig arbeitenden SmartFuse250 ist, dass bei Phase-Phase Fehlern stabil mit einer Zündspannung von 400 V gearbeitet werden kann. Bei einphasigen Systemen müssen zwei Phasen mit normalen NH-Sicherungen versehen werden, die nach kurzer Zeit im Stoßbetrieb aufgrund thermischer Überlastung auslösen würden.

Der Stoß kann manuell per Funkfernsteuerung oder über Mobiltelefon ausgelöst werden

Um zu verhindern, dass durch die energiereichen Überschläge die Abstände der leitfähigen Materialien (Verbrennungsrückstände) so groß werden, dass die Zündspannung wieder oberhalb der Netzspannung liegt, kann der Stoß manuell per Funkfernsteuerung oder über ein Mobiltelefon ausgelöst werden, sobald der Messtechniker in der Nähe der vermuteten Fehlerstelle mit dem Ortungsmikrofon steht.



Bild 7: Das digiPHONE+ NT Set unterstützt die schnellstmögliche Kabelfehlernachortung mit SmartFuse250 und macht sie wirtschaftlich.

Zusammenfassung

Der Einsatz der intelligenten, dreiphasigen SmartFuse250 zur Fehlerortung im Niederspannungsnetz bringt wesentliche Vorteile für Verteilnetzbetreiber und deren Personal mit sich. Vordergründig ist die Minimierung der Ausfallzeiten und meldepflichtigen Störungen, da Fehler nun trotz angeschlossener Haushalte geortet werden können. Gerade der Beitrag von mehrphasigen und intermittierenden Fehlern, welche bislang nur mit großem Aufwand geortet werden konnten, wird drastisch reduziert.

Die Bedienung von SmartFuse250 ist völlig intuitiv. Einfach den Sicherungswert aus einem Drop-Down Menü auswählen und die Kabelparameter in der graphischen Eingabemaske wählen. Nach dem Auslösen wird der Fehlerort direkt in Metern am Display angezeigt. Zusätzlich wird die Arbeitssicherheit durch den Einsatz der dreiphasigen SmartFuse250 gesteigert.

Alle Vorteile von SmartFuse250

- Vorgaben des Arbeitsschutzgesetzes können eingehalten werden, da bei Personalengpässen ein automatisches Management der Fehler wertvolle Zeit verschafft.
- Auch mehrphasige Fehler werden beherrscht und können somit zu einem planbaren Zeitpunkt behoben werden.
- Eine Fehlerortung mit Systemen, die nur einphasig messen oder nur auf Reflexionsmessung basieren, haben im Vergleich zum dreiphasigen Impedanz-Verfahren der SmartFuse250 wesentliche Nachteile:
 - Die Bestimmung der Impulslaufgeschwindigkeit ist im laufenden Betrieb aufwändig und nur von erfahrenem Personal und mit zusätzlichem Zubehör sicher durchzuführen.
 - Die Interpretation der aufgezeichneten Messkurven in einem verzweigten Netz ist nur mit viel Erfahrung möglich. Nach der zweiten Abzweigmuffe sind Fehler bereits nur noch schwer zu erkennen.

Einfach...mehr

Das multifunktionale FERROLUX hilft dem Entstördienst entscheidend weiter

Dominik Nowak
Produktmanager Tools

Der Entstördienst im Kabelmesswagen hat es meist mit flächendeckenden Stromausfällen zu tun... der Druck ist riesig, die Zeit ist knapp. Jede Minute ist kostbar. Je mehr Methoden und Instrumente jetzt zur Verfügung stehen, desto größer ist die Aussicht, den Fehler schnell zu orten.

Und genau hier kommt das neue System zur Leitungsortung und Kabelfehlernachortung FERROLUX MLE ins Spiel. Die multifunktionalen Eigenschaften von FERROLUX MLE beschleunigen systematisch die Fehlersuche und helfen so dem Entstördienst bei der Fehlerbehebung entscheidend weiter. Die Vorortung mit dem hochgerüsteten Kabelmesswagen geht in der Regel schnell.

