

NEWSLETTER 2019



VORWORT

Liebe Freunde des Schering-Instituts, nach dem ausführlichen Jahresbericht im letzten Jahr gibt es dieses Jahr wieder einen kurzen Newsletter, der Sie über wichtige Ereignisse, Veränderungen und Aktivitäten, die am Schering-Institut im letzten Jahr stattfanden, informieren soll.

Wie im letzten Jahresbericht angedeutet geht die Modernisierung der großen Hochspannungshalle gut voran. Die Steuersysteme aller Großgeräte wurden komplett erneuert und werden derzeit in einen zentralen Stellerraum integriert, der infolge seiner erhöhten Aufstellung (ca. 3 m über dem Boden) eine gute Rundumsicht auf die komplette Hochspannungshalle ermöglicht. Sicher müssen wir noch einige Mühen und Zeit investieren, um alles optimal zu gestalten, so dass uns dieses Thema auch im kommenden Jahr noch etwas begleiten wird.

Unterstützt von der Alexander von Humboldt Stiftung hatten wir dieses Jahr mit Herrn Prof. Akbari und seinem Doktoranden Herrn Rahimi von der K. N. Toosi Universität im Iran, sowie mit Herrn Prof. Fofana von der Universität Québec à Chicoutimi (UQAC) in Kanada drei Gastwissenschaftler zu Besuch, wobei zudem zwei Studenten von der technischen Universität Bandung in Indonesien ihre Masterarbeiten am Schering-Institut durchführten. Ab Januar wird Herr Javier Torres als neuer Doktorand das Team verstärken, der seine Masterarbeit am Schering-Institut absolviert hat und seinen Bachelor von der Nationaluniversität in Kolumbien erhielt, so dass wir weiterhin ein wachsendes, internationales Team bilden. Aus dem Team in den Ruhestand verabschiedet hat sich hingegen unser Werkstattleiter Herr Claus Hasselberg, der 1972 am Schering-Institut seine Ausbildung als Feinmechaniker begann. Herr Hasselberg war somit mehr als 45 Jahre (!) außergewöhnlich engagiert für das Institut tätig,

wofür ihm alle Mitarbeiter in einer feierlichen Verabschiedung besonders herzlich dankten und für den neuen Lebensabschnitt alles Gute wünschten (siehe auch separater Bericht). Ergänzt wurde das Werkstattteam daher durch Frau Ina Riekeberg, die Ihre Ausbildung an der Universität Hannover im Sommer beendete und seit Juli für das Schering-Institut tätig ist.

Das wachsende Team und die vielen Forschungsvorhaben führten 2019 wiederum zu mehr als 40 Veröffentlichungen. Auch in diesem Jahr wurde wieder ein Beitrag des Schering-Instituts - diesmal auf der ISH im ungarischen Budapest - ausgezeichnet, so dass nunmehr im fünften Jahr in Folge Publikationen des Schering-Instituts prämiert wurden - über diese außergewöhnliche Serie freuen wir uns natürlich sehr.

Wie Sie aus diesen einleitenden Worten entnehmen können, geht ein ereignisreiches und kurzweiliges Jahr zu Ende, so

dass wir uns abschließend 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 möchten und uns auf eine Weiterführung dieser Kooperationen im nächsten Jahr freuen.

Bis dahin wünscht das Team des Schering-Instituts Ihnen und Ihren Familien ein friedliches und besinnliches Weihnachtsfest und daran anschließend einen guten und gesunden Start ins neue Jahr!

Hannover, im Dezember 2019



Prof. Dr.-Ing. Peter Werle

SONDERBERICHT ISH 2019

Die wohl wichtigste und renommierteste Konferenz im Hochspannungsbereich, die ISH (International Symposium on High Voltage Engineering) fand vom 26. bis 30. August im ungarischen Budapest statt. Das Schering-Team war mit fast allen Doktoranden vor Ort (siehe Foto rechts) und dadurch mit insgesamt 16 Beiträgen dominierend vertreten. Dabei war besonders erfreulich, dass die Publikation von Herrn Hassan Saadati mit dem Titel *Classification of Partial Discharges at AC, DC and Combined AC/DC Voltage using Frequency Domain Analysis* ausgezeichnet wurde und Herr Saadati einen *Young Scientist Award* erhalten hat.

