



Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik

Neue Energie aus Wuppertal
Band 15



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Impressum

Neue Energie aus Wuppertal

Schriftenreihe des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik
der Bergischen Universität Wuppertal

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Markus Zdrallek
Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
Bergische Universität Wuppertal

Rainer-Gruenter-Straße 21
D-42119 Wuppertal
Tel.: 0202/439-1976
Fax: 0202/439-1977
zdrallek@uni-wuppertal.de
www.evt.uni-wuppertal.de

Redaktion und Gestaltung

Dr.-Ing. Karl Friedrich Schäfer
Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
Bergische Universität Wuppertal

Druck

Offsetdruckerei Figge GmbH, Wuppertal
Auflage: 500

© Alle Rechte vorbehalten

Der Nachdruck von Beiträgen ist nur mit Genehmigung
der Bergischen Universität gestattet.

Wuppertal, November 2017

Portrait des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik an der Bergischen Universität Wuppertal

Die Situation der Energieversorgungssysteme ist geprägt von den Änderungen, die durch die sogenannte „Energiewende“ hervorgerufen werden, bei der in zunehmenden Maße dezentrale Einspeiser der Verteilungsnetzebenen die Versorgung übernehmen. Während allerdings die Probleme im Übertragungsnetz vor allem durch politische und gesellschaftliche Fragestellungen (Akzeptanz von Freileitungen) geprägt sind, ergeben sich im Verteilungsnetz eine Reihe von



technischen Fragestellungen. Gerade die unteren Spannungsebenen verfügen über eine nur sehr geringe mess- und automatisierungstechnische Ausstattung. Um auf die Herausforderungen der Energiewende technisch und wirtschaftlich angemessen reagieren zu können, sind neue, intelligente Lösungsansätze gefragt. Der Erforschung dieser innovativen Lösungen widmet sich der Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik an der Bergischen Universität Wuppertal unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Markus Zdrallek (Bild 1).

Bild 1: Prof. Markus Zdrallek, Leiter des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik (© EVT)

Die Forschungsthemen des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik umfassen die Schwerpunkte intelligente Netze und Systeme, zukünftige Netzstrukturen, Betriebskonzepte und Energiemärkte sowie Zustandsbewertungen. Zu den Projektpartnern, mit denen der Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik die zukünftige Energieversorgung gestaltet, gehören etwa die Bundesregierung, die Landesregierung von Nordrhein-Westfalen, europäische Behörden sowie große Energieversorger ebenso wie Stadtwerke, Energiedienstleister, Industrieunternehmen und Verbände. Über die Bergische Gesellschaft für Ressourceneffizienz (Neue Effizienz) bestehen vielfältige Kooperationen mit kleinen und mittleren Unternehmen aus der Region.

Für seine Forschungsarbeit wurde der Lehrstuhl mehrfach mit Wissenschaftspreisen (Bild 2) ausgezeichnet. So wurden für Projekte des Lehrstuhls u.a. der Hermes-Award der Hannover-Messe, der Hessische Staatspreis für intelligente Energienetze, der Innovationspreis des VDE zur Energiewende, der Maintainer-Award und der Bergische Wissenstransferpreis verliehen.

Der Lehrstuhl bietet eine Reihe von Lehrveranstaltungen zu Grundlagen und zu aktuellen Themen auf dem Gebiet der elektrischen Energieversorgung an. Die Vorlesung *Theorie der Netzberechnung* wurde mit dem Lehlöwen der Bergischen Universität als beste Lehrveranstaltung im Studienjahr 2015 ausgezeichnet.

Mit ca. 40 Mitarbeitern in fünf Forschungsgruppen zählt der Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik zu den größten und leistungsfähigsten Institutionen in Deutschland auf diesem Arbeitsgebiet.



Bild 2: Einige Preise des Lehrstuhls (© EVT)

1 Forschungsgruppen

Der Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik ist untergliedert in fünf Forschungsgruppen, in denen die Forschungs- und Entwicklungsprojekte des Lehrstuhls schwerpunktmäßig bearbeitet werden (Bild 3).

