

ETG *journal*

Energetische
Gesellschaft im VDE (ETG)

ETG Kongress 2025 Voller Energie – heute und morgen

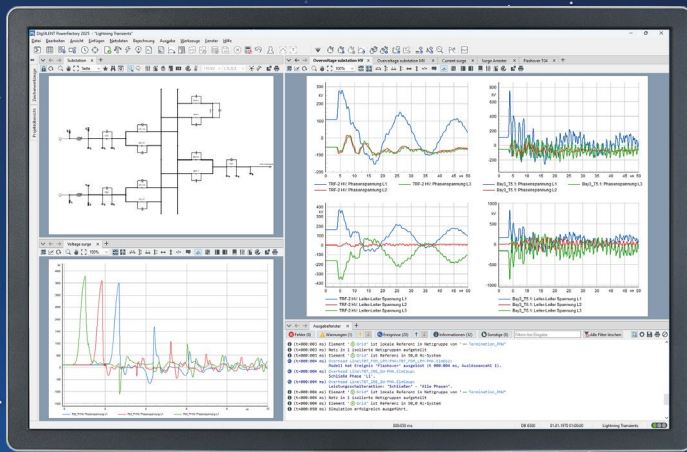
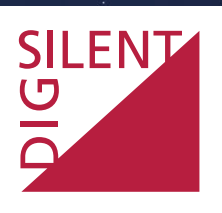


Zeit	Thema
10:00	Begrüßung und Einführung in das Kongressthema „Voller Energie – heute und morgen“
10:15	Ad-hoc Keynote „Energieeffizienz“

Prof. Dr. Christian Rehlitz, Technische Universität Dortmund

VDE ETG





POWERFACTORY

DIE KOMPLETTLÖSUNG FÜR DIE ANALYSE VON STROMNETZEN

PowerFactory ist eine weltweit führende Netzberechnungssoftware für die Analyse von elektrischen Systemen. Sie deckt das gesamte Funktionsspektrum von Standard-Funktionen bis hin zu äußerst komplexen und anspruchsvollen Anwendungen ab, zu denen Windkraft, dezentrale Erzeugung, Echtzeitsimulation und Performance Monitoring zur Netzprüfung und -überwachung gehören.

- Breite Abdeckung von Netzanwendungen nach dem Stand der Technik
- Effiziente und robuste Berechnungsalgorithmen für Simulation und Optimierung
- Umfangreiche und flexible Modellierungsfunktionen mit einer breiten Palette an Betriebsmittel-Modellen und Bibliotheken
- Unterstützt alle Netzmodelle und Phasen-Technologien
- Für alle Zeitbereiche korrekte Netzdarstellungen durch eine zeitbasierte Ausbaumodellierung
- Leistungsfähige Netzdiagramme und Grafik-/Darstellungsfunktionen
- Ein- und Mehrbenutzerumgebung
- Breite Palette an Standard- sowie funktionspezifischen Diagrammen
- Skript-Funktionalität bietet unbegrenzte Möglichkeiten bei der Prozess-automatisierung und -optimierung

Tauchen Sie ein in die breite Palette der Anwendungen und Funktionen von PowerFactory und finden Sie heraus, wie Sie PowerFactory für sich nutzen können!



Für weitere Informationen besuchen Sie:
www.digsilent.de/powerfactory

In mehr als 170 Ländern tätig.

40 YEARS OF
POWER SYSTEM SOLUTIONS
MADE IN GERMANY

TITELSTORY	4	I	INTERNATIONALES	31	
ETG Kongress 2025: Voller Energie – heute und morgen	4	I1	Aktuelle Informationen aus dem Deutschen Komitee der CIGRE.	31	
E	ETG AKTUELL	10	Y	VDE YOUNG NET	34
ETG Literaturpreis		Y1	Nachbericht zum Jungen Forum ETG am 20. Mai 2025 in Kassel	34	
Preisträger 2025	10	F	FNN AKTUELL	36	
Preisaufruf 2026	11	F1	Aktuelles aus dem Forum Netztechnik/ Netzbetrieb (VDE FNN)	36	
E1	Herbert-Kind-Preis 2024: Erfahrungsbericht von Konrad Dittrich.	12			
E2	ETG Vorstandswahl.	15			
Kandidatinnen- und Kandidatenliste 2026–2028		H	HISTORIE DER ELEKTROTECHNIK	39	
Dr.-Ing. Britta Buchholz	16	H1	Leiter-Erd-Impedanzen – Von der Wellengleichung zur Praxis.	39	
Ben Gemsjäger	17	H2	Der Schutz vor zu hohen Berührungs- spannungen	45	
Roland Götz	18				
Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson	19				
Dr. Andreas Hoffknecht	20				
Dr.-Ing. Alexander Montebaur	21				
Richard Tretter.	22				
Prof. Dr.-Ing. Andreas Ulbig.	23				
Prof. Dr.-Ing. Dirk Westermann	24				
ETG Veranstaltungen			Veranstungskalender	51	
Vorschau 2025	26				
Vorschau ETG Veranstaltungen		E3	Höherauslastung von Betriebsmitteln im Netz der Energiewende	28	
		E4	Elektromechanische Antriebssysteme	29	
		E5	CIPS – International Conference on Integrated Power Electronics Systems: Call for Papers	30	



Bild 1: Tagungsleiterin und ETG Vorsitzende Dr. Britta Buchholz eröffnet den Kongress | Anja Rottke - VDE

ETG Kongress 2025: Voller Energie – heute und morgen

21.–22. Mai 2025 | Kongress Palais Kassel

www.etg-kongress.com/2025

Wir befinden uns gerade in einem Energie-Superzyklus, der uns in den nächsten Jahren vielseitige und hochdynamische Änderungen in unserem Energiesystem bringen wird. Das ist eine großartige Chance für junge Expertinnen und Experten, sich in die Gestaltung des neuen Energiesystems mit voller Energie einzubringen. Es ist eine ebenso großartige Chance für die Erfahrenen unter uns, das eigene Wissen mit völlig neuen und unerwarteten Perspektiven zu beleuchten, also in der Tat lebenslang weiterzulernen. Es

lädt uns auch ein, manches zu verlernen, was für das bisherige sichere und wirtschaftliche Energiesystem notwendig war, das wir aber für das klimaneutrale und resiliente Energiesystem der Zukunft nicht mehr anwenden können. Für diese fachlichen und emotionalen Diskussionen gibt es keinen besseren Ort als das „Klassentreffen der Energietechnik“ wie es viele nennen: den ETG Kongress der wissenschaftlichen Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im VDE. Dieses Jahr fand er wieder im Kongress Palais Kassel statt mit 380 Expertinnen und Experten aus Energiewirtschaft, Industrie und Forschung.

Der Energie-Superzyklus ist in vollem Gange. Wir haben bereits einiges an Energietechnologien, um den Weg in Richtung eines bis 2045 klimaneutralen Energiesystems voller Energie weiterzugehen. Gleichzeitig ist insbesondere angewandte Forschung und Entwicklung wichtiger denn je, um unsere Technologiesouveränität schnell zu stärken.

Elektrische Energie wird der Dreh- und Angelpunkt der zukünftigen Energieversorgung. Wir reden derzeit davon, in wenigen Jahren die Kapazitäten der Netzinfrastruktur zu verdreifachen. Die zukünftige Einspeisung von Solar- und Windenergie sowie der steigende Bedarf von Transport, Industrie und Gebäuden an elektrischer Energie muss bedient werden. Gleichzeitig erkennen wir mehr und mehr die Not-



Bild 2: Tagungsleiterin und ETG Vorsitzende Dr. Britta Buchholz eröffnet den Kongress | © VDE



Bild 3: 380 Teilnehmerinnen und Teilnehmer kamen zum „Klassentreffen der Energietechnik“ in Kassel zusammen. | © VDE

wendigkeit von Resilienz mit Blick auf zunehmende große Störungen durch Extremwetterlagen und geopolitische Einflüsse.

Hierzu sind Innovationen und die intensive Diskussion in Fachkreisen und mit der Gesellschaft nötig. „Wir haben weder das Material noch den Platz, um unser aktuelles Energiesystem mit denselben Betriebsmitteln und Planungsgrundsätzen zu verdreifachen. Wir brauchen neue Betriebsmittel, wie zum Beispiel die Leistungselektronik, neue Planungsgrundsätze und Digitalisierung. „Dabei müssen wir die Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft von Anfang an mitdenken.“ eröffnet Tagungsleiterin und ETG Vorsitzende *Dr.-Ing. Britta Buchholz* den Kongress.

Vor dem Hintergrund dieser „Herkules“-Herausforderungen in der Energiebranche gab es sehr großes Interesse, sich beim „Klassentreffen der Energietechnik“ auszutauschen. 380 Tagungsgäste kamen für den ETG Kongress 2025 in Kassel zusammen. Sie kamen vorwiegend aus den Innovationsteams der Energiewirtschaft, den Forschungs- und Entwicklungsgruppen der Energietechnik-Industrie und aus Forschungsinstituten und Universitäten.

In den anschließenden 5 parallelen Sessions wurden über 130 Beiträge präsentiert und in vollen Tagungsräumen mit interessierten Teilnehmenden angeregt diskutiert. In den Pausen konnte man die Energie und die Begeisterung spüren, mit denen sich die Teilnehmenden wieder für die nächste Runde stärkten und sich dabei auch von den Exponaten an den Ständen der Sponsoren inspirieren ließen.



Bild 4: Session | © VDE



Bild 5: Poster Ausstellung | © VDE



Bild 6: Konrad Küchenmeister | © VDE

Bis spät in die Nacht wurden die Poster diskutiert während gleichzeitig der Loop-Musiker Konrad Küchenmeister für gute Stimmung sorgte.

Im Rahmen des Kongresses beteiligte sich das Forschungsprojekt KOPERNIKUS ENSURE mit Tutorial, Vorträgen und Exponaten. Das Forschungsprojekt „System Services for Reliable Electricity Grids 2050“ (SINED) präsentierte seine Abschlussergebnisse auf dem Kongress.

Junges Forum ETG

Am Vortag trafen sich bereits 50 junge Talente zum „Jungen Forum ETG“ am Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) und für Exkursionen. Ein gemeinsamer Abend des Jungen Forums mit dem ETG Vorstand war eine gelungene Einstimmung und Team-Building vor dem Kongress.

Resilienz und Technologie-Souveränität in Europa

Resilienz wird im Energiesystem der Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. In der Opening Session gaben **Dr. Britta Buchholz** und **Prof. Dr. Christian Rehtanz**, TU Dortmund, unter höchster Aufmerksamkeit des Publikums in einer Ad-hoc Key Note spontane Einblicke und Hinter-



Bild 8: Prof. Dr. Bernd Engel, organisierte das Abschlusstreffen des SINED Projekts im Rahmen des ETG Kongresses. | © VDE



Bild 7: Das Kopernikus ENSURE Team lud an ihrem Stand zu Spielen rund um die Energietransformation ein. | © VDE

gründe zu Blackouts und erläuterten ein Beispiel für einen vorbildlichen Wiederaufbau nach dem Blackout.

Dr. Stefan Küppers, stellvertretender Vorsitzender der ETG und Senior Expert bei E.ON SE, leitete die Podiumsdiskussion „Energiesouveränität und Klimaneutralität im Schulterschluss von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft“. Darin beleuchteten die Panelistinnen und Panelisten Innovationen zur Energietransformation aus der Politik, der Systemperspektive sowie aus der Sicht von Stromnetzen, der Wärme- und Mobilitätswende.

Auf die Eröffnungsfrage, welche Weichen die neue Bundesregierung nun stellen wird, reagierte **Dr. Fabian Werner** aus dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie eher zurückhaltend mit dem Blick auf die aktuell noch laufenden internen Diskussionen. Ein Anreiz für Innovationen bliebe weiterhin das 8. Energieforschungsprogramm für angewandte Energieforschung. Es ist in sogenannten Sprints angelegt und fördert neben den bekannten Förderinstrumenten auch kurzfristige Studien. Mit Frau Dr. Buchholz als Vorsitzende des Beirats für dieses Energieforschungsprogramm sei eine direkte Verbindung zur ETG gegeben.

Zu der Frage, in welchen Bereichen des Energiesystems der größte Handlungsbedarf ist, nahm **Prof. Dr. Martin Braun**, Leiter des Fraunhofer Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik in Kassel, Stellung. Um den vollen Schwung zu erhalten, mit dem wir diese „Herkules“- Aufgabe bereits erfolgreich angepackt haben, seien



Bild 9: VDE Young Net Orga Team | © VDE



Bild 10: CIGRE Next Generation Network Germany | © VDE



Bild 11: Rosalia Virga, Leiterin VDE Young Net | © VDE

verlässliche Leitplanken auf dem Weg zur Klimaneutralität von Seiten der Politik besonders wichtig. Die angewandte Forschung trage zur Stärkung der Technologiesouveränität bei, die beim Umbau unserer kritischen Energieinfrastruktur besonders wichtig sei. Handlungsbedarf gäbe es auch bei den zehntausenden Fachkräften, die wir für den Umbau des Energiesystems benötigen und die wir zunehmend aus dem internationalen Umfeld rekrutieren. Welche Rolle Künstliche Intelligenz spielen kann, so dass wir trotz Fachkräftemangel erfolgreich sein können, wird auf dem ETG Kongress in einem eigenen Schwerpunkt diskutiert.

Eine Frage an **Rosalia Virga**, Leiterin des Young Net im VDE, war, wie die junge Generation - unsere Fachkräfte von morgen – auf das Thema Klimaschutz und Technologiesouveränität blickt. Künstliche Intelligenz sei gerade für diese Zielgruppe spannend, auch die Digitalisierung und Nach-



Bild 12: Dr. Stefan Küppers, ETG Vorstandsmitglied | © VDE



Bild 13: Angeregte Podiumsdiskussion mit Thomas Speidel, Rosalia Virga, Dr. Fabian Wernder, Dr. Stefan Küppers, Ralf Klöpfer, Wilfried Breuer und Prof. Dr. Martin Braun (vlnr) | © VDE



Bild 14: Dr. Felix Dschung, Consultant Bahntechnik bei Furrer+Frey | © VDE



Bild 15: Dr. Ralf Petri, Geschäftsführer der Energietechnischen Gesellschaft im VDE. | © VDE

haltigkeit stoßen auf großes Interesse. Eine spontane Frage ins Publikum zeigte, dass sich ca. ein Drittel der Teilnehmenden zur Gruppe des Jungen Forums ETG / Young Net im VDE zählen. Dem Fachkräftemangel möchte sie mit dem Young Net im VDE entgegenwirken und junge Menschen für Elektrotechnik und Informationstechnik begeistern. Das Berufsbild der Elektroingenierinnen und -ingenieure sei insgesamt wenig bekannt. Das Junge Forum ETG fand bereits am Vortag statt und war ausgebucht – es war ein wichtiger Start in die ETG Community für die jungen Leute. So konnten sie sich vorab untereinander und auch mit dem ETG Vorstand vernetzen und kamen schon als starke Gruppe – sozusagen als neue „Klasse“ – in den ETG Kongress.

Die Begeisterung von jungen Leuten für Energietechnik liegt auch **Wilfried Breuer**, Geschäftsführer der Maschinenfabrik Reinhausen, sehr am Herzen. Auch die konventionellen Betriebsmittel wie Transformatoren entwickeln

sich digital weiter. Digitale Zwillinge und neue Konzepte zur Spannungsregelung auf Basis von Leistungselektronik werden für mehr Flexibilität im Netz und zur besseren Auslastung der Infrastruktur wichtig. Es lohnt der Blick über die Ländergrenzen hinweg, wo bereits innovative Betriebsmittel eingesetzt werden, mit denen die Netzkapazität erheblich gesteigert werden kann. Dabei ist es wichtig, Standards voranzutreiben und einheitliche Regeln für das Zusammenspiel vieler Betriebsmittel zu regeln.

Bei der Transformation des Energiesystems spielt die Wärmewende eine ganz wesentliche Rolle – und hier gibt es noch viel zu tun. Die Mannheimer Wärmewende hat bundesweit Furore gemacht. Dabei ist es besonders wichtig, die Gesellschaft mitzunehmen. **Ralf Klöpfer**, Mitglied des Vorstands der MVV Energie erläuterte, dass in Mannheim den Bürgerinnen und Bürgern nahegelegt wird, bei einer Heizungserneuerung in Wärmepumpen zu investieren, da dies in vielen Fällen über die Lebensdauer hinweg die günstigste Lösung sein wird. Für eine pragmatische Umsetzung werden zum Beispiel den Bürgerinnen und Bürgern attraktive Angebote an Privatkunden gemacht, die den Wechsel zur Wärmepumpe einfach machen.

Auch der Transportsektor wird zunehmend auf elektrische Energie setzen und mehr elektrische Infrastruktur benötigen. **Thomas Speidel**, Gründer und CEO von ADS-TEC Energy sowie Präsident des Bundesverbands Energiespeichersysteme (BVES), ist Technologiesouveränität hierbei besonders wichtig. Es sei wichtig, die Wertschöpfungsketten insbesondere bei der Entwicklung und Fertigung der neuen Technologien in Deutschland und Europa zu stärken. Gerade mit Blick auf Cybersecurity sei es wichtig zu erkennen, welche Einfallsmöglichkeiten es für Cyber-Attacks gibt, und wie wir uns hierbei absichern. Für das Energiesystem der Zukunft werden wir insgesamt mehr Flexibilitäten brauchen, insofern werden auch Energiespeicher aller Art eine große Rolle spielen.

Nach der Podiumsdiskussion gab **Dr. Felix Dschung**, Consultant Bahntechnik bei Furrer+Frey, in seiner Key Note Anregungen, wie man bei unklarer Lage entscheidungsfähig bleibt. In den aktuellen schnellen Entwicklungen mit sich ständig änderndem Umfeld wurde im Laufe der Tagung immer wieder Bezug auf seine Anregungen aus seinen Erfahrungen in der Bundeswehr genommen.

7 Schwerpunktthemen des ETG Kongresses

1. *Asset Management in Zeiten der Energietransformation* – Topic Chair Dr. Michael Schwan
2. *Systemführung des zukünftigen Energiesystems* – Topic Chair Richard Tretter
3. *Leistungselektronik als Schlüsselkomponente im neuen Energiesystem* – Topic Chair Prof. Dr. Marco Jung
4. *Innovationen in Betriebsmitteln und Technologien für eine klimaneutrale und nachhaltige Energieversorgung* – Topic Chair Timo Mützel
5. *Innovative Betriebskonzepte und Geschäftsmodelle für eine klimaneutrale und nachhaltige Energieversorgung* – Topic Chair Ben Gemsjäger
6. *Künstliche Intelligenz im Energiesystem* – Topic Chair Dr. Karsten Viereck
7. *Projekte und Anwendungen für eine beschleunigte Energiewende* – Topic Chair Stefan Kämpfer



Bild 16: Podiumsdiskussion auf der ETG Mitgliederversammlung zum Thema „Voller Energie – heute und morgen“ mit Dr. Britta Buchholz, Prof. Dr. Andreas Ulbig, Prof. Dr. Jutta Hanson, Prof. Dr. Dirk Westermann, Dr. Alexander Montebaur, Ben Gernsjaeger (vlnr) | © VDE

ETG – Mitgliederversammlung

Im Rahmen des VDE ETG Kongresses fand auch die Mitgliederversammlung der ETG statt. Dabei wurden aktuelle Projekte und strategische Schwerpunkte der Fachgesellschaft vorgestellt. Zudem erhielten die Mitglieder einen Überblick über die aktuellen Entwicklungen der Taskforces und geplanten Veröffentlichungen. Eine Podiumsdiskussion beleuchtete zentrale Zukunftsthemen der Energietechnik und bot Impulse für die weitere Arbeit. Die Versammlung bot den Mitgliedern eine wertvolle Plattform zum Austausch und zur aktiven Mitgestaltung der künftigen ETG Ausrichtung.

Erfrischender Company Slam zeigt Vielfalt der Ausstellung

Auch bei diesem ETG Kongress war die Beteiligung über Sponsoring und Ausstellung durch Förderprojekte und Unternehmen wieder hervorragend. Mit einer Ausstellung direkt in der Kongressmitte bot sich für die Aussteller und den Kongressteilnehmern ein spannender Dialog zum Austausch, der für alle bereichernd war. Mit dem abendlichen Company Slam erreichte dann die Ausstellung den Höhepunkt: Alle Aussteller stellten sich in einem kurzen und knackigen Pitch den Gästen vor. In diesem Sinne nochmal herzlichen Dank an alle Sponsoren, Aussteller und Unterstützer.

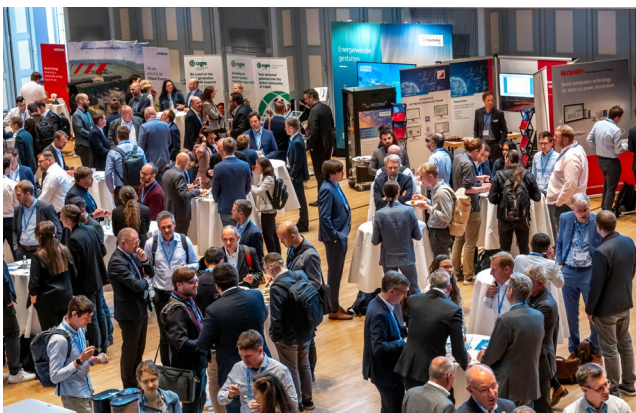


Bild 18: © VDE

Tagungsband

Energietechnische Gesellschaft im VDE (VDE ETG) (Hrsg.)
 ETG-Fb. 176:
 ETG-Kongress 2025
 Die Energiewende beschleunigen
 21.–22. Mai 2025, Kongress
 Palais Kassel



ETG Fachberichte

ISBN 978-3-8007-6494-5 (CD-ROM)
 ISBN 978-3-8007-6495-2 (E-Book) ISSN 0341-3934
 2025, VDE VERLAG GMBH · Berlin · Offenbach,
 Bismarckstraße 33, 10625 Berlin, Germany
 Persönliche VDE Mitglieder erhalten auf diesen Titel
 10% Rabatt.

