

NEWSLETTER 2020



VORWORT

Liebe Freunde des Schering-Instituts, nachdem wir im letzten Jahr einen Newsletter versendet haben, müsste es dieses Jahr normalerweise wieder einen ausführlichen Jahresbericht geben. Aber was ist in diesem Jahr schon normal? Für uns alle unerwartet, sind wir in eine Situation gekommen, die sich vorher niemand hätte vorstellen können und die zu vielen beruflichen und privaten Einschränkungen geführt hat. Für uns bedeutete die Corona-Zeit neben den vielen Pandemieauflagen ein Umstellen der Lehre von Präsenzveranstaltungen zu online Lehrereinheiten im Sommer- und aktuellen Wintersemester, was mit entsprechendem Aufwand verbunden war. Teilweise ist dies auch nicht zu realisieren, da praktische Laborversuche nicht durch virtuelle Demonstrationen zu ersetzen sind. Trotzdem war es dadurch möglich, die Studierenden weiterhin zu unterrichten und so eventuelle Studienzeitverlängerungen zu minimieren. Natürlich war dabei auch Kreativität gefragt, denn die vielen Bachelor- und Masterarbeiten, die am Institut durchgeführt werden und welche i.d.R. mit experimentellen Untersuchungen verbunden sind, mussten ebenfalls so angepasst werden, dass eine sinnvolle Kombination aus zu Hause durchführbaren Simulationen und im Institut realisierbaren Experimentalversuchen gefunden werden musste. Dennoch ist die Situation für die Studierenden insgesamt unbefriedigend - keine Exkursionen, keine Labore, keine mal in die Hand zu nehmenden Anschauungsmaterialien, welche den praktischen Bezug besser verdeutlichen können, was vor allem für die Ingenieurstudiengänge wichtig ist. Aber auch beim Selbststudium gibt es Einschränkungen: Eingeschränkter Zugang zu Lernräumen und Bibliotheken, keine Lerngruppen, weniger Austausch zwischen den Studierenden, was sicher auch zu Erschwernissen bei den Prüfungen geführt hat, so dass zu hoffen bleibt, das Präsenz-

veranstaltungen bald wieder zunehmend möglich sind.

Da somit in diesem Jahr viel Zeit in die Lehre investiert wurde und nur eingeschränkt Hochspannungsuntersuchungen durchführbar waren, haben wir uns entschieden, auch dieses Jahr nur einen Newsletter zu versenden, der Sie wie immer über wichtige Ereignisse, Veränderungen und Aktivitäten, die am Schering-Institut im letzten Jahr stattfanden, informieren soll.

Wie Sie den Berichten im Newsletter entnehmen können, sind wir weiterhin bemüht, das Institut nachhaltig zu modernisieren, wenngleich auch dies im ablaufenden Jahr nur partiell möglich war. Trotzdem konnten wir in der Hochspannungshalle die Steuerzentrale für die Hochspannungssysteme inklusive neuem Sicherheitskreis nahezu fertigstellen und zudem auch den so genannten Zwischenbau so umbauen, dass dieser nun als strukturiertes Lager für Messgeräte und Hochspannungskomponenten zur Verfügung steht. Hierbei konnten auch unsere neuen Mitarbeiterinnen Frau Özdemir und Frau Stahl, sowie unser neuer Mitarbeiter Herr Torres, die zusammen das Team in 2020 verstärkten, unterstützen. Mit diesen Neueinstellungen sind nun gleichzeitig drei Doktorandinnen am Institut tätig - so viel wie nie zuvor, so dass dies zu einer erfreulich hohen Frauenquote führt, wobei wir weiterhin auf der Suche nach neuen Teammitgliedern sind, um die wachsende Anzahl an Projekten zu bearbeiten.

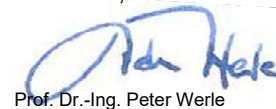
Herr Saadati und Herr Rahimbakhsh haben die Forschungstätigkeiten am Schering-Institut hingegen mit Beendigung ihrer Promotion abgeschlossen, wobei auch die Promotionsvorträge leider online durchgeführt werden mussten und auch die Feierlichkeiten mit traditioneller Doktorhutbesprechung nicht in geselligem Rahmen

durchgeführt werden konnten, so dass dies nach der Pandemie nachzuholen ist. Das wachsende Team und die vielen aktuellen Forschungsvorhaben führten in 2020 zu mehr als 20 nationalen und internationalen Veröffentlichungen, wobei auch die Konferenzen in einem online Format durchgeführt wurden. Wenngleich auch dabei ein reger Austausch zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern leider kaum möglich ist, kann dennoch festgestellt werden, dass es durchaus viele gute online-Videokonferenzsysteme gibt, die z.T. auch die Arbeiten in Gremien erleichtern können, so dass solche Möglichkeiten sicher auch zunehmend nach der Pandemiezeit verwendet werden.

