



# NEWSLETTER 2017

## VORWORT

Liebe Freunde des Schering-Instituts, wie im letzten Jahresbericht angekündigt, gibt es ab diesem Jahr nun immer abwechselnd einen kurzen Newsletter in den ungeraden Jahren und einen ausführlicheren Jahresbericht in den geraden Jahren.

In diesem ersten Newsletter wollen wir Sie über einige wichtige Ereignisse am Schering-Institut im letzten Jahr informieren und Ihnen zudem einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen geben. Natürlich hat uns im vergangenen Jahr nebenbei noch immer der Umzug beschäftigt und die Modernisierung unserer Messausstattung. So haben wir neue Sicherheitskreise in unsere Hochspannungszellen integriert, die Werkstatt modernisiert (siehe separate Berichte) und sind derzeit dabei die Hochspannungshalle neu zu gestalten. Hierbei ist anzumerken, dass erfreulicherweise unser Antrag bei der DFG für ein Großgerät genehmigt wurde und wir nun in Q2/2018 einen neuen Stoßspannungsgenerator der 3MV Klasse bekommen werden.

Personell gab es auch wieder einige Veränderungen, so dass wir am 1. April Frau Hala Ahmi als unsere neue Assistentin herzlich willkommen heißen konnten. Ferner haben wir die Herren Tobias Münster, Sebastian Schreiter und Mohamadreza Ariannik als neue Doktoranden (siehe Einzelberichte) und Frau Leyla Raeisian, Herrn Mahdi Mahdipour und Herrn Sahand Seifi als Gastdoktoranden im Team begrüßt, um die gestiegene Anzahl an Forschungsthemen und Kooperationsprojekten durchführen zu können. Herr Dr. Mohsen Farahani hat hingegen nach auslaufendem Vertrag unter Dank aller Mitarbeiter das Schering-Institut verlassen.

Die vielfältigen Forschungsvorhaben und das wachsende Team führten in 2017 zu mehr als 30 Veröffentlichungen, wobei neben dieser Rekordanzahl vor allem erfreulich ist, dass nunmehr im dritten Jahr hintereinander Publikationen des Schering-Instituts prämiert wurden. So haben unser Oberingenieur Herr Kuhnke für seinen Beitrag auf der IEEE ICDL (International Conference on Dielectric Liquids) in Manchester und Herr Hassan Saadati für seine auf der ISH (International Symposium on High Voltage Engineering) in Argentinien vorgestellten Untersuchungen jeweils eine Auszeichnung erhalten.

Abschließend möchten wir uns sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit, Förderung und Unterstützung bei 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 und freuen uns auf eine Weiterführung dieser Kooperationen im nächsten Jahr.

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



Hannover, Dez. 2017

Prof. Dr.-Ing. Peter Werle

## ISH 2017

Die ISH wurde 1972 an der Universität München mit dem Ziel gegründet, den Nachwuchs im wissenschaftlichen Bereich der Hochspannungstechnik zu fördern. Das nun alle 2 Jahre stattfindende International Symposium on High Voltage Engineering zählt mittlerweile zu den renommiertesten und größten Tagungen im Bereich der Hochspannung. In diesem Jahr fand die ISH im Convention Centre der Catholic University of

Argentina (UCA) in Buenos Aires statt, der weltoffenen und kulturellen Hauptstadt von Argentinien. Mit acht Doktoranden (siehe Foto) und insgesamt 21 Veröffentlichungen war das Schering-Institut der Leibniz Universität Hannover dominierend vertreten, wobei die Mitarbeiter neben der Konferenz auch viele Eindrücke von *Land und Leuten* gewinnen konnten, so dass es für alle Teilnehmer ein besonderes Erlebnis war.



Hr. Imani Hr. Rahimbaksh Hr. Norouzi Hr. Kuhnke Hr. Saadati Hr. Aganbegovic Hr. Azirani Hr. Najafi

# SCHERING-INSTITUT

## Ausgewählte Beispiele für durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen am Schering-Institut

### WERKSTATT

Nachdem im Rahmen der Brandschutz- und Berufungsmaßnahmen die Werkstatt neue Räumlichkeiten bezogen hat, wurden sämtliche Maschinen, in enger Zusammenarbeit mit der Stabstelle für Arbeitssicherheit an der Leibniz Universität Hannover, sicherheitstechnisch auf den aktuellen Stand der Technik nachgerüstet und teilweise erneuert. Neu angeschafft wurde unter anderem eine zyklengesteuerte Drehmaschine (siehe Bild) der Firma Weiler, zur Fertigung u.a. von individuellen Hochspannungselektroden und Gießformen.