Bestellen unter <https://www.vde-verlag.de/buecher/proceedings/etg-fachberichte/>



Bild 17: © VDE



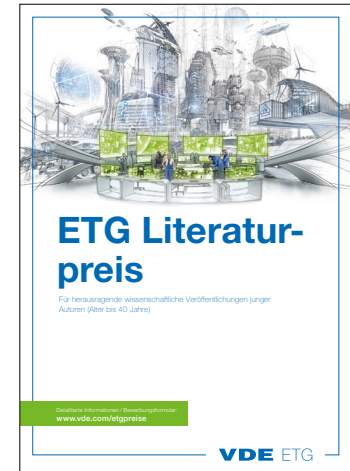
Bild 19: © VDE

ETG Literaturpreis

Die ETG verleiht jährlich für herausragende Publikationen auf dem Gebiet der Elektrischen Energietechnik den ETG Literaturpreis. Mit der Auszeichnung ist eine Prämie von 3.000 € pro Publikation verbunden.

In diesem Jahr wurden zwei Veröffentlichungen prämiert. Die Preisverleihung erfolgte durch die ETG Vorstandsvorsitzende Frau Dr.-Ing. Britta Buchholz im Rahmen des ETG Kongresses am 22. Mai 2025 in Kassel.

Die Preisträger sind:



Felix Hoffmann

in Würdigung der Veröffentlichung

Local Heat Transfer Coefficient Measurements on Shaft Spray Cooled End Windings

Felix Hoffmann, Jonas Bender, Mattis Parche, Matthias Brodatzki, Benjamin Dietrich, Thomas Wetzel, und Martin Doppelbauer

erschienen in: *IEEE Transactions on Industry Applications* (Volume: 60, Issue: 4, July-Aug. 2024)



Herr Felix Hoffmann wird als Erstautor mit dem VDE Literaturpreis ausgezeichnet, weil er mit seiner Arbeit einen hochaktuellen und praxisrelevanten Beitrag zur Weiterentwicklung der elektrischen Antriebstechnik geleistet hat.

Die ausgezeichnete Publikation adressiert ein zentrales Problem der aktuellen Entwicklung von Elektromotoren für die Elektromobilität: die effiziente Kühlung leistungsdichter Maschinen. Mit einem ausgeklügelten thermischen Messkonzept, hohem methodischem Anspruch und einem klaren Blick auf die industrielle An-

wendbarkeit ist es gelungen, ein bislang unzureichend nachgebildetes Phänomen – die lokalen Wärmeübergänge bei rotierender Ölsprühkühlung – experimentell detailliert zu erfassen und modellhaft zu beschreiben.

Dabei überzeugt die Arbeit nicht nur durch die technische Tiefe, sondern auch durch die Übertragbarkeit der Ergebnisse und direkte Anwendbarkeit in der Auslegung und Optimierung von elektrischen Maschinen mit rotierender Sprühkühlung. Das entwickelte Modell bietet einen konkreten Mehrwert für Forschung und Industrie.

Christian Schöll

in Würdigung der Veröffentlichung

Analyse der tragenden Rolle von Elementen mit netzbildender Regelung für einen stabilen Stromnetzbetrieb

Christian Schöll und Hendrik Lens

erschienen in: *at – Automatisierungstechnik*



Im Beitrag stellt Herr Schöll eindrucksvoll und verständlich die Bedeutung netzbildender Wechselrichter für den zukünftigen stabilen Netzbetrieb dar.

Herr Schöll wendet in dem Beitrag sein fundiertes regelungstechnisches und elektrotechnisches Fachwissen für die Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Synchrongeneratoren und Wechselrichterregelungen an, welches ihm eine übersichtliche und klare mathematische Darstellung der entscheidenden komplexen Zusammenhänge ermöglicht, ohne sich in Details zu verlieren.

Die Publikation von Herrn Schöll besticht sowohl durch ihren systemischen und strukturierten Aufbau als auch durch eine präzise sprachliche Darstellung.

Mit dem Beitrag hat Herr Schöll für eine methodisch anspruchsvolle und komplexe Fragestellung erfolgreich neue Lösungsansätze entwickelt, die ihm eindeutige Aussagen zur zukünftigen Gestaltung des elektrischen Energieversorgungsnetzes ermöglichen.

ETG Literaturpreis – Preisaufruf 2026

Die ETG verleiht jährlich für herausragende Publikationen auf dem Gebiet der Elektrischen Energietechnik den ETG Literaturpreis.

Auch in 2026 wird der ETG Literaturpreis für hervorragende Veröffentlichungen aus dem Jahr 2025 (Abweichungen von +/- 3 Monaten werden toleriert) auf dem Gebiet der Elektrischen Energietechnik ausgeschrieben.

Der Autor bzw. die Autorin soll nicht älter als 40 Jahre sein. Die mit dem Preis verbundene Prämie beträgt 3.000 €. Mögliche Themen sind alle Fachgebiete der Elektrischen Energietechnik (auch zusammenfassende Darstellungen).

Die Jury bewertet nach den Kriterien Bedeutung der Arbeit, Originalität, Kompetenz, Darstellung und Form. **Einsendeschluss für Vorschläge oder Eigenbewerbungen ist der 14. Februar 2026.**

Weitere Informationen sind auf der ETG Homepage unter www.vde.com/etg-literaturpreis verfügbar. Dort ist auch die Eingabemaske zur Online-Bewerbung zu finden.

Für Fragen steht Ihnen die ETG Geschäftsstelle unter etg@vde.com gerne zur Verfügung.



ETG Literaturpreis 2026

Für herausragende wissenschaftliche Veröffentlichungen junger Autorinnen und Autoren (Alter bis 40 Jahre) aus dem Jahr 2025 (± ¼ Jahr).

Preis: 3.000 €

Themen: Alle Fachgebiete der elektrischen Energietechnik

Kriterien: Bedeutung der Arbeit, Originalität, Kompetenz, Darstellung, Form

Termin: bis 14. Februar 2026
(auch Verschiebung von möglichen Kandidaten)

Bitte senden Sie Ihre Bewerbung an:
etg@vde.com

Detaillierte Informationen / Bewerbungsformular:
www.vde.com/etg-literaturpreis

VDE ETG

E1 Erfahrungsbericht von Konrad Dittrich *(Preisträger des Herbert-Kind-Preises 2024)*

Mein Name ist Konrad Dittrich. Ich habe Elektrotechnik mit Fokus auf Elektromobilität, intelligente Systeme und Batteriespeicher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) studiert. Als Preisträger des Herbert-Kind-Preises hatte ich die außergewöhnliche Gelegenheit, meine Masterarbeit im Wintersemester 2024/2025 am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston zu schreiben. In der Forschungsgruppe von Prof. Martin Z. Bazant – einem international führenden Wissenschaftler auf dem Gebiet der physikalischen Batteriemodellierung – arbeitete ich an einem Projekt zur verbesserten Beschreibung elektrochemischer Reaktionskinetik.

Fachlicher Fokus: Reaktionskinetik und Nichtlineare Frequenzanalyse

Zentrales Ziel meiner Arbeit war die Untersuchung der Reaktionskinetik – also der Zusammenhang zwischen Strom und Überspannung beim Ladungsübergang – einer Schlüsselgröße für die Leistungsfähigkeit moderner Lithium-Ionen-Batterien. Die bisherige Modellierung greift dabei häufig auf die klassische Butler-Volmer-Gleichung zurück. Prof. Bazant hat ein erweitertes Modell für den gekoppelten Ionen- und Elektronentransfer (CIET) entwickelt, das diese Prozesse physikalisch genauer beschreibt, jedoch experimentell schwer zugänglich ist.

Hier kam meine Erfahrung mit einer neuartigen Messtechnik ins Spiel: der Nonlinear Frequency Response Analysis (NFRA), die von der Forschungsgruppe meiner KIT-Betreuerin Prof. Ulrike Krewer entwickelt wurde. Diese Methode erlaubt die gezielte Analyse nichtlinearer Effekte im elektrochemischen System – ein Aspekt, der mit herkömmlicher Impedanzspektroskopie nicht erfasst werden kann. Mein KIT-Betreuer Julian Ulrich hatte mit vorherigen Forschungsarbeiten die Simulation und Messung erarbeitet, worauf ich aufbauen konnte. Bereits vor meiner Reise hatte ich selbstgebaute Experimentalzellen vermessen und so Referenzdaten über verschiedene Ladezustände und Temperaturen erstellt.

Die Auswertung dieser Messungen lieferte spannende Erkenntnisse: Beispielsweise zeigte sich, dass die Austauschstromdichte und damit die maximale Reaktionsrate, sowohl bei niedrigem als auch bei hohem Ladezustand deutlich absinkt – ein Effekt, der die Zellnutzung in der Praxis einschränkt. Die Temperaturabhängigkeit ließ zudem Rückschlüsse auf die Begrenzung durch Ionen- vs. Elektronentransfer zu. Diese experimentellen Erkenntnisse wurden mit einem simulationsgestütztes Pseudo-2D-Modell (P2D) erzeugt, das ich im Frequenzbereich statt im Zeitbereich löste – eine seltene, aber für die NFRA-Daten besonders geeignete Herangehensweise. Sie ermöglichte eine direkte Analyse höherer Harmonischer und verkürzte die Rechenzeiten erheblich, was der Parameteroptimierung zugutekam.

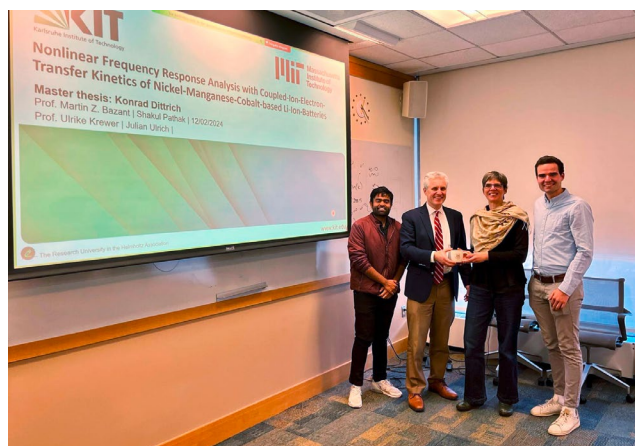
Lernen und Lehren am MIT

Akademisch war das Umfeld am MIT herausragend. Prof. Bazants Vorlesung zu elektrochemischen Energiesystemen verband theoretische Tiefe mit Praxisbezug. Ersatzschaltbilder und physikalisch-chemische Modelle wurden gleichwertig behandelt. Auch die Studierenden zeigten ein bemerkenswert hohes Engagement – sowohl im Unterricht als auch auf dem Campus. Meine Sitznachbarin leitete die Übung zur Vorlesung und investierte große Teile ihrer Zeit in die Weiterentwicklung der Lehre – ein Engagement, das mich nachhaltig beeindruckte.

Besonders auffällig war das allgemeine Arbeitsklima: Die Atmosphäre war durchweg von hoher Motivation, Eigeninitiative und Unternehmergeist geprägt. „Könnte man daraus ein Startup machen?“ – diese Frage hörte ich mehrfach in Diskussionen innerhalb unserer Gruppe. Viele Studierende am MIT denken unternehmerisch und sehen ihre Forschung auch unter dem Aspekt der wirtschaftlichen Verwertbarkeit. Mein Betreuer Shakul Pathak ermutigte mich zur Anwendung der sogenannten 90/10-Regel: 10 % der Zeit sollte ich auf riskante, potenziell disruptive Ideen reservieren – selbst, wenn sie in der Regel misslingen. Im Erfolgsfall eröffnen sie jedoch neue Perspektiven, etwa für wissenschaftliche Publikationen oder innovative Ausgründungen.

Infrastruktur und Alltagsleben

Trotz ihres exzellenten Rufs waren die Labore am MIT generell eher pragmatisch ausgestattet. Viele Geräte wurden geteilt, Batteriegehäuse teils selbst gebaut – ein klarer Kontrast zu sehr gut ausgestatteten Laboren am KIT. Entscheidender für die Forschungsqualität war jedoch die kreative Datenverarbeitung, die Geschwindigkeit der Umsetzung und die Offenheit für Neues.



Deutscher Besuch am MIT – Prof. Ulrike Krewer bei der Zwischenpräsentation



Kilian Court mit great Dome im malerischen Herbst

Boston selbst erlebte ich als lebenswerte, aber äußerst kostspielige Stadt. Die Lebenshaltungskosten beliefen sich auf rund 4.000 US-Dollar pro Monat – fast das Fünffache dessen, was am KIT üblich ist. Besonders spürbar war dies bei der Unterkunft: Während das günstigste Wohnheim am KIT etwa 225 € kostet, lag der Preis am MIT bei über 1.100 \$. Ohne Stipendien wäre der Aufenthalt für mich nicht realisierbar gewesen.

Außerhalb des Labors bot Boston zahlreiche kulturelle Highlights. Besonders hervorzuheben ist das Boston Symphony Orchestra, das Studierenden vergünstigten Zugang bietet. Auch das Segeln auf dem Charles River war ein unvergessliches Erlebnis – nicht zuletzt durch die malerische Kulisse des MIT-Campus mit dem Kilian Court im Herbstlicht. Durch meine Rolle als Vorstandsmitglied der Visiting Student Association (VISTA) war ich zudem intensiv in das studentische Leben eingebunden und organisierte Events wie Oktoberfest, Thanksgiving Dinner oder Hikes in New England, wie auf dem Lonesome Lake Trail.

Fachlicher Austausch und Netzwerke

Weitere Highlights meines Aufenthalts waren die Konferenzen in Boston, wie der Besuch der MRS-Konferenz, auf der ich unter anderem Mitglieder der renommierten Chueh Group aus Stanford traf. Darüber hinaus nahm ich am Nordamerikatreffen der Studienstiftung teil, das Raum für tiefgründige Gespräche über Large Language Models, gesellschaftliche Entwicklungen der Zeitenwende und den Erfahrungsaustausch unter deutschen Geförderten bot. Auch die Harvard German-American Conference war eine eindrucksvolle Erfahrung – mit prominenten Gästen wie dem Präsidenten des Bundesverfassungsgerichts, Stephan Harbarth. Solche Veranstaltungen zeigten mir, wie stark Boston als intellektuelles Zentrum wirkt und welche Möglichkeiten sich Studierenden dort eröffnen.



Hike Retreat der Visiting Student Association in New Hampshire auf dem Lonesome Lake Trail



Harvard German American Conference mit hohem Besuch aus Deutschland – Der Präsident des Bundesverfassungsgerichts Stephan Harbarth

Reflexion und Ausblick

Rückblickend war die Zeit am MIT der Höhepunkt meines Studiums. Die Verbindung aus Spitzenforschung, inspirierender Umgebung und persönlicher Entwicklung war einzigartig. Besonders nachhaltig geprägt hat mich der Arbeitswille meiner Kolleginnen und Kollegen – als ich in der ersten Woche freitagabends um 18 Uhr als Erster das Labor verließ, fiel ich auf. Mit der Zeit passte ich mich diesem Rhythmus an. Ich blieb häufig länger – nicht aus Zwang, sondern weil die Begeisterung für das Projekt ansteckend war und der wöchentliche Fortschritt anspornte.

Gleichzeitig lernte ich, wie wichtig ein funktionierendes Netzwerk ist – sowohl für den Alltag als auch für die Wissenschaft. Als ich kurzfristig eine neue Unterkunft brauchte, halfen mir Kommilitonen schnell und unbürokratisch. Auch beim Korrekturlesen meiner Masterarbeit erhielt ich kurzfristig wertvolle Unterstützung – sowohl einzeln als auch durch einen Writing Clubs.

Die fachliche Einarbeitung in die Theorien von Prof. Bazant war anspruchsvoll. Rückblickend hätte ich bereits

vor dem Aufenthalt engeren Austausch mit der Forschungsgruppe gesucht, um schneller und tiefer einzusteigen zu können. Die Konzentration auf hochwertige Messdaten erwies sich dennoch als die richtige Strategie, da sie das Fundament für alle weiteren Analysen bildete.

Finanzierung und Empfehlung

Die größte Herausforderung war für mich im Vorfeld die Finanzierung. Die sogenannte 51 %-Regel verlangt, dass mehr als die Hälfte der Kosten durch externe Mittel getragen werden. Um dem gerecht zu werden, habe ich frühzeitig mit der Planung begonnen. Ich informierte mich über 31 Stipendien, führte zahlreiche Beratungsgespräche und bewarb mich schließlich bei acht Organisationen – mit teils aufwändigen Bewerbungen, individuellen Empfehlungsschreiben und detaillierten Finanzierungsplänen. Drei Zusagen erhielt ich, wobei sich insbesondere telefonische Rückfragen zur Kompatibilität als entscheidend erwiesen.

Studierenden mit ähnlichen Plänen empfehle ich, spätestens zu Jahresbeginn Forschungsskizze, Einladungsschreiben und Empfehlungsschreiben bereitzuhalten, um aussagekräftige Bewerbungen zu ermöglichen. Ohne die Förderung durch den VDE/ETG, die Studienstiftung des Deutschen Volkes und das Erich-Müller Stipendium wäre mein Aufenthalt am MIT nicht möglich gewesen – dafür bin ich sehr dankbar.

Fazit

Meine Masterarbeit am MIT war nicht nur ein wissenschaftliches Projekt, sondern eine prägende Lebenserfahrung. Ich konnte tief in die Theorie der elektrochemischen Kinetik eintauchen, neue Modellierungsansätze erproben und gleichzeitig lernen, wie Innovation in einem internationalen Spitzenumfeld entsteht. Die gewonnene Fachkompetenz, das globale Netzwerk und die persönliche Reifung haben mein Profil als Ingenieur entscheidend geschärft.



Mit lachendem und weinendem Auge – Bazant Forschungsgruppe beim Abschiedessen im Februar 2025

Nach meiner Rückkehr setze ich mich dafür ein, den dort erlebten Erfindergeist auch in Deutschland weiterzutragen – etwa durch die Teilnahme an Startup-Veranstaltungen am KIT oder durch die Einreichung meiner Arbeit zur Veröffentlichung in einem Fachjournal. In der Fachschaft Elektrotechnik habe ich über meinen Aufenthalt berichtet, um andere Studierende zu ermutigen, ebenfalls internationale Erfahrungen zu sammeln.

Trotz der aktuellen Wirtschaftslage ergeben sich dank der außergewöhnlichen Erfahrungen doch zahlreiche Optionen in Akademia und Industrie. Mein Ziel ist es, im Bereich Energiespeichersysteme tätig zu werden – mit dem Anspruch, Innovationen „made in Germany“ zu gestalten.

Mein herzlicher Dank gilt dem VDE/ETG für die Zuerkennung des Herbert-Kind-Preises. Ihre Unterstützung war der entscheidende Hebel, um diese prägende und horizont-erweiternde Erfahrung möglich zu machen.



Vorlesung Disciplined Entrepreneurship – Pitch der Semesterprojekten vor Risikokapitalgebern



© contrastwerkstatt / stock.adobe.com

E2 ETG Vorstandswahl

Sehr geehrtes ETG Mitglied,

in diesem Sommer sind Sie aufgerufen, den ETG Vorstand für die Amtsperiode 2026–2028 zu wählen.

Durch Veröffentlichung im VDE dialog, in der etz und auf der ETG Homepage haben wir Ihnen die Kandidatinnen und Kandidaten für die ETG Vorstandswahl bekannt gegeben. Nachfolgend finden Sie eine ausführliche Vorstellung der Personen, die sich zur Wahl stellen.

Alle ETG Mitglieder sind aufgerufen, **vom 20. August bis 19 September, 18 Uhr**, an der Wahl teilzunehmen. **Die Stimmabgabe erfolgt online:** www.vde.com/etgwahl

Wer Briefwahl durchführen möchte, kann die Briefwahlunterlagen während des Wahlzeitraums anfordern. Bitte senden Sie dazu eine E-Mail an etg@vde.com und nennen Sie darin Ihre Mitgliedsnummer. Bitte schicken Sie die ausgefüllten Briefwahlunterlagen rechtzeitig ab, so dass der Brief vor Ablauf des Wahlzeitraums in der ETG Geschäftsstelle ankommt.

Das Wahlergebnis wird im ETG *journal*, im VDE dialog, in der etz und auf der ETG Homepage veröffentlicht.

Kandidatinnen- und Kandidatenliste für die Wahl zum ETG Vorstand der Amtsperiode 2026 – 2028

Mitglieder des amtierenden Vorstands sind mit * gekennzeichnet.



Dr.-Ing. Britta Buchholz*

Hitachi Energy Germany AG, Mannheim

Gruppe Industrie

Motivation und Ziele

Für die weitere Gestaltung eines sicheren, nachhaltigen und wirtschaftlichen Energiesystems leistet die Energietechnische Gesellschaft im VDE einen wichtigen Beitrag. Ich werde auf den Erfolgen der aktuellen Periode aufbauen und den Beitrag in der nächsten Periode mit neuen Aktivitäten und Formaten verstärken.

Ich werde im Falle einer Wiederwahl folgende Schwerpunkte setzen:

- Intensiver Wissensaustausch. Ich würde gerne gemeinsam mit vielen ETG Mitgliedern der Gesellschaft die Energietransformation und Multienergiesysteme erklären und die Bevölkerung besser mit einbeziehen.
- Einsatz von künstlicher Intelligenz im Energiesystem. Wir werden als ETG gemeinsam mit weiteren VDE Gremien aktiv dazu beitragen, den europäischen Beitrag hier zu stärken.
- Die internationale Sichtweise stärken, z. B. durch eine engere Verbindung zwischen VDE ETG und dem internationalen Schwesterverband CIGRE. Durch meine globale Rolle bei Hitachi Energy und meinen CIGRE Aktivitäten kann ich hier einen wichtigen Beitrag leisten.
- Nachhaltigkeit des Energiesystems. Es ist mir wichtig, dass Nachhaltigkeit in den Aktivitäten der ETG kontinuierlich berücksichtigt wird.
- Mehr junge Menschen für die ETG und die Energietechnik-Fächer gewinnen, auch mit neuen Formaten.
- Mit den Expertinnen und Experten der ETG die Politik fachkundig beraten.

