

# Inhaltsverzeichnis

## Transformatoren – Betrieb

Chair: Dietrich Bonmann

<i>Anforderungen an Leistungstransformatoren für große Offshore-Windkraftanlagen.....</i>	<i>1</i>
Tobias Stirl	
<i>Ageing Behaviour of High-Voltage Transformers in the DACH Region.....</i>	<i>9</i>
Niklas Schmidt, Petros Dalamaras, Markus Zdrallek, Alexei Babizki and Karlheinz Lindl	
<i>Monitoring von Heißpunkttemperaturen zur Überlastabschätzung bei Leistungstransformatoren.....</i>	<i>15</i>
Malte Gerber, Stefan Tenbohlen, Norbert Majer and Thomas Lainck	
<i>Erhöhung der Verfügbarkeit durch Maschinenlernen in Verbindung mit fortgeschrittenen digitalen Methoden zur Zustandsbewertung von Transformatoren und Drosseln .....</i>	<i>21</i>
Karsten Viereck and Anatoli Saveliev	

## Prüfen und Messen 1

Chair: Stephanie Uhrig

<i>Early fault detection of thin insulation layers in traction battery systems using dc partial discharge diagnostics.....</i>	<i>32</i>
Ivo Freudenberg, Thomas Betz, Shaun Gillilan and Daniel Hild	
<i>Generation of Reproducible HVDC-Impulse Composite Voltage Waveforms Using a Triggered Spherical Spark Gap.....</i>	<i>38</i>
Andreas Dowbysch, Thomas Götz and Stephan Schlegel	
<i>Konzept zur Langzeitraumladungsmessung von polymeren Isolierstoffen unter hoher Gleichspannungsbelastung.....</i>	<i>44</i>
Sebastian Braun, Henry Hirte, Peter Werle and Stefan Kornhuber	
<i>Anwendung eines FEM gestützten Ersatzschaltbildes für die transiente Analyse eines 12 kV-Hochspannungsbatteriespeichers .....</i>	<i>50</i>
Florian Leßmann, Stefan Kempen and Tobias Tamms	

## Energiekabel – DC

Chair: Alexander Eigner

<i>On the Design of Test Circuits for the Generation of Dynamic Voltages for the Investigation of HVDC Cables.....</i>	<i>55</i>
Robert Gerlach, Diego Machetti, Isabella Nett, Tanumay Karmokar, Bastian Soppe, André Wagner and Dominik Häring	
<i>Qualification of MVAC XLPE Cable Systems for DC Operation – Thermal Stability Tests on MVAC Cables.....</i>	<i>61</i>
Patrik Ratheiser and Uwe Schichler	

<i>Mechanical Behavior of XLPE under the Influence of Temperature and Pressure – Measuring the Necking with a Model Arrangement</i> .....	67
Lucas Höfer and Marcel Heckel	

<i>Electric-field distributions in plate specimens under HVDC stress – derived from space-charge profiles probed by means of LIPPs</i> .....	73
Felix Rösch, Reimund Gerhard and Ronald Plath	

## Schalter und Schaltanlagen 1

Chair: Michael Schäfer

<i>Introduction and field experience with SF6-free equipment in the transmission grid of TransnetBW</i> .....	80
Laurentiu Viorel Badicu, Galina Kuznetsova, Jochen Christian, Christian Suttner and Philipp Wenger	

<i>Schaltgeräte zum Einsatz in klimaneutralen Schaltanlagen mit Bemessungsspannungen <math>\geq 420</math> kV und Clean Air als Isolationsmedium</i> .....	86
Tobias Goebels, Paul Gregor Nikolic, Radu-Marian Cernat, Jan Weisker, Stefan Giere, Ben Goetz and Andreas Groiss	

<i>Tuned Medium Band and Wide-band UHF PD Measurement System for GIS</i> .....	93
Stefan M Hoek, Mohammed Al-Gunaid and Laurentiu Viorel Badicu	

<i>Classification of Partial Discharge Sources in HVDC Gas Insulated Switchgear using Neural Networks</i> ....	98
Chandra Prakash Beura, Philipp Wenger, Emre Tozan, Michael Beltle and Stefan Tenbohlen	

## Prüfen und Messen 2

Chair: Stefan Tenbohlen

<i>A flexible and future-proof monitoring solution for digital substations – First application experience with a hybrid system of cloud and edge technology</i> .....	104
Matthias Heinecke, Oscar Rivera, Jonathan Burn, Stefanie Pfahlmann and Lars Bomboes	

<i>Simulation von Prüfabläufen in einer Hochspannungsprüfanlage in Virtual Reality</i> .....	111
Marius Faßbender, Thorsten Reske, Johannes Keßler and Markus Zdrallek	