Des Weiteren ersetzen eine neu erworbene Fräsmaschine (siehe Bild), eine neue Standbohrmaschine und eine neue Bandsäge den alten Bestand.



Durch diese Investitionen und viele kleinere Umbau- und Anpassungsmaßnahmen kann nun ein Höchstmaß an Sicherheit und Ergonomie, bei gleichzeitig gesteigerter Effizienz der Arbeitsprozesse gewährleistet werden.



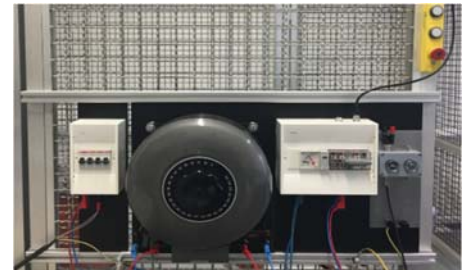
Der Unterschied zur alten Werkstatt wird durch die durchgeführten Maßnahmen deutlich, was die vorher-nachher Bilder bestätigen.

### HOCHSPANNUNGSZELLEN

Die langjährig genutzten Messzellen sind in die Jahre gekommen und der Reparaturaufwand, welcher vor jeder Messung anstand, wurde zunehmend größer. Weiterhin war es immer schwieriger ausreichend geeignete Ersatzteile für die alten Zellschutzkästen zu erwerben, um einen sicheren Betrieb der Hochspannungsprüfanlagen zu gewährleisten. Zur Modernisierung der Messzellen unter Beibehaltung des bewährten Sicherheitskonzeptes bedurfte es eines umfangreichen Neudesigns der Hochspannungszellen. Dazu erfolgte die Anpassung der Sicherungseinrichtungen an den in der Industrie üblichen SIL 3 Standard (Safety Integrity Level), so dass die Studierenden schon während des Studiums Erfahrungen mit den neuesten Sicherheitseinrichtungen erlangen. So werden Türen und Erdungssysteme beispielsweise mittels magnetischer Sensoren überwacht, so dass ein mechanisches Verklemmen der Sensortechnik, wie es früher oftmals der Fall war, ausgeschlossen ist. Der gesamte Sicherheitskreis wird von einer PLUTO als programmierbares Sicherheitsmodul überwacht, welche die komplette Spannungsversorgung unterbricht, sobald der

Sicherheitskreis geöffnet wird.

Wie im vorher-nachher Bild zu erkennen ist, wurde zudem eine Trennstrecke mit integrierter Spannungsmessung verbaut und die Sicherungen für die Zuschaltung und Überbrückung eines Vorwiderstands (sowie der Vorwiderstand selbst) in einem einzigen Modul platzsparend untergebracht.



Somit steht allen Mitarbeitern/innen und allen Studenten/innen eine sichere Einrichtung zur Verfügung, um damit die entsprechenden Hochspannungsversuche durchführen zu können.

### EXKURSIONEN

Seit 2015 führt das Schering-Institut wieder regelmäßig 2 Exkursionen pro Jahr bzw. 1 Exkursion pro Semester mit wechselnden Zielen durch. Im Wintersemester wurde das ABB Trockentransformatorwerk in Brilon im Sauerland besucht (siehe Bild). Dort gab es einen interessanten Vortrag zu den Einsatzgebieten und den Herstellungsverfahren von Trockentransformatoren. Danach fand mit den ca. 30 Teilnehmern

eine Werksführung durch die Fertigungsanlage und das Prüffeld statt.

Im Sommersemester wurde von TenneT zum Umspannwerk in Emden/Ost eingeladen. Dort endet das 160 km lange Gleichspannungskabel des Windparks BorWin3 in einer Konverterstation mit Freiluftschaltfeld. Nach einem Übersichtsvortrag über die technischen Herausforderungen der Offshore-Windparkanbindung wurde die Station besichtigt.