Beruflicher Werdegang

- 1996 Diplom-Wirtschaftsingenieurin, Karlsruhe Institute of Technology; Master Thesis am Asian Institute of Technology in Bangkok, Thailand
- 2001 Promotion Dr.-Ing. Elektrotechnik an der Universität Kassel
- 2007 – 2013 ETH Zürich Lehrauftrag „Projektmanagement“
- 2001 – 2011 MVV Energie AG
- 2001 – 2004 Leiterin Produktentwicklung
- 2004 – 2008 Senior Projektmanagerin Technologie & Innovation
- 2008 – 2011 Abteilungsleiterin Planung Netze und Anlagen (Strom, Gas, Wasser, Fernwärme)
- 2011 – 2019 ABB AG
- 2011 – 2013 Leiterin Smart Grids
- 2014 – 2016 Leiterin Power Consulting
- 2016 – 2019 Globale Produktmanagerin, Business Development Microgrids / Grid Edge Solutions
- Seit 2020 Hitachi Energy Germany AG (bis 2021 Hitachi ABB Power Grids)
VP Aktive Verteilnetze, Global Market Innovation

Mitgliedschaften, Gremien

- VDE ETG Vorsitzende des Vorstands und Mitglied des VDE Präsidiums seit 2023
- Mitglied des Beirats für das Energieforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz seit Oktober 2024
- CIGRE Fellow und Mitglied des DK CIGRE
- Leitung des internationalen Studienkomitees C6 „Active distribution grids and distributed energy resources“ und Mitglied im Technical Council (2014 – 2016), Leitung von 2 Arbeitsgruppen und Programmkomitee für verschiedene Konferenzen
- Mitglied im Präsidium des Bundesverbands Energiespeichersysteme e.V. (BVES)
- Mitglied im Kuratorium des Fraunhofer IEE in Kassel



Ben Gemsjäger

Siemens AG, Erlangen

Gruppe Industrie

Motivation und Ziele

Bis 2030 werden in Deutschland, aber auch global „alle Hände an Deck“ benötigt, um gleich mehrere Transformationsprozesse anzukurbeln. Einerseits gilt es, die gebotenen Veränderungen weiter zu beschleunigen, diese andererseits aber auch mit der notwendigen Sorgfalt und technischen Sachverstand zu begleiten: Angefangen mit der Energie- und Nachhaltigkeitswende, über die Verkehrs- und Wärmewende, die Digitalisierung von immer mehr Prozessen bis hin zu neuen Arbeits- und Geschäftsfeldern wirken zahlreiche Entwicklungen parallel, aber auch immer stärker miteinander verknüpft auf unser Energiesystem. Wir müssen immer zügiger vom Konzeptionellen ins Konkrete kommen, von ambitionierten Zielen in die tagtägliche Umsetzung, aber gleichzeitig sicherstellen, dass Geschwindigkeit und Komplexität nicht auf Kosten von Zuverlässigkeit, Bezahlbarkeit und Akzeptanz gehen. Und genau dafür braucht es die ETG mehr denn je - als breites, integratives Forum für den Austausch von Ideen und Meinungen, als Sprachrohr innerhalb und außerhalb unserer Branche, als „technisches Gewissen“ bei Gestaltung und Realisierung von Rahmenbedingungen und Projekten und als Quelle für Wissen, Inspiration und Innovation.

Dabei liegen mir weiter die drei Punkte ganz besonders am Herzen, die ich über die bestehende, hervorragende Arbeit in all den Fachgremien und -tagungen hinaus gerne weiter forcieren möchte:

1. Energiewende made in Germany, gemeinsam in Europa
2. Interdisziplinärer Austausch
3. Generationenwechsel begleiten

Energiewende made in Germany, gemeinsam in Europa: Über viele Jahre wurde vor allem positiv nach Deutschland geschaut, wenn es um das Was und Wie in Energietechnologiefragen ging: „Wie kann die optimale Balance von Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Nachhaltigkeit erzielt werden?“ „Was gilt es zu beachten, wenn Millionen dezentraler Anlagen die Leistungskapazität weniger Großkraftwerke substituieren? Wie funktioniert das Zusammenspiel der verschiedenen Anlagen und Akteure, von zentralen und lokalen Ansätzen?“ Zahlreiche solcher Fragen, mit denen sich vielen von Ihnen schon seit Jahren bzw. Jahrzehnten beschäftigen, wurden und werden in meiner internationalen Beratungs- und Gremientätigkeit auch an mich herangetragen, auch wenn sich die kritischen Fragen in letzter Zeit häufen und eine gewisse Skepsis hörbar wird. Es gilt diese Skepsis ernst zu nehmen und ihr mit Ideen und Projekten zu begegnen! Um eine breite Akzeptanz zu schaffen, gilt es zu veranschaulichen, wie die verschiede-

nen Herausforderungen konkret und pragmatisch gemeistert werden können. Dafür bietet die ETG eine herausragende Plattform des Austausches, der Demonstration und als internationales Schaufenster für den Export unserer Erfindungen und Technologien made in Germany. Dazu will ich gerne auch über meine Verknüpfungen in z.B. CIRED, EURELECTRIC oder T&D Europe beitragen.

Interdisziplinärer Austausch: In einer immer mehr vernetzten Welt in der Energieinfrastrukturen das Rückgrat bilden, spielt das Zusammenwirken der Akteure aus verschiedenen Fachbereichen, Branchen und Gesellschaft eine, wenn nicht die Schlüsselrolle. Hier würde ich gerne daraufhin wirken etwas mehr zu „experimentieren“ und die ETG als einen zentralen Integrator zu etablieren: Warum nicht mehr „fachfremde“ Vorträge pro Tagung? Eine dedizierte Konferenz, die insbesondere Start-ups und Konzerne zusammenbringt?! Warum nicht ein *ETG Podcast*, der regelmäßig Themen wie zelluläre Energiesysteme, hochautomatisierten Netzbetrieb oder die Herausforderungen in Schutz- und Leittechnik auch Fachfremden erklärt?! Ein *ETG Faktencheck*, der der steigenden Anzahl von Fehlinformationen entgegenwirkt.

Und der Persönlichste der drei Schwerpunkte, besteht darin, mit und durch die ETG den *Generationenwechsel* zu begleiten, der an vielen Stellen und in zahlreichen Unternehmen voll im Gange ist. Denn damit muss auch ein Wissenswechsel einhergehen! Das Wissen unserer Mitglieder ist das wertvollste „Gut“ der ETG. Ein Gut, das es dringend zu schützen, weiterzugeben und zu vermehren gilt. D. h. es gilt den systematischen Erfahrungsaustausch noch stärker in den Vordergrund zu stellen, die Beteiligung der Young Net- und Young Professionals-Ingenieure/-innen weiter voranzutreiben und durch neue Formate schon Schüler/-innen frühzeitig von unserem Fach zu begeistern. Formate wie ETG Mentoring-Programme oder Social Media können hier Elemente sein. Zudem ist ein wesentlicher Punkt auch das das Berufsprofil mit weiterzuentwickeln, da zukünftig Digitaltechnik und Hardware, sprich die sogenannte IT und OT immer mehr verbunden bzw. integriert sind. Beides wird nach wie vor viel zu oft getrennt betrachtet, in vielen Unternehmen in getrennten Abteilungen, Elektro- und Informationstechnik gehören aber naturgemäß zusammen.

Ich würde mich freuen diese und weitere Themen aktiv mitzugestalten, mein starkes Netzwerk einzubringen und so meinen Beitrag dazu zu leisten, der ETG noch mehr Gehör zu verschaffen in der so wichtigen Diskussion zum Ausgleich von Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Nachhaltigkeit.

Beruflicher Werdegang

- 2006–2010 Studium Energie- und Umweltmanagement, Fachhochschule Flensburg, Abschluss B. Eng.
- 2010–2011 Studium Energie- und Umweltmanagement, Universität Flensburg, Abschluss M. Eng.
- 2011–2018 Senior Consultant, Portfolioelement Owner und globaler Key Expert, Siemens AG (Erlangen), Power Technologies International, Power System Consulting
- 2018–2021 stellvertretender Leiter Verteilungsnetzplanung, Siemens AG (Erlangen), Power Technologies International
- 2021 Leiter Übertragungsnetzplanung, Siemens AG (Erlangen), Power Technologies International
- Seit 2021 Direktor Business Development Europe, –2023 Siemens AG (Nürnberg), Siemens Grid Software, NextGen Grid Management
- Seit 2023 Leiter Verteilungsnetzplanung, Siemens AG (Erlangen), Power Technologies International

Mitgliedschaften, Gremien

- Mitglied im VDE und der ETG (u. a. Planung zellulärer Energiesysteme, Zukunftsbild Energie)
- Mitglied des technischen CIREN Komitees (Rapporteur der Session 6), sowie des deutschen CIREN Komitees
- Mitglied der CIGRE Arbeitsgruppe „Optimal transmission and distribution investments decision under growing uncertainty (C1.37)“
- Vorsitzender der T&D Europe Arbeitsgruppe „Investments“
- Mitglied der Eurelectric Arbeitsgruppe „24/7 RES“ und „Digitopia“



Roland Götz

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, Regensburg

Gruppe Industrie

Motivation und Ziele

Der Wandel im Energiesektor, angetrieben durch die Klima- und Energiewende, eröffnet uns die Chance, zukünftig auf nahezu unbegrenzte und kostengünstige Primärenergiequellen wie Wind und Sonne zurückzugreifen. Dies ist zwar ein erreichbares Ziel, jedoch ein kostenintensiver Weg, der gut ausbalanciert werden muss. Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der Energiewende in der gewünschten Geschwindigkeit ist die Unterstützung und Mitwirkung der Gesellschaft. Es muss sichergestellt werden, dass die Energie für die deutsche Industrie und Bevölkerung – idealerweise nicht nur im europäischen, sondern auch im globalen Vergleich – wettbewerbsfähig bleibt.

Die Vision einer „All Electric Society“ wird zunehmend greifbar, und es ist Aufgabe aller Disziplinen der Energietechnik, gemeinsam an Lösungen zu arbeiten, die miteinander harmonisieren und effizient aufeinander abgestimmt sind. Ein zentraler Schlüssel für den Erfolg dieser Transformation liegt in der Digitalisierung, die hilft, die volatile Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen mit der teilweise alternden, andererseits massiv erweiterten Netzinfrastruktur sowie den schnell wachsenden Wärme- und Mobilitätssektoren zu koordinieren. An einigen Stellen werden wir von bewährten Verfahren und Traditionen Abschied nehmen müssen – eine Veränderung, die nicht nur die technischen Assets betrifft, sondern auch unser Denken und Handeln. So befeuert beispielsweise die Anwendung von Künstlicher

Intelligenz durch den Energiehunger großer Rechenzentren den stetigen steigenden Strombedarf, bietet aber auch für uns Ingenieure ganz neue Möglichkeiten und Entwicklungsgeschwindigkeiten.

An dieser Stelle kann die ETG mit ihrem Expertennetzwerk, ihren Gremien und internationalen Verbindungen einen entscheidenden Beitrag leisten, um die deutsche Energiewende erfolgreich umzusetzen. Die Chancen, die sich für Hochschulen, Start-ups, Innovationszentren und industriellen Akteuren bieten, sind enorm und verdienen es, gebündelt und gemeinsam genutzt zu werden. Mit mehr als 10.000 Mitgliedern aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen stellt die ETG eine hervorragende Grundlage dafür dar.

Gerne möchte ich meinen persönlichen Beitrag leisten, insbesondere im Bereich des Wissensmanagements sowie der Aus- und Weiterbildung, um auch weiterhin qualifizierte Nachwuchskräfte für die Energietechnik und die Gestaltung unserer gemeinsamen Zukunft zu gewinnen.

Beruflicher Werdegang

Roland Götz ist seit fast 20 Jahren für die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH tätig. Nach einer Berufsausbildung als Mechatroniker, folgten erste internationale Erfahrungen im Aftersales und führten ihn zu einer Position als Projektleiter im Produkt-Datenmanagement.

Der Wechsel in die Forschung und Entwicklung, zuerst als Projektleiter und dann als Teamleiter für Antriebe und Elektronik, war der logische Schritt als Ingenieur. Seit 5 Jahren bekleidet er die Position als Entwicklungsleiter im Geschäftsbereich Automation und hat damit maßgeblichen Anteil an den Digitalisierungslösungen der MR.

Historie (Maschinenfabrik Reinhausen GmbH)

2022–heute Leiter Innovation und Technologie Automation
 2020–2022 Leiter Technologie Automation
 2015–2020 Teamleiter Antriebe und Elektronik
 2010–2015 Projektleiter

Aufgaben

- Innovations-/Technologiemanagement, Stakeholder für internationale Gremien (IEC/IEEE)
- Portfolio-Planung und Verantwortung für die Produktarchitektur und Entwicklungs-Roadmap (Cabinets, Drives, Sensors, Monitoring, Artificial Intelligence, Cyber Security, UI/UX, Mobile-App).
- Analyse von Markt- und Technologieentwicklungen
- Identifikation und Implementierung von globalen Partnerkooperationen



Prof. Dr.-Ing. Jutta Hanson*

Technische Universität Darmstadt

*Gruppe Hochschulen, Behörden,
 Forschungseinrichtungen,
 sonstige Einrichtungen*

Motivation und Ziele

Die Erreichung der Klimaschutzziele ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhundert. Die elektrische Energietechnik, bestehend aus Erzeugung, Übertragung, Verteilung und vielfältigen Anwendungsfeldern, nimmt dabei eine zentrale Rolle für das Gelingen der Energiewende ein. Das elektrische Energieversorgungssystem von der Erzeugung bis zum Verbrauch erfährt in Gänze einen Wandel und wird eng mit anderen Energiesektoren gekoppelt, weitere Sektoren werden zunehmend elektrifiziert.

Das Aufzeigen unterschiedlicher Technologien und Konzepte für die Erreichung der Klimaschutzziele erfolgt bereits heute in der Energietechnischen Gesellschaft des VDE (ETG). Hier ist die Fachkompetenz zahlreicher Disziplinen und Teilgebiete der Energietechnik über die mehr als 9.000 Mitglieder vorhanden.

Gerne trage ich persönlich dazu bei, dieses Netzwerk auszubauen, um Expertinnen und Experten einen Austausch zu ermöglichen. Aber nicht nur das interne Netzwerken, sondern auch die Erhöhung der Sichtbarkeit in Richtung Politik, Gesellschaft und Medien ist mir ein Anliegen, damit die energietechnischen Aspekte in Diskussionen zur Erreichung der Klimaschutzziele adressiert werden. Die Sichtbarkeit der ETG nach außen ist aber auch ein Aspekt, dem Fachkräftemangel in der Energietechnik entgegenzuwirken. Hier möchte ich beitragen, über Angebote der ETG Nachwuchskräfte zu gewinnen und für die ETG zu begeistern.

Beruflicher Werdegang

1986–1988 Ausbildung zur elektrotechnischen Assistentin, AEG Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main
 1988–1989 Elektrotechnische Assistentin, Abteilung Netzconsulting
 AEG Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main
 1989–1994 Studium der Elektrotechnik, Fachrichtung Allgemeine Elektrotechnik, TU Darmstadt
 1994–1999 Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Elektrische Energieversorgung, TU Darmstadt mit anschließender Promotion
 1999–2004 Netzplanungsingenieurin, Abteilung Elektrische Systemberatung, ABB Aktiengesellschaft, Mannheim
 2004–2011 Leiterin der Gruppe Übertragungs- und Industrienetze, Abteilung Elektrische Systemberatung, ABB Aktiengesellschaft, Mannheim
 seit 2011 Professorin und Leiterin des Fachgebietes Elektrische Energieversorgung unter Einsatz Erneuerbarer Energien, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, TU Darmstadt

Mitgliedschaften, Gremien

- Persönliches Mitglied VDE, Cigré
- seit 2024 Mitglied im Kuratorium des Akademienprogramms ESYS

- seit 2024 Chair IEC TC 73 Short-circuit currents
- seit 2023 Vorsitzende DKE/AK121.0.1 Kurzschlussstromberechnung
- seit 2023 Convenor IEC TC73/MT1 Calculation of short-circuit currents
- seit 2023 Mitglied des Vorstandes der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
- seit 2023 Mitglied im Nationalen Wasserstoffrat
- seit 2022 Mitglied im Zukunftsrat der Westenergie
- seit 2022 Mitglied im Forum/Beirat der Roadmap Systemstabilität des BMWK
- seit 2022 Mitglied Deutsches Komitee Cigré (Conseil International des Grands Réseaux Electriques)
- seit 2021 Senatorin der Helmholtz-Gemeinschaft
- seit 2021 Leitung des Gemeinschaftsausschusses von VDI und VDE ETG „Netzregelung und Systemführung“ (V 2.1/ETG FA 4.22)
- seit 2020 Mitglied des Forschungsbeirats der Forschungsgemeinschaft für Hochspannungstechnik e.V.
- seit 2018 Mitglied Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- seit 2018 Mitglied Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz
- seit 2017 Forschungsnetzwerk Stromnetze des BMWK (BMWl), Leiterin der Arbeitsgruppe „HGÜ & AC/DC Integration“
- seit 2016 Mitglied des technischen Beirats der Omexom Service GmbH
- seit 2015 Mitglied des deutschen Studienkomitees B4 der Cigré
- seit 2014 Mitglied DKE/UK121.1 Kurzschlussstromberechnung
- seit 2005 Mitglied des Gemeinschaftsausschusses von VDI und VDE/ETG „Netzregelung und Systemführung“ (V 2.1/ETG FA 5.22)
- seit 2005 Mitglied des „Netzwerks Energiesystem-Experten“ (NESE ehemals AKEI) der FGH



Dr. Andreas Hoffknecht

DB Energie GmbH, Frankfurt

*Gruppe Elektrizitätsversorgung
(öffentliche und industrielle)*

Motivation und Ziele

Die Erreichung der Klimaziele in Deutschland und damit die Umsetzung der Energie- und Verkehrswende sind eines der ambitioniertesten Vorhaben in unserer Gesellschaft. Trotz der enormen Anstrengungen aller Akteure und der unbestritten erreichten großen Fortschritte herrscht derzeit große Unsicherheit über das weitere Vorgehen. Mangelnde Akzeptanz in der Bevölkerung zu notwendigen Maßnahmen, mangelnde Wettbewerbsfähigkeit durch hohe Energiepreise und Verärgerung über eine enorme Bürokratie bestimmen die Diskussion.

Es wird nun darauf ankommen, pragmatische Lösungen anzustreben und die Innovations- und Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft zu nutzen, um zurück zu einem glaubwürdigen Klimaneutralitätskurs der Bundesrepublik Deutschland zu finden. Die im VDE organisierten Unternehmen und Mitglieder sind hier in besonderer Weise mit ihrer Kompetenz gefordert.

Dieser Anforderung stelle ich mich persönlich. Meine langjährige Erfahrung in der öffentlichen Energieversorgung sowie die heutige Perspektive aus der Energieversorgung der deutschen Eisenbahn bringe ich ein, um das gegenseitige Verständnis zu wecken und gemeinsame Lösungen zu entwickeln. Die Energieversorgung der Bahn kann konkrete Impulse u. a. zu netzbildenden Umrichter und zur Sektorenkopplung anbieten. Es geht nun um das gemeinsame Umsetzen: technische Lösungen sind vorhanden und

wir haben intelligente und tatkräftige Menschen, die etwas bewegen wollen. Totdiskutieren, blockieren, Probleme statt Lösungen – das möchte ich überwinden. Anfangen, ausprobieren, lernen – darum geht es nun.

Beruflicher Werdegang

- 1990 – 1996 Studium der Physik an der Universität Osnabrück
- 1996 – 2000 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Justus-Liebig-Universität Gießen (Forschung auf dem Gebiet der Atomphysik in Zusammenarbeit u.a. dem Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg und der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt
- 1996 Promotion zum Dr.rer.nat
- 2000 – 2002 Senior Associate A.T. Kearney GmbH, Frankfurt
- 2002 – 2004 Assistent des technischen Vorstands der MVV Energie AG, Mannheim
- 2004 – 2007 Leiter Netzfürung der MVV Energie AG bzw. 24/7 Netze GmbH
- 2007 – 2009 Bereichsleiter Technik-Energie-Wasser-Abwasser, Stadtwerke Osnabrück AG

2009–2014 Technischer Geschäftsführer Stadtwerke
Münster GmbH
2014–2022 Technischer Geschäftsführer Energienetze
Mittelrhein GmbH&Co.KG
Seit Februar 2022 Geschäftsführer Technik, DB Energie GmbH

Mitgliedschaften, Gremien

- Vorsitzender Lenkungsausschuss Netze im LDEW
Hessen/Rheinland-Pfalz

- Mitglied im Lenkungskreis Energienetze im BDEW
- Mitglied im Kuratorium des Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE)
- Beirat AZARE (Anwendungszentrum für alle regenerativen Energieformen zur Dekarbonisierung von Verkehr, Gebäuden und Industrie) der Hochschule Rhein- Main
- Mitglied Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW)
- Mitglied Deutsche Physikalische Gesellschaft
- Mitglied Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- Mitglied Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG)



Dr.-Ing. Alexander Montebaur

Westnetz GmbH, Dortmund

*Gruppe Elektrizitätsversorgung
(öffentliche und industrielle)*

Motivation und Ziele

Die wesentliche Herausforderung bei der Gestaltung der Elektrizitätsversorgung in Deutschland wird es in den nächsten Jahren sein, das Zieldreieck aus Umweltverträglichkeit, Sicherheit und Preisgünstigkeit wieder so auszurichten, dass der Weg zu einem nachhaltigen und klimaneutralen Energiesystem Versorgungssicherheit bietet, vor allem aber auch effizient und damit bezahlbar bleibt.

Der ETG als institutionalisierte Fachkompetenz in Deutschland wird dabei eine Schlüsselrolle zukommen, und es ist Aufgabe ihres Vorstandes, dazu in der Gremienarbeit die richtigen Schwerpunkte zu setzen und den Ergebnissen in Politik und Gesellschaft Gewicht und Gehör zu verleihen. Meine Praxiserfahrung aus 25 Jahren in Managementfunktionen von Energieversorgern und Netzbetreibern möchte ich dabei ebenso einbringen wie aus der langjährigen Verbandsarbeit in den Gremien z. B. des BDEW, der Cigré und der FGH. In meiner heutigen Position als Geschäftsführer Technik des größten deutschen Verteilnetzbetreibers kann ich zudem auf umfangreiches, tief gestaffeltes Expertenwissen im eigenen Haus zurückgreifen und zugleich die Brücke zu den deutschen und internationalen Netzbetreibern der E.ON-Gruppe schlagen.

Mir liegt besonders die Nachwuchsarbeit am Herzen und so ist es mir Aufgabe und Bedürfnis, Jungakademiker an die Verbandsarbeit im VDE heranzuführen, um in Gremien, Expertenkreisen und Veranstaltungen langjähriges Erfahrungswissen mit Neugier, Innovationskraft und Begeisterung zusammenzuführen.