Doch solange bei der Nachortung der genaue Trassenverlauf des im Erdreich verborgenen Kabels nicht zu 100-Prozent bestimmt werden kann, verrinnen wertvolle Minuten. Hier hilft die multifunktionale Steuereinheit. Sie ist die Basis für das universelle, modulare System (Bild 3) zur Leitungs- und Kabelfehlernachortung. Zusammen mit dem Trassensensor IFS (Bild 2) zeigt es exakt an, wo sich das Kabel tatsächlich befindet. Drei Funktionen helfen den Trassenverlauf auf dem schnellsten Weg systematisch zu bestimmen:

- **SuperMax** - unterstützt den Anwender mit einem klaren Signal genau über der Leitung – und keinem Signal neben der Leitung. So identifiziert man die Zielleitung auch bei dicht benachbarten Leitungen eindeutig.
- **PlanSicht** - Wo man sich bisher nur einer bidirektionalen-Richtungsanzeige mit Pfeilen dem Kabelverlauf annähern konnte, zeigt die neue Planansicht den exakten Verlauf der Leitung unterhalb des Sensors an (grüne Linie im Display).
- **SignalSelect** - In dicht besiedelten Regionen liegen viele Kabel direkt nebeneinander. Dabei kann das Zielsignal leicht übersprechen oder in benachbarten Leitungen zurückfließen. Dieses Verfahren erkennt die Signal-Flussrichtung und hilft bei der eindeutigen Trassenbestimmung.

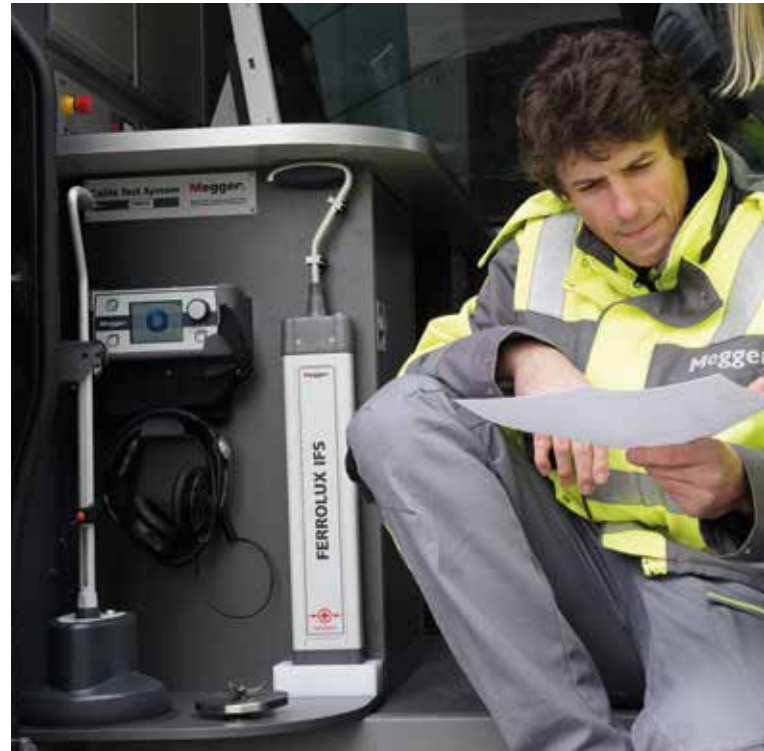


Bild 1: Mit dem multifunktionalen FERROLUX MLE im Kabelmesswagen ist man entspannt auf jede Situation vorbereitet



Bild 2 : Multifunktionale Steuereinheit mit Trassensensor IFS



Bild 3 : Das modulare Sensorkonzept FERROLUX MLE

Kabelfehlerortung mit Tonfrequenz

Der Trassensensor dient nicht nur zur Leitungsortung. Er ist auch ein Instrument zur Kabelfehlerortung! Zusammen mit dem Tonfrequenzgenerator der Ferrolux® FLG-Serie werden sogar Aderschlüsse mit der Drallfeldmethode punktgenau lokalisiert. Und mit der Minimum-Trübungsfunktion gelingt es Feldverzerrungen über defekten Abzweigmuffen sichtbar zu machen, um diese sicher zu orten.