Netzstrukturen und Netzplanung	Betriebskonzepte und Sektorenkopplung	Intelligente Netze und Systeme	Energiemärkte und Flexibilitätsmanagement	Zustandsbewertung und Asset-Management
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Netzplanung mit Smart-Grid-Technologien ▪ Digitalisierung und Automatisierung in der Netzplanung ▪ Zuverlässigkeit von Smart Grids ▪ Betriebssimulation & Qualitätsregulierung ▪ Organisationsoptimierung & Ressourcenmanagement ▪ Gesamtmodell zur Netzbewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sektorenübergreifende Energieversorgung ▪ Schlüsseltechnologie Power-to-Gas ▪ Neuartige Netzbetriebskonzepte für Verteilungsnetze ▪ Netzkupplungen auf Verteilungsnetzebene ▪ Zellulare Netzstrukturen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ State Estimation für Verteilungsnetze ▪ Dezentrale, selektive Spannungs- und Leistungsregelung in Verteilungsnetzen ▪ Netzintegration der Elektromobilität ▪ Automatisches Entstörsmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dynamische Stromtarife ▪ Smart Market ▪ Kopplung von Strommarkt und Verteilnetz ▪ Regionale Flexibilitätsmärkte ▪ Virtuelle Kraftwerke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewertung von Betriebsmitteln ▪ Entwicklung von Alterungsmodellen ▪ Diagnoseverfahren im Betrieb ▪ Online-Monitoring & Ferndiagnose ▪ Bewertung von GIS für die 110-kV-Ebene ▪ Bewertung von Industrienetzen ▪ Prüfung von Betriebsmitteln im Hochspannungslabor ▪ Schadensanalysen von Komponenten

Bild 3: Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls (© EVT)

1.1 Forschungsgruppe Netzstrukturen und Netzplanung

Die fachlichen Schwerpunkte der Forschungsgruppe „Netzstrukturen und Netzplanung“ sind die Konzeption und Auslegung von Verteilungsnetzen der Nieder-, Mittel- und Hochspannungsebene. Grundlage der Arbeiten ist eine intensive Auseinandersetzung mit zukünftigen Rahmenbedingungen und Anforderungen an Verteilungsnetze, zu denen neben der Integration dezentraler Erzeuger und neuartiger Verbraucher auch die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung gehören. Das Spektrum der Forschungsprojekte reicht dabei von der Erstellung von Grundsatzstudien über die Entwicklung von Konzepten und Algorithmen bis hin zur konkreten Anwendung der Forschungsergebnisse in Untersuchungen realer Netze. Um dem entstehenden Anpassungsbedarf der Netze kosteneffizient und zugleich technisch angemessen begegnen zu können, werden Konzepte zur Planung von Netzen unter Berücksichtigung von neuartigen

Betriebsmitteln wie Spannungsreglern und Smart-Grid-Technologien untersucht und zu Planungsgrundsätzen auf nationaler wie auch europäischer Ebene weiterentwickelt. Die Grundsätze werden u.a. in Form von Leitfäden veröffentlicht (Bild 4).

Ein wichtiger Aspekt der Forschungstätigkeiten ist zudem die Erweiterung der Verfahren zur Zuverlässigkeitsberechnung, um auch automatisierte Smart Grids mit einem hohen Anteil dezentraler Akteure hinsichtlich der Zuverlässigkeit bewerten zu können. In dem Spannungsfeld zwischen einer hohen Produktqualität und den wirtschaftlichen Implikationen der Regulierung werden zudem Netzmodelle mit einem Organisationsmodell des Netzbetriebs verknüpft, um eine Verringerung der Gesamtkosten eines Netzbetreibers zu ermöglichen. Aktuell wird ein Gesamtmodell zur technisch-wirtschaftlich optimalen Bewirtschaftung von elektrischen Verteilungsnetzen entwickelt, in dem die Aspekte Netzplanung, Netzbetrieb, Asset-Management und Regulierung vereint werden.

Bild 4: Leitfaden zur Planung von ländlichen Verteilungsnetzen mit hohen Anteilen dezentraler Einspeisung (© EVT)



1.2 Forschungsgruppe Betriebskonzepte und Sektorenkopplung

Die übergreifende Betrachtung des Strom-, Gas-, Wärme- und Mobilitätssektors ist ein zentraler Erfolgsfaktor für die weitere Integration von Erneuerbaren Energiequellen und die nachhaltige Reduktion der Treibhausgasemissionen. Daher befasst sich die Forschungsgruppe Betriebskonzepte und Sektorenkopplung mit vielfältigen Fragestellungen zu sektorenübergreifenden Betriebskonzepten mit besonderem Fokus auf die Netzinfrastruktur.