<i>Assessment of high frequency performance of voltage instrument transformers using the relative application bandwidth</i> .....	117
Erik Sperling, Michael Freiburg and David Gopp	

<i>Klassifikation von Messungen an Leistungstransformatoren</i> .....	123
Henning Schnittker, Peter Werle, Matthias Lottner, Tobias Münster, Martin Westbomke and Mahmoud Moh'd	

## Leitungen

Chair: Volker Hinrichsen

<i>Reduktion des Teilleiterabstands bei Freileitungen zur Minimierung von Koronageräuschen</i> .....	129
Oliver Pischler, Uwe Schichler, Benjamin Schröder, Saskia Möllenbeck, Jeremy Unterfinger, Stefan Steevens, Pascal Sames and Mario Thieme	

<i>Pressurized Air Cables – a new technology for sustainable energy transmission 12 kV - 420 kV</i> .....	135
Walter Holaus	

<i>Development and feasibility analysis of insulation support arms for compact power pylons.....</i>	<i>141</i>
Matthias Domm, Jens Seifert and Volker Bergmann	
<i>Determination of aging models for the mechanical properties of porcelain longrod insulators based on statistical evaluation.....</i>	<i>145</i>
Fabian Lehretz, Martin Dörr and Jan Schulte-Fischedick	

## **Schaltüberspannungen**

Chair: Michael Kurrat

<i>Beanspruchungen von SF<sub>6</sub>-Leistungsschaltern in Hybrid-Schaltanlagen.....</i>	<i>153</i>
Uwe Schubert, Frank Rene Richter, Christian Raunig, Jörg Reisbeck, Ali Shirvani and Uwe Schmidt	
<i>Messung und Berechnung der Ausgleichsvorgänge beim Schalten leerlaufender 110-kV-Transformatoren mit einem Vakuum-Schalter.....</i>	<i>161</i>
Sven Demmig, Siavash Taghipour, Max Schulze and Ali Shirvani	
<i>Simulation and assessment of transient recovery voltages after transformer fed faults .....</i>	<i>168</i>
Constantin Balzer, Claus Neumann, Bartosz Rusek and Martin Lösing	

## **Werkstoffe und Isolierstoffsysteme 1**

Chair: Christian Hurm

<i>Breakdown Strength and Dielectric Properties of Fused Filament Fabricated 3-D Printed Dielectrics .....</i>	<i>174</i>
André Schmid, Philipp Wurm and Christof Humpert	
<i>Frequency-dependent permittivity and dissipation factor of solid insulation materials in liquid nitrogen ...</i>	<i>181</i>
André Schmid, Steven Franke and Christof Humpert	

## **Transformatoren – Isolierflüssigkeiten**

Chair: Maik Koch

<i>Entstehung von höherwertigen Kohlenwasserstoffen neben konventionellen Fehlergasen in der Isolierflüssigkeit von Leistungstransformatoren.....</i>	<i>186</i>
Kristin Homeier, Peter Werle, Michael Hahn and Dorit Wilke	
<i>Ausgewählte Probleme der Untersuchung von Natürlichen-Ester-Isolierflüssigkeiten für Transformatoren.....</i>	<i>192</i>
Ute Sasum	
<i>Ultrasonic-based measurement of pre-treated insulating oil samples at defined humidity and temperature levels.....</i>	<i>197</i>
Mirnes Planic, Gregor Brammer, Fabian Lemmerz, Albert Moser and Jürgen Schübel	

## **Energiekabel 1**

Chair: Alexander Eigner

<i>Effiziente elektrische Stückprüfung von Kabelgarnituren.....</i>	<i>204</i>
Thomas Klein, Eckhard Wendt, Stefan Zierhut and Denis Mueller	

<i>Comparison of the detectability of an artificial surface discharge fault on a 110-kV-XLPE high-voltage cable under different On-Site test voltages.....</i>	<i>210</i>
Daniel Müller-Bode, Robert Bach and Christian Walter	

<i>UHF Teilentladungsdetektion und Lokalisation an einem 110-kV-Kabelendverschluss mit einer künstlichen TE-Fehlstelle .....</i>	<i>218</i>
Rouven Berkemeier, Robert Bach and Stefan Tenbohlen	

## **Werkstoffe und Isolierstoffsysteme – Gasisolierungen**

Chair: Andreas Küchler

<i>Flashover mechanism of high voltage outdoor terminations with silicone rubber hollow core insulators ...</i>	<i>224</i>
Alexander Eigner, Rhoda Daniel and Thomas Kranz	

<i>Numerical Simulation of Electric Field Distribution in HVDC Gas Insulated Lines Considering a Novel Nonlinear Conductivity Model for SF6 .....</i>	<i>229</i>
Hendrik Hensel, Christoph Jörgens and Markus Clemens	