Wie immer konnte die Konferenz für detaillierte Fachgespräche und im Zuge der diversen Rahmenprogramme auch zur

Erweiterung des eigenen internationalen Netzwerks genutzt werden, wobei verschiedene, neue Ideen für Kooperationsprojekte entstanden sind, die im kommenden Jahr sukzessive umgesetzt werden sollen.



SCHERING-INSTITUT

INTERNATIONALE KONFERENZEN

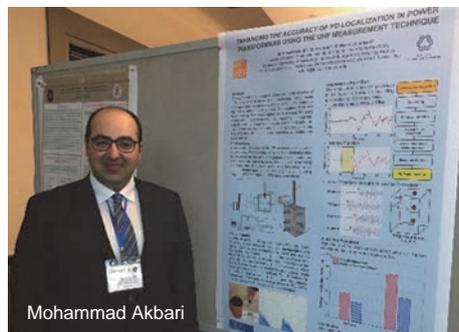
Neben der ISH 2019 waren die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Schering-Instituts noch in einigen weiteren Konferenzen vertreten. Ein besonderes Highlight war dieses Jahr die 20. International Conference on Dielectric Liquids (ICDL 2019), die vom 23.-27. Juni 2019 in der Universität La Sapienza in Rom stattfand. 365 Autoren und Coautoren in den verschiedenen Themengebieten rund um Isolierflüssigkeiten nahmen an der ICDL teil. Mit den Isolierflüssigkeitsspezialisten des Schering-Instituts, dem Oberingenieur Herrn Kuhnke und den Flüssigkeitslaborleitern Frau Homeier und Herrn Imani wurde die Leibniz Universität Hannover gut auf der ICDL vertreten (siehe nachfolgendes Bild). Die Mitarbeiter präsentierten auf der ICDL ihre Forschungsergebnisse



Moritz Kuhnke

zur X-Wachsbildung in Transformatoren, zu den Möglichkeiten von entionisiertem Wasser als Isoliermedium und zum Gasungsverhalten von Isolierflüssigkeiten bei Druckänderung. Dabei wurden diese Untersuchungen zusammen mit industriellen Partnern durchgeführt, die auch auf der Konferenz vertreten waren, so dass die Gelegenheit genutzt wurde, um vor Ort Pläne für weitere Kooperationen im neuen Jahr zu besprechen.

Bei der EIC 2019 im Juni in Calgary in Kanada nahmen Frau Raeisian und Herr Akbari vom Schering-Institut teil (siehe nachfolgendes Bild). Sie stellten ihre Ergebnisse zur TE-Fehlerlokalisierung mittels UHF Sensoren und zu der thermischen Simulation von Nanoflüssigkeiten in Transformatoren vor.



Mohammad Akbari

INTERNATIONALE ZUSAMMEMARBEIT

Auch 2019 wurde die seit 2017 bestehende Kooperation mit dem Bandung Institute of Technology fortgeführt, so dass wie in den letzten beiden Jahren zwei Studenten aus Indonesien am Schering-Institut internationale Erfahrungen sammeln konnten.

Herr Gultom und Rhamadhan (siehe Fotos unten) bearbeiten ihre Masterarbeiten mit den Forschungsschwerpunkten Entwicklung von Algorithmen zur Zustandsdiagnose elektrischer Betriebsmittel der Hochspannungstechnik und künstliche Intelligenz im Bereich Asset Management.



Martua Gultom



Firza Rhamadhan

Auch mit anderen Hochschulen und Universitäten besteht weiterhin eine enge Kooperation. Frau Raeisian von der Ferdowsi University of Mashhad im Iran konnte im vergangenen Jahr ihre Forschungen auf dem Gebiet der Simulation der Temperaturverteilung im Transformator erweitern. Herr Ariannik vom Schering-Institut führt hingegen seine Forschungen momentan an der York University of Toronto (Kanada) weiter. Über die Alexander von Humboldt-Stiftung waren Herr Prof. Fofana von der University of Quebec at Chicoutimi (Kanada) und Herr Prof. Akbari und Herr Rahimi von der K. N. Toosi University (Iran) für mehrere Monate Gäste am Schering-Institut (siehe Fotos unten). Sie forschten zusammen mit dem Schering-Team im Bereich Nanoflüssigkeiten und neue Zustandsdiagnoseverfahren für Großgeneratoren.