Ein wesentlicher Untersuchungsschwerpunkt ist die Kopplung von Strom- und Gasnetzen im Verteilnetzbereich mit Hilfe der Power-to-Gas Technologie. Auf Seiten der Erdgasnetze ergeben sich aus dem prognostizierten Rückgang des Erdgasbedarfs freie Kapazitäten, die anderweitig genutzt werden können. Gleichzeitig ermöglichen Systeme zur dezentralen Netzautomatisierung in Strom- und Gasnetzen neue Möglichkeiten für Netzplanung und -betrieb. In den vergangenen Jahren wurden hierzu mehrere umfassende Studien für den DVGW erstellt und grundsätzliche Ansätze für die übergreifende Netzplanung erarbeitet. Darauf aufbauend erfolgt aktuell die Ausarbeitung einer deutschlandweiten Potentialstudie für die Kopplung der vorhandenen Strom- und Gasverteilungsnetze.

Weitere Schwerpunkte sind die Modellierung, Simulation und Optimierung von einzelnen und aggregierten Flexibilitätsoptionen und deren Auswirkungen auf das Netz. In dem Projekt *arrivee* und der *dena-Netzflexstudie* wurden - mit Hilfe der entwickelten Simulationswerkzeuge - technische, wirtschaftliche und regulatorische Fragestellungen aus dem Bereich der Sektorenkopplung beleuchtet.

In aktuell laufenden Projekten, darunter die Kopernikus-Projekte *ENSURE* und *E-Navi* des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, befasst sich die Forschungsgruppe mit zukünftigen Netzstrukturen und der Erweiterung von virtuellen Kraftwerken auf sektorenübergreifende Verbraucher (Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge etc.) (Bild 5). Wie bei allen Projekten des Lehrstuhls besteht ein hoher Praxisbezug durch die Kooperation mit Partnern aus der Energiewirtschaft und der Industrie.

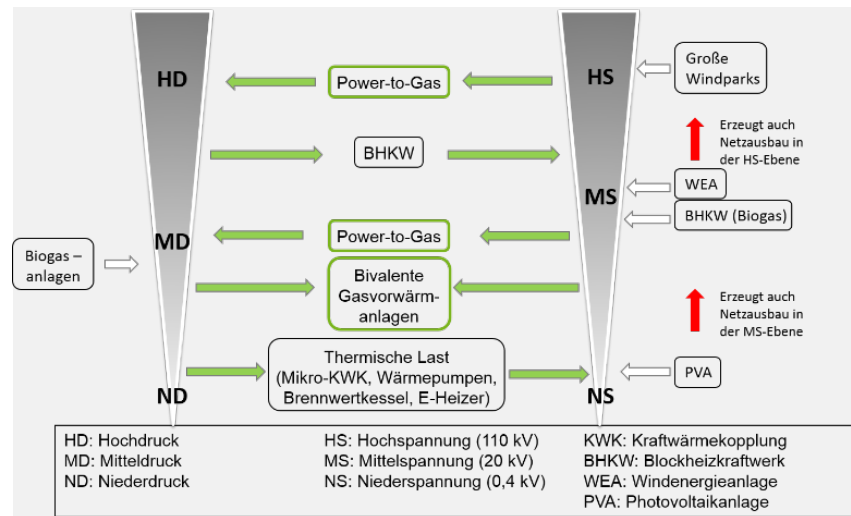


Bild 5: Sektorenübergreifende Netzplanung (© EVT)

1.3 Forschungsgruppe Intelligente Netze und Systeme

Die Forschungsgruppe „Intelligente Netze und Systeme“ befasst sich mit der Entwicklung von Automatisierungslösungen für das elektrische Energieversorgungsnetz. Hauptziele sind die Reduktion des Netzausbaubedarfs und eine bessere Integration neuartiger Erzeuger und Verbraucher. Zusätzlich werden angrenzende Sektoren wie beispielsweise Wärme und Verkehr betrachtet und in ganzheitlichen Konzepten integriert.