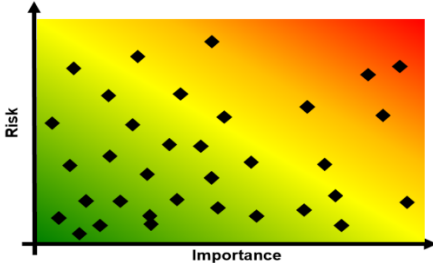


# NEWSLETTER 2017

## Neue Doktoranden am Schering-Institut stellen sich vor

### MOHAMADREZA ARIANNIK

I received both my B.Sc. (Hons.) and M.Sc. (Hons.) degrees in Electrical Engineering from K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, in 2014 and 2016, respectively. Currently, it has been about four months since I started my work here at the Schering-Institute. My research areas are primarily developing novel techniques regarding monitoring and lifetime estimation of oil-impregnated transformers, in order to improve Asset-Management strategies, which are based on Risk-Importance-Diagrams as shown in the Figure below, in which each dot is representing a single transformer or in a more general manner a component.



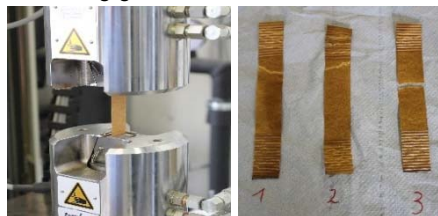
However, the problem nowadays is to estimate the risk or probability of failure of a transformer or the so called Health-Index (HI) respectively. Therefore, based on the data collected from monitoring and diagnostic devices, methods to determine the HI of a transformer need to be investigated. Due to the fact that the HI is depending on many parameters, new methods based on artificial intelligence need to be developed, in order to solve this problem. Therefore, neural networks, fuzzy logic methods as well as genetic algorithms and evolution strategies have to be considered, which is a quite interesting task I look forward to.

### TOBIAS MÜNSTER

Seit Februar 2017 bin ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Schering-Institut tätig. Mein Studium der Elektro- und Informationstechnik begann ich im Jahr 2011 an der Leibniz Universität Hannover, wobei ich meine Bachelorarbeit im Jahr 2014 zu dem Thema „Untersuchung des Imprägnierverhaltens einer neuartigen synthetischen Isolierflüssigkeit auf GtL-Basis anhand dielektrischer Messungen“ am Schering-Institut erstellte. Im weiteren Verlauf des Studiums habe ich mein Fachpraktikum bei der Firma Lapp Insulators Holding GmbH in Wunsiedel absolviert. Das Studium konnte ich dann im Jahr 2016



erfolgreich mit einer Masterarbeit zu dem Thema „Untersuchung der Entstehung lastabhängiger Teilentladungen in Kompakttransformatoren für Windkraftanlagen“ abschließen. Aktuell beschäftige ich mich mit der Entwicklung eines neuartigen Systems zur Überwachung der Alterung von Isoliermaterial in Transformatoren. Ziel ist es, eine optimale Nutzung von Transformatoren zu erreichen, sowie die Anzahl von außerplanmäßigen Ausfällen zu reduzieren. Bislang existiert kein kostengünstiges und exaktes Verfahren, um Aussagen über den Zustand und damit die Restlebensdauer der Isolierung und somit des Transformators zu treffen. Daher sollen neue Alterungsmarker gefunden werden, die eine präzise Aussage über den Zustand des Papiers zulassen. Als Papierzustand ist dabei die elektrische und mechanische Belastbarkeit zu verstehen, so dass Korrelationen zwischen mechanischen Zerreißproben (siehe Bild) und verschiedenen chemischen und dielektrischen Parametern der Öl-Papier-Isolierung gesucht werden.



Basierend auf den bei diesen Untersuchungen gefundenen Erkenntnissen soll dann ein Sensor zur Bestimmung des Alterungszustands des Papiers entwickelt werden, wobei ein erstes Funktionsprinzip derzeit getestet wird.

### SEBASTIAN SCHREITER

Ich habe Elektrotechnik und Informationstechnik an der HTWK Leipzig studiert. Bereits während des Studiums begann ich mich mit Leistungstransformatoren zu beschäftigen. In 2009 bin ich dann als

Ingenieur im Bereich Engineering Solutions bei der ABB AG im Transformatorenwerk am Standort Halle eingestiegen. Dort arbeitete ich auf dem Gebiet der Zustandsbewertung und der Fehleranalyse von Leistungstransformatoren sowie an globalen Forschungsfragen der ABB. Neben dieser Tätigkeit absolvierte ich ein berufsbegleitendes Masterstudium an der Fernuniversität in Hagen. Nach einer kurzen Tätigkeit für die 50 Hertz bin ich seit 2016 an der HTWK Leipzig als Mitarbeiter am Institut für elektrische Energietechnik tätig.