Prof. Fofana



Prof. Akbari



Herr Rahimi

ITLM UND TLM 2019

Die diesjährige Transformer-Life-Management Konferenz (siehe Foto rechts) fand mit über 200 Teilnehmern und mehr als 25 Fachausstellern am 16.9. und 17.9. in Wernigerode (Harz) statt. Zusätzlich zu den ca. 20 Fachvorträgen der von der ABB AG, der Firma Energy Support GmbH und dem Schering-Institut organisierten Fachtagung, wurden erstmals auch 2 Workshops aus den Themenbereichen Asset-Management und Arbeitssicherheit angeboten. Infolge der exzellenten Teilnehmerresonanz (Bewertung der TLM mit der Note 1,4 nach Schulnotenprinzip) haben die Vorbereitungen für die nächste Tagung schon begonnen. Die TLM 2020 wird am 21. und 22.09.2020 im Dorint-Hotel am Nürburgring stattfinden, womit sichergestellt ist, dass es neben wie immer interessanten Beiträgen auch wieder ein außerordentliches, *hochspannendes* Abendprogramm geben wird.

Die ebenfalls jährlich stattfindende Internationale TLM (ITLM 2019) wurde am



17. und 18.05.2019 wieder einmal in China durchgeführt, wobei als Tagungsort diesmal Xi'an ausgewählt wurde (siehe Foto unten). Zusammen mit dem Kooperationspartner vor Ort, der Xi'an Jiaotong Universität konnten mehr als 300 Teilnehmer für die Tagung begeistert werden, so dass es infolge der Tagungsgröße und der vielen Beiträge erstmals auch parallele Vortragsblöcke gab. Selbstverständlich wurde auch diese Konferenz durch eine Fachausstellung ergänzt, die die Möglichkeit zu lebhaften Diskussionen während der Vortragspausen bot.



Neben den oben genannten Universitäten steht das Schering-Institut zudem in engem wissenschaftlichen Austausch mit weiteren Institutionen, insbesondere der HTWK Leipzig, der Hochschule Zittau, der Hochschule Bremen, der Hochschule Hannover, der TU Graz (Österreich), der Jiaotong Universität in Xi'an (China), der Universidad Nacional de Colombia in Bogotá (Kolumbien) und der Technischen Universität Tafilah (Jordanien), so dass dieser wissenschaftliche Diskurs neben dem Austausch von Mitarbeitern auch zu diversen gemeinsamen Veröffentlichungen und Projektanträgen führte bzw. in der Zukunft führen soll.

NEWSLETTER 2019

PATENTIERTE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Das Projekt „Entwicklung eines neuartigen Systems zur Überwachung der Alterung von Isoliermaterial in Transformatoren“, konnte dieses Jahr erfolgreich abgeschlossen werden. Das Projekt wurde vom Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und in Kooperation mit der Firma GRIDINSPECT® GmbH durchgeführt.

Im Rahmen des Projekts wurde ein kostengünstiges und exaktes Verfahren entwickelt, um den DP-Wert von Isolierpapier zu bestimmen. Der entwickelte optische Sensor kann dabei sowohl in einem Monitoringsystem als auch in einem Labormessgerät zum Einsatz kommen, weshalb das System entsprechend patentiert wurde. Der DP-Wert steht für den mittleren Polymerisationsgrad und ist definiert als die Anzahl von β -Glukoseringe, welche miteinander verbunden ein Zellulosemolekül bilden und gibt somit Aufschluss über den Alterungszustand des Isolierpapiers. Neues Papier weist einen DP-Wert von 1000 bis 1400 auf. Im Laufe der Zeit verringert sich durch Alterungsprozesse die Länge der Zelluloseketten bis auf einen Wert von 150 bis 200, welcher als Grenze für die Betriebssicherheit bei Transformatoren angesehen wird. In diesem Bereich wird die Zellulose makroskopisch spröde und brüchig. Für die entwickelte spektrale Alterungsbestimmung wird ein Spektrometer verwendet, um die alterungsabhängige Änderung des Absorptionsspektrums von Isolierpapier mittels Lichtwellenleiter zu messen. Anhand der Messungen wird ein Kalibrationsmodell erstellt, auf das bei der Vorhersage des Isolierpapierzustands zurückgegriffen wird. Zur Bestimmung des DP-Werts wurden die Bedingungen in einem realen Transfor-