Insbesondere stehen Smart-Grid-Systeme der Verteilungsebene im Fokus, für die Algorithmen zur Ermittlung des aktuellen Netzzustandes und zur autarken Ausregelung etwaiger Grenzwertverletzungen entwickelt wurden und stetig weiterentwickelt werden. Diese umfassen das gesamte Regelspektrum der Verteilungsebene und bieten somit Möglichkeiten zur Spannungs-, Blindleistungs- und Wirkleistungsregelung. Hierzu gehört insbesondere das am Lehrstuhl maßgeblich entwickelte intelligente Verteilnetzmanagement-System *iNES*, das bereits bei einer Vielzahl von Verteilnetzbetreibern installiert ist. Damit kann in diesen Netzen durch den Einbau der intelligenten Automatisierungstechnik in den Ortsnetzstationen ein kostenintensiver Netzausbau verhindert oder zumindest verzögert werden (Bild 6).

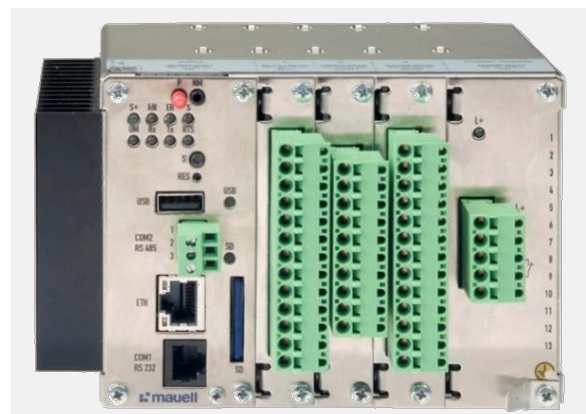


Bild 6: iNES-Box (© EVT)

Die erforschten und entwickelten Verfahren werden weiterhin in verschiedenen Hierarchiestrukturen und Hardwarekomponenten implementiert. Hierunter fallen neben dem Einspeisemanagement von PV-Anlagen auch das Lademanagement für Elektrofahrzeuge sowie die

Integration von thermischen Lasten und Energiespeichern. Sich abzeichnende Veränderungen, wie beispielsweise die flächendeckende Ausbringung von Smart Metern, werden in diesem Zusammenhang ebenfalls berücksichtigt. Dabei wird besonderer Wert auf das koordinierte Zusammenspiel der einzelnen Erzeuger und Verbraucher gelegt, um die Herausforderungen des flexibler werdenden elektrischen Energieversorgungssystems meistern zu können.

Neben der Entwicklung von Methoden zur Regelung der lokalen Netzzustände werden außerdem Lösungen entwickelt, die die Flexibilitäten der Verteilungsebene auch höheren Spannungsebenen und weiteren Energiemärkten zur Verfügung stellen. Darüber hinaus wird aktiv an der Elektrifizierung des ÖPNV und den sich einstellenden Synergieeffekten durch die Kopplung der Sektoren geforscht. Weiterhin wird an der Erhöhung der Netzzuverlässigkeit und der Effizienzsteigerung des Netzes gearbeitet. Sämtliche Entwicklungsprozesse werden praktisch in Feldtests validiert und zugleich ökonomisch bewertet, sodass durchgehend praxistaugliche Lösungen entstehen. Für diese Feldtests wurde ein Teil des elektrischen Netzes des Campus



Freudenberg der Bergischen Universität mit der neuen Automatisierungstechnik ausgerüstet und so ein Smart-Grid-Labor eingerichtet.

Bild 7: Besichtigung des Smart-Grid-Labors durch NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze (© EVT)

Zusammen mit der PV-Anlage (installierte Leistung 113 kW) auf dem Campus und der steuerbaren Kühlung des Großrechners der Universität wurde durch die Installation von acht Ladepunkten für Elektrofahrzeuge mit einer jeweiligen Ladeleistung von 22 kVA ein intelligentes Netz der Zukunft abgebildet. Im Aufbau befindet sich eine Demonstrationsanlage einer OBus-Linie mit einer Oberleitungsstrecke auf dem Campus der Bergischen Universität, die ebenfalls in das Smart-Grid-Labor eingebunden wird (Bild 7).

