VDE INSIDE

für Mitglieder und Freunde des Bezirksvereins Bergisch Land - Südwestfalen e.V.

Ausgabe19 Mai 2021

Inhaltsverzeichnis

3 Editorial

Mitgliedsunternehmen stellen sich vor
4 Firma Bettermann
5 Firma Hensel
6 Firma Hoppecke
7 Firma Jung
8 Firma Kaiser

Mitglieder Qualifikation
9 Produktprüfungen planen, durchführen und bewerten
10 Virtuel Job-Talk

Mitglieder berichten Normung Standardisierung
11 Schließen einer Sicherheitslücke in der elektrischen Hausinstallation
13 Feedback zu Normung aus der Praxis

Mitglieder berichten Smart Grid
15 Numerische Simulation der elektrischen Feldverteilung in Hochspannungs-Gleichstromkabeln unter Berücksichtigung von Raumladungseffekten
17 Energiezellen die Treiber der Energiewende in Quartieren
18 Das Smart Grid Labor
20 Primärregelleistung

Mitglieder berichten Medizintechnik
22 Mobile Elektrische Impedanz-Tomographie (EIT)
24 Elektrische Sicherheit in Covid-19 Intensivstationen

Mitglieder berichten Digitalisierung und Energiewende
27 Funkübertragung in der Fabrikhalle- Hype oder seriöse Alternative?
29 Entstörung mit dem dritten Auge
30 Batterie-Oberleitungsbusse in Solingen
32 Neues Siliziumkarbid-Leistungsmodul für Elektrofahrzeuge in Warstein
33 „Circular Valley“

34 **VDE Studienpreise**

36 Impressum

Bild Titelseite: weltkugel-internet-konzept-sonstiges-10860152.jpg
VDE Services GmbH
Copyright: Victoria / Fotolia

Liebe Vereinsmitglieder, sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

die Covid-19 Krise beeinträchtigt unser Leben noch, aber es gibt berechtigte Hoffnung, dass es jetzt bald wieder besser wird.

Ich freue mich, Ihnen eine neue Ausgabe unserer Inside vorzustellen.

Die Beiträge sind durch eine rege Beteiligung unserer persönlichen Mitglieder und Mitgliedsunternehmen entstanden.

Wir sind stolz auf die Vielfalt der Beiträge.
Die Themen spiegeln die Ausrichtung unseres Bezirksvereins wider: Mitgliederqualifikation, Normung, Smart Grid, Medizintechnik, Digitalisierung, Energiewende und die Verleihung der Studienpreise.
Die Beiträge der Mitgliedsunternehmen unterstreichen die Wichtigkeit unseres Netzwerkes.

Doch sehen, lesen Sie selbst.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen. Anregungen und Erkenntnisgewinne sind nicht ausgeschlossen.

Über jede Rückmeldung freue ich mich.

Mit besten Grüßen

Bleiben Sie gesund und schauen Sie optimistisch in die Zukunft

Ihr

Dr. Bernhard Thies

PS: Wir planen für den Spätherbst eine weitere Ausgabe, in der Sie als persönliches Mitglied und Mitgliedsunternehmen zu Wort kommen. Sie können sich jetzt schon bei mir melden (bernhard.thies@me.com).

OBO Bettermann
Strom leiten. Daten führen. Energie kontrollieren.

OBO Bettermann gehört zu den führenden Herstellern von Installationssystemen für die elektronische Infrastruktur von Gebäuden und Anlagen. Wenn es um den reibungslosen Fluss von Strom, Energie und Daten geht, setzen Ingenieure und Handwerker an vielen Orten der Welt auf das Sortiment unseres Unternehmens. Mit der Markenaussage „Building Connections“ verbindet OBO über 30.000 hochwertige elektrotechnische Markenprodukte und Serviceleistungen zu einsatzorientieren Lösungen für Projekte in Industrie, Gewerbe und Infrastruktureinrichtungen.

OBO Bettermann Logistik und Metallkompetenzzentrum am Standort Hüingsen

OBO ist weltweit aktiv und beschäftigt mehr als 4.200 Mitarbeiter in mehr als 60 Ländern. Der Stammsitz des 1911 gegründeten Familienunternehmens ist Menden. Über 40 Tochtergesellschaften und Vertretungen schaffen Präsenz in Märkten auf allen Kontinenten.

Innovative Produkte, eine konsequente Ausrichtung auf die Anforderungen der Kunden aus Elektrogroßhandel und Fachhandwerk sowie die kontinuierliche Weiterentwicklung unserer Systeme bilden die Basis für den nachhaltigen Erfolg des Unternehmens.

Unsere Produkte für Ihr Projekt

Der Bereich Industrieinstallation bietet alles für die Ausstattung industrieller Anlagen mit elektrotechnischer Infrastruktur. Dafür liefert OBO zuverlässige Lösungen, um Kabel und Leitungen sicher und effizient zu verlegen und zu befestigen – von Gitterrinnen oder Kabelleitern über Kabelabzweigkästen bis hin zu Zubehör wie Klemmen, Installations- und Befestigungsschellen oder Dübeln.

Der Bereich Gebäudeinstallation umfasst Produkte der Leitungsführung und des Unterflurbereiches für Verwaltung, Funktionsgebäude und Architektur, die sich durch erstklassige Funktionalität mit entsprechendem Design auszeichnen. Eine große Auswahl an Geräteeinbaueinheiten und Leitungsführungskanälen ermöglicht Zugriff auf Strom, Daten und Multimediaanschlüsse. Im Bereich Schutzinstallation steht vor allem eins im Mittelpunkt: Sicherheit.

Unsere Produkte für den Überspannungs- und Blitzschutz bewahren zuverlässig vor den Auswirkungen von Gewittern und fernen Schalthandlungen. Im Bereich Brandschutz gehören wir mit Abschottungen, Brandschutzkanälen und Funktionserhaltsystemen zu den wenigen Anbietern, die alle drei Schutzziele abdecken.

Anprechpartner
Vanessa Thiele
Teamleiterin Vertriebsmarketing
Marketing

OBO Bettermann Vertrieb
Deutschland GmbH & Co. KG
Postfach 5164
58606 Iserlohn

Mail: thiele.vanessa@obo.de
Phone: +49 2371 7899-2204
Fax: +49 2371 7899-2500

www.obo.de

Gustav Hensel GmbH & Co. KG, Lennestadt

Hensel garantiert mit 4 Standorten in Deutschland, 10 Gesellschaften und 60 Vertretungen im Ausland lokale Unterstützung und eine hohe Verfügbarkeit. Hier das Stammwerk in Lennestadt.

Hensel ist ein führender, international agierender Anbieter von Elektroinstallations- und Verteilersystemen für die sichere Verteilung elektrischer Energie in anspruchsvollen Umgebungen.

Das inhabergeführte Familienunternehmen in der 3. Generation startete 1931 mit der Idee, Kabelabzweigkästen aus Kunststoff zu fertigen und zu vermarkten. Seitdem erweiterte Hensel sein Portfolio von einzelnen Produkten hin zu Systemlösungen, vom Kleinverteiler bis hin zu Niederspannungs-Schaltanlagen bis 5000 A. Damit wurde Hensel zu einem weltweit führenden Systemanbieter für elektrotechnische Gebäudeausrüstung mit rund 800 Mitarbeitern weltweit, davon 550 in Deutschland und 250 in ausländischen Tochtergesellschaften.

Hohe Qualität ist die Grundlage für den weltweiten Einsatz von Hensel-Produkten. Alle Betriebsstätten der Hensel-Gruppe sind zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015. Viele Installationsaufgaben in gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, in Außenanwendungen und in normgerechten Photovoltaik-Installationen werden mit den Produktlösungen von Hensel sicher gelöst. Im Bereich der Elektromobilität setzt Hensel auf das Multicharging-System ENYCHARGE, die erste einfache, anschlussfertige Systemlösung für das gleichzeitige Laden mehrerer E-Fahrzeuge.