Abschließend möchten wir uns sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit, Förderung und Unterstützung bei Ihnen, unseren Industriepartnern, dem ZIM (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) des BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), der AiF (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen) "Otto von Guericke" e.V. - Projekt GmbH, der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), dem Deutschen Akademischen Auslandsdienst (DAAD) und der Alexander von Humboldt Stiftung (AvH) bedanken, wobei wir uns auf eine Weiterführung dieser Kooperationen im nächsten Jahr - unter dann hoffentlich zunehmend besseren Bedingungen - freuen.

Bis dahin wünscht das Team des Schering-Instituts Ihnen und Ihren Familien vor allem gesunde und besinnliche Weihnachtsfeiertage und daran anschließend ein neues Jahr, in welchem die Pandemiesituation hoffentlich ein Ende findet.

Hannover, im Dezember 2020



Prof. Dr.-Ing. Peter Werle

SCHERING-INSTITUT

MODERNISIERUNG & UMBAU

Auch im Jahr 2020 erfolgten im Gebäude des Schering-Instituts Umbaumaßnahmen im Rahmen der Umstrukturierung und Modernisierung.

Im Oktober fand die Verlegung aller Büros der wissenschaftlichen Mitarbeiter in die dritte Etage unter der Neugestaltung und Modernisierung einzelner Büroräume und die Errichtung eines neuen Besprechungsraums statt. Ebenfalls wurde eine Neugestaltung der zweiten Etage vorgenommen, in der sich nun Messräume für Labore und zwei Studentenarbeitsräume befinden, während in der ersten Etage die Einrichtung von Büros für Gastwissenschaftler erfolgte. Des Weiteren fand im Zuge der Modernisierungsmaßnahmen die Renovierung des Lagerraums des Instituts statt, in dem nun modulare Komponenten der Hochspannungstechnik zur Durchführung von Versuchen und Projektarbeiten gelagert werden.

NEUE MITARBEITER/INNEN

Büsra Özdemir

Ich begann 2014 mein Studium im Fach Wirtschaftsingenieur an der LUH (Leibniz Universität Hannover) und vertiefte schon im Bachelor die Fachrichtung elektrische Energietechnik. Seit Juli 2020 bin ich nun am Schering-Institut als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig, wobei ich zuvor schon als wissenschaftliche Hilfskraft am Institut gearbeitet habe. Meine Masterarbeit schrieb ich ebenfalls am Schering-Institut zum Thema „Untersuchung zur Bestimmung des Alterungszustands einer Papierisolierung mittels Spektrometer“. Ich forsche nun an der Entwicklung eines neuartigen Online-Monitoring-Sensors zur Bestimmung des Säure- und Wassergehalts in der Papierisolierung von Leistungstransformatoren zur Verbesserung der Vorhersage der Restlebensdauer. Der Fokus hierbei liegt auf der alterungsbedingten Säureentstehung im Papier. Die derzeitigen Methoden zur Bestimmung des Säuregehalts im Isolieröl können keine genauen Informationen über den Papierzustand geben, da sich die verschiedenen Säurearten in unterschiedlichen Konzentrationen in Isolieröl und Isolierpapier befinden. Zudem wird bei den gängigen Messmethoden nur eine integrale Sicht der Säurekonzentrationen in Form einer „Säurezahl“ oder „Neutralisationszahl“ ermöglicht. Mit dem neuen Verfahren soll sowohl die Säure als auch das Wasser nach Konzentration und Art direkt im Isolierpapier bestimmt werden, wodurch eine genauere Abschätzung des Papierzustandes ermöglicht werden soll, um somit rechtzeitig eventuelle Maßnahmen zur Zustandsverbesserung der Isolierung einleiten zu können.