1.4 Forschungsgruppe Energiemärkte und Flexibilitätsmanagement

Durch den immer weiter wachsenden Anteil der dargebotsabhängigen Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien, wie Wind- oder Photovoltaikanlagen, wird es zukünftig vermehrt zu Zeiten mit Energiemangel oder aber auch Energieüberschuss im deutschen Energiesystem kommen. Diese neue Entwicklung hat unter anderem direkten Einfluss auf die deutsche Energiewirtschaft und führt zu teils großen Preisschwankungen an den zurzeit immer mehr an Bedeutung gewinnenden Kurzfristmärkten für den Handel mit elektrischer Energie. Hierdurch eröffnen sich insbesondere für bisher vorhandene aber zum Großteil ungenutzte Flexibilität, wie beispielsweise flexible Industrieprozesse oder Elektrofahrzeuge, innovative Vermarktungsmöglichkeiten. Flexibilität wird im zukünftigen Energiesystem eine immer bedeutendere Rolle einnehmen (Bild 8).

Die Forschungsgruppe „Energienmärkte und Flexibilitätsmanagement“ beschäftigt sich insbesondere damit, wie die unterschiedliche Flexibilität an den verschiedenen Kurzfristmärkten wie beispielsweise dem Day-Ahead-Markt, dem kontinuierlichen Intraday-Markt oder aber dem Regelleistungsmarkt teilnehmen, sich hierdurch wirtschaftlich optimieren und so zur Stabilität des gesamten Stromnetzes beitragen können.



Bild 8: Bedeutung der Flexibilität im zukünftigen Energiesystem (© EVT)

Darüber hinaus wird auch die Einführung neuer Marktplätze, wie beispielsweise einem regionalen Flexibilitätsmarkt untersucht. Hierdurch soll erreicht werden, dass mittels geeigneter Verfahren, lokale Smart-Grid-Systeme auf flexible Anlagen zugreifen und bei lokalen Überlastungssituationen, durch Abruf der Flexibilität, für eine Einhaltung der zulässigen Betriebsmittelgrenzen sorgen können (Bild 9). Durch diese gekoppelte Betrachtung von Smart Market und



Smart Grid wird das Stromsystem auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereitet, wenn sowohl Erzeugungsanlagen als auch Verbrauchseinrichtungen deutlich dynamischer als bislang betrieben werden.

Bild 9: Prof. M. Zdrallek und A. Feicht (Vorstand WSW) mit der Happy-Power-Hour Box auf der e-World in Essen (© EVT)

1.5 Forschungsgruppe Zustandsbewertung und Asset-Management

Die Forschungsgruppe Zustandsbewertung und Asset-Management entwickelt systematische Zustandsbewertungssystematiken für Betriebsmittel des elektrischen Energieversorgungsnetzes. Hierbei steht vor allem die fundierte und realitätsgerechte Ermittlung des aktuellen technischen Zustands der Betriebsmittel im Vordergrund, um hiermit Eingangsdaten für geeignete Investitions- und Erneuerungsstrategien im Bereich des Asset-Managements bereitzustellen. So sind Zustandsbewertungssystematiken für 110-kV-gasisolierte Schaltanlagen, 110/10-kV-

Transformatoren, Mittelspannungs(MS)-Schaltanlagen, MS-Freileitungen, MS-Ortsnetzstationen, Niederspannungs(NS)-Verteilungen, Kabelverteilerschränke und Industrienetze entwickelt worden. Im Fokus dieser Systematiken steht neben optimierten Checklisten für Inspektionen auch die Integration von geeigneten Messverfahren zur Zustandsbewertung in ein Bewertungsmodell. Damit kann die Zustandsbewertung objektiviert und der technische Zustand der elektrischen Betriebsmittel realitätsgerecht ermittelt werden. Die verschiedenen eingesetzten Messverfahren sind dazu im Hochspannungslabor der Bergischen Universität ausgiebig hinsichtlich ihrer Detektionsfähigkeit und ihres Mehrwertes für eine Zustandsbewertung untersucht worden. Neben der Entwicklung der Zustandsbewertungssystematiken werden auch neue Messverfahren für die Zustandsbewertung von MS- und NS-Kabelstrecken entwickelt. Hierfür wird die Breitband-Powerline-Kommunikation als Sensorik verwendet. Diese liefert im Hochfrequenzbereich bereits viele Informationen und Aussagen über den technischen Zustand der Kabelstrecken. Zudem werden Störungsanalysen von MS- und NS-Komponenten im Hochspannungslabor durchgeführt, mit dem Ziel Schwachstellen oder fehlerhafte Komponenten zu ermitteln (Bild 10).