mator nachgebildet (siehe Bild oben). Bei dem bisherigen viskosimetrischen Verfahren zur Bestimmung des DP-Werts wird die zu untersuchende Papierprobe zerstört. Das entwickelte optische Verfahren arbeitet zerstörungsfrei und eine Messung erfolgt innerhalb von Sekunden. Nachfolgende Tabelle zeigt die Ermittlung von DP-Werten eines realen Transformators, welcher über 50 Jahre in Betrieb war. Überprüft wurden Papierproben der Innen- (IL) als auch der Außenlage (AL), der Ober (OS)- und Unterspannungswicklung (US).

	US IL	US AL	OS IL	OS AL
Labor	196	193	195	211
Sensor	131	156	211	260

Wie zu erkennen ist, stimmen die vom Sensor ermittelten DP-Werte prinzipiell mit denen aus dem Labor überein, welche nach der IEC 60450 ermittelt wurden. Die mit dem Sensor ermittelten Werte erlauben jedoch eine detailliertere Unterscheidung zwischen den einzelnen Entnahmestellen.

EXKURSION

Das Schering-Institut bietet regelmäßig Exkursionen zu verschiedenen Zielen an, um Studenten die Möglichkeit zu bieten, unterschiedliche Firmen sowie Hochspannungsprodukte kennen zu lernen. Hierdurch können verschiedene Produktionsschritte, Anwendungsszenarien und Prüfungen beobachtet werden, wodurch die Studenten einen Einblick erlangen, wie die erlernte Theorie in den Vorlesungen und Übungen in der Praxis angewendet wird. Für die diesjährige Exkursion im Januar wurde das ABB Trockentransformatorenwerk in Brilon besucht. Zu Beginn erfolgte ein interessanter Vortrag über die Einsatzgebiete und Herstellungsverfahren von Trockentransformatoren. Daran anschließ-

end hielt der Student Herr Javier Torres, der zu dieser Zeit im Rahmen seines Studiums bei ABB sein Praktikum absolvierte, einen Vortrag über seine Tätigkeit bezüglich der Teilentladungsuntersuchung an Trockentransformatoren. Danach fand eine umfangreiche Werksführung statt, bei der sowohl verschiedene Produktionsschritte als auch unterschiedliche Typen von Trockentransformatoren vorgestellt wurden. Darüber hinaus konnte ein Einblick in das Hochspannungsprüffeld, in dem die so genannten RESIBLOC® Gießharz-Transformatoren nach der Herstellung geprüft werden, erhalten werden, wobei die diversen Prüfnormen Gegenstand intensiver Diskussionen waren.

NEUIGKEITEN PERSONAL

Im April 2019 erfolgte im feierlichen Rahmen die Verabschiedung vom Feinmechaniker Herr Claus Hasselberg in den Ruhestand. Herr Hasselberg hat von 1972 bis 1975 seine Ausbildung zum Feinmechaniker im Schering-Institut absolviert. Nach dem Grundwehrdienst und einer kurzen Tätigkeit in der Industrie, war er von 1977 bis 2019 in der Werkstatt des Schering-Instituts beschäftigt, zuletzt als Werkstattleiter. Nach mehr als 45 Dienstjahren lud Herr Hasselberg an seinem letzten Arbeitstag alle Mitarbeiter zu einem rustikalen Mittagessen ein (siehe Foto unten), so dass sich das Schering-Team sehr herzlich bei Herrn Hasselberg für sein außerordentliches Engagement bedanken konnte. Daraufhin verabschiedete sich Herr Hasselberg mit den Worten: „Ich danke für eine schöne Zeit, die ich sehr genossen habe. Ab jetzt werde ich das Leben als Rentner genießen, spontan reisen und die Zeit für Hobbys und Familie nutzen. Ich bin dann mal weg...“.



Um das Ausscheiden von Herrn Hasselberg zu kompensieren, wurde eine neue Mitarbeiterin für die Werkstatt gesucht und eingestellt: Frau Riekeberg (siehe Foto).