Mein wissenschaftliches Interesse gilt weiterhin den Leistungstransformatoren. Deshalb möchte ich untersuchen, in wie weit die bekannten diagnostischen Methoden mit tatsächlichen Fehlerbefunden übereinstimmen, um damit die Aussagekraft einzelner Methoden oder Kombinationen von Methoden abzuschätzen. Die folgende Untersuchung, habe ich diesen Betrachtungen vorangestellt: Anhand einer großen Anzahl (mehreren Tausend) von DGA-Ergebnissen wurde untersucht, ob es Gaskombinationen gibt, die einander im Fehlerfall „anzeigen“. Die nachfolgende Tabelle zeigt das Ergebnis dieser Studie.

	H2	CH4	C2H6	C2H4	C2H2	C3H8	C3H6
H2		Yellow					
CH4			Red	Purple		Yellow	Red
C2H6				Red			Yellow
C2H4	Yellow						Purple
C2H2		Yellow				Red	
C3H8						Purple	
C3H6			Red	Purple	Yellow	Yellow	

In den Zeilen sind die Gase aufgeführt, welche jeweils erhöht sind und in den Spalten die weiteren Gase, welche das erhöhte Gas anzeigen könnten. Violett bedeutet eine gute, rot eine mittlere, gelb eine geringe und weiß keine Übereinstimmung. Es zeigt sich, dass Methan alle anderen Gase mindestens in einem geringen Maße indiziert, so dass dieses Gas besonders für ein Monitoring geeignet ist.

# KONFERENZEN 2017

## TLM 2017

Die diesjährige Transformer-Life-Management Konferenz (TLM 2017) fand mit über 200 Teilnehmern und 30 Fachausstellern am 18. und 19. September im sauerländischen Willingen statt. Im Mittelpunkt dieser von der ABB AG, der Firma Energy Support GmbH und dem Schering-Institut organisierten Fachtagung standen Themen wie Betrieb, Diagnose und optimierter Wartung von Transformatoren. Das Schering-Institut stellte ein neues Überwachungssystem für Mittelspannungstransformatoren vor. Dieses Monitoring-System, welches in Zusammenarbeit mit der Firma Energy-Support entwickelt worden ist, wurde von Herrn Akbari Azirani in einem Beitrag präsentiert. Die räumliche Nähe zum Veranstaltungsort ermöglichte zum Abschluss der Konferenz eine Werksführung durch das ABB Trockentransformatorenwerk in Brilon.



## VERÖFFENTLICHUNGEN

Anhand der nachfolgenden Liste der Publikationen können Sie sich einen detaillierten Überblick über die aktuellen Forschungsschwerpunkte am Schering-Institut verschaffen. Gerne senden wir einzelne Beiträge bei Interesse zu.

### IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 24, No. 2, pp. 817-825, 2017

*Charge concept in partial discharge in power cables*

M. Mahdipour, A. Akbari, P. Werle

### Technical Brochure, CIGRÉ, WG D1.29, TB 676, 2017

*Partial discharges in transformers*

J. Fuhr, S. Markalous, P. Werle et.al.

### CIGRE SC A2 COLLOQUIUM, Cracow, Poland, 2017

*Effect of PD type on UHF signals and UHF PRPD pattern in power transformers*

M. Akbari Azirani, P. Werle, J. Szczechowski

### 20th International Symposium on High Voltage Engineering (ISH), Buenos Aires, Argentina, 2017

*Partial discharge inception voltage of power transformers sealed by gas cushions*

M. Kuhnke, K. Homeier, P. Werle

*New method for measuring the solubility of gases in insulation liquids*

M. T. Imani, M. Kuhnke, M. Farahani, P. Werle

*New DGA sensor for power transformers sealed by gas cushion*

M. Akbari Azirani, M. Farahani, M. Kuhnke, P. Werle, W. Sorgatz

*Investigation on aging markers of thermally accelerated aged oil-impregnated papers*