Bild 10: Versuch im Hochspannungslabor des Lehrstuhls (© EVT)

Als weiteres Eingangsdatum für Asset-Simulationstools wird auch das Alterungsverhalten von Betriebsmitteln untersucht, woraus neue Alterungsmodelle abgeleitet werden können. Dazu wird ein vollständig neuer Ansatz verfolgt, der die Resultate aus Zustandsbewertungen mit den Stammdaten der Betriebsmittel geeignet aggregiert und damit basierend auf einer großen Datenbasis valide Rückschlüsse auf deren Alterungsverhalten zulässt. Ergänzend dazu werden im Hochspannungslabor gealterte Betriebsmittel auf ihre elektrischen und mechanischen Eigenschaften untersucht (Bild 11).

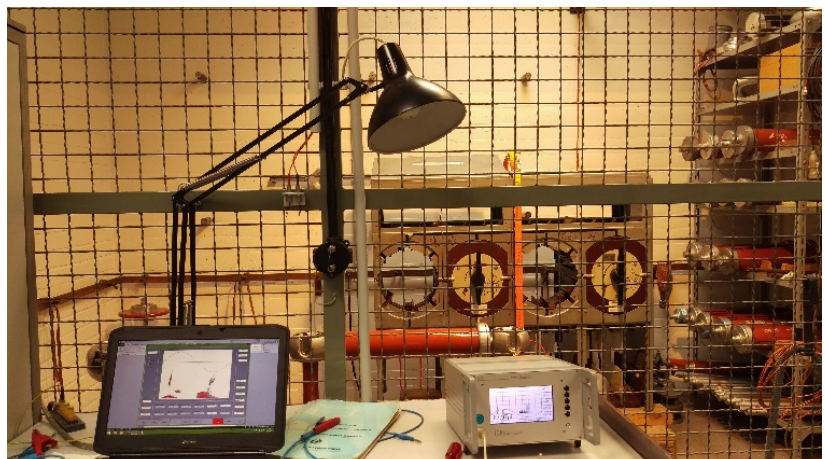


Bild 11: Teilentladungsmessung an einer Mittelspannungsschaltanlage (© EVT)

2 An-Institut Neue Effizienz

Dem Lehrstuhl Elektrische Energieversorgungstechnik ist das An-Institut Neue Effizienz zugeordnet. Die Neue Effizienz hat zum Ziel, die Ressourceneffizienz im Bergischen Städtedreieck überdurchschnittlich zu verbessern und so die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Region und ihrer Unternehmen zu stärken. Dafür bringt sie Wirtschaft, Wissenschaft und Kommunen zusammen. Nur gemeinsam lassen sich Innovationen vorantreiben, die Effizienz steigern und damit der Ressourcenverbrauch reduzieren. Die Neue Effizienz ist eine Initiative der Energieversorger, Kommunen, wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen der Region.

neue/effizienz

Bergische Gesellschaft für Ressourceneffizienz mbH

Die Neue Effizienz versteht sich als Konzeptentwickler und -steuerer in komplexen Fragestellungen rund um Ressourcen- und Energiefragen. Durch ein integratives Verständnis und die Kombination fachspezifischer Partner entstehen marktfeld- und bereichsübergreifende Konzepte und Projekte im Bereich nachhaltiger urbaner Energie- und Ressourcenströme. So werden Mobilitäts-, Produktions-, Versorgungs- und Gebäudefragen nicht getrennt voneinander, sondern integriert als transdisziplinäres Gesamtsystem betrachtet.

Entlang der Leitthemen Industrie, Stadt, Mobilität sowie Bildung und Qualifizierung bietet die Neue Effizienz für Unternehmen einen entscheidenden Nutzen: Für alle Belange rund um den effizienten Einsatz von Ressourcen gibt es einen Ansprechpartner. Die Neue Effizienz ist branchenübergreifend Servicestelle für Unternehmen, Konzeptentwickler und -steuerer, Initiator von Projekten, Begleiter von Projektförderanträgen, Netzwerkkordinator für das Querschnittsthema Ressourceneffizienz, Organisator von Arbeitsgruppen, Workshops und Kongressen sowie Inkubator für internationale Netzwerke zur Steigerung der Ressourceneffizienz.

3 Wuppertaler Energie-Forum

Das Wuppertaler Energie-Forum ist eine regelmäßige Veranstaltungsreihe des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik zu aktuellen Themen und Fragestellungen der Energie-



versorgung von heute und morgen mit Fachvorträgen von Projektpartnern des Lehrstuhls und weiteren renommierten Experten aus der Energieversorgungsbranche (Bild 12).