Beruflicher Werdegang

1987–1993 Studium der Elektrotechnik an der RWTH Aachen, Studienrichtung Technische Informatik

- 1993–1999 Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen
- 1996 Promotion bei Prof. Haubrich zum Dr.-Ing. auf dem Gebiet der Netzzuverlässigkeitsanalyse, anschließend Oberingenieur am IAEW
- 2000–2003 Leiter Bereich Asset Management beim Elektrizitätswerk Wesertal GmbH, Hameln
- 2003–2006 Prokurist und Leiter Bereich Technische Planung und Steuerung bei der E.ON Avacon AG, Braunschweig
- 2006–2011 Technischer Geschäftsführer der LSW LandE-Stadtwerke Wolfsburg GmbH & Co. KG, ab
- 2009 Sprecher der Geschäftsführung
- 2012–2016 Leiter Geschäftsbereich Netzsteuerung der E.ON SE, E.ON Deutschland, Essen
- 2016–2024 Vorstand Technik der e.dis AG, Fürstenwalde, ab 2017 Vorsitzender des Vorstandes
- seit 06/2024 Geschäftsführer Spezialtechnik und Digitalisierung der Westnetz GmbH, Dortmund

Mitgliedschaften, Gremien

- Mitglied in VDE, ETG, Cigré, VDI
- Mitglied im Verwaltungsrat der FGH e.V., Präsident 2014 – 2021
- Vorsitzender des Kuratoriums der Forschungsgemeinschaft Energie an der RWTH Aachen (FGE)
- Mitglied des Aufsichtsrates der 450Connect GmbH, Köln
- Mitglied des Aufsichtsrates der Fallersleber Elektrizitäts AG (FEAG), Wolfsburg



Richard Tretter*

Stadtwerke München GmbH, München

Gruppe Elektrizitätsversorgung
(öffentliche und industrielle)

Motivation und Ziele

Die Energiewende dringt täglich weiter in bestehende Strukturen vor. Damit wirft sie immer wieder neue und besonders herausfordernde technische und gesellschaftliche Fragestellungen auf. Die Energiewende ist schon lange kein reines Stromthema mehr, das Zusammenwirken aller Sektoren und Energieträger wird immer wichtiger, auch die Wärmewende ist nun in der Gesellschaft angekommen. Der Fokus richtet sich nun zusehends auch auf die gegenseitigen Wechselwirkungen der Energieträger und Lösungsoptionen. Die kommunale Wärmeplanung zeigt die Lösungsräume auf mit mittelbarer und unmittelbarer Wirkung auf die bestehenden Energieinfrastrukturen. Bisher als sicher betrachtete Anwendungen in der Erdgasversorgung werden ersetzt. Wasserstoff kann hierbei helfen, diese aber nicht vollständig ersetzen. Die Elektrifizierung dringt in neue Anwendungsbereiche und Sektoren vor. Neue Lösungsansätze müssen systemisch gedacht und gesamtheitlich beantwortet werden. Der Strom als die universell wandelbare und damit speicherbare Energie ist einer der zentralen Bausteine und oft eine Alternative für bisherige Wärme- und Mobilitätslösungen.

Neben den Fragen des sicheren und zuverlässigen Stromtransports, -verteilung und der Versorgungssicherheit in Deutschland kommt die Energiewende nun beim Verbraucher spürbar an. Die erfolgreiche Integration der Elektromobilität, Wärmeanwendungen (z.B. Wärmepumpen) mit Strom, Sektorenkopplung und die zeitliche Verschiebung des Stromverbrauchs (Demand Response) erfordert neben neuen innovativen Prozessen und Techniken insbesondere eine konsequente Digitalisierung aber auch neue Planungsansätze und Ideen sowie Prämissen. Diese Umwälzungen wirken in die gewachsenen Netzstrukturen und -prozesse sowie in die Ausgestaltung des Strommarktes und erfordern neue Lösungen und Ideen beim Zusammenwirken von Netz und Markt. Bei der Thematik dürfen wir den Kunden nicht vergessen, der weiterhin die hohe Versorgungsqualität von uns erwartet. Er und die Öffentlichkeit sind zwingende und erforderliche Erfolgsfaktoren beim Gelingen der Energiewende.

Die Nachhaltigkeit für alle Lösungsoptionen gewinnt laufend an Bedeutung, hierzu konnte ich in der letzten Wahlperiode in der ETG erste Impulse setzen, die ich gerne fortführe.

Von der Idee zum Konzept bis zur technischen Lösung ist das gebündelte Wissen aller Experten wichtig. Ich bin überzeugt, mit meiner jahrelangen Erfahrung in diesem innovativen Umfeld neue Impulse setzen zu können und freue mich darauf, diese bei der ETG einzubringen.

Die ETG bündelt mit über 9.000 Mitgliedern die Fachkompetenz der Energietechnik in Deutschland und ist daher ausgezeichnet geeignet, Antworten auf die immer neuen offenen Fragen zu geben.

Die fachliche Expertise und notwendige Unabhängigkeit der Experten sichert eine sachliche und zielorientierte Diskussion bei der ETG. Die Internationalisierung der Energiewende wird über die hervorragende Verzahnung der ETG mit nationalen, europäischen und internationalen Gremien gewährleistet. Sie liefert einen bedeutenden Beitrag zum Gelingen der Energiewende.

Gemeinsam mit der ETG freue ich mich darauf, den Weg der Energiewende weiter in die Zukunft zu führen und aktiv mitzugestalten.

Beruflicher Werdegang

- 1988 – 1992 Studium Elektrotechnik, Fachhochschule München, Elektrische Energietechnik
- 1992 – 1996 Leiter Fachbereich Planung, Projektierung Hoch- und Höchstspannungsnetze, Freileitung und Kabel, Stadtwerke München
- 1997 – 1999 Grundsatzkonzepte, Planungsgrundsätze, Richtlinien, Netzqualität und Netzverträglichkeit, Nieder- bis Höchstspannung, Stadtwerke München
- 1999 – 2003 Betriebsingenieur Stromnetze, Nieder- bis Höchstspannung, Stadtwerke München GmbH
- 2004 – 2005 Leiter Betriebssteuerung, Anlagenbewertung Stromnetz, Netz- und Anlagenmanagement SWM Infrastruktur GmbH
- 2006 – 2008 Leiter Betriebssteuerung, Anlagenbewertung, Asset-Management Betrieb und Instandhaltung der Fernwärme-, Gas-, Strom- und Wassernetze, SWM Infrastruktur GmbH
- 2009 – 2017 Leiter Technisch und wirtschaftliche Steuerung, Stromnetze, SWM Infrastruktur GmbH
- seit 2018 Leiter Energie- und Netzwirtschaft, Strom-, Gas-, Wärmeversorgung, Stadtwerke München GmbH

Mitgliedschaften, Gremien

- ETG: ETG Vorstandsmitglied seit 2023
- VDE/DKE: Mitglied im „System Komitee Smart Energy“ (DKE)

- FNN: Mitglied der „PG Netzbetrieb mit Flexibilitäten“ und „Netzzustandsbewertung“
- DVGW: Mitglied und Obmann im Projektkreis „Elektrotechnische Fragestellungen“ im Dt. Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
- BDEW:
 - Vorsitz der „PG Systemdienstleistungen“ Schwerpunkt Roadmap Systemstabilität
 - Mitarbeit in der „PG Europäische Netzfragen“
 - Mitarbeit in der „PG DSO2.0“ in diversen Arbeitsgruppen zu Grundsatzfragen, Flexibilitätsprozesse, Zusammenarbeit ÜNB/VNB
 - Sowie weitere diverse Mitarbeit in zahlreichen PG/AGs im Themenfeld Redispatch 2.0
- Mitarbeit in weiteren Arbeits- und Expertengruppen in nationalen und internationalen Gremien.



Prof. Dr.-Ing. Andreas Ulbig*

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen

Gruppe Hochschulen, Behörden,
Forschungseinrichtungen,
sonstige Einrichtungen

Motivation und Ziele

Durch den Umbau des Energiesystems mit den Zielen von Dekarbonisierung, Nachhaltigkeit, Versorgungssicherheit und – aktuell wie lange nicht – Bezahlbarkeit ergeben sich neue technische und gesellschaftliche Herausforderungen aber auch Chancen für den Energiesektor.

Die Balance zu finden zwischen zunehmend fluktuierender, erneuerbarer Stromerzeugung einerseits und steigendem Verbrauch durch Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätssektors andererseits wird immer herausfordernder. Durch die Volatilität der erneuerbaren Stromerzeugung wird mehr Flexibilität im Stromnetz benötigt, durch die Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätsbereichs ist prinzipiell auch mehr Flexibilität vorhanden. Für die effiziente Koordination dieser Flexibilitäten als Teil eines aktiven Verteilnetzbetriebs braucht es allerdings Netztransparenz und Steuerbarkeit. Die Digitalisierung der Netze und die Sektorkopplung zwischen Strom-, Wärme- und Gasnetzen sowie dem Mobilitätssektor erlaubt größere Freiheitsgrade im Betrieb und erschließt Effizienz- und Optimierungspotenziale. In diesem Zusammenhang wird auch Cyber Security, also der Schutz vor und die Abwehr von Angriffen auf die IT-Systeme, die die Stromnetze steuern, immer wichtiger.

In all diesen Bereichen entstehen aktuell neue Lösungen für die Energienetze – als Konzepte an Hochschulen aber auch zunehmend in Form kommerziell verfügbarer Produkte. Erfreulicherweise haben sich hier in den letzten Jahren auch junge Startup-Firmen als Innovationstreiber hervorgetan.

Durch die zahlreichen neuen Technologietrends – von Erneuerbaren Energien über Batteriespeicher bis hin zu Data Analytics und Künstlicher Intelligenz – und den damit verbundenen neuen Möglichkeiten in vielen Bereichen, bleibt die Energietechnik auch weiterhin ein spannendes Betätigungsfeld für junge Absolventinnen und Absolventen der Ingenieurwissenschaften.

Die ETG bündelt mit ihren mehr als 9.000 Mitgliedern die energietechnische Fachkompetenz in Deutschland und ist somit prädestiniert, um die Antworten auf die technischen

Herausforderungen der Energiewende zu formulieren und die sich ergebenden Chancen auch voll zu nutzen. Sie liefert so einen bedeutenden Beitrag zur Umsetzung der Energiewende.

Ich sehe meine Aufgabe in der ETG darin,

- *den Know-how-Transfer aus der Forschung an den Hochschulen in die Praxis zu intensivieren.* Studien zur Energiewende allein bringen uns noch nicht ans Ziel. Die konkrete Umsetzung der Energiewende muss mit Wissenstransfer aus den Hochschulen weiterhin unterstützt werden. Gerade Energietechnik-Startups geben mittlerweile wichtige Impulse und erhöhen so auch die Attraktivität für Nachwuchskräfte, sich beruflich im Energiebereich zu engagieren.
- *die Nachwuchsgewinnung für VDE und ETG zu stärken.* Hierfür braucht es attraktive, zeitgemäße Angebote für StudentInnen und AbsolventInnen an den technischen Hochschulen. Ab diesem Jahr unterstütze ich dies auch konkret und lokal als VDE Vertrauensdozent an der RWTH Aachen.
- *technologische Veränderungen proaktiv zu begleiten.* Technische Normen und Standards bleiben weiterhin wichtig. Die Diskussionen um passende E-Auto Ladestecker (Hardware) und reibungslos funktionierende Ladeprozesse via Plug & Charge (Software) zeigen dies.
- *neue technische Lösungen im Bereich Digitalisierung der Gesellschaft fortwährend zu erklären.* Gerade wenn es um sensible Themen wie Datenschutz und Datennutzung geht, muss Vertrauen geschaffen und so Bedenken genommen werden.

Auch beim Thema Regulatorik und den konkreten Zielbildern für die Digitalisierung der Netze kann sich die ETG mit ihrer großen Fachkompetenz proaktiv einbringen. Aufgrund meines internationalen Werdegangs werde ich bei meinem Engagement für die ETG weiterhin auch die Außenperspektive, vor allem aus unseren Nachbarländern Österreich und Schweiz, in die Diskussion mit einbringen.

Beruflicher Werdegang

- 2001–2007 Studium der Technischen Kybernetik (Studienrichtung Energiesysteme) an der Universität Stuttgart, Vordiplom in Allgemeine Ingenieurwissenschaften an der TU Hamburg, Doppel-diplom-Studium (Elektrotechnik) an der SUPELEC, Paris
- 2007 Forschungsaufenthalt am California Institute of Technology (Caltech), Pasadena, USA
- 2007–2008 Energieanalyst bei der Internationalen Energieagentur (IEA), Paris
- 2008–2016 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Power Systems Laboratory der ETH Zürich (Doktorand, Post-Doc, Oberassistent)
- 2012 Forschungsaufenthalte am Pacific Northwest National Lab (PNNL) und der University of California in Berkeley, USA
- 2014 Promotion an der ETH Zürich zum Thema „Operational Flexibility in Electric Power Systems“
- 2016–2020 Lehrbeauftragter (Dozent) für Elektrische Energiesysteme an der ETH Zürich

- 2014–2021 Mitgründer und Chief-Operation-Officer beim ETH-SpinOff Adaptricity AG, Zürich
- seit 2021 Inhaber des Lehrstuhls für Aktive Energieverteilnetze am Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen
- seit 2021 Gruppenleiter „Elektrische Energiesysteme“ am Fraunhofer-Zentrum Digitale Energie Aachen

Mitgliedschaften, Gremien

- Mitglied im VDE ETG Vorstand, gewählt für die Amtsperiode 2023–25
- Mitgliedschaft im VDE ETG (Regio Aachen), VDE Vertrauensdozent an der RWTH Aachen ab 2025
- Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der FGH e.V. seit 2022
- Vorstandsmitglied im Forschungscampus Flexible Elektrische Netze (FEN), RWTH Aachen, seit 2022
- Vizepräsident der Schweizerischen Energiestiftung (SES) seit 2016, Mitglied im Stiftungsrat der Schweizerischen Energiestiftung (SES) seit 2011
- IEEE/PES (Senior Member) und Electrosuisse



Prof. Dr.-Ing. Dirk Westermann

Technische Universität Ilmenau

*Gruppe Hochschulen, Behörden,
Forschungseinrichtungen,
sonstige Einrichtungen*

Motivation und Ziele

Die „All Electric Society“ steht zunehmend im Mittelpunkt der gesellschaftlichen Diskussion. Elektrische Energie wird zum dominierenden Energieträger, stammt aus erneuerbaren Quellen, wird effizient genutzt und mit anderen Sektoren vernetzt. Durch die steigende Elektrifizierung und die wachsende Einspeisung erneuerbarer Energien entstehen neue Anforderungen an die Stromnetze. Um diese flexibel und leistungsfähig zu gestalten, sind Digitalisierung, Netztransparenz und eine enge Sektorkopplung entscheidende Faktoren.

Auch die Industrie steht vor neuen Herausforderungen, da die zunehmende Elektrifizierung und der Weg zur Klimaneutralität innovative Lösungen für z.B. Netzmanagement, Speicherintegration und neue Technologien für Transport- und Verteilnetze erfordern. Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist dabei essenziell – Elektrotechnik und andere Ingenieur- und andere Fachdisziplinen müssen stärker verzahnt werden, um zukunftsfähige Lösungen zu gestalten.

Die Energietechnische Gesellschaft (ETG) des VDE ist mit über 9.000 Mitgliedern eine zentrale Plattform für Innovationen und Fachkompetenz. Sie bündelt Wissen aus ver-

schiedenen Disziplinen und trägt mit fundierten Analysen und Konzepten zur praktischen Umsetzung der erforderlichen Transformation des Energiesystems bei.

Mein persönliches Engagement in der ETG möchte ich auf folgende Aspekte fokussieren: Der Wissenstransfer zwischen Hochschulen und Industrie muss weiter gestärkt werden, um Innovationen schneller in die Praxis zu überführen. Das Bild und die Ausbildung Elektroenergieingenieuren muss weiterentwickelt werden – mit stärkeren Akzenten auf Digitalisierung, Systemdenken und interdisziplinären Kompetenzen.

Neben der technischen Weiterentwicklung gilt es, energietechnische Themen stärker in Politik, Gesellschaft und Medien sichtbar zu machen, um die Bedeutung und Herausforderungen der Transformation des Energiesystems breiter zu kommunizieren.

Ein weiteres wichtiges Anliegen ist es, das Interesse junger Menschen an energietechnischen Themen zu fördern. Die Energiewende bietet enormes Innovationspotenzial, doch oft fehlt jungen Menschen der Zugang zu diesem Bereich. Inspirierende Events und neue Formate zur

Vernetzung – auch mit anderen Fachgesellschaften – sind entscheidend, um den Nachwuchs für diese essenzielle Branche zu begeistern.

Ich möchte mich dafür einsetzen, dass die ETG als Plattform für interdisziplinären Austausch und praxisnahe Lösungen diese Aspekte aktiv mitgestaltet.

Beruflicher Werdegang

- Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik (1993) und Promotion in der elektrischen Energiesystemtechnik (1997) an der Universität Dortmund
- 1997 bis 2004 – Verschiedene Fach- und Führungsfunktionen in Forschungs-, Entwicklung und Technologiemanagement bei ABB Hochspannungs AG (Schweiz) und ABB Schweiz AG.
- Seit 2005 ordentlicher Professor für Elektrische Energieversorgung an der Technischen Universität Ilmenau. Der

Forschungsfokus liegt im Bereich Systemintegration innovativer Technologien wie z.B. HGÜ und MGÜ, zukünftige Netzleittechnik und Assistenzsysteme für den Betrieb elektrischer Energiesysteme.

- Seit 2019 Direktor des Thüringer Energieforschungsinstituts und Direktor des Zentrums für Energietechnik der Technischen Universität Ilmenau
- Reguläres Mitglied im CIGRE DAK C2 (System Operation and Control) und dem deutschen Nationalkomitee
- Chair des Vorstands der IEEE Power Engineering Society, Germany Chapter (bis 2025), sowie Chairman der IEEE WG European Electricity Infrastructure im International Practice Subcommittee
- Reguläres Mitglied im FNN Forum
- Reguläres Mitglied der sächsischen Akademie der Wissenschaften
- Autor mehr als 200 nationaler und internationaler wissenschaftlicher Veröffentlichungen zum Thema Analyse, Betrieb und Design elektrischer Energiesysteme

ETG Veranstaltungen

Vorschau

15.–16. September 2025,
EON Energy Club, Essen

**Höherauslastung von Betriebs-
mitteln im Netz der Energiewende**

[www.vde.com/
hoeherauslastung2025](http://www.vde.com/hoeherauslastung2025)



© peterschreiber.media / stock.adobe.com

18.–19. September 2025,
Universität Stuttgart

**Innovative Kleinantriebs- und
Kleinstmotorentechnik IKMT 2025**
(VDE ETG GMM Event)

www.ikmt-tagung.de

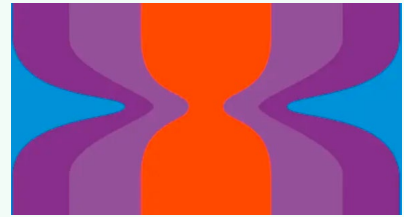


© Faulhaber

24.–26. September 2025, Karlsruher
Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

**28. Albert-Keil-
Kontaktseminar 2025**

[Weitere Informationen*](#)



© VDE Mittelbaden

Wie können Reserven im Stromnetz identifiziert und genutzt werden, insbesondere vor dem Hintergrund eines verzögerten Netzausbaus? Auf Basis der gleichnamigen VDE Studie erarbeiten die Teilnehmenden gemeinsam mit den Expertinnen und Experten der Energietechnischen Gesellschaft im VDE (VDE ETG) Möglichkeiten, um Betriebsmittel im Bestandsnetz temporär oder dauerhaft höher auszulasten. Engpässe sollen gezielt gemanagt werden, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden oder Betriebsmittel unzulässig zu überlasten.

Analysiert werden die zentralen Betriebsmittel der elektrischen Energieübertragung: Transformatoren, Freileitungen sowie Kabel. Anhand konkreter Best-Practice-Beispiele wird gemeinsam mit den Teilnehmenden diskutiert, wie eine höhere Auslastung technisch, organisatorisch und rechtlich umgesetzt werden kann. Offene Fragen werden dabei praxisnah adressiert und gemeinsam erörtert.

Die Tagung ist als Forum für Themen der elektrischen Kleinantriebs- und Kleinstmotorentechnik konzipiert. Die Vorstellung innovativer Antriebe, Motoren, deren Komponenten und die Präsentation neuer Wege und Werkzeuge für Modellierung, Simulation, Optimierung und Entwurf stehen im Vordergrund und vermitteln dem Entwickler das umfangreiche Potential für die Projektierung neuer Antriebssysteme. Der Anwender wird über die in der Entwicklung befindlichen Neuerungen bei Produkten informiert. Industriepartner erhalten neue Erkenntnisse und Perspektiven zur Erschließung zukünftiger Märkte. Darüber hinaus fördert die Tagung die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen.

Das diesjährige 28. Albert-Keil-Kontaktseminar „Kontaktverhalten und Schalten“ stellt die neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zu den Schwerpunkten Kontaktwerkstoffe, Steckverbinder, Schraubverbindungen, Schaltgeräte, Hybridschalter, DC-Schalttechnologien, Störlichtbogen, Prüfungen, Anschluss- und Schutztechnik vor.

Des Weiteren werden durch den Fachausschuss Einführungsvorträge zum ruhenden und zum schaltenden Kontakt und deren Kontaktmaterialien sowie zum Schaltlichtbogen gehalten. Diese Vorträge stellen die wesentlichen Grundlagen und den Stand der Konstruktion und Technologie auf diesen Gebieten in zusammenfassender Form vor.

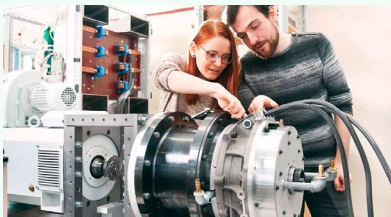
Die Fachtagung wird in bewährter Form durch eine Ausstellung zu Kontaktwerkstoffen und deren Anwendungen sowie Messtechnik im Zusammenhang mit Kontakt- und Prüfungen ergänzt.