Hensel beobachtet ständig den technologischen Fortschritt und entwickelt Lösungen für die neu entstehenden Anforderungen. Dabei geht es nicht nur um Produkte und Lösungen, Hensel liefert auch das notwendige Know-how und die entsprechende Dienstleistung für Kunden und Anwender dazu.

Das Unternehmen ist Partner des Elektrogroßhandels und des Elektrohandwerks. Es gilt als innovativ, kunden- und anwendungsnah. Vor allem das Elektrohandwerk und Unternehmen des Elektroanlagenbaus verarbeiten die Markenprodukte von Hensel und schätzen seine technische Kompetenz und die Gewissheit bei Problemen nicht im Stich gelassen zu werden.

Als Verteilerspezialist arbeitet Hensel an der Normung der IEC/VDE-Technologie verantwortlich mit. Die Entwicklung und Konstruktion der Erzeugnisse erfolgen zentral in Lennestadt, gefertigt wird an vier Standorten in Deutschland. In weiteren zehn Auslandsgesellschaften erfolgt die kunden- und anwendungsnahe Montage für nationale Märkte. Der übrige Auslandsvertrieb erfolgt mit Hilfe von mehr als 60 Vertretungen. Mit einem flächendeckenden Netz von Hensel-Fachberatern vor Ort sichert das Unternehmen eine optimale Beratung, hohe Lieferbereitschaft und somit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil.
Weitere Informationen unter www.hensel-electric.de sowie auf Facebook, Twitter und YouTube.

Hensel ist ein führender, international agierender Anbieter von Elektroinstallations- und Verteilersystemen für die sichere Verteilung elektrischer Energie in anspruchsvoller Umgebung.

Gustav Hensel GmbH & Co. KG:
Thomas Hanses,
Leiter Marketing & Kommunikation
Tel. 0 27 23 / 609 – 332,
E-Mail: thomas.hanses@hensel-electric.de
www.hensel-elektric.de

HOPPECKE Batterien

Man schrieb das Jahr 1927 als Auguste Zoellner ihren Mann, den Kölner Großkaufmann Carl Zoellner, ermutigte die Accumulatorenwerke HOPPECKE Aktiengesellschaft zu gründen. Sie ahnte damals nicht, dass mehr als 95 Jahre später Ihr Groß-Großenkel Dr. Marc Zoellner an der Spitze einer gesunden Unternehmensgruppe mit 23 Tochtergesellschaften und mehr als 2.000 Mitarbeitern weltweit stehen würde. Heute ist HOPPECKE der größte europäische Hersteller von Industriebatterien in privater Hand. Seit der Unternehmensgründung prägen ganzheitliche Verantwortung, partnerschaftliche Zusammenarbeit und kontinuierliche Verbesserung das traditionsreiche Unternehmen.

Von Anfang an spezialisierte sich das Unternehmen HOPPECKE mit großer Produktionstiefe auf die Herstellung von Blei-Säure-Batterien zunächst für Radio-, Zuglicht- und Autobatterien. Dann später für stationäre Anwendungen. Heute bedient das Unternehmen aus dem Sauerland mit seinen Produkten und Lösungen in Blei-Säure und Faserstruktur-Nickel (FNC) Technologien vier Anwendungsbereiche, kurz zusammengefasst unter:

Die HOPPECKE-Zentrale in Brilon

trak: Energieversorgung von Antriebssystemen
grid: Energiespeicherlösungen für stabile Stromnetzqualität und abgesicherte Stromversorgung
sun: Eigenenergienutzung und unabhängige Energieversorgung aus regenerativen Quellen
rail: Energielösungen für Bahn- und Metrosysteme

Mit einem umfassenden Produktprogramm an Batterien/Zellen, kompletten Energiesystemen mit modernsten Ladetechnologien, Überwachungseinheiten und Engineering sowie auch nutzungsabhängiger Energieabrechnung und umfangreichen Serviceleistungen ist HOPPECKE der Partner und Experte für die Speicherung von Energie. Hersteller von Flurförderzeugen, Logistik- und Industrieunternehmen, Rechenzentren, Energieversorger, Hersteller von Bahn- und Metrosystemen, um nur einige zu nennen, vertrauen auf die HOPPECKE Qualität und Zuverlässigkeit. 50% der DAX-Unternehmen sind Kunden von HOPPECKE.

Der Sauerländer ist zudem seit fast 15 Jahren ein kompetenter Ansprechpartner und Systemlieferant von Lithium-Ionen basierten Einheiten. Aus dem damals gegründeten HOPPECKE F&E Standort in Zwickau ist mittlerweile ein Kompetenz- und Wertschöpfungsstandort rund um die neue Lithium-Ionen-Technologie entstanden, der rund 100 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen beschäftigt. Daraus entstand Anfang 2019 die INTILION GmbH, die zu 100% zu der HOPPECKE Gruppe gehört. Heute ist INTILION der Partner für Hochvolt-Lithium-Anwendungen und komplexe Speichersysteme für Flurförderzeuge, Bahnsysteme sowie Großspeicher.

trak | uplift IQ: Die intelligente Antriebsbatterie kommuniziert mit ihrer Umgebung (z. B. Ladegerät, PC und Fahrzeug) und übermittelt Batteriedaten

grid | Xtreme VR: Hochleistungs-Reinblei-Batterie für die Notstromversorgung z.B. im Rechenzentrum und Krankenhaus, für Bahninfrastruktur und Telekommunikation

Intilion Scalebloc: Lithium-Ionen-Gewerbespeicher für mittlere Speicherkapazitäten von 60 kWh bis 500 kWh. Einsatz in den Bereichen Eigenbedarfsoptimierung, Peak Shaving und Unterstützung von E-Ladesäulen

Mit mehr als 300 Servicetechnikern ist die HOPPECKE Servicegesellschaft in Europa eine der größten Anbieter von Servicelösungen für Blei-Säure, FNC (Faserstruktur-Nickel) und Lithium-Ionen Energiespeichersysteme.

Mit der Entwicklung marktfähiger, zukunftsweisender Energiespeicherlösungen leisten HOPPECKE und INTILION einen wichtigen Beitrag zur Lösung der gesellschaftlichen Herausforderungen, die sich aus der Umsetzung der globalen Klimaschutzziele, der Energiewende und der zunehmenden Digitalisierung ergeben.

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
Bontkirchener Str. 1
59929 Brilon-Hoppecke
www.hoppecke.com
Pressekontakt:
Marie-Laure Mader
E-Mail:
marie-laure.mader@hoppecke.com

MITGLIEDSUNTERNEHMEN STELLEN SICH VOR

Albrecht Jung GmbH & Co KG, Schalksmühle
Fortschritt als Tradition

JUNG ist Premiumanbieter moderner Gebäudetechnik. Schalter, Steckdosen, Dimmer, Wächter und Systeme zur Steuerung von Funktionen im privaten Wohnbereich sowie im Objekt gehören zum Portfolio des mittelständischen Traditionsunternehmens. 1912 gegründet, ist der einstige Antrieb auch heute noch Triebfeder für alle Produkte: JUNG entwickelt und stellt mit Pioniergeist zeitlos gestaltete Produkte und zukunftsorientierte Lösungen her. Die Schalterdesigns und Anwendungen von JUNG sind auf individuelle Bedürfnisse abstimmbar. Gefertigt werden sie an den beiden Standorten in Schalksmühle und Lünen. Dafür erhielt das Unternehmen 2011 vom TÜV Nord das Zertifikat ‚Made in Germany'. Fest in der Region verwurzelt und seit vielen Jahrzehnten ein beständiger Arbeitgeber, verlassen sich heute Kunden in der ganzen Welt auf die kontinuierlich hohe Qualität. Dabei weiß JUNG um seine hohe Verantwortung an eine nachhaltige und energieeffiziente Produktion.