Bild 12: Teilnehmer des Wuppertaler Energie-Forums (© Michael Mutzberg)

Bei dem alle zwei Jahre stattfindenden Energieforum ist der größte Hörsaal der Fakultät Elektrotechnik mit 300 Teilnehmern aus der Energieversorgungsbranche stets vollständig gefüllt – darunter zahlreiche Vorstände und Geschäftsführer. Auch in den regionalen und überregionalen Medien findet die Veranstaltung stets große Beachtung. Als Key-Note-Speaker konnten bisher NRW-Wirtschaftsminister Garret Duin, E-on Vorstand Prof. Klaus-Dieter Maubach und der Chef der dena, Herr Andreas Kuhlmann für den Eröffnungsvortrag gewonnen werden.

4 Schriftenreihe Neue Energie aus Wuppertal

Der Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik gibt eine eigene Schriftenreihe unter dem Titel *Neue Energie aus Wuppertal* heraus. In dieser Schriftenreihe werden umfangreiche Publikationen des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik zu aktuellen Themen der Energieversorgung, insbesondere vor dem Hintergrund der Energiewende, veröffentlicht. Ein wesentlicher Teil dieser Schriftenreihe umfasst die am Lehrstuhl verfassten Dissertationen, die jeweils den aktuellen Stand der Wissenschaft auf einem bestimmten Arbeitsgebiet dokumentieren. Eine Übersicht aller Bände der Schriftenreihe findet sich auf dem Internetauftritt des Lehrstuhls (<http://www.evt.uni-wuppertal.de/neue-energie-aus-wuppertal.html>). Bisher sind in der Schriftenreihe die folgenden Bände erschienen:

Band 1: Neusel-Lange, Nils: Dezentrale Zustandsüberwachung für intelligente Niederspannungsnetze 2013, ISBN 978-3-8442-7401-1

Band 2: Stötzel, Marcus: Strategische Ressourcendimensionierung von Netzleitstellen in Verteilungsnetzen, 2014, ISBN 978-3-8442-7826-2

Band 3: Zdrallek, Markus (Hrsg.): Tagungsband zum 2. Wuppertaler Energie-Forum, 2014

Band 4: Oerter, Christian: Autarke, koordinierte Spannungs- und Leistungsregelung in Niederspannungsnetzen, 2014, ISBN 978-3-7375-1758-4

Band 5: Athamna, Issam: Zuverlässigkeitsberechnung von Offshore-Windparks, 2015, ISBN 978-3-7375-5678-1

Band 6: Thies, Hans Henning: Ein übergreifendes Modell zur Optimierung von Netz und Netzbetrieb 2015, ISBN 978-3-7375-7465-5

Band 7: Zdrallek, Markus (Hrsg.): Tagungsband zum 3. Wuppertaler Energie-Forum, 2016

Band 8: Harnisch, S.; Steffens, P.; Thies, H.; Monscheid, J.; Münch, L.; Böse, C.; Gemsjäger, B.: Planungs- und Betriebsgrundsätze für ländliche Verteilungsnetze – Leitfaden zur Ausrichtung der Netze an ihren zukünftigen Anforderungen, 2016

Band 9: Pawlowski, Erik: Realitätsgerechte Zustandsbewertung gasisolierter Hochspannungsschaltanlagen, 2016, ISBN: 9783741819834

Band 10: Zdrallek, Markus (Hrsg.): Seminar "Smart Grids" – Aufbau und Betrieb von intelligenten Verteilnetzen, 2. Auflage 2016

Band 11: Beerboom, Dominik: Objektive Zustandsbewertung von Mittelspannungsnetzen als Grundlage der Asset-Optimierung, 2017, ISBN: 978-3-7418-9539-5

Band 12: Tabke, Thorsten: Entwicklung und Anwendung eines typunabhängigen, minimalinvasiven Zustandsbewertungsverfahrens für SF₆-Hochspannungsschaltanlagen, 2017, ISBN: 978-3-7450-0240-9

Band 13: Uhlig, Roman: Nutzung der Ladeflexibilität zur optimalen Systemintegration von Elektrofahrzeugen, 2017

Band 14: Zdrallek, Markus (Hrsg.): Tagungsband zum 4. Wuppertaler Energie-Forum, 2018