Frau Riekeberg hat ihre Ausbildung als Feinwerkmechanikerin an der Universität Hannover im Juni 2019 abgeschlossen. Seit Juli ist sie am Schering-Institut tätig.



PUBLIKATIONEN 2019

VERÖFFENTLICHUNGEN

Anhand der nachfolgenden Liste aller Publikationen im Jahr 2019 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 bei zu.

JOURNALS

IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 34, No. 4, pp. 1490-1498c

Partial Discharge Localization on Power Cables Using On-line Transfer Function

M. Mahdipour, A. Akbari, P. Werle, H. Borsi

IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 34, No. 4, pp. 1530-1539

UHF Measurement in Power Transformers: An Algorithm to Optimize Accuracy of Arrival Time Detection and PD Localization

M. Ariannik, M. Akbari Azirani, P. Werle and A. Akbari

IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 26, Feb. 2019, pp. 120-128

An improved Arc model for Vacuum Arc Regarding Anode Spot Modes

A. Khakpour, M. T. Imani, St. Franke, S. Gorchakov, R. Methling, D. Uhrandt

Applied Thermal Engineering, 151 (2019), pp 308 - 317

Feasibility study of waste vegetable oil as an alternative cooling medium in transformers

L. Raeisian, H. Niazmand, P. Werle, E. Ebrahimnia-Bajestan,

IEEE Access, Vol.7, 2019, pp.145851-145860

Maghemite Nanofluid Based on Natural Ester: Cooling and Insulation Properties Assessment
C.Olmo, C. Méndez, F. Ortiz, F. Delgado, R. Valiente, P. Werle

21st International Symposium on High Voltage Engineering (ISH), 2019, Budapest, Hungary

Innovative Contactless Measurement of High Voltage Impulses

M. Kuhnke, P. Werle

Influence on Formation of Methanol and Ethanol in oil-filled Transformers under Accelerated Thermal Aging

K. Homeier, M.T. Imani, T. Münster, T. Kinkeldey, D. Philipp, P. Werle

Estimation of the Ageing Condition of Oil-filled Transformers based on the Oil Parameters Using a Novel Fuzzy Logic Algorithm

T. Kinkeldey, T. Münster, P. Werle, J. Surwano, J. Preusel, K. Hämel

Effect of Measurement Bandwidth on Partial Discharge Localization Accuracy in Power Transformers

S. Seifi, P. Werle, H. Mohseni, A. A. Shayegani Akmal

Electromagnetic Wave Radiation due to Partial Discharges inside Power Transformers in the Frequency Domain

M. Akbari Azirani, M. Ariannik, P. Werle, A. Akbari

Localization of Deviations in Cable Geometry Using FDA Fault Localization Method

Y. Norouzi, C. Frohne, J. Rothfeld, M. Rahimbakhsh and P. Werle

Classification of Partial Discharges at AC, DC and Combined AC/DC Voltage Using Frequency Domain Analysis

H. Saadati, P. Werle, E. Gockenbach, H. Borsi

Comparison and Analysis of PD Measurements under DC Voltage in different HV Laboratories

M. Hartje, A. Pirke, B. Schober, U. Schichler, H. Saadati, P. Werle

On the Dielectrical, Electrical and Thermo-Physical Properties of Magnetite Nanoparticle-Doped Synthetic Ester

M. T. Imani, D. Zámbo, J. Miethe, P. Werle, and N. C. Bigall

CFD simulation of nanofluid in a distribution transformer

L. Raeisian, P. Werle, H. Niazmand

Comparison of a Thermally Accelerated Aged Oil-Paper Insulation of an Open and Hermetically Sealed System

T. Münster, T. Kinkeldey, P. Werle, K. Hämel, J. Preusel

Investigation on the Accelerated Ageing Behaviour of an Oil-Paper-Insulation Using Different Weight Ratios

T. Münster, T. Kinkeldey, P. Werle, K. Hämel, J. Preusel

Electrical Conductivity in Specially Doped Silicone Layers under DC Stress

M. Aganbegović, M. T. Imani, P. Werle

Breakdown Behaviour of Silicon Insulation with Differently Doped Layers under DC Stress