Der Firmensitz in Schalksmühle

Der gestalterische Anspruch und der Ehrgeiz, fortschrittliche Lösungen für die klassische Elektroinstallation bis zur intelligenten Gebäudetechnik zu realisieren, spielen bei JUNG gekonnt zusammen. Strategisches Denken und vorausschauendes Handeln kennzeichnen JUNG seit jeher. Der bis heute gelebte Leitgedanken ‚Fortschritt als Tradition' des Firmengründers Albrecht Jung dient auch nach über 100 Jahren als Garant für den internationalen Erfolg. Der Teamgeist der rund 1.400 Mitarbeiter in Deutschland sowie in den 19 Tochterunternehmen und 70 Vertretungen in Europa, Nordamerika, dem Nahen Osten und in Asien tragen maßgeblich dazu bei.

‚Fortschritt als Tradition' bedeutet für JUNG kontinuierlich Ideen zu entwickeln, um Neues hervorzubringen; für gut gestaltete und einfachere Anwendungen, optimierte Funktionalität und eine energetische Gebäudesteuerung. Die hohe Qualität und bis ins Detail durchdachten Konstruktionen aller JUNG Produkte bedeuten kurze Installationszeiten und eine schnelle Inbetriebnahme. Dabei ist JUNG ein verlässlicher Partner mit fachkompetentem Kundenservice, der dem Elektrohandwerk jederzeit lösungsorientiert zur Seite steht. JUNG Anwendungen sind mit Systemen anderer Hersteller kompatibel. Vom Planungsprozess, über die Installation und den Einbau bis hin zur funktionssicheren, täglichen Anwendung durch den Endkunden ist es das Bestreben von JUNG, optimale Lösungen zu realisieren.

JUNG

jung.de
jung-group.com

KAISER GmbH & Co. KG

Die KAISER GROUP hat sich seit ihrer Gründung vor 115 Jahren zu einer der bedeutendsten europäischen Marken für Elektroinstallationsprodukte und -systeme entwickelt. Das konzernunabhängige Familienunternehmen ist Pionier und Innovationsführer zugleich. So setzte KAISER nicht nur neue Standards, sondern entwickelte Lösungen, die eine ganze Branche prägten und richtungsweisend für die Zukunft sind.

Angefangen bei unseren luftdichten Unterputzdosen ECON® mit Multi-Membran, über Lösungen im Bereich Hohlwand für Netzwerk- und Datentechnik, Schallschutz sowie neue Mehrfachdosen für eine schnelle und einfache Hohlwand-Installation auf der Baustelle. Ein besonderes Highlight ist das neue Betonbauprogramm „B1“ für Ortbeton mit vielen technischen Vorteilen. Es setzt Maßstäbe bei den Einlegearbeiten und ist perfekt auf die Elektro-Installationsarbeiten des Fachhandwerks nach dem Ausschalen optimiert. Darüber hinaus finden Sie weitere professionelle Lösungen aus den Bereichen EMV Kabelverschraubungen, unser neues Installations-Set „IP68BOX Outdoor“ sowie den flexiblen Abstandhalter für Freiraum in Hohldecken. Mit unseren zukunftsweisenden und bewährten Lösungen können Sie sich fest auf unser Markenversprechen verlassen: KAISER – Die Basis der guten Installation.

KAISER Firmengebäude

KAISER Produktpalette

KAISER
www.kaiser-elektro.de

KAISER GmbH & Co. KG
Ramsloh 4
D-58579 Schalksmühle

Tel.: +49(0)23 55 / 8 09-0
Fax: +49(0)23 55 / 8 09-21

info@kaiser-elektro.de
www.kaiser-elektro.de

Ansprechpartner:
Anne Kellner
Marketing · Kommunikation
Tel.: +49(0)2355 / 809-130
pr@kaiser-elektro.de

KAISER Elektroinstallations-Systeme

Unterputz Hohlwand Betonbau Einbaugehäuse Erdung
Kabelverschraubungen Werkzeuge Energieeffizienz Brandschutz
Schallschutz Strahlenschutz Bauen

Workshop am 23.11. und am 07.12. 2020 „Produktprüfungen planen, durchführen und bewerten“

Auf Grund der Corona Pandemie war und wird es voraussichtlich auch bis auf weiteres nicht möglich sein das ein Workshop mit Präsenz der Teilnehmer stattfindet. Deshalb haben wir uns entschlossen ab sofort den Workshop unseren Mitgliedsunternehmen ausschließlich als Onlinetreffen anzubieten.

Der Workshop am 23.11. und 7.12. wurde erstmalig als Zoommeeting durchgeführt zum Thema:

Zertifizierung nach ISO 9001, TDAP oder Akkreditierung nach ISO 17025

Fast alle Mitgliedsunternehmen müssen ihre Prozesse der Entwicklung über die Herstellung bis in die Anwendung ihrer Produkte hinein dokumentieren. Darüber hinaus verlangen viele Kunden Zertifikate über die Normenkonformität der Erzeugnisse. Die Diskussionen im Workshop haben gezeigt, dass der Wissensstand bezogen auf den normativen Bezug von Zertifikaten recht unterschiedlich ist. Dr. Borneburg vom Prüfinstitut Eurotest in Dortmund hat uns dankenswerter Weise zunächst die Unterschiede zwischen einer Zertifizierung nach ISO 9001 und einer Akkreditierung nach ISO 17025 dargestellt. Anhand von praktischen Beispielen wurde die Dokumentationspflicht und deren Umsetzung aus Sicht eines Anwenders anschaulich erklärt.

Die Teilnehmer nutzten im Verlauf des Workshops die Gelegenheit Dr. Borneburg mit ihren Fragen zu löchern. Folgende Themen standen dabei insbesondere bezogen auf die DAkkS Akkreditierung im Mittelpunkt:

- Wie groß ist der Zeitaufwand für die Dokumentation?
- Was ist bei der Auditierung und der Umsetzung besonders zu beachten?
- Kalibrierung von Prüfeinrichtungen und Prüfgeräten nach DAkkS
- Validierung versus Kalibrierung oder Werkskalibrierung

Zusammengefasst kann man sagen, dass für die DAkkS Akkreditierung des Labors ein deutlicher Mehraufwand erforderlich ist. Dem gegenüber steht die Steigerung der Kompetenz der Mitarbeiter und die kontinuierliche Verbesserung in den Prozessen.
Resümee dieser 1. Onlineveranstaltung:
Um den Erfahrungs- und Informationenaustausch zwischen den Teilnehmern zu intensivieren wurde vorgeschlagen das der Workshop ab diesem Jahr im vierteljährlichen Rhythmus stattfinden soll.

Zum Autor:

Dipl.- Ing Rudolf Cater
Consultant und Fachautor im Bereich Niederspannungstechnik

Stellvertretender Vorsitzender im VDE Bergisch Land-Südwestfalen

bis 2015 technischer Geschäftsführer in der Gustav Hensel GmbH & Co. KG

Virtual Job-Talk mit FERCHAU

Bild: Screenshot

Am 04. Februar 2021 fand für die Studierenden der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik und Medientechnik der Bergischen Universität Wuppertal der erste Virtual Job-Talk im neuen Jahr mit FERCHAU statt. Als Marktführer für Engineering- und IT-Dienstleistungen begleitet FERCHAU namhafte Unternehmen mit Kompetenz und maßgeschneiderten Lösungen. Ein Team aus über 7.000 Personen an knapp 100 Niederlassungen und Standorten ist dabei in der ganzen Welt des Engineerings und der IT aktiv.