* [https://www.vde.com/de/etg/
veranstaltungen/veranstaltung
?id=23190&type=vde%7Cvdb](https://www.vde.com/de/etg/veranstaltungen/veranstaltung?id=23190&type=vde%7Cvdb)

8.–9. Oktober 2025, München
Fachtagung

Elektromechanische Antriebssysteme

<https://www.vde.com/de/veranstaltungen/antriebssysteme>



© KIT

4.–6. November 2025,
Neckar Forum, Esslingen am Neckar
STE 2025

Sternpunktbehandlung in Netzen
bis 110 kV (D-A-CH)

www.vde-ste.de



© VDE / Mümpfer

1.–2. Dezember 2025, Hanns-Seidel-
Stiftung Konferenzzentrum München

ETG CIRED D-A-CH Workshop Innovationen in Verteilernetzen

[Weitere Informationen*](#)



© VDE

Die 10. VDE Tagung „Elektromechanische Antriebssysteme“ widmet sich der Optimierung von Funktionalität und Effizienz moderner elektromechanischer Antriebstechnik. Im Fokus steht das aktuelle Trendthema Energie- und Ressourceneffizienz im Gesamtsystem. Wir erwarten spannende Beiträge, die das Spannungsfeld zwischen hoher Effizienz und minimalem Materialeinsatz aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchten und gegeneinander abwägen.

Die Tagung bietet eine abwechslungsreiche Mischung aus industriellen, praxisorientierten und wissenschaftlichen Beiträgen. In sechs Keynotes werden aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen in der Antriebstechnik vorgestellt.

Die Energiewende hat den Ausbau und die Rolle der Übertragungs- und Verteilnetze drastisch verändert. Das Verhalten eines Energieversorgungsnetzes bei einpoligen Fehlern hängt im Wesentlichen von der Art der Sternpunktbehandlung ab, welche oft als gegeben vorausgesetzt wird und deren Auswirkungen vernachlässigt werden. Tatsächlich stellt die Sternpunktbehandlung jedoch einen wichtigen Aspekt beim Aus- und Umbau der Netze dar.

Das sind die Themen:

1. Auswirkung zunehmender Verkabelung
2. Anforderungen an Erdungssysteme
3. Neuentwicklungen bei Betriebsmitteln
4. Innovative Verfahren zur Sternpunktbehandlung
5. Konzepte und Automatisierung für Erdfehlerbehandlung
6. Neue Methoden zur Erdschlusserfassung und -lokalisierung
7. Auswirkungen der Harmonischen im Fehlerstrom
8. Erfahrungen aus dem Netzbetrieb und Erdschlussmessungen

CIRED (Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution) ist die international wichtigste Konferenz-Plattform zum Austausch der neuesten Entwicklungen im Bereich der Verteilernetze.

Hier treffen sich sämtliche Fachleute um neue Produkte und Technologien, Dienstleistungen, Konzepte und Geschäftsmodelle vorzustellen und zu diskutieren. Innerhalb der CIRED ist der D-A-CH-Raum der Sitz vieler weltweit wichtiger technologieorientierter Unternehmen und meinungsbildender Netzbetreiber. Wichtige Impulse der letzten Jahrzehnte konnten aus diesem geografischen Raum heraus gesetzt und Technologien erfolgreich entwickelt, verbessert und in die Planung und den Betrieb der Verteilernetze eingebracht werden.

Mit dem etablierten Format des CIRED D-A-CH Workshops wollen wir auch dieses Jahr den direkten Austausch zwischen Praxis, Regulierung und Wissenschaft fördern. Ansätze für Innovationen und deren Umsetzung in den Verteilernetzen werden so mit einem breiten Fachpublikum offen und lebhaft diskutiert.

* <https://www.vde.com/de/veranstaltungen/info?id=23517&type=vde%7Cvdb>



© peterschreiber.media - stock.adobe.com

Vorschau ETG Veranstaltungen

E3 Höherauslastung von Betriebsmitteln im Netz der Energiewende

Reserven identifizieren – Betriebsmittel aus-, nicht überlasten

15. – 16.09.2025 | Essen | VDE Workshop

www.vde.com/hoeherauslastung2025

Wie können Reserven im Stromnetz identifiziert und genutzt werden, insbesondere vor dem Hintergrund eines verzögerten Netzausbaus? Auf Basis der gleichnamigen VDE Studie erarbeiten die Teilnehmenden gemeinsam mit den Expertinnen und Experten der Energietechnischen Gesellschaft im VDE (VDE ETG) Möglichkeiten, um Betriebsmittel im Bestandsnetz temporär oder dauerhaft höher auszulasten.

Engpässe sollen gezielt gemanagt werden, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden oder Betriebsmittel unzulässig zu überlasten. Analysiert werden die zentralen Betriebsmittel der elektrischen Energieübertragung: Transformatoren, Freileitungen sowie Kabel. Anhand konkreter Best-Practice-Beispiele wird gemeinsam mit den Teilnehmenden diskutiert, wie eine höhere Auslastung technisch, organisatorisch und rechtlich umgesetzt werden kann.

Wir laden Sie herzlich nach Essen ein!

Workshop-Leiter:

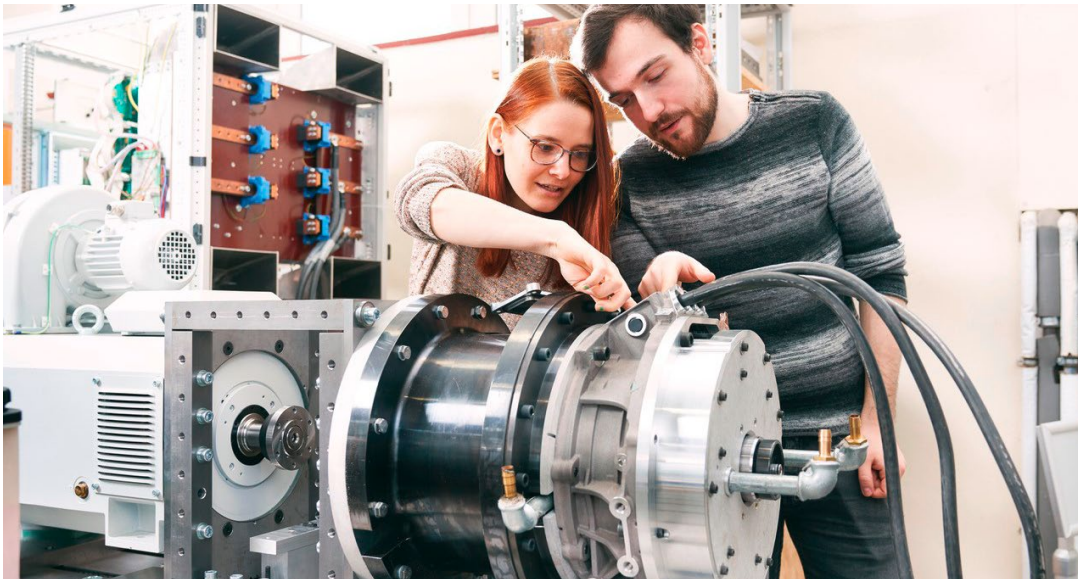


*Prof. Dr.-Ing. Maik Koch
Hochschule Magdeburg-
Stendal*



*Dr.-Ing. Michael Schäfer
TransnetBW*

Fotos: privat



Vorschau ETG Veranstaltungen

E4 Elektromechanische Antriebssysteme

8.–9.10.2025 | München | Fachtagung

www.vde.com/antriebssysteme

Die 10. VDE-Tagung „Elektromechanische Antriebssysteme“ widmet sich der Optimierung von Funktionalität und Effizienz moderner elektromechanischer Antriebstechnik. Im Fokus steht das aktuelle Trendthema Energie- und Ressourceneffizienz im Gesamtsystem. Wir erwarten spannende Beiträge, die das Spannungsfeld zwischen hoher Effizienz und minimalem Materialeinsatz aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchten und gegeneinander abwägen.

Die Tagung bietet eine abwechslungsreiche Mischung aus industriellen, praxisorientierten und wissenschaftlichen Beiträgen. In sechs Keynotes werden aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen in der Antriebstechnik vorgestellt.

Wir freuen uns auf den persönlichen Austausch in München sowie auf viele interessante Einblicke – sowohl in den Vorträgen als auch in der begleitenden Fachausstellung.

Wissenschaftliche Tagungsleiter:



*Martin Doppelbauer
Karlsruher Institut für
Technologie (KIT)*



*Harald Neudorfer
Technische Universität
Wien*



*Andrea Vezzini
Berner Fachhochschule*

Fotos: KIT - TU Wien - Berner Fachhochschule



© Picture: Sarah Rugen + (center module) Semikron Danfoss

Vorschau ETG Veranstaltungen

E5 CIPS – International Conference on Integrated Power Electronics Systems: Call for Papers

10.–12.03.2026 | Bilderberg Hotel Dresden | Fachtagung

www.cips.eu

In the next decades, power electronic system development will be driven by energy saving systems, intelligent energy management, power quality, system miniaturization and high reliability. Monolithic and hybrid system integration will comprise advanced device concepts including wide band-gap devices, new packaging technologies and the overall integration of actuators/drives (mechatronic integration).

CIPS is consequently focused on the following main aspects:

- Assembly and interconnect technology for power electronic devices and converters
- Integration of hybrid systems and mechatronic systems with high power density
- Systems' and components' operational behaviour, reliability and availability

Basic technologies for integrated power electronic systems as well as upcoming new important applications will be presented in interdisciplinary invited papers.

Experts from industry, research institutes and universities wishing to present results of their recent research are cordially invited to **submit a paper by September 23, 2025**.

Exhibition

We encourage companies to take advantage of this conference to connect with leading experts and to showcase their products and services to a global audience.

General Chairmen:



Foto: ECPE

Thomas Harder
ECPE



Foto: ECPE

Leo Lorenz
ECPE

Technical Program Chairmen:



Foto: privat

Nando Kaminski
University of Bremen



Foto: privat

Andreas Lindemann
Otto-von-Guericke-
University Magdeburg

I1 Aktuelle Informationen aus dem Deutschen Komitee der CIGRE



Sehr geehrte Damen und Herren,

Anfang Februar hatte ich die Ehre in meiner neuen Funktion als Vorsitzender des DK CIGRE am CIGRE Steering Committee Meeting in Muscat, Oman teilzunehmen. Auf Einladung des CIGRE Präsidenten, Herrn Prof. Konstantin O. Papailiou, trafen sich 16 Expertinnen und Experten aus aller Welt, um sich über zentrale Themen und zukünftige Schwerpunkte der CIGRE Arbeit auszutauschen. Der Austausch und das Teilen von Wissen sind entscheidend, um neue Impulse zu setzen und innovative Lösungen zu entwickeln. Ein besonderer Dank gilt dem CIGRE Gulf Cooperation Councils (GCC) für die hervorragende Ausrichtung und Gastfreundschaft.

Vom 24. bis 28. März fand in Klingenberg ein [CIGRE B3/A3-Colloquium](#)¹ statt. Es war eine sehr erfolgreiche Veranstaltung, die sich auf die hochaktuellen Themen der Energiewende und des SF₆-Ausstiegs auf Grundlage der EU-F-Gas-Verordnung konzentrierte. Präsentationen, Tutorials und eine Podiumsdiskussion wurden durch sehr angeregte Diskussionen mit dem Publikum ergänzt. Rund 120 internationale Expertinnen und Experten kamen nach Deutschland, um die Gelegenheit zum Wissensaustausch und für Fachdiskussionen zu nutzen. Die CIGRE hat einmal mehr gezeigt, wie gut die Gemeinschaft aus Herstellern, Netzbetreibern und Universitäten vernetzt ist und aktiv Wissen und Erfahrungen austauscht.

Die deutsche B3 hatte hierbei die Möglichkeit, das technische Programm mitzugestalten und Teil des Organisationsteams zu sein. Die Konzentration auf einen engen Themenbereich, der Verzicht auf parallele Veranstaltungen und das offene Format des Gedankenaustauschs mit A3 und B3 kamen sehr gut an. Dies wurde besonders durch die regen Diskussionen nach den Präsentationen und Tutorials deutlich. Das Engagement der Teilnehmenden war bemerkenswert hoch und stellte die Moderatoren vor die Herausforderung, den Zeitplan einzuhalten.

Die von der Firma WIKA zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten boten das passende Ambiente und trugen maßgeblich zum Erfolg der Veranstaltung bei. Ich möchte mich daher herzlich bei der Firma WIKA für die großzügige Unterstützung bedanken!

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. Maik Hyrenbach, ABB AG, Herrn Daniel Staiger und Frau Melanie Hartmann, WIKA Group, und Frau Olga Oberländer, Geschäftsstelle VDE, für die hervorragende Organisation des Colloquiums.

Persönlich habe ich mich gefreut, dass wir das Colloquium mit einer Besichtigung des Umspannwerks der TransnetBW in Philippsburg und des Technologiezentrums in Bruchsal am letzten Tag abrunden konnten. Die Durchführung verdanken wir Herrn Dr. Laurentiu-Viorel Badicu, TransnetBW.



© Courtesy of GCC CIGRE, 2025



© WIKA



© WIKA



© TransnetBW

¹ CIGRE Colloquium 2025 Highlights:

<https://www.youtube.com/watch?v=BK5DSezBPMs>

Neustart des CIGRE NGN Deutschland: Gemeinsam die Zukunft der Energie gestalten



Das Next Generation Network (NGN) der CIGRE fungiert als Verbindung zwischen jungen Ingenieuren und dem Expertennetzwerk der CIGRE. Die Mitgliedschaft bietet zahlreiche Vorteile, darunter Zugang zu Fachveröffentlichungen und die Möglichkeit, das berufliche Netzwerk zu erweitern. In über 30 Ländern gibt es NGN-Organisationen, die Studenten und junge Berufstätigen die Arbeit der CIGRE näherbringen und den Einstieg in das Expertennetzwerk erleichtern. Damit die Energiewende gelingt, braucht es neben erfahrenen Experten auch junge, motivierte Menschen mit neuen Ideen und Ansätzen.

Das CIGRE NGN Deutschland besteht bereits seit dem Jahr 2010. Im Oktober 2024 hat Herr Nikos Nitzsche, Hitachi Energy, den Vorsitz des CIGRE NGN Deutschland an Frau Lea Schäfer, Hitachi Energy, übergeben. Ein herzliches Dankeschön an Herrn Nitzsche für seine engagierte Arbeit und seinen Beitrag zur Weiterentwicklung des Netzwerks. Unter seiner Leitung wurde ein neues Kernteam gebildet und die während der Coronapandemie ruhenden Aktivitäten wieder aufgenommen. Höhepunkte waren hier neben den Networking Veranstaltungen in Kassel, Erfurt, Mannheim und Dresden ein gemeinsam mit dem NGN Niederlande or-

ganisiertes Webinar zum Thema „Market readiness for 132 kV offshore wind farms“. Vier Fachreferenten beleuchteten das Thema aus unterschiedlichen Perspektiven. Mit über 270 Teilnehmenden aus Forschung, Lehre und Industrie war das Webinar ein voller Erfolg.

Für das Jahr 2025 hat das NGN bereits die nächsten Aktivitäten durchgeführt und geplant. Das neue Jahr startete mit einem ausgebuchten Networking-Event in Kaiserslautern. Ende Mai wird das NGN mit einem eigenen Stand auf dem ETG Kongress in Kassel vertreten sein. Es sind auch wieder weitere Networking-Events in mehreren Städten und kollaborative Webinare mit anderen NGNs aus Europa geplant. Alle Informationen dazu werden über den regelmäßigen E-Mail-Newsletter und die mittlerweile über 300 NGN-Mitglieder in Deutschland verteilt. Als Student oder Young Professional unter 35 Jahren ist man über die [CIGRE Mitgliedschaft](#)¹ Teil der NGN-Community. Für Studenten ist die CIGRE-Mitgliedschaft kostenfrei.

¹ <https://www.vde.com/de/dk-cigre/mitgliedschaft/anmeldung-cigre-vde-yen>



*Dipl. Ing. Michael Jesberger
TransnetBW GmbH, Stuttgart
Vorsitzender des DK CIGRE*

GOMARINGEN ■ DRESDEN ■ BERLIN

SILENT
DIG

DIE ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT
ENTWICKELN SIE MIT!

Die DigSILENT GmbH ist ein unabhängiges Beratungs- und Softwareunternehmen auf dem Gebiet der elektrischen Energieversorgung mit Sitz in Gomaringen, Dresden und Berlin. Als Global Player sorgen wir dafür, dass Stromnetze weltweit stabil laufen, effizient bleiben und die Integration von erneuerbaren Energien vorangetrieben wird.

Wir suchen Mitarbeiter (M/W/D) aus den Bereichen

Elektro-Ingenieurwesen, Ingenieurwesen/Messtechnik, Informatik, Mathematik und Physik

Das bieten wir:

- Eine attraktive Vergütung inklusive jährlicher Bonuszahlungen und betrieblicher Altersvorsorge
- Flexible Arbeitszeiten mit Gleitzeitkonto und 30 Tage Urlaub pro Jahr
- Betreuungszuschuss für Kita- und Kindergartenkinder
- Individuelle Weiterbildungsangebote
- Arbeiten in einem innovativen und zukunftssträchtigen Arbeitsumfeld
- Flache Hierarchien mit den Vorzügen eines international vernetzten, mittelständischen Unternehmens

SIND SIE BEREIT FÜR EINE NEUE HERAUSFORDERUNG?

Werden auch Sie Teil unseres Teams!



Für weitere Informationen besuchen Sie:

www.digsilent.de/karriere

In mehr als 170 Ländern tätig.

40 YEARS OF
POWER SYSTEM SOLUTIONS
MADE IN GERMANY



Bild 1: Zu Gast im Fraunhofer IEE | © Anja Rottke / VDE

Y1 Nachbericht zum Jungen Forum ETG am 20. Mai 2025 in Kassel

Der Vortrag des ETG Kongresses bot jungen an der Energietechnik Interessierten einen spannenden Einstieg ins Programm und die Möglichkeit, sich vor Beginn des offiziellen Teils kennenzulernen und auszutauschen. Rund 60 Studierende und Young Professionals aus ganz Deutschland nahmen am Jungen Forum ETG teil.

Am Vormittag war die Gruppe zu Gast im Fraunhofer IEE. Nach einem gemeinschaftlichen Frühstück und einer kurzen Vorstellung des VDE folgten zwei Impulsvorträge.

Prof. Dr. Martin Braun, Institutsleiter des Fraunhofer IEE, beleuchtete in seinem Vortrag „Quo vadis Energiewende“ die aktuellen Herausforderungen und Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien. Er betonte die zentrale Rolle nachhaltiger Technologien und stellte die vielfältigen Forschungsaktivitäten des Instituts vor.

Dr. Britta Buchholz, Vorsitzende der ETG und Vice President Active Distribution Grids bei Hitachi Energy Germany, rückte die Rolle der jungen Generation bei der Energiewende in den Fokus. Die jungen Ingenieurinnen und Ingenieure stehen vor einer Jahrhundertherausforderung, welche jedoch gleichzeitig zahlreiche Chancen zur Mitgestaltung und Veränderung bietet.

Die im Anschluss erfolgten Führungen durch Labore des Fraunhofer IEE boten faszinierende Einblicke in die Leis-

tungselektronik, Mittelspannungstechnik, Netzüberwachungssoftware sowie die lasergestützte Windgeschwindigkeitsmessung.

Nach der Mittagspause mit umfangreichem Buffet ging es mit dem Bus weiter zum Kraftwerk Kassel. Der Fachbereichsleiter Instandhaltung Energietechnik & Leittechnik erläuterte den Aufbau und die Funktion des Kraftwerks, das aktuell von Braunkohle- und Klärschlammverbrennung auf ausschließlich Klärschlamm und Altholz umgerüstet wird. Die anschließende Besichtigung führte durch die Brennkammer, den Kontrollraum, die Generator-Turbinen-Anlage sowie auf das Dach, von wo die Rauchgasabgasanlage und das Kohlelager zu sehen waren. Abschließend wurden das Lager und die Aufbereitung für Klärschlamm sowie das Umspannwerk betrachtet, das die Einspeisung ins Verteilnetz ermöglicht.

Der letzte Programmpunkt führte die Gruppe zum Volkswagen Komponentenwerk Baunatal. Nach einer kurzen Einführung startete der Rundgang durch die Fertigung. Die Teilnehmenden erhielten zunächst einen Eindruck wie die Warmumformung von Karosserieteilen funktioniert. Abschließend konnten sie die einzelnen Montageschritte eines Elektroantriebs entlang der Fertigungslinie mitverfolgen.



Bild 2: Key Note Prof. Dr. Martin Braun, Institutsleiter Fraunhofer IEE | © Anja Rottke / VDE



Bild 3: Führung durch das Kraftwerk Kassel | © Anja Rottke / VDE

Der Tag fand seinen gelungenen Abschluss bei einem geselligen Abendessen im Peter Pane in Kassel, bei dem sich die Teilnehmenden vernetzten, Erfahrungen austauschten und den Tag Revue passieren ließen.

Insgesamt bot das Junge Forum ETG eine gelungene Kombination aus Fachwissen, praktischen Einblicken und Networking, die die Motivation junger Ingenieurinnen und Ingenieure stärkte und die Bedeutung nachhaltiger Energietechnologien sowie innovativer Mobilitätslösungen unterstrich.

Die Teilnehmenden konnten sich so ganz unter sich kennenlernen und austauschen, sodass sie am ersten Kongresstag direkt schon das vertraute Klassentreffengefühl hatten, welches sich durch den gesamten ETG Kongress zog.

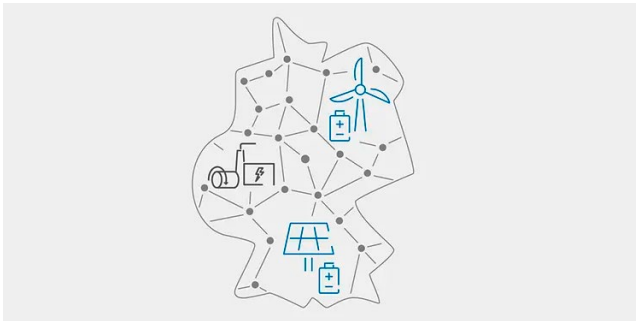
Wir freuen uns auf weitere Veranstaltungen der Jungen ETG und ein Wiedersehen auf dem ETG Kongress 2027.

Weitere Informationen unter:
www.vde.com/jf-etg-2025



Bild 4: Get-together & Abendessen im Peter Pane | © Anja Rottke / VDE

F1 Aktuelles aus dem Forum Netztechnik/Netzbetrieb (VDE FNN)



Netzbildende Eigenschaften entscheidend für Systemstabilität

Der VDE FNN Hinweis „Netzbildende Eigenschaften“ definiert die notwendigen technischen Anforderungen und Nachweise an netzbildende Kundenanlagen inklusive der Bereitstellung von Momentanreserve. Der Hinweis liegt nun, nach der Konsultation durch die Fachöffentlichkeit, final vor. Er liefert die technische Grundlage, um am Momentanreservemarkt teilzunehmen und stellt damit einen wichtigen Meilenstein der Roadmap Systemstabilität des BMWK dar.