## **Sonderanwendungen**

Chair: Myriam Koch

<i>Verhältnis zwischen globalen und lokalen Frequenzgradienten und ihre Bedeutung für Robustheitsanforderungen von Erzeugungsanlagen.....</i>	<i>235</i>
Christoph Strunck, Christian Wagner, René Suchantke, Johannes Weidner, Marco Greve, Roland Becker, Tobias Hennig, Marvin Kaiser, Janek Massmann, Georg Deiml, Joachim Lehner and Hans Abele	

<i>Multimediatechnik im Instandhaltungsprozess .....</i>	<i>241</i>
Michael Lukas, Stefan Schöner and Jörn Wilters	

<i>Nichtinvasive Messung von Netzimpedanzen zur Beurteilung von Netzrückwirkungen.....</i>	<i>246</i>
Juan Velásquez, Alexander Lübke, Bernhard Grasel and Jan-Hendrik Amrhein	

## **Schaltanlagen – Diagnose**

Chair: Rolf Funk

<i>Data-based Condition Prediction of Medium-Voltage Substations for Optimised Asset Management Strategies Supported by Artificial Intelligence Methods.....</i>	<i>252</i>
Dirk Gromoll, Petros Dalamaras, Daniel Merk, Arkadius Mateja, Lukas Lenz, Patrick Horn and Markus Zdrallek	

<i>Experience Report of Potential Free Temperature Measurement with commercially available Pyrometers in gas insulated systems .....</i>	<i>258</i>
Martin Hallas, Julian Moxter, Volker Hinrichsen, Karsten Juhre and Michael Tenzer	

<i>Experiences with on-site dielectric testing during commissioning tests of world's first offshore HVDC GIS ±320 kV .....</i>	<i>265</i>
Maria Kosse, Maximilian Tuzcek, Christoph Klein and Matthias Claus	

<i>An approach for comprehensive condition assessment of equipment in electrical distribution grids based on the theory of evidence for managing grid expansion measures in the best conceivable way.....</i>	<i>271</i>
Fabian Göbelsmann, Thorsten Reske, Petros Dalamaras, Markus Zdrallek and Roberto Ferrari	

## **Transformatoren – Diagnose**

Chair: Thomas Leibfried

<i>Möglichkeiten und Grenzen diagnostischer Verfahren bei betriebsgealterten Transformatoren.....</i>	<i>277</i>
Sebastian Schreiter, Peter Werle and Holger Lohmeyer	
<i>Erfahrungen mit der Diagnose und Monitoring von Transformatoren: Fallbeispiele.....</i>	<i>283</i>
Juan Velásquez, Philip Wischtukat and Andreas Hilgers	
<i>UHF-based Measurement of Partial Discharge in an Oil-filled Tank from Outside.....</i>	<i>289</i>
Benjamin Schubert, Jianguo Wei, Chandra Prakash Beura, Weilin Liu and Michael Beltle	
<i>Stufenschalter Diagnostik mittels vibro-akustischer Analyseverfahren.....</i>	<i>294</i>
Christoph Engelen, Alexander Kraetge and Martin Wolfram	

## **Energiekabel – Werkstoffe und Diagnose**

Chair: Ivana Mladenovic

<i>Space Charge Behaviour in Silicone Rubber under the Influence of pre-Stress.....</i>	<i>299</i>
Felix Rösch and Ronald Plath	
<i>Praktische Erfahrungen beim Prüfen und Diagnose von Energiekabeln in Off-shore Windparks.....</i>	<i>306</i>
Edward Gulski, Rogier Jongen and Jaroslaw Parciak	
<i>Klassifizierung des Betriebszustandes der Mittelspannungskabelanlagen mit Hilfe der frequenz-abhängigen Verlustfaktormessung.....</i>	<i>312</i>
Suleiman Hadid, Uwe Schmidt and Sven Gruschwitz	
<i>Technische Eigenschaften und Umweltaspekte von Polypropylen-isolierten Mittel- und Hochspannungskabeln.....</i>	<i>320</i>
Uwe Schichler, Patrik Ratheiser, Bernhard Schober, Thomas Kulmer, Markus Pieber and Detlef Wald	

## **Schalter und Schaltanlagen 2**

Chair: Maria Kosse

<i>Abrissverhalten von Vakuumschaltlichtbögen bei Anwendung neuartiger Schaltkontaktmaterialien und Geometrien mit Überlagerung axialer Magnetfelder.....</i>	<i>326</i>
Markus Fischer, Michael Beltle, Stefan Tenbohlen, Dietmar Gentsch and Werner Ebbinghaus	
<i>Kopplung von CFD und Spice Simulation am Beispiel aktiver Kühlung einer offshore GIS-Anlage.....</i>	<i>333</i>
Richard Schulz, Arkadz Petchanka and Thilo Nehring	
<i>Innovative Synthetic High-Power Test Circuit for the Investigation of MVDC Circuit Breakers – Setup, Functionality and Application.....</i>	<i>338</i>
Nils Langenberg, Simon Kimpeler, Philipp Wienkamp, Andre Würde and Albert Moser	
<i>Magnetic-Optical-Plasma-Analysis in a Vacuum Model Switch with RMF-Contacts.....</i>	<i>344</i>
Christian Dorsch, Benjamin Weber, Manuel Philipp, Volker Hinrichsen and Michael Kurrat	