Frau Alexandra Bodner (Personalreferentin für den Bereich Business IT und Fahrzeugtechnik) und Herr Karsten Klinkau (Business Manager Fahrzeugtechnik) haben mit Ihren sehr interessanten Vorträgen den zahlreichen Studierenden die vielseitige Unternehmensstruktur erläutert sowie das umfangreiche Know-how, welches bei FERCHAU in mehreren Fachbereichen angesiedelt ist, vorstellen können. Die Lust nach mehr Informationen konnte dementsprechend geweckt werden. In Kombination dazu konnten zusätzlich attraktive Perspektiven bei FERCHAU für Einsteiger und Aufsteiger aufgezeigt und wichtige Bewerbungs- und Karrieretipps an die Studierenden weitergegeben werden. In einer offenen Frage- und Antwortrunde war es den Studierenden möglich, sich mit Alexandra und Karsten auszutauschen und so wichtige Tipps für die Gestaltung des eigenen Werdegangs einzuholen.

Zum Autor:

Petros, Dalamaras
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

petros.dalamaras@uni-wuppertal.de

+49 202 439-3001
Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal

Der Autor ist seit 2017 als wiss. Mitarbeiter am Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik der Bergischen Universität Wuppertal tätig.

Schließen einer Sicherheitslücke in der elektrischen Hausinstallation

Elektrizität, in all ihren Formen und Anwendungen, ist seit langer Zeit für jeden von uns zur Selbstverständlichkeit geworden. Dies gilt sowohl für den öffentlichen als auch für den privaten Bereich. Von der stetigen Verfügbarkeit der Elektrizität, insbesondere im Haushaltsbereich resultiert hieraus aber ein nicht zu unterschätzendes Sicherheitsrisiko. Die elektrische Energie wird bei einer Wechselspannung von 230 Volt effektiv bereitgestellt. Dies liegt deutlich oberhalb der in der IEC 60449 festgeschriebenen Kleinspannung in Höhe von maximal 50 Volt bei Wechselstrom .

Bei der Installation von Wand- und Deckenleuchten ist die sonst sehr positive Entwicklung der sinkenden Fallzahlen bei Unfalltoten durch elektrischen Stromschlag bis heute bedauerlicherweise noch nicht erkennbar, obgleich schon seit langer Zeit als Problem bekannt. So schrieb z.B. bereits im Jahr 1982 Prof.-Dr.-Ing. H. Zürneck von der TH Darmstadt in einem Gutachten über das Unfallgeschehen während oder als Folge der Installation von Wand- und Deckenleuchten (Quelle: Prof.-Dr.-Ing. S. Exnowski, Dekan der FH Südwestfalen, Labor für Leistungselektronik/Labor für Elektrotechnik/Labor für elektrische Antriebe)

„Elektrische Durchströmung des menschlichen Körpers als Folge fehlerhafter Einrichtungen oder während eines Eingriffes in elektrische Einrichtungen, stellt in jedem Fall einen Unfall dar. Die Unfallfolgen reichen vom einfachen Schock über gravierende gesundheitliche Störungen bis zum (seltenen) Fall des Todes durch elektrischen Strom. Daneben, jedoch mit erheblichem zahlenmäßigen Gewicht, treten„Sekundärunfälle“ auf. Diese beruhen darauf, dass als Folge eines durch Elektrisierung eingeleiteten Schocks Fehlhandlungen ausgelöst werden, die einen schwerwiegenden Unfall zur Folge haben. Ein derartiger Unfall liegt z.B. dann vor, wenn bei der Montage einer Deckenleuchte nicht freigeschaltet wurde, der Montierende sich elektrisiert, als Folge des Schocks von der Leiter stürzt und sich dabei verletzt. [...]“(Quelle: Prof.-Dr.-Ing. H. Zürneck, TH Darmstadt +++)

Den Vorschlag, für Leuchten-Anschlüsse eine sichere genormte Steckverbindung, besser noch eine Steckdose für Leuchten, zu entwickeln, machte Prof. Dr. Zürneck bereits im Rahmen seiner Forschungsarbeiten.

Erst 1998 erschien der erste Entwurf der Produktnorm “Betriebsmittel für den Anschluss von Leuchten für Haushalt und ähnliche Zwecke“, der auf VDE-, EN- und IEC-Ebene entwickelt war. Jedoch erst 10 Jahre später, im März 2009 wurde die endgültige Fassung unter der Bezeichnung “Betriebsmittel / Vorrichtung für den Anschluss von Leuchten für Haushalt und ähnliche Zwecke – VDE 0620-400-1:2009-03, DIN IEC 61995-2 (VDE 0620-400-2):2009-11, DIN EN 61995-1 (VDE 0620-400-1):2009-03 (IEC 61995-1:2005, modified und IEC 61995-2) Edition 1.0: 2009-2“ in Kraft gesetzt. Im Jahre 2014 wurde diese Produktnorm dann in die VDE 0100-559 aufgenommen, die den Einbau derartiger Anschluss-Systeme von nun an vorschrieb. Der Installateur hatte damit nicht mehr die Wahl zwischen einer Kannbestimmung zum Einbau, sondern der Einbau derartiger “Normprodukte“ wurde zur Pflicht, sobald sie auf dem Markt erhältlich sind. Die Benutzung von Lüsterklemme und Haken für das Anschließen von Leuchten, sieht die VDE 0100-559.5.1 nicht mehr vor; denn hier heißt es:

Kabel und Leitungen müssen entweder
– in einer Installationsdose nach der entsprechenden Norm der Reihe DIN EN 60670 (VDE 0606) und DIN VDE 0606 (VDE 0606),
oder
– in einer Steckdose einer Vorrichtung für den Anschluss von Leuchten (DCL – Device for the Connection of Luminaires) nach den Normen der Reihe DIN EN 61995 (VDE 0620), die in einer Installationsdose installiert ist,
oder
– in einem elektrischen Betriebsmittel, das für den direkten Anschluss an die Kabel- und Leitungsanlage vorgesehen ist,
enden.

Diese drei Möglichkeiten des Anschließens von Leuchten decken das gesamte Spektrum möglicher Leuchten-Anschlüsse ab, wobei sich der zweite Anstrich auf Leuchten im privaten Bereich bezieht.

An dieser Stelle kommt die Frage auf, ob von Normen abgewichen werden darf.

Klarheit schaffen die folgenden Ausführungen:

Mit der gesetzlichen Verankerung der **allgemeinen anerkannten Regeln der Technik** wird des Weiteren eine rechtliche Grundlage für eine

ggf. notwendige strafrechtliche Verfolgung durch den Gesetzgeber bei Zuwiderhandlung gegen die **allgemeinen anerkannten Regeln der Technik** geschaffen. Andererseits kann und darf von den Anforderungen der **DIN-VDE-Bestimmungen** jederzeit abgewichen werden, sofern für **gleichwertige Sicherheit** gesorgt wird. Hierin liegt jedoch die Gefahr; denn grundsätzlich kann jeder, der (Fach-)Verantwortung trägt, einen möglichen Schuldvorwurf dadurch einschränken oder sogar ausschließen, indem er sich pflichtgemäß verhält und **verantwortungsbewusst** handelt. (www.elektrofachkraft.de/sicher-arbeiten/din-vde-bestimmungen-rechtsverbindlich)

Umkehr der Beweislast:

Für die Elektrofachkraft (z.B. Elektriker, Sachverständiger), die sich bei der Ausübung ihrer Aufgaben an die **allgemein anerkannten Regeln der Technik** hält, spricht der juristische Anschein, dass sie richtig und damit nicht schuldhaft gehandelt hat. Ein fahrlässiges (schuldhaftes) Handeln müsste ihr dann erst nachgewiesen werden. Dem entsprechend wird bei der Elektrofachkraft, die bei der Ausübung ihrer Aufgaben von den **„allgemein anerkannten Regeln der Technik“** abweicht, vermutet, dass sie nicht richtig gehandelt hat. In diesem Fall muss die Elektrofachkraft im Ernstfall erst beweisen, dass sie und wie sie die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet hat und somit nicht schuldhaft gehandelt hat. Juristisch handelt es sich hierbei um die so genannte **„Umkehr der Beweislast“**.