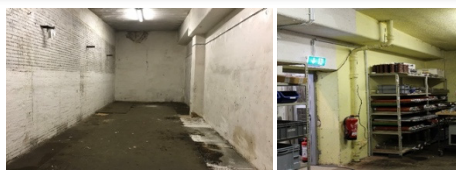
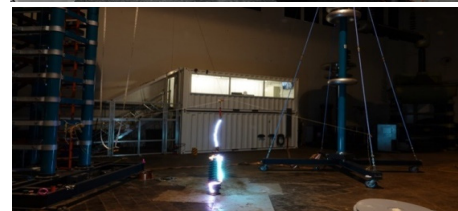


Abbildung: Oben vor und unten nach der Renovierung des Zwischenbaus



Bilder von der in der großen Hochspannungsversuchshalle modernisierten Messwarte, die in einem 20-Fuß-Container integriert wurde und von welcher nun alle Hochspannungsgroßgeräte mit moderner Steuerungstechnik bedient werden können sind in der rechten Spalte dargestellt.



Lauren Stahl

Seit November 2020 bin ich als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut tätig. Bereits mein Studium der Energietechnik, mit der Vertiefungsrichtung Energieversorgung, habe ich an der LUH absolviert. Während des Studiums begann ich mich mit elektrischen Maschinen und im weiteren Verlauf mit Isolierflüssigkeiten zu beschäftigen. Meine Bachelorarbeit habe ich zu dem Thema „Auswirkungen verschiedener nicht-idealer Maschineneigenschaften auf den Umrichterbetrieb eines doppelt gespeisten Asynchrongenerators“ am IAL verfasst. Das Studium konnte ich im Jahr 2020 mit einer Masterarbeit am Schering-Institut zu dem Thema „Ermittlung charakteristischer Fehlergase in Ester- und GtL-Isolierflüssigkeiten unter verschiedenen Beanspruchungen“ erfolgreich beenden. Aktuell beschäftige ich mich mit neuartigen Isolierungen für den Elektromobilitätssektor. Aufgrund der Forderungen zur Minderung des Treibhausgasausstoßes rücken die Bedeutung von Energieeffizienzmaßnahmen und Energieeinsparungen immer weiter in den Fokus der Forschung und Entwicklung, weshalb dieses innovative Thema im Bereich der Elektromobilität ein zukunftsrelevantes Forschungsvorhaben darstellt. Ziel ist es ein kosteneffektives und sicheres Fertigungs- und Qualitätsprüfverfahren der Isolierung von Elektromotoren zu entwickeln und zu realisieren, um die Ausschussraten fertiger Komponenten zu reduzieren und so den steigenden Bedarf an Elektromotoren zu decken. Daher erfolgt dieses Forschungsvorhaben in enger Kooperation mit einem Industriepartner.



Javier Torres

Im Jahr 2011 begann ich mein Studium der Elektrotechnik an der Nationalen Universität von Kolumbien. 2015 konnte ich im Rahmen eines akademischen Kooperationsprogramms für drei akademische Semester im Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik an der Leibniz Universität Hannover studieren. Während meines akademischen Aufenthalts im Schering-Institut war ich als studentische Hilfskraft tätig und hatte die Möglichkeit, meine Bachelorarbeit zum Thema „Investigation of Partial Discharge Localization based on Electrical Measurements“ zu schreiben. Im Jahr 2017 schloss ich mein Bachelorstudium mit Auszeichnung in Kolumbien ab und begann anschließend das Masterstudium an der LUH. Das Fachpraktikum absolvierte ich 2019 im Trockentransformatorenwerk der Firma ABB in Brilon (Nordrhein-Westfalen). Im Anschluss daran schrieb ich meine Masterarbeit zum Thema „Elektrische Untersuchungen zu Teilentladungen in Gießharztransformatoren mit Lagenwicklung“. Im Januar 2020 begann ich dann meine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Schering-Institut und beschäftige mich derzeit mit der Auswirkung besonderer Spannungsbeanspruchungen auf verschiedene Isolationssysteme und der Untersuchung von glasfaserverstärkten Verbundstoffen. Dabei werden vor allem Applikationen im Bereich der Nieder- und Mittelspannung betrachtet, wobei zudem diverse Untersuchungen auf dem Gebiet des Niederspannungsschutzes bei nicht normgerechten Spannungs- und Strombelastungen erfolgen.