T. Kinkeldey, T. Münster, M. Imani, P. Werle

*An investigation on the relation between PRPD patterns acquired by conventional and UHF nonconventional PD measuring techniques for power transformers*

M. Akbari Azirani, P. Werle, A. Akbari, H. Jahangir, J. Szczechowski

*Simulation and measurement of PD in the UHF frequency range - Studies in time and frequency domain*

M. Hartje, P. Werle, M. Huntke, M. Akbari Azirani, S. Peik

*A study on the relationship between PD waveforms in HF and UHF bands*

A. Akbari, H. Jahangir, P. Werle, M. Akbari Azirani, J. Szczechowski

*Temperature dependence of partial discharge under AC and combined AC/DC field stress*

H. Saadati, J. Seifert, P. Werle and E. Gockenbach

*Experimental investigations on the behavior of partial discharges in dry type transformers as a function of temperature and voltage stress*

H. Saadati, S. A. M. Najafi, H. Movagharnejad, U. Schiefelbein and P. Werle (awarded)

*Partial discharge localization in transformers based on sectional transfer functions*

M. Rahimbakhsh, P. Werle and E. Gockenbach

*A new software utilization for the comparability of the high voltage and high current testing results in different laboratories based on sensitive parameters*

M. Rahimbakhsh, P. Werle and E. Gockenbach

*Identification and classification of faults in DC cable systems*

Y. Norouzi, C. Frohne, V. Gauler, M. Aganbegovic, P. Werle, H. Stagge

*Applicability of IEC 60270 for partial discharge measurements under DC voltage - Results of a round robin test*

M. Hartje, L. Kästingschäfer, M. Farahani, P. Werle, A. Pirker, U. Schichler

*Influence of interfacial pressure on dielectric performance of the interface between PE and silicon*

M. Farahani, P. Werle, J. Hohloch, W. Hutt

*Development and design of a compact oil drying and degassing system*

M. Aganbegovic, P. Werle

*Investigation of the electric and dielectric properties of special silicone compounds*

M. Aganbegovic, P. Werle

*Online oil monitoring on power transformers – Investigation on technical and economical requirements*

M. T. Imani, P. Werle, A. Kurz, J. Schuebel

*Investigation on electric and dielectric behavior of magnetite doped nanofluids*

M. T. Imani, P. Werle, J. F. Miethe, N. C. Bigall, H. Guo

*Ultrahigh Frequency (UHF) characteristics of silent discharges*

S. A. M. Najafi, H. Saadati, P. Werle, E. Gockenbach and H. Borsi

*Effects of conductive and dielectric nanoparticles on the streamer propagation in transformer Oil*

H. Guo, P. Werle, W. Sima, H. Borsi, X. Zhou, M. T. Imani

### 19th IEEE International Conference on Dielectric Liquids (ICDL), Manchester, UK, 2017

*Investigation on the impregnation characteristics of a new GtL based synthetic insulating fluid*

T. Münster, O. Gratz, E. Gockenbach, P. Werle, J. Friedel, A. Hilker

*Investigation on load-dependent partial discharges in compact power transformers for wind turbines* (awarded)

M. Kuhnke, T. Münster, P. Werle

*Magnetite nanofluid as alternative for conventional insulating liquids*

M. T. Imani, P. Werle, J. F. Miethe, N. C. Bigall, H. Guo

*Measuring methods for solubility of gases in insulation liquids*

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

### Transformer Life Management Conference (TLM), Willingen, Germany, 2017

*Development of a new low-cost DGA system*

M. Akbari Azirani, M. Farahani, M. Kuhnke, P. Werle, W. Sorgatz

*Diagnostik von Leistungstransformatoren: Anspruch und Wirklichkeit*

S. Schreiter, P. Werle, G. Valtin, H. Lohmeyer

### International Transformer Life Management Conference (ITLM), Bangkok, Thailand, 2017

*Insulating liquids for power transformers and their use for Condition Assessment Purposes*

H. Borsi, P. Werle

*Transformer Fleet Management*

P. Werle, O. Kuzmin

*Measuring methods for the solubility of gases in insulation liquids*

P. Werle

*Detection of winding faults with frequency response analysis (FRA)*

H. Borsi, P. Werle

### International Seminar on HVDC Cable Systems (Jicable), Dunkirk, France, 2017

*Investigation on silicone polymer and epoxy resin breakdown under AC, DC and combined AC/DC voltages*

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