Fazit:

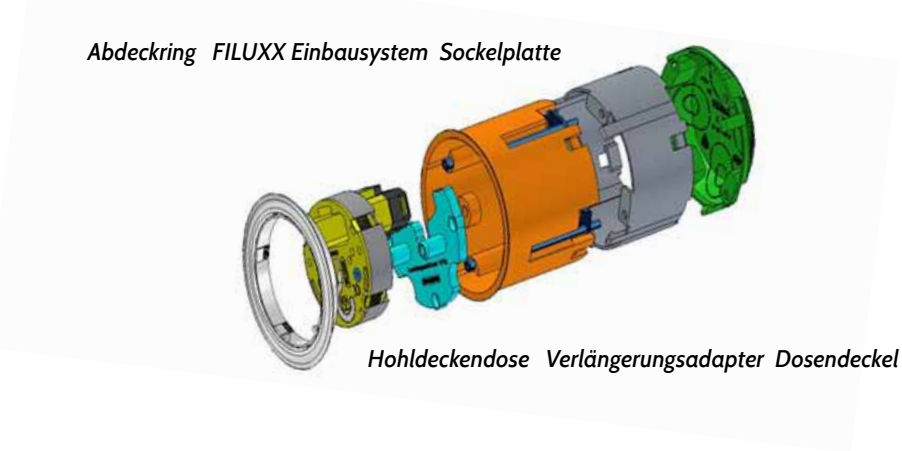
DIN-VDE-Bestimmungen gelten unter Berücksichtigung des EnWG als quasi rechtsverbindlich. Aufgrund des juristischen Gefüges kann jeder Elektrofachkraft und jedem Betreiber elektrischer Anlagen nur ausdrücklich geraten werden, grundsätzlich die allgemein anerkannten Regeln der Technik und damit auch die Anforderungen gültiger VDE-Bestimmungen zu beachten.

In der Elektrobranche führt diese Tatsache regelmäßig zu großer Unsicherheit, da einerseits die Norm bereits seit Jahren in Kraft ist, andererseits aber entsprechende Sicherheitsprobleme, dem Einsatz gemäß Norm bei den bekannten Produkten aus Frankreich widersprechen. (Quelle: wissenschaftlicher Produktvergleich v. 22.09.2017 Prof. Dr. Ing. S. Exnowski)

Zugelassenes System vor der Markteinführung:

Ab Anfang 2021 wird von dem deutschen Hersteller **FILUXX GmbH in Bad Camberg** ein Anschluss-System für die Leuchten-Montage angeboten und unter der Produktbezeichnung F**ILUXX** in den Handel gebracht.
FILUXX ist nach den Vorgaben der Normen **DIN EN 61995 (VDE 0620)** entwickelt, wurde vom **VDE** und **ÖvE** geprüft und zertifiziert.
Der ruhende Status der **VDE 0100-559 (VDE 0100-559):2014-02** ist damit beendet. Für Planer und Architekten, insbesondere jedoch für das Elektrohandwerk ist die VDE 0100 verpflichtend. Als **VDE-Bestimmung** besteht eine **<quasi rechtsverbindliche> Einbauempfehlung**.
Bei Nichteinbau derartiger Systeme gem. der o.a. Normen ignorieren Architekten und Installateure die Sicherheitsvorgaben, die durch den Stand der Technik klar definiert sind.

Systemdarstellung der FILUXX - Hohldecken - Einbaudose



Montierte Deckenanschlüsse:

Filuxx-System in ungenutztem Zustand mit Abdeckplatte (von unten mit Blick zur Decke

Filuxx-System ohne Abdeckplatte. Fertig zum Anschluss mittels umklappbarem Haken und genormter Einschuböffnung für den Systemstecker

Zum Autor:

Hans Richard Fischer

Entwickler des Leuchten-Anschluss Systems FILUXX

CEO FILUXX GmbH
65520 Bad Camberg

Feedback zu Normung aus der Praxis

Sehnsüchtig hatten meine Kollegen und ich auf die neue VDE 0701-0702 Norm gewartet. Wir waren schon seit Jahren mit der Version von 2008 unzufrieden und hatten die Hoffnung, dass sich mit der neuen Version das Prüfen transparenter gestaltet. Wir müssten nicht mehr jedem Kunden, der sich in der Regel nur oberflächlich mit der Norm auseinandersgesetzt hat, erklären, dass sein Gerät nicht mehr sicher ist, obwohl die Grenzwerte eingehalten werden. Es hätte auch unser Leben als Seminarleiter im Bereich des Prüfens einfacher gestaltet und viele Diskussionen überflüssig gemacht.

Und dann kam die Überraschung:

- Es gibt jetzt zwei Normen, die kombinierte VDE 0701-0702 wurde wieder auseinander dividiert. Und diesmal in die Teile VDE 0701: Prüfung nach Reparatur und VDE 0702: Wiederholungsprüfung. Die VDE 0702 existiert im Moment noch als Entwurf, aber es kann nicht mehr lange dauern, bis auch sie zur gültigen Norm wird.

  Zwei Normen mit, bis auf kleine Ausnahmen, identischem Inhalt, wozu? Hätte es nicht gereicht, die minimalen Veränderungen als Anmerkungen in einer Norm zu vermerken? Wer verstanden hat, worauf es beim Prüfen ankommt, der kommt praktisch auch mit den kleinen Unterschieden zwischen einer Wiederholungsprüfung und der Prüfung nach Reparatur klar. Als Praktiker sehe ich den Sinn nicht, abgesehen von der Tatsache, dass ich für fast dieselbe Sache zweimal bezahlen muss.

Elektriker prüft Anlage,
Bild Copyright Kadmy / stock.adobe.com

- Inhaltlich ist das erste, dass ins Auge fällt, egal ob in der VDE 0701 oder im Entwurf der VDE0702, die Elektrofachkraft, die die Prüfungen vornimmt.
  Gibt es da nicht die Betriebssicherheitsverordnung, die klar festlegt, dass Prüfungen von sog. befähigten Personen nach TRBS 1203 vorgenommen werden müssen? Zu den Voraussetzungen der befähigten Person zählt zwar auch die Elektrofachkraft, aber doch noch wesentlich mehr. Auch die Aussage"... unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft" bei der Wiederholungsprüfung ist somit nicht in Übereinstimmung mit der Betriebssicherheitsverordnung. Natürlich können elektrotechnisch unterwiesene Personen, kurz: EUPs, der bei der Prüfung helfend tätig werden, aber sie unterstützen die befähigte Person und nicht eine Elektrofachkraft. Schlimmer noch, immer wieder in der Vergangenheit und auch heute noch, meinen Firmen ihre Mitarbeiter zu EUPs zu qualifizieren, um damit auch Prüfer für die ortsveränderlichen Geräte zu erhalten, ohne eine einzige befähigte Person zu bestellen. Dem wurde durch die TRBS 1203 ein Riegel vorgeschoben. Der Entwurf der VDE 0702 hingegen verleitet dazu genau dies wieder zu tun. Es bleibt ein Verstoß gegen den Arbeitsschutz und die Betriebssicherheit, aber das ist den wenigsten Verantwortlichen in den Betrieben klar und durch diesen Satz werden sie in Ihrer Meinung noch unterstützt.