PROMOTIONEN

Methods of Partial Discharge Localization in High Voltage Transformers

Mahdi Rahimbakhsh

The main aim of this research work is to make PD localization methods easier and more reliable. Three PD localization methods are developed and discussed. The first method is based on calculated sectional transfer function of the windings in power transformers using design information. This method uses the multi-conductor transmission line theory, which improves the accuracy of PD localization using the design information of the transformer. The second method, a highly functional and simplified method, allows to investigate and suggest the possibility of detection of PD failures with the least amount of time and information regarding the interior design of power transformers. The third method utilizes a machine learning algorithm by simplification of the measurements. The proposed method uses measured partial discharge signals with a high frequency current transformer and processes them using a curve fitting (CF) method. The extracted coefficients of the selected function terms are then evaluated in order to find the PD location. The results indicate that the proposed method could be used in two ways, first, via extracted CF coefficient directly as simple way, second, via generated functions as mathematical localization algorithm.



Partial Discharge and Breakdown of Solid Dielectrics under AC, DC, and Combined AC/DC High Voltage Stresses

Hassan Saadati

The penetration of energy systems with renewable energy, mostly from wind turbines which are often far from the load centres, is increasing. Furthermore, shutting down of nuclear power plants in Germany, increasing use of photovoltaic systems, and new consumer-structures, such as electric vehicles, require a redesign in the power transmission system. As an option, integration of direct current (DC) transmission systems in the existing alternating current (AC) infrastructure is proposed. The research on dielectrics under AC voltage has taken excellent progress, but analysis on DC condition is not as well developed as that under AC. In the case of the combined AC/DC voltage, the performance of insulation systems is not well known. Development of suitable models for the prediction of component behaviour in AC/DC systems, including the



derivation of reliability statements is a fundamental part in this dissertation. Investigations in this dissertation have been started first with research on the preliminary works results and available methods which are mostly for AC systems. Afterwards, the methods have been expanded for DC and combined AC/DC systems. The measuring methods have been evaluated using experiments, and the influencing parameters have been found, and considered for the next experimental processes. These parameters have been used to develop an analytical model for each influencing phenomenon. Experimental investigations and analytical analysis support each other in such a way that analytical analysis provides the process to evaluate the experimental results, and the experimental sections support the analytical section with defining the influencing parameters and their variations margins. The main outcomes are as the following:

- A comparative investigation between AC, DC, and combined AC/DC breakdown voltage of silicone rubber and epoxy resin have been done. The results could help to have a better dimensioning and designing of high voltage components used in combined AC/DC systems.
- To compare the breakdown voltage of AC DC, and combined AC/DC, a new method, as well as new electrode arrangement, was required. By considering the advantages and disadvantages of existing methods and electrode arrangements, a new electrode arrangement and method has been proposed and developed.
- In this work, the existing mathematical model of partial discharge (PD) for AC systems, which is well developed during last decades has been improved, and a physical model of PD for DC and combined AC/DC systems is presented. The affecting parameters on PD activity inside the voids in solid dielectrics at combined AC/DC systems have been studied. The results show a different trend for PD under AC, DC, and combined AC/DC field stress.
- PD equivalent circuits, as well as a mathematical model of PDs, have been presented. Moreover, experimental results of PD from real and artificial defects in solid dielectrics have been demonstrated. Afterwards, the correlation between the analytical investigation and the experimental results has been analysed and approved at different conditions.
- The presented models and measuring procedures of PDs are not limited to concrete conditions and materials; nevertheless, they are applicable to other types of insulation materials and different conditions as well.

FORSCHUNG

Scherings-Erben...

Die seit November 2019 bestehende Kooperation zwischen der AG 2.32 - Hochspannungsmesstechnik bei der PTB in Braunschweig und dem Schering-Institut an der LUH konnte in diesem Jahr erste Erfolge erzielen. Es folgten gleich 2 gemeinsame Konferenzbeiträge - national und international - vorgestellt werden.

Die Kooperation geht zurück auf einen Beitrag des Schering-Instituts zum Thema berührungslose Impulsspannungsmessung bei der ISH 2019 in Budapest. Diese wurde von den Kollegen der PTB mit Interesse wahrgenommen und bereits vor Ort ausgiebig diskutiert. Es folgten ein Arbeitstreffen im Schering-Gebäude der PTB, bei der schnell eine Reihe von Gemeinsamkeiten festgestellt wurden, die zum Teil auch auf dem Wirken von Prof. Harald Schering in beiden Institutionen beruhen. Anschließend wurde eine Reihe von Vergleichsmessungen in Braunschweig und Hannover durchgeführt, deren Ergebnisse bei der CEIDP und der ETG Konferenz 2020 veröffentlicht wurden.