Ausreichend netzbildende Eigenschaften von Kundenanlagen im Stromversorgungssystem sind eine essenzielle Voraussetzung für die Systemstabilität und damit für die Versorgungssicherheit. Eine wichtige Fähigkeit netzbildender Kundenanlagen ist die Bereitstellung von Momentanreserve. Diese soll zukünftig marktlich beschafft werden, da sich die Bedarfe an Momentanreserve in der Systemtransformation zu 100 Prozent Erneuerbaren-Energien-Anlagen signifikant erhöhen.

Die marktliche Beschaffung von Momentanreserve ist auch ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Etablierung netzbildender Stromrichter. Der FNN-Hinweis beschreibt u. a. die Vorgehensweise zur messtechnischen Prüfung und simulativen Bewertung von netzbildenden Einheiten und schafft gemeinsam mit einem Beiblatt der FGW TR8 die Grundlage zu ihrer Zertifizierung.

Somit schafft der VDE FNN Hinweis ein wichtiges Fundament für die zukünftige Sicherstellung der Systemstabilität.



Zusammenarbeit der Netzbetreiber in der Kaskade (VDE-AR-N 4140)

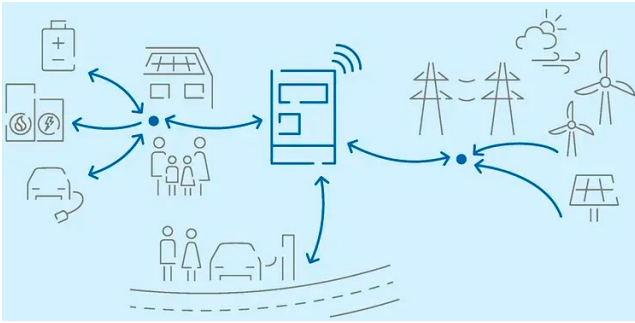
Die VDE-Anwendungsregel zur Kaskade bildet die Grundlage für die Zusammenarbeit der Netzbetreiber in kritischen Netzsituationen. Sie liegt nun in einer überarbeiteten Fassung vor.

Die Anwendungsregel „Kaskadierung von Maßnahmen für die Systemsicherheit von elektrischen Energieversorgungsnetzen“ (VDE-AR-N 4140) legt das Zusammenwirken innerhalb der Kaskade für manuelle Letztmaßnahmen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systemsicherheit fest und beschreibt grundlegende prozessuale Abläufe sowie Anforderungen an die Kommunikation. Nun wurde die Anwendungsregel inhaltlich vollständig überarbeitet.

Die wichtigsten Änderungen im Überblick:

- Anpassung der Begriffe und Rollenbezeichnungen („Redispatch“ nach §13a EnWG)
- Inhaltliche Weiterentwicklungen: Implementierung der kaskadierten Maßnahmen bei Spannungsrückgang
- Vereinfachungen in der Kommunikation zwischen Netzbetreibern
- Übergang von E-Mails zur automatisierten Kommunikation, Definition von Grundlagen für die automatisierte Verarbeitung von Nachrichten („XML-Formate“)
- Zukünftig automatisierte Verarbeitung von Nachrichten zwischen ÜNB und VNB mit Anschluss am Übertragungsnetz

Eine sichere und verlässliche Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern in der Kaskade ist eine grundlegende Voraussetzung für die Aufrechterhaltung eines sicheren und zuverlässigen Betriebs des elektrischen Energiesystems. Aktuell werden Letztmaßnahmen noch manuell ausgelöst und Anforderungen weitergegeben. Da sie aber oft über mehrere Kaskadenstufen und über eine größere Anzahl beteiligter Netzbetreiber umgesetzt werden müssen, sollen die Weitergabe und Verarbeitung der Anforderungen künftig auch automatisiert erfolgen können. Die aktualisierte VDE-Anwendungsregel zur Kaskade schafft eine wichtige Grundlage dafür.



Szenarien für eine langfristig zielführende Netzplanung unter Berücksichtigung von Flexibilität

Mit der Umsetzung der netzorientierten Steuerung nach §14a EnWG, die mit der Festlegung BK6-22-300 der Bundesnetzagentur näher ausgestaltet wurde, gibt es einen klaren Rahmen für die Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen durch Verteilnetzbetreiber. Darauf aufbauend werden in einem neuen VDE FNN Impuls Szenarien aufgezeigt, wie eine Netzplanung in der Niederspannung unter Berücksichtigung von Flexibilität zukünftig aussehen kann.

In den vergangenen Jahrzehnten stand den Anschlussnutzern ein gut dimensioniertes Verteilnetz zur Verfügung, wobei dieses stets auf den statistisch durchmischten Leistungsbezug traditioneller Haushalte ausgelegt wurde. Durch die Verkehrs-, Wärme- und Energiewende verändert sich jedoch das Verhalten der Anschlussnutzer. Daraus resultieren geänderte Anforderungen an das Stromnetz: einerseits durch den überproportionalen Ausbau dezentraler Erzeugungsanlagen, andererseits durch den Hochlauf der steuerbaren Verbrauchseinrichtungen deren Zeitverlauf kaum konkret vorhersehbar ist.

Ziel des [VDE FNN Impulses „Berücksichtigung von Flexibilität in der Netzplanung“](#)¹ ist es, zwei Szenarien und deren Auswirkungen auf den Netzplanungsprozess aufzuzeigen, damit durch den Einsatz von Flexibilitätspotenzialen ein technisch-wirtschaftlich optimierter Verteilnetzbetrieb bereits im Planungsprozess angestrebt werden kann. Der Fokus des Dokuments liegt auf der Niederspannungsebene.

Da Investitionen in die Netzinfrastruktur mehrere Jahrzehnte greifen müssen gilt es, zeitnah regulatorische Sicherheit zu schaffen. VDE FNN schlägt unter anderem die Definition einer Erheblichkeitsschwelle vor.

Das Wichtigste in Kürze

- In Szenario 1 wird angenommen, dass die Steuerung von Flexibilität nur übergangsweise bis zum erfolgten Netzausbau möglich ist. Das bedeutet, dass im Zielbild das Stromnetz auf Leistungsspitzen ausgelegt wird.
- Szenario 2 sieht in einem definierten Rahmen auch die langfristige Nutzung von Flexibilität im aktiven Netzbetrieb vor. Dadurch ist es im Rahmen der Netzplanung

möglich, eine reduzierte Leistung für die Auslegung der Stromnetze zu Grunde zu legen.

- Die Voraussetzungen für beide Szenarien sind die Kenntnis einer Zielleistung bzw. des jeweiligen flexiblen Anteils je Netzanschluss, die Beobachtbarkeit des Netzes sowie die Steuerbarkeit der einzelnen steuerbaren Erzeugungsanlagen und Verbrauchseinrichtungen.
- Grundsätzlich ist es technisch möglich, auf einen Leistungsanstieg mit Netzausbau angemessen zu reagieren. Es bleibt aber großes Flexibilitätspotenzial ungenutzt, sodass es langfristig nicht wirtschaftlich tragfähig ist.
- Das Ziel sollte daher eine technische und wirtschaftliche Optimierung für effiziente Verteilnetze sein. Als Teil davon sollte eine bedarfsgerechte, zukunftsfähige Netzplanung darauf abzielen, Leistungsspitzen zu begrenzen und im Sinne der Nachhaltigkeit für möglichst hohe Jahresbenutzungsstunden zu sorgen.



Grundlage für die Durchführung einer Netzzustandsermittlung in der Niederspannung geschaffen

Die Grundlage für die Bewertung des Netzzustands in der Niederspannung ist die sogenannte Netzzustandsermittlung. Im Rahmen der VDE FNN Studie „Standardisiertes Vorgehen für die Durchführung von Netzzustandsermittlungen auf Basis von Echtzeit-Messwerten in der Niederspannung“ wurde der aktuelle Stand der Technik sowie notwendige Sensorausstattungsgrade evaluiert.

Die Ergebnisse der Studie sind direkt in die Ausarbeitungen einer VDE FNN Empfehlung zum Stand der Technik einer Netzzustandsermittlung eingeflossen.

Unter Berücksichtigung einer Meta-Analyse sowie der erstellten Szenarien wurden die benötigten Umfänge an Netzzustandsdaten, das heißt notwendige Sensorausstattungsgrade, für das zuverlässige Erkennen von Netzengpässen ermittelt.

Bei den Untersuchungen wurden drei heute verwendete Grundtopologien von Niederspannungsnetzen betrachtet:

- Strahlennetz
- Vermaschtes Netz mit einer Transformatoreinspeisung
- Vermaschtes Netz mit zwei oder mehr Transformatoreinspeisungen

Für die Berechnungen wurden sowohl auf synthetische Netzmodelle als auch auf reale Niederspannungsnetzmodelle der jeweiligen Netztopologien zurückgegriffen. Eine übersichtliche Charakterisierung der verwendeten Model-

¹ <https://www.vde.com/de/fnn/aktuelles/szenarien-fuer-eine-langfristig-zielfuehrende-netzplanung-unter-beruecksichtigung-von-flexibilitaeten>

le ermöglicht es Netzbetreibern zudem, die Ergebnisse der Analysen für ihre individuellen Netze zu evaluieren.

Es wurden drei Konstellationen der im Netz installierten Sensorik untersucht und jeweils ein Mindestausstattungsgrad von intelligenten Messsystemen (iMSys) ermittelt:

- Gesamtleistungsmessung des Transformators + iMSys
- Abgangsscharfe Messung + iMSys
- Keine Gesamtleistungsmessung des Transformators und keine abgangsscharfe Messung, das heißt ausschließlich iMSys

Das Kernergebnis der Studie ist damit eine von Netztopologie und Messkonzept abhängige Matrix notwendiger Sensorausstattungsgrade. Bei Einhaltung dieser Ausstattungsgrade kann die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen an eine Netzzustandsermittlung angenommen werden.



*Dipl.-Ing. Dieter Quadflieg
Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE
(VDE FNN)*

Bilder: VDE FNN

H1 Leiter-Erd-Impedanzen – Von der Wellengleichung zur Praxis

Überblick

Die Theorie der elektromagnetischen Wellenausbreitung ermöglicht die Modellierung der Erdimpedanzen von Freileitungen und Erdkabeln. Vor nahezu 100 Jahren entwickelte John Renshaw Carson (1886–1940) einen bis heute verwendeten Ansatz, der im historischen Rückblick stetig modifiziert und erweitert wurde. Der Aufsatz zeichnet die vielfältigen physikalischen und mathematischen Varianten nach, die allerdings in einen einheitlichen Lösungsrahmen eingeordnet werden können. Darüber hinaus wird deutlich, dass die heute erzielbare, theoretische Rechengenauigkeit durch die praktische Verfügbarkeit der erforderlichen Eingangsdaten relativiert wird.

I. Einführung

Leiter-Erd-Impedanzen spielen eine wichtige Rolle bei der Berechnung von asymmetrischen Netzfehlern, Schaltvorgängen, Beeinflussungsrechnungen und schnellen transienten Überspannungen. Die Leiterdimpedanz lässt sich mit wenigen geometrischen und Materialparametern bestimmen. Die Erdimpedanz hingegen muss indirekt aus der Wechselwirkung des sich ausbreitenden elektromagnetischen Feldes mit dem umgebenden Medium abgeleitet werden. Diesen Zusammenhang beschreibt die Wellengleichung, deren Lösung als Fourier-Integral dargestellt werden kann. Hierbei gelten in der Regel folgende Voraussetzungen:

Im dreidimensionalen Raum breitet sich eine transversale elektromagnetische (TEM-)Welle auf einer Leitung sinusförmig in z-Richtung aus (Bild 1). So folgt auch die elektrische Feldstärke E der Beziehung

$$E = E_0 e^{j\omega t - \gamma z}, \quad \gamma = j\beta \tag{1}$$

Der Realteil der zunächst unbekanntem Ausbreitungskonstante γ , d. h. die Dämpfung, wird vernachlässigt. Diese Annahme beinhaltet die erhebliche Vereinfachung, dass die Feldstärke unabhängig von der Wellenausbreitungsrichtung z wird und keine dreidimensionalen Feldberechnungen erforderlich sind. Somit reduziert sich das räumliche Problem auf die beiden verbleibenden Dimensionen x und y . Mit

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \gamma^2 = \frac{\partial^2}{\partial z^2} \tag{2}$$

erfüllt E eine partielle Differentialgleichung zweiter Ordnung mit der Permeabilität, Permittivität und Leitfähigkeit des umgebenden Mediums μ_m , ϵ_m und σ_m in der Form

$$\begin{aligned} \nabla^2 E + (\gamma^2 - \gamma_m^2) E &= 0, \\ \gamma_m^2 &= j\omega\mu_m(\sigma_m + j\omega\epsilon_m) \end{aligned} \tag{3}$$

Die längenbezogene Erdimpedanz lässt sich dann aus dem Verhältnis von elektrischer Feldstärke und resultierendem Strom bestimmen, sodass allgemein gilt

$$Z'_E = f[E(\gamma)] \tag{4}$$

Den entsprechenden ersten Ansatz für Z'_E lieferte der US-amerikanische Elektroingenieur John Renshaw Carson 1926 aus der Lösung der Wellengleichung für das elektrische Feld nach Bild 1 [1] mit:

$$Z'_E = \frac{j\omega\mu_0}{2\pi} \int_0^\infty \frac{2e^{-H\lambda} \cos(\lambda x)}{\lambda + \sqrt{\lambda^2 + \gamma_C^2}} d\lambda \tag{5}$$

$$\gamma_C = \sqrt{j\omega\mu_0\sigma_E} \tag{6}$$

Hierbei bezeichnet λ die Integrationsvariable. Die Permeabilität des Bodens wird mit der Luft gleichgesetzt, d. h. $\mu_E = \mu_0$. Physikalisch repräsentiert der Integralausdruck das elektrische Feld als Summierung elementarer Dipole.

Carson präsentierte seinen Ansatz ohne nähere Erläuterung des physikalischen Hintergrunds, stieß jedoch (wie auch alle seine Nachfolger) auf die Problematik, dass die zu lösende Wellengleichung selbst eine Funktion der *anfangs unbekanntem* Ausbreitungskonstante γ ist. Er umging diese Schwierigkeit, indem er γ „als sehr kleine Größe“ [Übersetzung durch den Autor] im Sinne einer statischen Stromkreistheorie unterstellte. Damit setzte er einerseits die Wellenausbreitung als theoretische Ausgangsbasis voraus, vernachlässigte sie andererseits bei ihrer Lösung und produzierte somit einen Widerspruch, der allerdings pragmatisch gerechtfertigt war.

Spätere Vorschläge verwendeten die Leitungstheorie mit verteilten Leitungsparametern und setzten in der Regel $\gamma = \gamma_m$ des umgebenden Mediums, d. h. des freien Raums

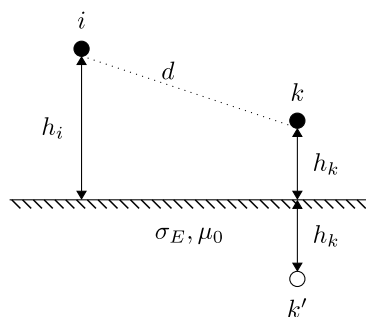


Bild 1: Leiter i, k : Selbstimpedanz: $H = 2h_i$; Gegenimpedanz: $H = h_i + h_k$; spez. Erdleitfähigkeit σ_E ; Erdpermeabilität $\mu_E = \mu_0$; Wellenausbreitung (z -Richtung) senkrecht zur Papierebene

Theorie der Wellenausbreitung	- Stromkreistheorie $\rightarrow \gamma = 0$
	- Leitungstheorie $\rightarrow \gamma = \gamma_m$
	- Antennentheorie $\rightarrow \gamma = f(\gamma)$
Feldgrößen der Wellengleichung	- Elektrisches Feld E
	- Skalar-, Vektorpotential ϕ, A
	- Hertzsches Potential Π
Technische Geometrie	- Freileitung, Erdkabel
	- Bodenschichtung
Numerische Lösung	- Reihenentwicklung
	- Geschlossene Lösungen
	- Tool Boxes
	- Integral-Quadraturen
	- Numer. Elektromagn. Analyse

Tabelle 1: Differenzierungsmerkmale zur Berechnung von Erdimpedanzen

bzw. des Erdreichs an. Die ebenfalls verwendete Antennentheorie als umfassendste Darstellung beschreibt γ durch eine implizite transzendente Eigenwert-Gleichung, erfordert allerdings aufwändige Lösungsalgorithmen (Tab. 1).

Die Wellengleichung des elektrischen Feldes kann, wie von Carson beschrieben, durch das elektrische Feld selbst ausgedrückt werden. Allerdings ist dieser Ansatz nur für Frequenzen bis zu etwa einem Megahertz anwendbar. Ein erweiterter Ansatz hingegen repräsentiert die Wellengleichung durch Skalar- und Vektorpotentiale ϕ und A bzw. deren Kombination in Form des Hertzschens Vektors Π

$$E = -j\omega A - \text{grad } \phi \quad (7)$$

Mit

$$A = \frac{\gamma_m^2}{j\omega} \Pi, \quad \phi = -\text{div } \Pi \quad (8)$$

folgt

$$E = -\gamma_m^2 \Pi + \text{grad } \text{div } \Pi \quad (9)$$

Dadurch lassen sich neben horizontalen Längsimpedanzen auch vertikale Querradmittanz-Effekte abbilden.

Weitere Entwicklungen erweiterten Carsons Ansatz sukzessive auf Erdkabel und mehrere Bodenschichten mit individuellen elektromagnetischen Parametern.

Da das uneigentliche Integral nach Gl. (5) nicht geschlossen lösbar ist, legten zahlreiche Autoren numerische Berechnungsverfahren entsprechend den unterschiedlichen Möglichkeiten der jeweiligen Zeit vor.

Die vorliegenden Publikationen zur Berechnung von Erdimpedanzen kombinierten nahezu beliebige Aspekte der oben genannten Differenzierungsmerkmale nach Tab. I, die nachfolgend in ihrer zeitlichen Entwicklung skizziert werden.

II. Carson und seine Nachfolger

Zeitgleich und unabhängig von Carson legte Pollaczek einen ähnlichen Vorschlag auch für Erdkabel vor, der jedoch in der Fachwelt weniger rezipiert wurde [2]. Beide Autoren gingen von homogenem Erdboden sowie einer Bodenpermeabilität entsprechend der Luft aus und vernachlässigten Verschiebungsströme. Die zweite Einschränkung wurde wenig später von Wise aufgelöst [3]. Zweischichtige Erdformationen wurden erstmals von Wedepohl unter Verwendung einer doppelt-komplexen Fouriertransformation berücksichtigt, die er auch auf Erdkabel übertrug [4], [5]. Die bisher genannten Autoren verwendeten wie Carson die Stromkreistheorie. Fast 40 Jahre nach Carson wurde sein Gedankengang durch Perz mit einer stringenten Herleitung nachvollziehbar rekonstruiert, nun jedoch allgemeiner auf Basis der Leitungstheorie und unter Einbeziehung von Verschiebungsströmen [6].

III. Wise und seine Nachfolger

Eine anderen Weg wählte Wise, indem er die Wellengleichung unter Verwendung der Leitungstheorie für das elektrische Feld mit dem Hertzschens Vektor Π beschrieb [7]. Er bezog sich dabei auf den Ansatz von Sommerfeld aus dem Jahr 1909, der 1926 unter demselben Titel erweitert wurde [8], [9]. Einen weiteren wichtigen Beitrag leistete Wise mit der Einführung der Queradmittanz der unvollkommen leitenden Erde, um den gültigen Frequenzbereich zur Modellierung der Erdrückleitung von Übertragungsleitungen zu erweitern [10]. Die Ansätze von Wise wurden bis in die jüngere Vergangenheit immer wieder aufgegriffen und waren Grundlage für diverse Weiterentwicklungen. Diese bezogen sich im Wesentlichen auf die Verallgemeinerung der Leitergeometrie, d. h. die Berücksichtigung beliebiger Freileitungs- und Erdkabel-Anordnungen sowie die Möglichkeit unterschiedlicher Bodenschichtungen [11]–[15]. Den bisher umfassendsten Ansatz stellte Xue 2018 mit beliebigen Leiteranordnungen, 5 Bodenschichten und Queradmittanzen vor [16].

IV. Erweiterte Theorieansätze

In deutlich umfassenderen Ansätzen leiteten Kikuchi, Wedepohl und Wait neben Erdimpedanzen und -admittanzen zusätzliche Moden der Wellenausbreitung ab. Kikuchi demonstrierte den Übergang vom (Quasi-)TEM zum transversalen elektrischen (TE) oder transversalen magnetischen (TM) Modus (Sommerfeld-Goubau-Übergang, [17]). Wedepohl präsentierte eine mathematische Alternative. Er führte die Wellengleichung für das magnetische Vektorpotential A ein und bestätigte die Ergebnisse von Kikuchi, indem er die Überlagerung von TM- und TE-Wellenkomponenten verwendete [18]. Wait führte die Theorie von Wise fort und erweiterte die Ergebnisse von Kikuchi auf eine allgemeinere, aber implizite modale Eigenwertgleichung mit komplizierten Wurzelfindungsverfahren [19].

Nachdem die elektrodynamische Beschreibung von Erdimpedanzen als theoretisch abgeschlossen betrachtet werden darf, befassen sich neuere Untersuchungen auch mit den spezifische Eigenschaften des Erdbodens als leitendem Medium. Bei den bisher genannten Modellen zur Ermittlung von Erdimpedanzen wurde davon ausgegangen, dass die Parameter Leitfähigkeit und Permittivität des Bodens konstant sind. Typischerweise nehmen der Bodenwiderstand und die Dielektrizitätskonstante mit zunehmender Frequenz jedoch ab, insbesondere wenn der Boden eine schlechte Leitfähigkeit aufweist. Übersichtsarbeiten hierzu liefern [20]–[22]. Im Fokus stehen auch homogene Ersatzmodelle für mehrschichtige Böden, um Rechenzeiten für Erdimpedanzen bei transienten Überspannungen zu reduzieren [23]–[25].

V. Numerische Lösungen

Das Carson-Integral (5) sowie seine strukturgleichen Erweiterungen nachfolgender Autoren ist nicht geschlossen lösbar. Entsprechend wurden zahlreiche Vorschläge gemäß den verfügbaren Werkzeugen der jeweiligen Zeit vorgelegt.