- Ein weiterer Punkt, der nachdenklich macht, sind die neuen Begriffsdefinitionen.
  Für wen sind denn diese Normen geschrieben worden? Für den Prüfer, mit Ausbildung als z.B. Elektriker? Für den Elektroingenieur mit mindestens Fachabitur?
  Allein der Satz:
  „Fehlerstrom: Vektorsumme der Ströme, die in den stromführenden Leitern des Netzstromkreises des Ge-

rätes fließen, frequenzgewichtet nach den Eigenschaften des menschlichen Körpers"
beantwortet die obenstehenden Fragen.
Ich habe an dieser Stelle einmal die Probe aufs Exempel gemacht und 50 Elektrofachkräfte, unterschiedlichen Alters und Qualifikation, gefragt, ob sie diesen Satz verstehen. 90% konnten nichts mit dieser Definition anfangen.
Ganz im Gegensatz hierzu macht die Definition des Prüfens:
„Prüfen: Sichtprüfung, Messen und Prüfen der elektrischen Geräte..." jeden Achtklässler stutzig.

- Nun weiter zu den Grenzwerten, insbesondere zu den des Schutzleiterwiderstandes. In der DIN VDE 0100 „Errichten von elektrischen Anlagen" wird beschrieben, dass der Schutzleiterwiderstand den physikalischen und geometrischen Bedingungen entsprechen muss. Hierzu zählen Material, Länge und Querschnitt des Leiters. Das Ganze wird durch eine Tabelle mit unterschiedlichen Widerstandswerten zu den jeweiligen Querschnitten pro Meter untermauert.
Auch die VDE0701 und der Entwurf der VDE0702 weisen auf die Relevanz von Material, Länge und Querschnitt hin, aber explizit erst ab einem Querschnitt von mehr als 1,5mm². Ein Querschnitt der bei Gerätezuleitungen sehr selten vorkommt. Stattdessen werden die altbekannten Grenzwerte, wie. z.B. <0,3Ω bei einer Zuleitung bis zu 5m zitiert.

Im Bereich der Geräte herrscht daher leider der Irrglaube, dass der Grenzwert des Schutzleiterwiderstands einer 1m langen 1,5mm² Leitung bei 0,3Ω liegt, also knapp 300% über dem praktischen Erwartungswert des Widerstandes. Es wäre also angebrachter auch bei den Geräten auf diese Grenzwerte zu verzichten und durch die physikalischen Begebenheiten des Leiters zu ersetzen.

Mit Hilfe dieser Normen, so wie sie formuliert sind, werden wir immer wieder Geräte in Betrieben vorfinden, bei denen nicht der gesunde Sachverstand, sondern der abgespeicherte Grenzwert im Prüfgerät über die Sicherheit im Betrieb entscheidet. Wir konnten uns leider mit unseren Einsprüchen zu den oben genannten Sachverhalten nicht durchsetzen.

Als Maßgabe für mich habe ich deshalb erstmal entschieden diese beiden Normen nicht als praktische Grundlage für das Prüfen ortsveränderlicher Geräte zu nehmen, sondern mich auf fachlich nachvollziehbare Grundlagen, wie z.B. die DGUV Information 203-070 zu beziehen.

Antwort vom Geschäftsführer der DKE Herrn Michael Teigeler:

„Dieses Feedback ist für unsere Normungsexperten für ihre weitere Normungsarbeit sehr wichtig. Als erstes wäre es gut an der nächsten Normungssitzung als Gast teilzunehmen, um dort dann die Bedenken vorzutragen. Aber noch viel besser ist es, sich aktiv an der Normung zu beteiligen. Nur so kann man die Norm aktiv von Anfang an beeinflussen und man hat schon sehr früh Kenntnisse darüber, wohin die Reise geht."

Zur Autorin:

Marika Höwing
Geschäftsführung

MH-GmbH@hoewing.net

Marika Höwing ist Diplom Mathematikerin, gelernte Radio- und Fernsehtechnikerin und Mitglied des Prüfungsausschusses Industrieelektriker Fachrichtung Geräte und Systeme der IHK Köln. Seit langen Jahren ist sie in der Fort- und Weiterbildung für den Bereich Elektrotechnik tätig. Sie führt einen Betrieb, der Prüfungen an elektrotechnischen Betriebsmitteln aller Art durchführt. Somit kennt sie auch die praktische Seite des Prüfens und die Probleme, die auftreten können. Ebenso ist Marika Höwing als Buchautorin im Bereich der Elektrotechnik tätig.

Numerische Simulation der elektrischen Feldverteilung in Hochspannungs-Gleichstromkabeln unter Berücksichtigung von Raumladungseffekten

Die Nutzung von Gleichstrom in der elektrischen Energieübertragungstechnik ist in den letzten Jahren durch den Ausbau und die steigende Nutzung von erneuerbaren Energien verstärkt in den Fokus gerückt. Da die Energieerzeugung, z.B. durch Wind- oder Solarstrom, geographisch gebunden ist, ist eine flächendeckende Verteilung von hohen Leistungen nur mit der „Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung“ (HGÜ) wirtschaftlich. Dies liegt an den zusätzlichen induktiven und kapazitiven Verlusten, welche bei elektrischen Wechselfeldern auftreten. Ein HGÜ-Kabelsystem besteht dabei im Wesentlichen aus dem Kabel, der Kabelverbindung und einem Kabelendverschluss, wobei mittlerweile Spannungen von bis zu 525 kV genutzt werden können. Den verwendeten Isolierstoffen kommt dabei eine besondere Rolle zu, da diese extremem elektrischem, thermischem und mechanischem Stress ausgesetzt sind. Zudem verhalten sich Isolierstoffe unter einem konstanten elektrischen Feld anders als unter einer Wechselfeldbelastung [1,2].

Gängige Werkstoffe in modernen Kabelsystemen sind polymere Dielektrika, welche u.a. aufgrund des Herstellungsprozesses selbst oder der Installation des Betriebsmittels Verunreinigungen (Fremdmoleküle) beinhalten. Diese Verunreinigungen sind eine der Ursachen für die Ausbildung von Raumladungen. Raumladungen können aufgrund der konstanten Gleichspannung im Isolierstoff akkumulieren und treten als Quellen von zusätzlichen elektrischen Feldbelastungen auf. Neben der Ionisation von Verunreinigungen entstehen Raumladungen auch durch injizierte Ladungsträger an Elektroden (Leiter und metallischer Außenleiter), durch die Polarisation des Isolierstoffes und durch ein räumlich inkonstantes Verhältnis aus Permittivität und elektrischer Leitfähigkeit [3].

Kann die Permittivität der Isolierstoffe in guter Näherung als konstant angesehen werden, so zeigt die elektrische Leitfähigkeit u.a. eine starke nichtlineare Abhängigkeit von der Temperatur und der elektrischen Feldstärke. Die Akkumulation von Raumladungen kann dabei Tage oder Wochen dauern, da die Leitfähigkeit Werte von einigen fS/m besitzt [4]. Innerhalb der Isolation überlagert das elektrische Feld der Raumladungen das Feld der angelegten Betriebsspannung und führt zu einer veränderten elektrischen und thermischen Belastung, im Vergleich zu einem Betrieb mit Wechselspannung. Um die Zuverlässigkeit des Isoliermediums zu gewährleisten, ist daher eine genaue Kenntnis der elektrischen Feldverteilung und damit einhergehend der Raumladungsverteilung nötig. Die Bestimmung der Raumladungsverteilung erfolgt dabei u.a. durch eine rechnergestützte Simulation, da analytische Lösungen nur in Ausnahmefällen existieren.