Es freut uns außerordentlich, dass unser neuer Vorstoß in der Hochspannungsmesstechnik direkt von der höchsten Stelle für Metrologie in Deutschland so positiv aufgenommen wurde und wir hoffen auf eine weiterhin spannende Zusammenarbeit in der Forschung, aber auch in der Lehre z.B. mit Exkursionen zur PTB.

Patent Registered Fault Localization in Ultra-Long HVDC Cables

High-voltage power cables are generally used for the transmission of electrical energy where overhead lines cannot be used. In long lengths they are preferred for submarine cables and high voltage direct current (HVDC) transmission lines. As a result of the energy transition, HVDC cables are becoming increasingly important. In Germany, the construction of several HVDC cable systems of up to approx. 750 km length including the SuedLink project are planned. With these lengths of cable systems, various faults can occur in the cable for a wide variety of reasons, such as over voltages or external mechanical damages. In order to develop a method to localize these faults on ultra-long DC cables and thereby shorten the downtime and restore the supply as quickly as possible and thus increase the availability of HVDC cable systems, new fault localization methods must be developed.

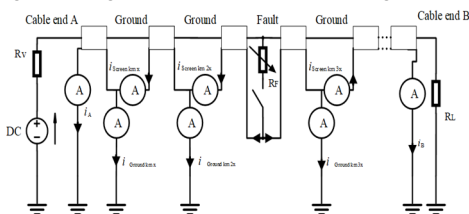
During a cooperation between Nexans Deutschland GmbH and the Schering-Institute within the SuedLink project for energy transition in Germany sponsored by the Federal German Ministry of Education and Research a fault localization method was developed and as a patent registered. The invention is an online fault localization method, which measures the released transient fault current signals in the cable

screen at joints and/or cable ends. The method is independent of the cable length and can localize high ohmic faults up to the MΩ-range.

There is a wide variety of methods for detection and localization of faults in cable systems. Some of these methods e.g. dissipation factor measurement can just detect and not localize the faults. Some other methods use high voltage impulses to localize the faults which damage the cable. In contrast, two methods namely Time Domain Reflectometry (TDR) and Frequency Domain Analysis (FDA) can detect and localize some types of faults in cable systems using low voltage signals but both are offline methods and can be applied only for limited cable lengths.

There are other fault localization methods, which evaluate the released fault current signal measured at one or both cable ends at the moment of a breakdown occurrence. The disadvantage of these methods is mainly the limitation of cable length.

In the new developed method transient currents are analysed, which are momentary current pulses passing through a cable due to a fault in the cable. At the moment of a fault a sudden connection between the conductor and the metal screen via the fault resistance R_f occurs. This event gives two possibilities of measuring the transient fault signals in the cable system. The part of the fault current, which goes through the metal screen and the part, which flows in the grounding points as shown in the figure.



If measuring the earth current is desired, to reach a high accuracy of the fault localization it is recommended to have more measuring points. The exact number of measuring points depends on operating voltage, the value of the fault resistance and the cable length. The higher the operating voltage, the higher the fault current at the fault position and accordingly the current running through the metal screen and grounding points.

In a HVDC cable system a short circuit or low ohmic faults can be measured also after some hundred kilometers. As a result, for the SuedLink project, it would be sufficient to measure these faults at both cable ends, whereas a high ohmic fault resistance in the MΩ-range needs to be measured all 100 km. In both cases the fault can be localized with an accuracy of 99.9 %, which means 750 m for a 750 km cable system. This is less than the distance between two cable joints and would reduce the repair and down time of the cable system in case of a failure considerably.

Anhand der nachfolgenden Liste aller Publikationen im Jahr 2020 ist es möglich sich einen detaillierten Überblick über die verschiedenen, aktuellen Forschungsarbeiten bzw. -schwerpunkte am Schering-Institut zu verschaffen. Gerne senden wir bei Interesse einzelne Beiträge zu.

FACHZEITSCHRIFTEN

H. R. Hassani, A. Akbari, H. Jahangir, M. Akbari Azirani, P. Werle
Novel particle-based model of negative corona in oxygen for investigation on emission of electromagnetic waves
IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Volume: 27, Issue: 3, Page: 857-865

M. Mahdipour, A. Akbari, P. Werle, H. Borsi
Partial discharge localization on cross-bonded cable systems
Electric Power Systems Research 178, 106034, 2020

A. Akbari, M. Rahimi, P. Werle, H. Borsi
Fault localization and analysis for a damaged hydrogenerator and a proposal to improve the standard for generator commissioning tests
IEEE Electrical Insulation Magazine 36 (3), 19-30, 2020