M. Aganbegović, M. T. Imani, P. Werle

Multidimensional Analysis of a Real Transformer Fleet Based on the Evaluation of Oil Properties

S. Schreiter, H. Lohmeyer, P. Werle

Multidimensional Investigation of Transformer Oil Properties

S. Schreiter, H. Lohmeyer, P. Werle

IEEE International Conference on Dielectric Liquids (ICDL), 2019, Rome, Italy

Comparison of X-Wax Formation in Different Insulation Liquids

M. Kuhnke, K. Homeier, P. Werle

Investigation on Gassing Behavior of Various Insulation Liquids in Power Transformers

K. Homeier, M. T. Imani, M. Kuhnke, P. Werle, T. Kinkeldey

AC Breakdown Voltage Behavior of Deionized Water

M.T. Imani, P. Werle, F. Krüger, W. Hunter

ICHVEPS2019 BALI

Estimation Algorithm for the Degree of Polymerization of Paper Insulation Impregnated with Inhibited Insulation Oil

Bayu Hadi Nugraha, T. Kinkeldey T. Münster, P. Werle, Surwano

Determination of Acidity in Accelerated Aged Insulating Paper Impregnated with Different Insulating Oil

Wind Adiaty, T. Kinkeldey, T. Münster, P. Werle, Surwano

Omicron Diagnosewoche 2019, Lindau am Bodensee, Deutschland

Lebensdaueruntersuchungen von Motorisierungen - Einflussfaktoren und Optimierungsmöglichkeiten

P. Werle

Veränderte Beanspruchung an die Isolierung von Transformatoren infolge der Energiewende und neuartiger Technologien - Auswirkungen von Leistungselektronik, VFTOs und anderer Phänomene

P. Werle

IEEE Electrical Insulation Conference (EIC), 2019, Calgary, Canada

Enhancing the Accuracy of Partial Discharge Localization in Power Transformers Using UHF Measurement Technique

M. Akbari Azirani, M. Ariannik, P. Werle, A. Akbari

Simulation of Nanofluid as a two-phase flow in a Distribution Transformer

L. Raeisian, P. Werle, H. Niazmand

IEEE International Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), 2019, Richland, USA

Locating the Interturn Faults in Transformer Winding Using Reflection Function Measurement

S. Seifi, M. Rahimbakhsh, P. Werle,

E. Gockenbach, A. A. Shayegani Akmal, H. Mohseni, T. Hinrichs, J. de Boer, T. Münster

Investigation on the Breakdown Strength of Aged Special Layered Silicone Dielectrics under DC Stress

M. Aganbegović, P. Werle

Investigation on the Lightning Impulse Strength of Special Layered Silicone Dielectrics for HVDC Applications

M. Aganbegović, P. Werle

10th International Conference on Insulated Power Cables (JiCable), Versailles, France

HV Cable Diagnostic by Time Domain Reflectometry or Frequency Domain Analysis? A Comparison of Sensitivity to Fault Impedance and Cable Length

Y. Norouzi, C. Frohne and P. Werle

Investigation on the tensile strength of silicone layers with different amount of graphite filler

M. Aganbegović, P. Werle

CEIDP 2019, Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, Richland, Washington, USA

Investigation on the Ageing Behaviour of Ester Impregnated Insulating Paper in a Hermetically Sealed System

T. Münster, T. Kinkeldey, P. Werle, K. Hämel, J. Preusel

Highvolt Kolloquium 2019, Dresden, DE

Korrelationsanalyse ausgewählter Isolierölparameter am Beispiel einer großen, realen Transformatorflotte

S. Schreiter, H. Lohmeyer, P. Werle

Messungen von Impulsspannungen mit programmierbaren Elektronikboards

P. Werle, M. Kuhnke

TLM 2019, 13. Transformer-Life-Management Konferenz, September 2019, Wernigerode, Deutschland

Alterung des Öl-Papier-Isoliersystems von Transformatoren

T. Münster, P. Werle

ITLM 2019, International Transformer Life Management Conference, Xi'an, China

Investigation on the Ageing Behavior of the Oil-Paper Insulations in Transformers

P. Werle

How does the Energy Transition Influence the Performance / Specification / Requirements of Power Transformers

P. Werle