Allgemein lassen sich makroskopische elektromagnetische Feldeffekte mit Hilfe der maxwellschen Gleichungen berechnen. Für die elektromagnetischen Feldprobleme in der Hochspannungstechnik werden jedoch nicht alle vier Gleichungen benötigt, da in der Regel quasistatische oder statische elektrische Felder betrachtet werden. Bei der Betrachtung von quasistatischen elektrischen Feldern ist die elektrische Feldenergiedichte viel größer als die magnetische Energiedichte, wodurch induktive Effekte vernachlässigt werden können. Bei Kenntnis der elektrischen Leitfähigkeit oder der Mobilität der Ladungsträger, kann durch Vorgabe von Randbedingungen (meistens die angelegte Betriebsspannung), das elektrische Potential und das elektrische Feld im Ort und in der Zeit berechnet werden. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit muss diese ebenfalls bestimmt werden. Da meist isolierende Feststoffe betrachtet werden, kann die Temperatur beispielsweise über die Wärmeleitungsgleichung bestimmt werden. Die Wärmequellen sind dabei die ohm‘schen Verluste im Innenleiter und in der Isolation [5].

Für die numerische Berechnung des gekoppelten elektro-thermischen Problems müssen die entsprechenden Gleichungen im Ort und in der Zeit diskretisiert werden. Gängige Verfahren zur Diskretisierung im Ort sind die Finite Integrationstechnik (FIT) oder die Finite-Elemente Methode (FEM). Bei der Diskretisierung in der Zeit wird zwischen impliziter und expliziter Zeitintegration unterschieden. Bei der expliziten Zeitintegration muss der gewählte Zeitschritt kleiner sein als der Zeitschritt Δt_{CFL}, definiert durch die Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) Bedingung. Die Zeitschrittweite Δt_{CFL} kann bestimmt werden durch die räumliche Auflösung (Gitterschrittweite) der Geometrie und die Geschwindigkeit eines Teilchens. Damit ist gewährleistet, dass in jeder Meshzelle die auftretenden Phänomene (Ladungsbewegung) zeitlich aufgelöst werden. Bei einer hohen räumlichen Auflösung kann Δt_{CFL} jedoch sehr klein werden. Bei der impliziten Zeitintegration sind dem verwendeten Zeitschritt keine Grenzen gesetzt. Es muss jedoch ein nichtlineares algebraisches Gleichungssystem gelöst werden, was den Berechnungsaufwand und die -zeit stark erhöht [6,7].

Für die Simulation der Ladungsverteilung in ungeordneten Dielektrika müssen die elektrische Leitfähigkeit oder die Mobilität der Ladungsträger

geeignet modelliert werden. In der wissenschaftlichen Literatur finden sich dazu zahlreiche Modelle. Für die numerische Simulation sind im Wesentlichen zwei Berechnungsansätze zu finden [5]. Mikroskopische Beschreibungen, wie sie das sogenannte „Bipolar-Charge-Transport (BCT)-Modell“ nutzt, betrachten sowohl positive als auch negative Ladungen im Einzelnen und berücksichtigen u.a. Injektions- und Rekombinationsprozesse. Makroskopische Modelle hingegen nutzen eine gemittelte Ladungsverteilung und beschreiben den Isolierstoff global durch seine elektrische Leitfähigkeit. Die nichtlineare Leitfähigkeit liefert dabei lediglich eine Beschreibung für den Ladungstransport bei variablen Temperaturen und elektrischen Feldstärken, es wird jedoch keine Erklärung für dahinterliegende Prozesse gegeben. Es wird versucht diese Prozesse mittels BCT-Modell zu beschreiben. Um diese ausreichend genau nachbilden zu können, werden jedoch eine Reihe von Fitting-Parametern benötigt, wodurch das BCT-Modell meist nur auf eine eindimensionale Geometrie (z.B. Kabelisolation) angewendet wird. Die Leitfähigkeitsmodelle werden ebenfalls für die Berechnung von eindimensionalen Geometrien verwendet, werden jedoch vorrangig genutzt um die elektrischen Felder in zwei- und dreidimensionalen Geometrien zu berechnen. Die Simulation, basierend auf den Leitfähigkeitsmodellen, kann sowohl mittels impliziter, als auch expliziter Zeitintegration durchgeführt werden, wohingegen beim BCT-Modell nur eine explizite Zeitintegration möglich ist [5].

Ein Vergleich mit Messungen zeigt jedoch, dass gängige Leitfähigkeitsmodelle die Raumladungsverteilung nur grob wiedergeben. So werden beispielsweise Effekte an den Rändern von Elektroden nur bedingt berücksichtigt [5]. Durch eine zusätzliche räumliche Variation der Leitfähigkeit können diese Effekte jedoch in guter Näherung nachgebildet werden [5,8]. Des Weiteren kann es bei der numerischen Berechnung der Felder, aufgrund der temperatur- und feldstärkeabhängigen elektrischen Leitfähigkeit, zu unphysikalischen Ergebnissen kommen. So zeigen Ergebnisse in [9], dass einige Berechnungsansätze schneller zu Instabilitäten während der Berechnung der elektrischen Feldverteilung führen und damit nicht für komplexe Strukturen oder starke Nichtlinearitäten geeignet sind.

Bei der Simulation von Hochspannungs-Gleichstromkabelsystemen müssen neben der numerischen Berechnung der zugrundeliegenden Gleichungen auch der chemische Aufbau der Isolierstoffe und die Ladungsbewegungen innerhalb dieser im Fokus liegen. Nur so können, neben einer effizienten Berechnung der elektrischen Felder, geeignete Modelle entwickelt werden, welche die Ladungsbewegung nachbilden können.

Referenzen

[1] A. Küchler, Hochspannungstechnik: Grundlagen – Technologie – Anwendungen, 4. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2017, DOI 10.1007/978-3-662-54700-7.

[2] S. Ebert, F. Sill und J. Diederichs, „Extrudierte VPE DC Erdkabeltechnologie sowie Erfahrungen bis 525kV – ein wichtiger Baustein für die deutsche Energiewende“, VDE-Fachtagung Hochspannungstechnik, Berlin, Deutschland, S. 8-13, 2016.

[3] T.L. Hanley, R.P. Burford, R.J. Fleming und K.W. Barber, „A General Review of Polymeric Insulation for use in HVDC Cables”, IEEE Electr. Insul. Mag., Vol. 19, No. 1, S. 14-24, 2003, DOI: 10.1109/MEI.2003.1178104.

[4] G. Mazzanti und M. Marzinotto, Extruded Cables for High Voltage Direct Current Transmission – Advances in Research and Development, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013, ISBN: 978-1-118-09666-6.

[5] C. Jörgens und M. Clemens, „A Review about the Modeling and Simulation of Electro-Quasistatic Fields in HVDC Cable Systems“, Energies, Special Issue: Design and Testing of Power Cable System, Vol. 13, No. 19, 5189, 2020, DOI: 10.3390/en13195189.

[6] T. Weiland, „Time Domain Electromagnetic Field Computation with Finite Difference Methods“, Int. J. Numer. Model. El., Vol. 9, No. 4, S. 295–319, 1996, DOI: 10.1002/(SICI)1099-1204(199607)9:4<295::AID-JNM240>3.0.CO;2-8.

[7] C.F. Richter, „Beiträge zur Beschleunigung numerischer Simulationen von elektroquasistatischen Feldverteilungen“, Dissertation, Bergische Universität Wuppertal, 2019.

[8] C. Jörgens und M. Clemens, „Modeling the Electric Field at Interfaces and Surfaces in High Voltage Cable Systems“, The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering (COMPEL), Vol. 39, No. 5, S. 1099-1111, 2020, DOI: 10.1108/COMPEL-01-2020-0041.