Modulares Sensorkonzept

Die Plug & Play-Fähigkeit unterstützt den Anwender unter Zeitdruck: Bodenschallsensoren (Bild 5) oder Erdspieße (Bild 6) kommen so schnellstmöglich zur Anwendung. Das Gerät schaltet automatisch um.

Nachortung mit Bodenschallsensor

Zur punktgenauen Nachortung von Überschlagsfehlern in erdverlegten Kabeln wird ein Bodenschallmikrofon des Typs digiPHONE+ an die multifunktionale Kontrolleinheit angeschlossen. Exzellente akustische Eigenschaften, die Störgeräuschunterdrückung, automatische Kopfhörerabschaltung und 84dB-Lautstärkebegrenzung garantieren eine effiziente Lokalisierung der Fehlerstelle.

Nachortung mit Erdspieß

Erdfühlige Fehler im Kabelmantel haben immer einen direkten Einfluss auf die Lebensdauer und Qualität von Kabeln. Auch die können mit dem Ferrolux® MLE geortet werden. Nach Anschluss zweier Erdspieße (Bild 6) wechselt die Kontrolleinheit zur Schrittspannungsmethode. Ein Signalgenerator erzeugt an der Fehlerstelle einen Spannungstrichter.

- Planansicht der Leitungslage
- Exzellente Ergebnisse auch bei Kabelhäufungen
- Muffenortung mit Minimum-Trübungsfunktion
- Modulares Sensorkonzept (Plug & Play)
- Vereint alle erfolgreichen Nachortungsmethoden

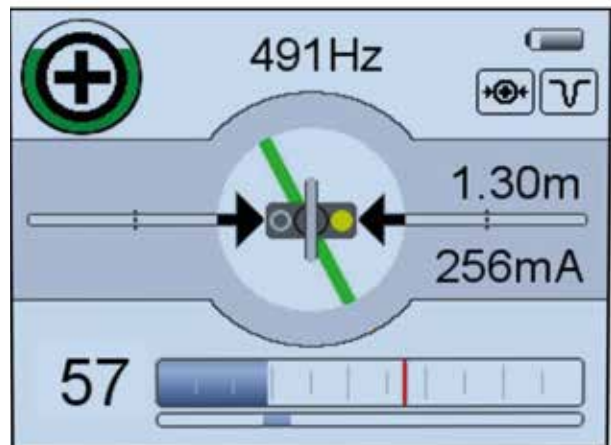


Bild 4: Das Display zeigt mit intuitiv erfassbaren Symbolen alle wichtigen Angaben über das gesuchte Kabel (grüne Linie) an



Bild 5: Kabelfehlernachortung mit Bodenschallsensor für die schnellst mögliche Ortung



Bild 6: Präzise Nachortung von Mantelfehlern mit der Schrittspannungsmethode

Megger Fachtagung für Hoch- und Mittelspannung in Österreich

Mehr Versorgungssicherheit für Ihre Netze

Wir von Megger laden Sie herzlich ein auf das Gut Brandlhof! Erleben Sie mit netten Kollegen hochkarätigen Referenten, praktische Workshops und eine interessante Fachausstellung von wegweisenden Herstellern. Begleiten Sie uns in die schöne Salzburger Berglandschaft. Wir freuen uns auf Sie.

Bitte reservieren Sie sich diesen Termin: 31. März bis 2. April 2020



Alle Informationen Infos und Ihr Anmeldeformular finden Sie auf: www.megger-on-tour.at

Impressum/Herausgeber

Megger GmbH
Obere Zeil 2
D-61440 Oberursel
www.megger.de
Redaktion:
Georg Halfar
Aktuelle Auflage: 58.000 Exemplare
Verantwortlich im Sinne des Presserechts V.i.d.P.:
Oliver Nicolai
Dieses Kunden-Magazin erscheint zweimal pro Jahr.

T +49 6171 92987-14
F +49 6171 92987-19

Worüber möchten Sie zukünftig informiert werden? Haben Sie einen spannenden Beitrag zum Thema Mess- und Prüftechnik?

Senden Sie uns Ihr Wunschthema unter Betreff „Thema EPrüfer“ an georg.halfar@megger.de. Wir freuen uns auf Ihre Nachricht.