## **Werkstoffe und Isolierstoffsysteme 2**

Chair: Myriam Koch

<i>Durability tests on solid insulation materials for medium-frequency transformers in the frequency range from 1 kHz to 10 kHz</i> .....	350
Jan Vocke and Albert Moser	
<i>Untersuchungen zur elektrischen Durchschlagsfestigkeit und dem Teilentladungsverhalten von polymeren Isolierstofffolien in flüssigem Stickstoff</i> .....	356
Patrick Mansheim, Robert Bach, Michael Kurrat and Dag Willén	
<i>Untersuchung der Beeinflussung von akkumulierten Ladungsträgern auf der Oberfläche von HGÜ-Isolatoren mit PVDF</i> .....	361
Michael Hartje, Marius Huntke and Thomas Kumm	
<i>Spannungseinkopplung beim Seilzug an mehrsystemigen Masten mit stromführenden parallelen Stromkreisen</i> .....	366
Mustafa Kizilcay, Robert Dommerque and Stefan Bündler	

## **Energiekabel – TE-Messmethoden**

Chair: Ronald Plath

<i>Validation of a PD Monitoring System for Power Cables by Evaluating Joints with Defined Assembly Defects</i> .....	372
Daniel Passow, Michael Beltle, Stefan Tenbohlen, Martin Siegel, Christoph Kattmann, Lucas Höfer, Marcel Heckel and Jens Hohloch	
<i>PD Measurement on Long Lengths of Extruded HV Cables – Feasibility of IEC 60885-3 with Modern Digital PD Measuring Instruments</i> .....	378
Bernhard Schober, Uwe Schichler and Johannes Hoffmann	
<i>Detectability of internal partial discharges at an artificial reference failure under different types of on-site test voltages</i> .....	384
Daniel Müller-Bode, Robert Bach and Niklas Peck	
<i>Detection of partial discharges in high voltage DC cable systems using current pulse waveform analyses and Generative Adversarial Networks</i> .....	390
Pascal True, Thomas Gräf and Matthias Menge	

## **Generatoren**

Chair: Michael Lukas

<i>Einfluss des Rotordrehwinkels auf die Frequenzantwort von Synchronmaschinen</i> .....	396
Lukas Ranzinger, Stephanie Uhrig, Stefan Tenbohlen and Fabian Öttl	
<i>Teilentladungsverhalten von Hairpin Wicklungen in umrichter gespeisten Maschinen</i> .....	402
Chuxuan He, Michael Beltle and Stefan Tenbohlen	
<i>Modellierung der Frequenzantwort (SFRA) von rotierenden Maschinen</i> .....	408
Lukas Ranzinger, Stephanie Uhrig, Stefan Tenbohlen and David Gopp	

## **Werkstoffe und Isolierstoffsysteme 3**

Chair: Stefan Kornhuber

<i>Breakdown Strength of Insulating Materials in Tape Arrangements within Liquid Nitrogen .....</i>	<i>414</i>
Christof Humpert, André Schmid and Ralph Schumacher	
<i>Untersuchungen zur Anwendbarkeit gefüllter Kunstharzisoliersysteme für Mittelfrequenz-Mittelspannungs- (MF-MV)-Wicklungen.....</i>	<i>421</i>
Tobias Tamms, Stefan Kempen and Friedhelm Pohlmann	
<i>Effects of Harmonic Voltage Distortion on Partial Discharge Characteristics on Polymeric Insulation Foil .....</i>	<i>427</i>
Thomas Linde and Stephan Schlegel	

## **Energiekabel 2 / Transformatoren**

Chair: Ivana Mladenovic

<i>Fluxgate-Durchführungswandler zur hochgenauen Strommessung im Bereich von DC bis 150 kHz an Transformatoren.....</i>	<i>433</i>
Juan Velásquez, Roland Bürger, Alexander Lübke and Bernhard Grasel	
<i>Investigations with regard to the influence of the contact screws on the current distribution in a modern screw connector for plastic insulated high voltage.....</i>	<i>439</i>
Michael Hoischen, Robert Bach and Sandeep Kasaram	
<i>Ein neues Verfahren zur Health-Index Bestimmung am Beispiel von Leistungstransformatoren.....</i>	<i>444</i>
Mahmoud Moh'd, Henning Schnittker and Peter Werle	