A. Ersatzleiter

Die Modelle von Carson und Pollaczek repräsentieren verteilte Erdstromfäden (Bild 2a). Eine logische Vereinfachung führte zu konzentrierten Ersatzleiter-Modellen. Carson und Pollaczek stellten ihre integralen Lösungen als unendliche Reihenentwicklungen dar, die nach einigen Elementen für bestimmte Parameterbereiche abgeschnitten werden können. Ein Abbruch der Carson-Reihe nach dem ersten Element überführt Gl. (5) nach

$$Z'_E = j\omega \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{1.8514 \cdot \delta}{d}, \quad \delta = \frac{1}{\sqrt{\omega \mu_0 \sigma_g}} \quad (10)$$

Dies entspricht dem geläufigen Modell eines konzentrierten Erdrückleiters in der Eindringtiefe δ nach Bild 2b, ist in seiner Gültigkeit allerdings auf niedrigere Frequenzen beschränkt.

Ein alternatives Modell aus dem Jahr 1955 unterstellt eine leitende Ebene in einer komplexen Eindringtiefe

$$p = \frac{(1-j)\delta}{\sqrt{2}} \quad (11)$$

und wurde mehrfach wieder entdeckt, ohne dass andere Autoren darauf aufmerksam wurden [26]. So interpretierte Dubanton 1969 den Ansatz „basierend auf der Annahme, dass Erdrückströme in einer fiktiven flachen Ebene in der Tiefe p unter der Erdoberfläche konzentriert sind“ [27] [Übersetzung durch den Autor] (Bild 2c, 1 Ebene). Pizarro führte später eine weitere komplexe Ebene ein, deren Parameter A, B, α, β durch Noda optimiert wurden [28], [29] (Bild 2c, 2 Ebenen). Zahlreiche weitere Verfeinerungen und Optimierungen von geschlossenen Lösungsvorschlägen folgten, auch für Erdkabel. Eine Übersicht hierzu sowie zu ihren Gültigkeits- und Genauigkeitsbereichen findet sich in

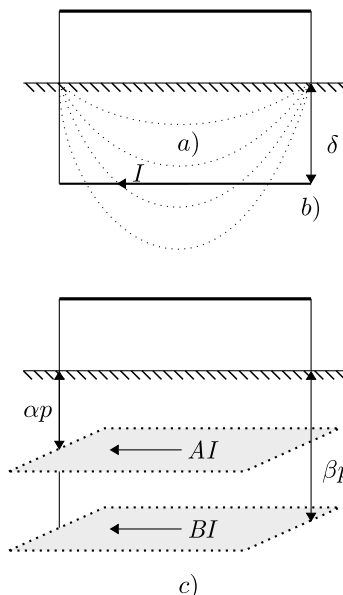


Bild 2: Physikalische Modell des Erdrückstroms I
 a) verteilte Erdstrom-Pfade
 b) Konzentrierte Erdrückleiter mit Eindringtiefe δ nach (10)
 c) Erdrückleitungsebene(n) in der komplexen Tiefe p nach (11)
 1 Ebene: $\alpha=A=1, \beta=B=0$
 2 Ebenen: $A+B=1; \alpha, \beta$ durch Optimierung

[30]. Als Konsequenz ergibt sich keine generell überlegene Näherungsformel für Erdimpedanzen, da ihr Gültigkeitsbereich stark vom den jeweiligen Eingangsparametern abhängt.

B. Weitere geschlossene Lösungen

Geschlossene Lösungsansätze ohne Ersatzleiterinterpretation erfolgten z. B. durch abgebrochene Reihenentwicklungen [5], lineare Terme, [31], Besselfunktionen [32], [33], oder auch Kombinationen aus Ersatzleitern und Besselfunktionen [34]. Zwei neuere, formell geschlossene Vorschläge verwenden kommerziell verfügbare Toolboxen und erzielen damit hohe Rechengenauigkeit und -geschwindigkeit, unabhängig vom Parameterraum der Eingangsdaten [35], [36].

C. Numerische Integration

Frühe Integrationsverfahren verwendeten Reihenentwicklungen zur numerischen Integration [1], [2], [3], [7]. Auch im weit verbreiteten Electromagnetic Transients Program (EMTP) wird aktuell noch die Carson-Reihe für Erdimpedanzen verwendet.

Steigende Rechenleistung unterstützte die Entwicklung differenzierter Integralquadraturen auf Basis von Trapez- oder Gaussverfahren [37]–[40].

Zusätzlich zu den oben genannten numerischen Lösungen wurden einige selten verwendete Integrationsmethoden wie die Monte-Carlo-Integration [41] oder Techniken der künstlichen Intelligenz auf Basis neuronaler Netze beschrieben [42].

D. Numerische Elektromagnetische Analyse

Klassische Berechnungsverfahren der Erdimpedanz setzen eine (Quasi-)TEM-Ausbreitung voraus. TEM-basierte Werkzeuge wie das weit verbreitete EMTP-Programm für elektromagnetische Transienten können jedoch nicht mit dreidimensionalen Problemen und schnellen Transienten in gasisolierten Schaltanlagen umgehen [43]. Eine Alternative ist die Numerische Elektromagnetische Analyse (NEA). Die NEA basiert auf den Maxwell'schen Gleichungen in Differential- oder Integralform und kombiniert beliebige elektromagnetische und räumliche Randbedingungen mit einer numerischen Lösung der Feldgleichungen. Allerdings erfordert die NEA umfangreiche Rechenressourcen und eine ausgeprägte fachliche Expertise.

VI. Praktische Aspekte

Einerseits wurde zahlreiche Anstrengungen unternommen, die numerische Berechnungsgenauigkeit für Erdimpedanzen zu erhöhen. Andererseits sind hierfür verschiedene Eingabeparameter erforderlich, deren Genauigkeit Inhomogenitäten und systematischen Unsicherheiten unterliegt, wie z. B.

- umfangreiche metallische Strukturen (Zäune, Leitplanken, verborgene unterirdische Schienen und Rohrleitungen im Bergbau, durchgehend geerdete Metallmasten)
- Unstetigkeiten im topografischen Profil und in den Leiter-Erdbständen, variierender Leiterdurchhang aufgrund von Temperaturschwankungen, unvollständige Leiterverdrillung
- unbekannte Bodenparameter und elektromagnetische Parameter, die mit den Jahreszeiten, der räumlichen Geologie und der Frequenz variieren

Dieser Sachverhalt begrenzt die Bedeutung und Aussagekraft weiterer Verbesserungen bei der numerischen Berechnung von Erdimpedanzen.

VII. Schlussfolgerungen

Die verschiedenen Ansätze zur Berechnung der Erdimpedanz aus nahezu einhundert Jahren lassen sich letztlich auf die Lösung der Wellengleichung zurückführen. Unterschiede bestehen jedoch in der Wahl der zunächst unbekanntesten Ausbreitungskonstante sowie in den beschreibenden elektromagnetischen Feldgrößen. Obwohl neuere theoretische Modelle durchgängig den Hertz'schen Vektor zur umfassenden Feldbeschreibung verwenden, wird der klassische Ansatz von Carson nach wie vor im praktischen Tageseinsatz verwendet. Heute liegen umfassende Modelle vor, die realistische Leiteranordnungen und Bodenbeschaffenheiten zumindest theoretisch berücksichtigen.

Mit zunehmender Prozessorleistung können Erdimpedanzen mit verschiedenen Integrationsroutinen und Standard-Software-Toolboxen mit nahezu beliebiger theoretischer Genauigkeit berechnet werden. Allerdings sind die Eingangsdaten der Erdimpedanzen mit systematischen Un-

sicherheiten behaftet, die die theoretisch berechnete Genauigkeit bei weitem übersteigen können.

Erdimpedanzen werden in der Regel nicht separat, sondern in der täglichen Anwendung z. B. mit EMTP-ähnlicher Software eingesetzt. Dabei setzen Phänomene im Hochfrequenzbereich, wie z. B. transiente Vorgänge in gasisolierten Schaltanlagen, ein umfassendes technisch-physikalisches Hintergrundwissen voraus, um Fehlinterpretationen der Simulationsergebnisse zu vermeiden. Dies stellt auch zukünftig eine besondere Herausforderung für Ingenieurinnen und Ingenieure dar.

Literatur

- [1] J. R. Carson, „Wave Propagation in Overhead Wires with Ground Return,“ *Bell System Technical Journal*, vol. 5, pp. 539–554, 1926.
- [2] F. Pollaczek, „Über das Feld einer unendlich langen wechselstromdurchflossenen Einfachleitung,“ *Elect. Nachr. Tech., Band 3 (Heft 9)*, vol. 3, no. 9, pp. 339–360, 1926.
- [3] W. H. Wise, „Effect of ground permeability on ground return circuits,“ *The Bell System Technical Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 472–484, July 1931.
- [4] L. M. Wedepohl and R. G. Wasley, „Wave propagation in multiconductor overhead lines. Calculation of series impedance for multilayer earth,“ *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 113, no. 4, pp. 627–632, April 1966.
- [5] L. M. Wedepohl and D. J. Wilcox, „Transient analysis of underground power-transmission systems. System-model and wave-propagation characteristics,“ *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 120, no. 2, pp. 253–260, Feb. 1973.
- [6] M. C. Perz and M. R. Raghuvver, „Generalized Derivation of Fields, and Impedance Correction Factors of Lossy Transmission Lines Part II. Lossy Conductors Above Lossy Ground,“ *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, vol. PAS-93, no. 6, pp. 1832–1841, Nov. 1974.
- [7] W. H. Wise, „Propagation of High-Frequency Currents in Ground Return Circuits,“ *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, vol. 22, no. 4, pp. 522–527, April 1934.
- [8] A. Sommerfeld, „Über die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie,“ *Annalen der Physik*, vol. 333, no. 4, pp. 665–736, 1909.
- [9] A. Sommerfeld, „Über die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie,“ *Annalen der Physik*, vol. 386, no. 25, pp. 1135–1153, 1926.
- [10] W. H. Wise, „Potential coefficients for ground return circuits,“ *The Bell System Technical Journal*, vol. 27, no. 2, pp. 365–371, April 1948.
- [11] E. D. Sunde, „Earth Conduction Effects in Transmission Systems,“ *D. Van Nostrand Company, Inc., 2nd. ed., New York*, 1968.
- [12] M. Nakagawa, A. Ametani, and K. Iwamoto, „Further studies on wave propagation in overhead lines with earth return: Impedance of stratified earth,“ *Procee-*

- dings of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 120, no. 12, pp. 1521–1528, Dec. 1973.
- [13] D. A. Tsiamitros, G. C. Christoforidis, G. K. Papagiannis, D. P. Labridis, and P. S. Dokopoulos, „Earth conduction effects in systems of overhead and underground conductors in multilayered soils,” *IEE Proceedings - Generation, Transmission and Distribution*, vol. 153, no. 3, pp. 291–299, May 2006.
- [14] T. A. Papadopoulos, G. K. Papagiannis, and D. P. Labridis, „A generalized model for the calculation of the impedances and admittances of overhead power lines above stratified earth,” *Electric Power Systems Research*, vol. 80, no. 9, pp. 1160 – 1170, 2010.
- [15] T. A. Papadopoulos, D. A. Tsiamitros, and G. K. Papagiannis, „Earth return admittances and impedances of underground cables in nonhomogeneous earth,” *IET Generation, Transmission I& Distribution*, vol. 5, pp. 161–171(10), Feb. 2011.
- [16] H. Xue, „General formulation and accurate evaluation of earth-return parameters for overhead/underground cables,” *Ph. D. thesis, École Polytechnique de Montréal*, 2018.
- [17] H. Kikuchi, „Wave Propagation on the Ground Return Circuit in High Frequency Regions,” *The Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan*, vol. 75, no. 805, pp. 1176–1187, Okt. 1955.
- [18] L. M. Wedepohl and A. E. Efthymiadis, „Wave propagation in transmission lines over lossy ground: a new, complete field solution,” *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 125, no. 6, pp. 505–510, June 1978.
- [19] J. R. Wait, „Theory of Wave Propagation Along a Thin Wire Parallel to An Interface,” *Radio Science*, vol. 7, no. 6, pp. 675–679, June 1972.
- [20] C. Portela, M. Tavares, and J. Filho, „Influence of a more accurate soil representation in electromagnetic transient phenomena,” in *Proceedings. International Conference on Power System Technology*, vol. 3, 2002, pp. 1426–1431.
- [21] CIGRE WG C4.33., „Impact of soil-parameter frequency dependence on the response of grounding electrodes and on the lightning performance of electrical systems,” *Technical Brochure 781; CIGRE: Paris, France*, 2019.
- [22] T. A. Papadopoulos, Z. G. Datsios, A. I. Chrysochos, P. N. Mikropoulos, and G. K. Papagiannis, „Wave Propagation Characteristics and Electromagnetic Transient Analysis of Underground Cable Systems Considering Frequency-Dependent Soil Properties,” *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 63, no. 1, pp. 259–267, 2021.
- [23] D. A. Tsiamitros, G. K. Papagiannis, and P. S. Dokopoulos, „Homogenous Earth Approximation of Two-Layer Earth Structures: An Equivalent Resistivity Approach,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 22, no. 1, pp. 658–666, Jan. 2007.
- [24] A. G. Martins-Britto, F. V. Lopes, and S. R. M. J. Rondineau, „Multilayer Earth Structure Approximation by a Homogeneous Conductivity Soil for Ground Return Impedance Calculations,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 35, no. 2, pp. 881–891, April 2020.
- [25] H. Xue, J. Mahseredjian, J. Morales, I. Kocar, and A. Xemard, „An Investigation of Electromagnetic Transients for a Mixed Transmission System With Overhead Lines and Buried Cables,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 37, no. 6, pp. 4582–4592, Dec. 2022.
- [26] P. Pettersson, „Image representation of wave propagation on wires above, on and under ground,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 9, no. 2, pp. 1049–1055, April 1994.
- [27] C. Dubanton, „Calcul approché des parametres primaires et secondaires d’une ligne de transport,” *EDF Bull. Direct. Etudes Rech.*, vol. 1, pp. 53–62, 1969.
- [28] M. Pizarro and R. Eriksson, „Modeling of the ground mode of transmission lines in time domain simulations,” *Proc. 7th ISH, Dresden, Germany*, p. 179–182, 2001.
- [29] T. Noda, „A double logarithmic approximation of Carson’s groundreturn impedance,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 21, no. 1, pp. 472–479, Jan. 2005.
- [30] H. Wohlfarth, „Calculation of Ground Impedances,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 39, no. 4, pp. 2113–2124, Aug. 2024.
- [31] A. Semlyen, „Ground return parameters of transmission lines an asymptotic analysis for very high frequencies,” *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, vol. PAS-100, no. 3, pp. 1031–1038, March 1981.
- [32] E. F. Vance, *Coupling to shielded cables*. New York: Wiley, 1978.
- [33] O. Saad, G. Gaba, and M. Giroux, „A closed-form approximation for ground return impedance of underground cables,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 11, no. 3, pp. 1536–1545, July 1996.
- [34] N. Theethayi, R. Thottappillil, M. Paolone, C. A. Nucci, and F. Rachidi, „External impedance and admittance of buried horizontal wires for transient studies using transmission line analysis,” *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, vol. 14, no. 3, pp. 751–761, June 2007.
- [35] T. Theodoulidis, „Exact Solution of Pollaczek’s Integral for Evaluation of Earth-Return Impedance for Underground Conductors,” *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 54, no. 4, pp. 806–814, Aug. 2012.
- [36] T. Theodoulidis, „On the Closed-Form Expression of Carson’s Integral,” *Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 59, no. 1, pp. 26–29, Jan. 2015.
- [37] F. A. Uribe, „Calculating mutual ground impedances between overhead and buried cables,” *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 50, no. 1, p. 198–203, Feb. 2008.
- [38] O. Ramos-Leanos, J. L. Naredo, and P. Moreno, „Assessment of approximate formulas for calculating overhead-line earth-impedances,” *40th North American Power Symposium*, pp. 1–6, 2008.

- [39] A. Ramirez and F. Uribe, „A Broad Range Algorithm for the Evaluation of Carson’s Integral,“ *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 22, no. 2, pp. 1188–1193, April 2007.
- [40] G. K. Papagiannis, D. A. Tsiमितros, D. P. Labridis, and P. S. Dokopoulos, „Direct numerical evaluation of earth return path impedances of underground cables,“ *IEE Proceedings - Generation, Transmission and Distribution*, vol. 152, no. 3, pp. 321–327, May 2005.
- [41] X. Legrand, A. Xemard, G. Fleury, P. Auriol, and C. A. Nucci, „A Quasi-Monte Carlo Integration Method Applied to the Computation of the Pollaczek Integral,“ *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 23, no. 3, pp. 1527–1534, July 2008.
- [42] T. T. Nguyen, „Earth-return path impedances of underground cables. II. Evaluations using neural networks,“ *IEE Proceedings - Generation, Transmission and Distribution*, vol. 145, no. 6, pp. 627–633, Nov. 1998.
- [43] A. Ametani, K. Yamamoto, M. Paolone, F. Rachidi, and C. A. Nucci, „Numerical electromagnetic analysis methods and its applications to surge phenomena,“ *2011 7th Asia-Pacific International Conference on Lightning*, pp. 755–761, 2011.



Dr.-Ing. Herbert Wohlfarth
herbwo@protonmail.com

H2 Der Schutz vor zu hohen Berührungsspannungen

Dieser Beitrag setzt den Artikel aus dem ETG journal 01/2025, S. 67–69 fort.

Um 1900 war elektrischer Strom ein Luxusgut und wurde daher selten im privaten Bereich genutzt. Dies änderte sich im Ersten Weltkrieg. Da wegen der Britischen Seeblockade Petroleum sowie die Ressourcen zur Erzeugung von Stadtgas immer knapper wurden und damit der Preis stieg, wurde die Nutzung der relativ teuren Elektroenergie attraktiver (Bild 1). Hinzu kam, dass während des Krieges Großkraftwerke zur Versorgung der Rüstungsindustrie gebaut worden waren. Diese Erzeugungskapazitäten standen nach Kriegsende der zivilen Nutzung zur Verfügung, sodass der Strompreis fiel. Mit der Elektrifizierung von immer mehr Haushalten stieg gleichzeitig das Potential von Elektrounfällen. Kamen zuvor größtenteils Fachpersonal oder zumindest eingewiesene Personen mit Elektrizität in Berührung, waren es nun Fachfremde. Das Risiko von Stromunfällen und infolge deren Zahl stieg (Bild 2). Die Fachexperten sahen hier ein Hemmnis für die weitere Verbreitung der neuen Energieform. Aufrufe und Appelle zum sorgsamem Umgang (Bild 3) zeigten rasch ihre Grenzen und man setzte bald auf technische Maßnahmen wie eine konsequente Erdung, die Nullung und ab den 1930er-Jahren Schutzschalter zur automatischen Abschaltung im Fehlerfall. Die Installation dieser Technik musste von Fachpersonal ausgeführt werden, sodass sich der Elektroinstallateur als Berufsstand zunehmend verbreitete. Alle Maßnahmen in Summe führten zur rapiden Senkung der Unfallzahlen (Bild 2).

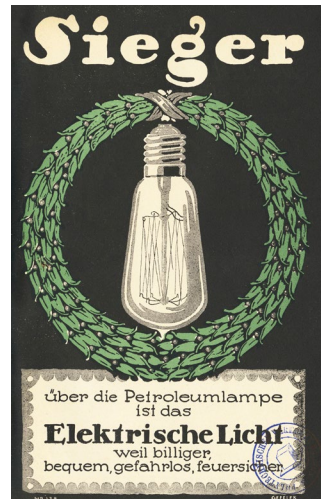


Bild 1: Flugblatt der GEFELEK von 1916. Quelle: Deutsches Museum.

Normen und Fachkräfte

Bereits in den 1890er-Jahren war den Vertretern der jungen Elektrotechnik bewusst, dass man die Sicherheit beim Umgang mit Elektrizität entscheidend verbessern müsse. Der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) nahm bereits unmittelbar nach seiner Gründung 1893 den sicheren Umgang mit Elektrizität in den Blick [1]. Schon im zweiten Jahr nach seiner Gründung setzte der Vorstand des VDE ein so-

Tödliche Stromunfälle in Deutschland

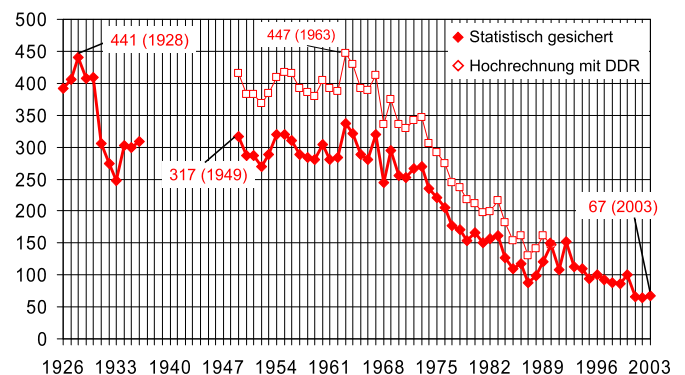


Bild 2: Tödliche Stromunfälle in Deutschland von 1926 bis 2003. Quelle: Jühling, Jens: Elektrounfälle in Deutschland. In: „Mensch – Strom – Felder“ Vorträge der fFE-Fachtagung am 10./11. November 2005, URL: <https://www.ffe-emf.de/download/Juehling.pdf> (zuletzt abgerufen am 10.06.2025).



Bild 3: Unfallverhütungs-Siegelmarken des Verbandes der Deutschen Berufsgenossenschaften e.V. Quelle: VEI Fachzeitschrift für das Deutsche Elektro-Installateur-Handwerk und das Rundfunkgebiet (1936), H. 42, S. 1118.