M. Ariannik, A. Rezaei-Zare, P. Werle
Processing Magnetometer Signals for Accurate Wide-Area Geomagnetic Disturbance Monitoring and Resilience Analysis
IEEE Transactions on Power Delivery DOI: 10.1109/TPWRD.2020.3024908, 2020

KONFERENZEN

Electrical Insulation Conference (EIC)

M. Kuhnke, P. Werle, A. Sbravati, K. Rapp
Investigation of X-Wax Formation in Power Transformers under Operating Conditions

Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, CEIDP 2020

M. Aganbegovic, P. Werle
Tensile Strength of Thermally Aged Silicone Layers with Graphite Filler

P. Werle, M. Kuhnke, K. Homeier
The Behavior of Various Insulating Liquids for Power Transformers under Impulse Voltage Stress

J. Torres, M. Aganbegovic, P. Werle
Comparison of the Impulse Breakdown Voltage of Different Glass Fiber Reinforced Epoxy Resin Based Composites

M. Kuhnke, P. Werle, T. C. Schlüterbusch, J. Meisner
Investigation on new sensors for a contactless impulse voltage measurement

T. Münster, T. Kinkeldey, P. Werle, K. Hämel, J. Preusel
Novel Sensor for Determining the Aging Condition of Insulation Paper in a Transformer

T. Münster, T. Kinkeldey, P. Werle, K. Hämel, J. Preusel
Comparison of Aging Markers of Insulating Liquids during Aging with and without Paper Insulation

VDE Hochspannungstechnik 2020

K. Homeier, M. Imani, M. Kuhnke, P. Werle
Vergleich der Stoßspannungsfestigkeit verschiedener Isolierflüssigkeiten

T. Kinkeldey, S. Schreiter, H. Lohmeyer, P. Werle, T. Münster, K. Hämel, J. Preusel
Furankonzentrationen vs. Fuzzy-Logik: Ein neuer Vorschlag zur Abschätzung des DP-Wertes von Leistungstransformatoren

S. Schreiter, T. Kinkeldey, H. Lohmeyer, P. Werle, T. Münster, K. Hämel, J. Preusel
Anwendung eines Fuzzy-Logik-Algorithmus für die Lebensdauerabschätzung von Transformatoren im Feldeinsatz

T. Münster, P. Werle, T. Kinkeldey, K. Hämel, J. Preusel
Entwicklung eines neuartigen Sensors zur Ermittlung des aktuellen Zustands der Papierisolation von Transformatoren

T. Münster, P. Werle, T. Kinkeldey, K. Hämel, J. Preusel
Untersuchung des Alterungsverhaltens einer Papier-Öl-Isolierung bei Variation des Papier-Öl-Verhältnisses für inhibiertes Öl

H. Schnittker, P. Werle, M. Rohleder, G. Bender, M. Lottner
Möglichkeiten des Einsatzes aktueller Monitoring-Systeme von Leistungstransformatoren zur Unterstützung des Asset Managements

S. Seifi, M. Rahimbakhsh, P. Werle, A. Shayegani Akmal, H. Mohseni, E. Gockenbach, T. Hinrichs, J. de Boer
Localization Algorithm Based on Reflection Coefficient Function Measurements for Internal Incipient and Short Circuit Faults in Transformer Windings

J. Torres, M. Aganbegovic, P. Werle
Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften von glasfaserverstärktem Harz zur Anwendung in Trockentransformatoren

M. Aganbegovic, J. Torres, P. Werle
Einfluss von Graphitfüllstoff auf die Permittivität und den dielektrischen Verlustfaktor von Silikonelastomeren

K. Homeier, P. Werle, M. Hahn, D. Wilke
Gas-in-Öl-Analyse unter Einbeziehung der höherwertigen Kohlenwasserstoffe C4 und C5

T. C. Schlüterbusch, J. Meisner, M. Kuhnke, P. Werle
Untersuchung zur Linearität eines berührungslosen Messsystems für Blitz- und Schaltstoßspannungen

M. Hartje, J. Torres, P. Werle, B. Schöber, U. Schichler
Reproduzierbarkeit der Ergebnisse von Teilentladungsmessungen bei Gleitentladungen nach IEC 60270 unter Gleich- und Wechselspannungsbelastung

SAVE THE DATE - TLM 2021

**Transformer Life Management
Tagung im Dorint Hotel am
Nürburgring**

04. - 05.10.2021