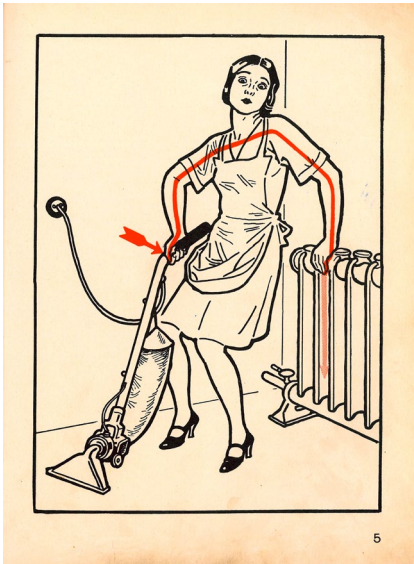


Bild 4: Eine lebensbedrohliche Situation: Eine Frau berührt mit der einen Hand einen Staubsauger, dessen Gehäuse wegen eines Körperschlusses unter Spannung steht, und mit der anderen Hand einen geerdeten Heizkörper. Quelle: Stefan Jellinek: *Elektroschutz*. Wien – Leipzig 1931.

nanntes *Comité für Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen* ein [2, S. 59]. Diese erste Sicherheitsvorschrift des VDE führte direkt zur bis heute bekannten Normschrift DIN VDE 0100 [2, S. 767]. Mithilfe der 1895 eingeführten Vorschriften sollten durch z. B. eine ausreichende Isolierung stromführender Teile, bestimmte Regeln für das Verlegen von Leitungen, die Erdung der Anlage und durch die Wahl geeigneter Sicherungen elektrische Schläge sowie Brände verhindert werden. Dennoch wurden offensichtlich viele Anlagen nicht den Normen und Bestimmungen gemäß ausgeführt, was immer wieder zu Unfällen führte. Als Ursache wurde der Mangel an Fachpersonal ausgemacht.

Die ersten Monteure, meist Schlosser, Mechaniker oder Gasinstallateure, wurden zu dieser Zeit beim Errichten elektrischer Anlagen direkt von Ingenieuren oder Technikern angeleitet. Durch die schnelle Entwicklung der Elektrotechnik und die rasche Zunahme der Aufträge wurden immer mehr Fachkräfte benötigt. Um Lehrlinge auszubilden, bedurfte es Meister eines damals noch nicht existenten Handwerks. Dies sollte sich ändern, als 1902 der Unternehmer Georg Montanus den Verband Deutscher Elektro-Installationsfirmen (VEI) gründete. Im Jahr darauf erfolgte die erste Meisterprüfung im Elektrohandwerk [3, S. 20f.]. Von nun an schrieben immer mehr Handwerkskammern die Meisterprüfung als Voraussetzung für die Arbeit in diesem Gewerbe vor. Das Defizit an Fachpersonal, das elektrische Anlagen den Normen entsprechend ausführen konnte, ließ sich aber offensichtlich nicht so schnell beheben wie erhofft. So beklagte noch 1909 der Generalsekretär des VDE, Georg Dettmar, den Mangel an ausgebildeten Fachkräften und rief seinen Verein sowie den VEI auf, die Aus- und Fortbildung von Fachkräften zu fördern [4]. Weitere Ursachen für unsichere elektrische Anlagen sahen die Fachleute sowohl in der „Pfuscheri nach Feierabend“ als Nebeneinnahme durch „gelernte Angestellte“, als auch in Arbeiten, die im Rahmen der Gewerbefreiheit durch Personen ohne entsprechende Ausbildung durchgeführt wurden. Ausweg sollte eine intensiviertere Berufsausbildung sowie die verstärkte Normung und Standardisierung der ausgeführten Anlagen sein [5]. Für die Aus- und Fortbildung von Fachkräften spielten auch



Bild 5: 1920 richtet der VDE eine zentrale Prüfstelle ein, die elektrotechnische Produkte auf die Einhaltung der bestehenden VDE-Bestimmungen prüfte. Dieses gestellte Bild verweist auf die Prüfung von Haartrocknern. Quelle: VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut Offenbach.

Fachzeitschriften eine wichtige Rolle. Zwar gab es bereits seit 1880 die *Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ)*, diese war allerdings schwerpunktmäßig auf ein Ingenieurpublikum ausgerichtet. Am 1. Januar 1923 erschien schließlich erstmals auch eine Fachzeitschrift speziell für Elektroinstallateure. Um darauf hinzuweisen, wie wichtig das Studium von Fachzeitschriften sei, war in der VEI Fachzeitschrift für das Deutsche Installationshandwerk der Slogan zu lesen: „Wer keine Fachzeitschrift liest, handelt fahrlässig“ [6].

Auch die Nutzung nicht-normgerechter oder fehlerhafter elektrischer Geräte stellte ein Sicherheitsrisiko dar. Bis in die 1960er-Jahre besaßen elektrische Geräte vorwiegend ein Metallgehäuse. Bei einem Isolationsfehler oder einem losen, stromführenden Leiter kann es zum sogenannten Körperschluss kommen – am Gehäuse liegt dann eine lebensgefährliche Spannung an. Wenn die Person auf einem Holzfußboden steht oder isolierende Schuhe trägt, kann dieser Fehler unentdeckt bleiben. Ändern sich aber die Widerstandsverhältnisse, weil z.B. geerdete Teile, etwa eine Wasserleitung oder die Heizung berührt werden, fließt plötzlich ein hoher Fehlerstrom – und das im ungünstigsten Fall von Arm zu Arm (Bild 4). Die Sicherung löst aber nicht aus, weil der Körperwiderstand zu hoch und damit die Stromstärke durch die Sicherung zu gering ist. Um die Sicherheit von elektrischen Geräten zu erhöhen schuf der VDE im Jahr 1920 hierfür eine Prüfstelle (Bild 5). Getestete Geräte, die den VDE Sicherheitsnormen genügten, wurden (und werden bis heute) mit einem gesetzlich geschützten VDE-Prüfzeichen ausgezeichnet [7]. Dies war Ergebnis einer langjährigen intensiven Arbeit verschiedener Normungskommissionen im VDE. Bereits 1906 kam eine erste Anregung aus der *Kommission für Installationsmaterial*. Als die Kommission 1909 erneut versuchte, die Hersteller zu überzeugen, ihre Produkte prüfen zu lassen, fand das kaum Anklang. Mehr noch, viele Firmen produzierten ihre Artikel in zwei Ausführungen, in einer, die den VDE-Vorschriften entsprachen, sowie in einer davon abweichenden Form, vorzugsweisen für den Export. 1913 lag das Konzept für die Gründung der Prüfstelle vor, die Umsetzung verzögerte sich jedoch durch den Ersten Weltkrieg. Im Februar 1920

beschloss schließlich die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften die Gründung der Prüfstelle, „von der eine erhebliche Wirkung auf die Verdrängung minderwertiger Fabrikate vom Markte erhofft wird“ [8, S. 949]. Das bewährte Prinzip wurde und wird bis heute von vielen Prüfinstituten weltweit übernommen.

Schutz durch Technik

Erdung, Nullung und Schutzkontakt

Um Personen beim Körperschluss vor dem indirekten Berühren elektrischer Teile zu schützen, wurde bereits in den 1890er-Jahren die Schutzerdung eingeführt. Dabei werden alle nicht spannungsführenden, aber leitfähigen Teile eines elektrischen Verbrauchers mit einem Erder verbunden. Im Fehlerfall wird der Stromkreis über den ebenfalls geerdeten Ortstransformator geschlossen und der Erdschlussstrom lässt die Sicherung abschmelzen. Bereits 1885 hatte Thomas A. Edison eine Schmelzsicherung als Schutzelement zur Abschaltung bei Überstrom zum Patent angemeldet [10], die dann zum Anlagenschutz überall eingebaut wurde. In der Praxis erwies sich die Schutzerdung als zu unsicher, da der Erdungswiderstand oft zu hoch und zu stark von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig ist, wie z.B. der Bodenbeschaffenheit oder der Witterung. Ein weiteres Problem, das bei der Schutzerdung auftritt ist, dass im Fehlerfall bis zur Abschaltung auf dem gesamten Schutz- und Potentialausgleichsystem eine relativ hohe Berührungsspannung anliegen kann. So machte etwa der Baurat Friedrich Richard Ulrich um 1894 darauf aufmerksam, dass die Erdung als Schutz gegen die Gefahren bei Berührung unter Spannung stehender Metallteile „leicht ungenügend sein könnte und ein falsches Gefühl der Sicherheit hervorriefe“ [2, S. 74].

Da es trotz vorhandener Erdung immer wieder zu Unfällen kam, schlug 1913 die AEG eine Maßnahme vor, die heute als Nullung bekannt ist [10] und schließlich 1924 in die VDE Vorschriften aufgenommen wurde. Hierbei wird das leitfähige Metallgehäuse eines Geräts mit dem Rückleiter (Nulleiter) verbunden. Berührt im Fehlerfall eine Phase das Gehäuse, fließt der Fehlerstrom über diesen und es kommt zu einem Kurzschluss, der die Sicherung auslöst [11, S. 480]. Da in den Gebäuden meist nur zweiadrige Leitungen verlegt waren, erfolgte die Verbindung zwischen Nulleiter und Gehäuse oft direkt am Verbraucher.

Bei mobilen, zweipoligen Geräten war dies allerdings unmöglich, da bei einer Verdrehung des Steckers das Gehäuse unter Spannung steht. Die Lösung dieses Problems lag in einem neuartigem Stecksystem: 1926 hatte Albert Büttner, Gründer der Bayerische Elektrozubehör A. G. in Lauf bei Nürnberg einen dreipoligen Stecker zum Patent angemeldet, der bald von Wilhelm Klement und Siemens-Schuckert zum Schuko-Stecksystem verbessert wurde (Bild 6) [12]. Stecker und Steckdose sind so konstruiert, dass auch bei einer Steckerdrehung die Phase nicht mit dem Gehäuse verbunden werden kann. Die Nullung erfolgte hier an den Anschlussklemmen der Steckdose. Diese Praktik ist heute als „klassische Nullung“ bekannt, aber seit dem 1. Mai

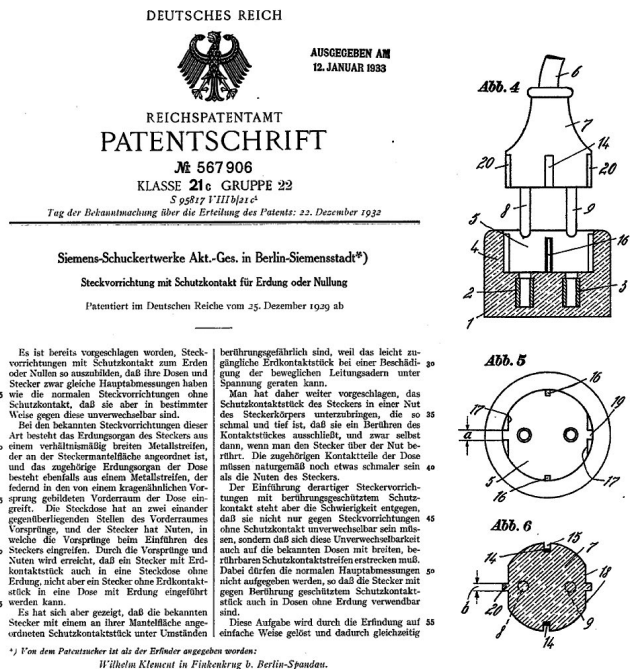


Bild 6: Verbesserter Schuko-Stecker aus der Patentschrift der Siemens-Schuckertwerke. Als Erfinder ist Wilhelm Klement angegeben. Quelle Patent DRP 567906, Siemens-Schuckertwerke.

1973 für Neuanlagen verboten (in der Schweiz seit 1. Januar 1974), da bei Unterbrechung des Nulleiters an allen leitfähigen Gehäuseteilen die gesamte Netzspannung ansteht.

Der FU- und FI-Schutzschalter

Als kurz vor dem Ersten Weltkrieg immer mehr landwirtschaftliche Betriebe elektrifiziert wurden, traten trotz Schutzerdung und klassischer Nullung vermehrt elektrische Tierunfälle auf [11]. Abhilfe sollte hier der ab 1926 zunehmend installierte Fehlerspannungs-Schutzschalter (FU) schaffen (Bild 7). Bereits 1914 hatten RWE-Ingenieure im Zusammenhang mit der Elektrifizierung von Stallungen, in



Bild 7: Fehlerspannungs-Schutzschalter der Firma Schiele Industriewerke um 1960. Quelle: Deutsches Museum (Foto: Klaus Mosch).

denen z. B. Rinder mit Metallketten an einer Metallkonstruktion angebunden waren, die Idee entwickelt, die Anlagenteile und den Erder nicht direkt zu verbinden, sondern eine Auslösespule dazwischen zu schalten [13]. Diese sollte die Anlage abschalten, falls die Spannung an der Metallkonstruktion zu hoch wird [14, S. 420f.]. Gegen den FU-Schutz wurden verschiedene Argumente vorgebracht, wie etwa die hohe Abhängigkeit der Schutzwirkung von Installationsfehlern sowie deren allgemeine Störanfälligkeit.

1928 ließ die RWE mit der „Schutzschaltung zur Sicherung von Menschen und Tieren“ (DRP 552678) den FI-Schutz patentieren, der eine hochempfindliche Schnellauslösung besaß. Das Prinzip, mithilfe eines Summenstromwandlers einen Stromkreis zu unterbrechen, war bereits seit 1903 bekannt und wurde nach 1908 in den USA weiterentwickelt [15]. Der Fehlerstrom-Schutzschalter (FI, heute auch RCD = Residual Current Device) beruht auf der Idee, die Werte aller Ströme in bzw. aus einem Gerät zu addieren [16], [17]. Sobald eine Differenz auftritt, fließt der Strom offensichtlich einen nicht vorgesehenen Weg – im schlimmsten Fall über einen Menschen – und es wird elektromagnetisch abgeschaltet. Damit schienen die Entwickler von Schutzgeräten die ultimative Lösung gefunden zu haben, wenn der Schutzschalter innerhalb von 0,1 Sekunden bei einem sehr geringen Auslösestrom (damals 5 bis 10 mA) abschaltet. Berührte aber nach einem Körperschluss niemand das unter Spannung stehende Metallteil, wurde der Schutzschalter bei der klassischen Nullung nicht aktiv. Mitte der 1940er-Jahre wurde das System getestet. Dabei wurde klar, dass der FI-Schalter als *alleiniges* Schutzsystem nicht sinnvoll war, zum einen, weil das Prinzip, dass ein Mensch quasi als „lebender Schutzleiter“ dient, nicht mit den Grundsätzen des Unfallschutzes vereinbar war. Zum anderen bestand bei zu großer Empfindlichkeit die Gefahr, dass der Schutzschalter auch im Normalbetrieb auslöst, was – so vermuteten die Experten – zur Überbrückung der Schutzmaßnahme durch das Bedienpersonal führen könnte. Letztlich einigte man sich darauf, den FI-Schutzschalter gemeinsam mit der Schutzerdung einzusetzen, so dass dieser bei jedem Körperschluss abschaltet. Dadurch ließ sich die Empfindlichkeit auf 80 mA erhöhen. 1953 wurde die FI-Schutzschaltung erstmalig in die VDE-Vorschriften aufgenommen [18].

Allerdings konnte sich der FI-Schutzschalter zunächst nicht gegenüber der klassischen Nullung durchsetzen, zum einen, weil für letztere viel größere Erfahrungen vorlagen. Zum anderen lag der Abschaltstrom der damaligen FI-Schutzschalter mit 80 mA bis 300 mA weit über dem für Menschen tödlichen Wert von 50 mA (Bild 8) [17, S. 33]. Zudem erforderte die Umrüstung einen erheblichen Investitionsbedarf, weil in jedem Haushalt der Anschlusskasten geändert werden musste. Erst als die Sicherheit in Badezimmern stärker in den Fokus rückte und entschieden wurde, den dort zulässigen Differenzstrom auf 30 mA herabzusetzen, gewann der FI-Schutz wieder an Bedeutung. Anfang der 1980er-Jahre wurde dieser zunächst für Bad und Küche vorgeschrieben; in Österreich gesetzlich ab 1980. Die BRD folgte 1984 mit dem verpflichtenden Einsatz von FI-Schutzschaltern in Räumen mit Badewannen und Duschen – und zwar sowohl im Neubau als auch bei der Renovierung von Altbauten.



Bild 8: Fehlerstrom-Schutzschalter der Firma Schutzapparate-Gesellschaft Paris & Co. Aus dem Jahre 1950 mit einem Auslösestrom von 1 A. Quelle: Deutsches Museum (Foto: Klaus Mosch).

Vom Prinzip her waren seit den 1930er-Jahren alle bis heute gebräuchlichen Schutzmaßnahmen bekannt. Jedoch tauchten bei deren Einsatz immer wieder Fragen und Probleme auf, so dass die Diskussion unter den Fachleuten anhielt und auch wiedergehen wird.

- [1] Frank Dittmann, Günther Luxbacher, Norbert Gilson, Peter Döring: Technik – Innovation – Sicherheit. Der VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. als Expertennetzwerk in gesellschaftlicher Verantwortung 1893 bis 2018. Berlin, Offenbach 2021.
- [2] Wilhelm Rudolph: Einführung in DIN VDE 0100. 2. Aufl. Berlin, Offenbach 1999.
- [3] Josef Bretzler (Hg.): 50 Jahre deutsches Elektrowerk. Frankfurt/M. 1952, S. 20f.
- [4] Georg Dettmar: Die Fortbildung von Monteuren und Wärtern elektrischer Anlagen. In: ETZ 30 (1909), S. 678–682.
- [5] Fritz Hoppe: Die Zukunft der Installationstechnik. In: ETZ 43 (1922), S. 176–180.
- [6] Siehe z. B.: VEI Fachzeitschrift für das Deutsche Installationshandwerk 13 (1935), S. 234.
- [7] Prüfstelle. In: ETZ 41 (1920), S. 881.
- [8] Georg Dettmar: Die Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. In: ETZ 41 (1920), S. 949–951.
- [9] Fuse-Block. US Patent 438.305.
- [10] AEG-Eingabe an den VDE, betreff Erdung. In: ETZ 35 (1914), S. 102ff.
- [11] Friedrich Lauerer: Schutzmaßnahmen gestern, heute, morgen. In: Der Elektromeister (1964), S. 478, 480–490.
- [12] DRP 489.003, Albert Büttner: Stecker mit Erdungseinrichtung. Sowie DRP 530.143, Wilhelm Klement: Steckvorrichtung mit geerdetem oder genulltem Schutzkontakt.

- [13] Otto Heinisch: Sicherheitsschaltung für feuchte Räume. In: ETZ 35 (1914), S. 32–33.
- [14] AEG Hilfsbuch für Elektrische Licht- und Kraftanlagen. Essen 1939.
- [15] DRP 160.096, Sicherungsvorrichtung für Wechselstromanlagen sowie: US-Patent 959.787, Circuit-Controlling Apparatus.
- [16] Paul Schnell: Die Geschichte der Fehlerstrom-Schutzschaltung. In: ETZ-B 18 (1966), S. 165–167.
- [17] Friedrich Lauerer: Zur Geschichte des Fehlerstrom-Schutzschalters. In: Elektronikpraxis, Sonderheft Elektromechanik I, April 2010, S. 32–34.
- [18] Stormanns: Neufassung der Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen unter 1000 V (Schutzmaßnahmen). In: ETZ-A (1953) S. 593–597.



Ludwig Bauer
Deutsches Museum, München



Frank Dittmann
Deutsches Museum, München

■ Ihre Meinung interessiert uns

Liebe ETG Mitglieder,

unsere Einladung an Sie bleibt bestehen: Senden Sie uns geeignete Beiträge zur Veröffentlichung und nehmen Sie aktiv an der Kommunikation in der ETG teil.

Wenn Sie die Beiträge im ETG *journal* kommentieren möchten, dann schreiben Sie uns, am besten per E-Mail an etg@vde.com

Bitte halten Sie Ihren als **Leserbrief** gekennzeichneten Beitrag kurz, ansonsten behalten wir uns Kürzungen vor. Ein Anspruch auf Abdruck besteht nicht.

Wir freuen uns auf Ihre Zuschriften.

Ihre ETG Geschäftsstelle

■ ETG Newsletter

Liebe ETG Mitglieder,

seit 2012 versendet die ETG zwischen den Erscheinungsterminen des ETG *journals* in unregelmäßigen Abständen einen elektronischen Newsletter. Der Newsletter wird immer dann verschickt, wenn es aktuelle Informationen von der ETG gibt, maximal einmal pro Monat.

Dabei setzen wir eine „intelligente Technik“ ein: Jeder Empfänger erhält einen individuellen Newsletter, der nur die Artikel enthält, die seinen Interessen entsprechen.

Bitte nutzen Sie das Online-Formular unter www.vde.com/etg-newsletter, um uns Ihre aktuellen Interessensgebiete mitzuteilen.

Viel Spaß beim Lesen!

■ ETG *journal* elektronisch

Liebe ETG Mitglieder,

nutzen Sie die energie- und ressourcenschonende Variante des ETG *journals* und schicken Sie uns bei Interesse bitte eine E-Mail mit Ihrer Mitgliedsnummer an etg@vde.com.

Ihre ETG Geschäftsstelle

Der Schutz Ihrer Daten ist uns wichtig. Unsere Datenschutzerklärung finden Sie unter www.vde.com/de/datenschutz

ETG Veranstaltungskalender 2025/26

2025

15. – 16. September, Essen
Workshop

[Höherauslastung von Betriebs-
mitteln im Netz der Energiewende](#)

18. – 19. September, Stuttgart
Kongress

[Innovative Kleinantriebs- und
Kleinmotorentechnik IKMT 2025
\(VDE ETG GMM Event\)](#)

24. – 26. September, Karlsruhe
Fachtagung

[28. Albert-Keil-
Kontaktseminar 2025](#)

8. – 9. Oktober, München
Fachtagung

[Elektromechanische
Antriebssysteme](#)

4. – 6. November, Stuttgart-Esslingen
Fachtagung

[STE 2025 – Sternpunkt-
behandlung in Netzen bis
110 kV \(D-A-CH\)](#)

1. – 2. Dezember, München
Fachtagung

[ETG CIRED Workshop 2025
\(D-A-CH\) – Innovationen im
Verteilernetz](#)

2026

10. – 12. März, Dresden
Fachtagung

[CIPS 2026 – 14th International
Conference on Integrated Power
Electronics Systems](#)

6. – 7. Mai, Dortmund
Fachtagung

[Hochautomatisierter
Netzbetrieb 2026](#)

15. – 16. September, Darmstadt
Fachtagung

[VDE ETG/GMA-Fachtagung
Netzregelung und Systemführung](#)

10. November, Berlin
Fachtagung

[VDE Hochspannungstechnik 2026](#)

www.vde.com/de/etg/veranstaltungen

Herausgeber

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik
Informationstechnik e.V.
Energietechnische Gesellschaft (ETG)
Merianstraße 28
63069 Offenbach am Main

Tel. 0 69 / 63 08-346
etg@vde.com
www.vde.com/etg