[9] C. Jörgens und M. Clemens, “Comparison of Two Electro-Quasistatic Field Formulations for the Computation of Electric Field and Space Charges in HVDC Cable Systems”. 22nd International Conference on the Computation of Electromagnetic Fields (COMPUMAG), Paris, Frankreich, 2019, DOI: 10.1109/COMPUMAG45669.2019.9032818.

Zum Autor:

Christoph, Jörgens

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik an der Bergischen Universität Wuppertal

joergens@uni-wuppertal.de
+49 (0)202 439-1666
Rainer-Gruenter-Str. 21
42119 Wuppertal

Energiezellen die Treiber der Energiewende in Quartieren

Die Energiewende im Stromsektor in Deutschland schreitet, hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung, stetig voran. Im Jahr 2020 erreichte der Erneuerbare-Energien-Anteil am Strommix erstmals 50,5 % [1]. Die Entwicklung im Wärme- und Verkehrssektor liegt diesen Erwartungen hingegen weit hinterher. In diesen Sektoren wurden 2019 lediglich ca. 15,0 % (Wärme) und 5,6 % (Verkehr) Erneuerbare-Energien-Anteile erreicht [2]. Eine zentrale Herausforderung ist es die Energiewende in diesen Sektoren auch in den dezentralen Energiesystemen (auf Haushalts- und Quartierebene) zu ermöglichen und umzusetzen. Nur so kann eine Defossilisierung des gesamten Energiesystems erfolgen. Da eine sektorenübergreifende Analyse von Energiesystemen Voraussetzung dafür ist und dezentrale Eigenverbrauchssysteme eine immer größere Rolle spielen, rückte in den letzten Jahren der zellulare Ansatz [3] immer mehr in den Fokus.

Um Klimaneutralität zu erreichen muss weiterhin fossile Primärenergie durch Erneuerbare Energie substituiert werden und der Endenergieverbrauch durch effiziente sektorenkoppelnde Technologien (wie Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge) gesenkt werden. Durch die dezentrale Stromerzeugung und die endverbrauchsnahe Sektorenkopplung entstehen so lokale Energiesysteme, welche bilanziell teilweise Energieautark sind, welche auch als „Energiezellen“ (siehe Schema Abbildung 1, links) bezeichnet werden. Trotz einem gewissen Ausgleich wird die elektrische Infrastruktur für den überregionalen Ausgleich von elektrischer Energie weiterhin notwendig sein .

Durch die Betrachtung des Energiesystems als ein zellulares Energiesystem (siehe Abbildung 1, rechts) wird eine gesamtheitliche Betrachtung aller energetischen Potentiale und Bedarfe sichergestellt. Zudem kann gegenübergestellt werden, welcher der technischen realisierbaren Lösungen für eine nachhaltige Energieversorgung am wirtschaftlichsten ist. Zellulare Energiesysteme sollen insbesondere in Deutschland nicht primär zur Entwicklung von Inselnetzsystemen genutzt werden, sondern sollen eine gesamtheitliche Abwägung zwischen dezentralen und zentralen Energiegewinnungsoptionen ermöglichen. Hierdurch kann der Trade-Off zwischen Zentralität und Dezentralität im zukünftigen Energiesystem analysiert und bewertet werden.

Als Beispiel könnte eine Gemeinde analysieren inwiefern der zukünftige Energiebedarf ist, wie hoch lokale Potenziale sind, welche Netzanbindung es zum Energieaustausch gibt und wie eine sektorenübergreifende wirtschaftlich optimierte Ausgestaltung aussehen kann. Eine Untersuchung wurde im Forschungsprojekt „Virtual Power Plant“ in Kooperation zwischen der Bergischen Universität Wuppertal und den Wuppertaler Stadtwerken durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass eine lokales sektorenübergreifendes Energiesystem unter Einbindung der Bürger zu reduzierten Residuallasten führen kann. In Abbildung 2 ist ein beispielhaftes Quartier aus dem Projekt dargestellt. Es wurden sowohl theoretische Simulationen als auch ein Feldtest durchgeführt um Flexibilitätspotenziale zu identifizieren. In den Simulationen [4] konnte je nach Sektor unterschiedliche Eigenversorgungsgrade ermittelt werden. Für den Stromsektor konnte durch Lastverschiebungen eine Eigenversorgungsgrade von ca. 30 % erreicht werden. Für die Sektoren Wärme und Verkehr sind jeweils ca. 60 % erreichbar.

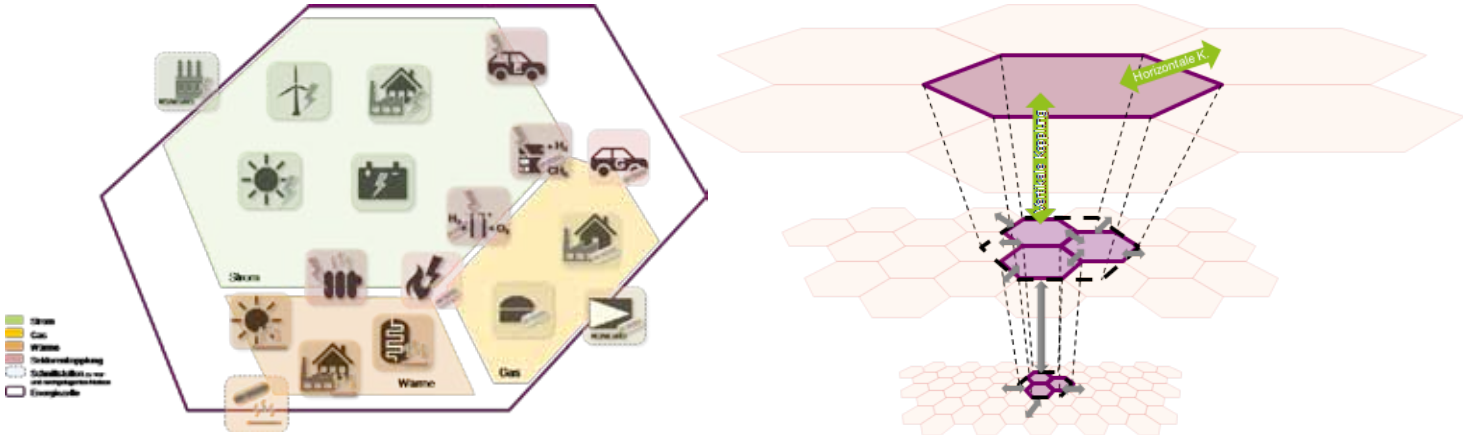


Abbildung 1: Hierarchisch aufgebautes zellulares Energiesystem und Beispielzelle

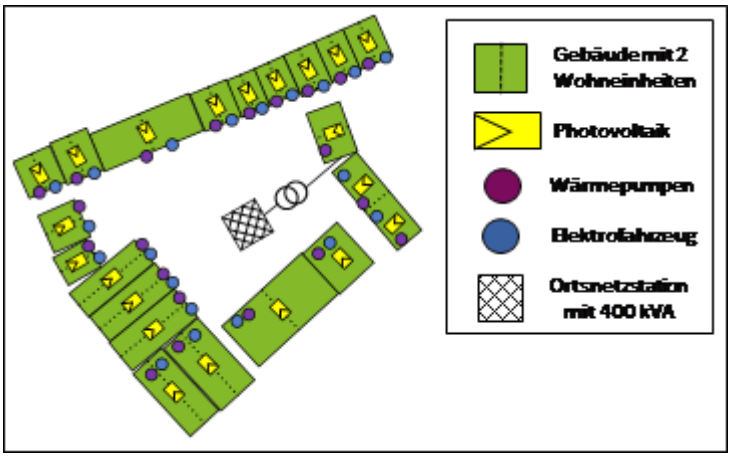


Abbildung 2: Beispielquartier als Energiezelle

Das Forschungsfeld der zellularen Energiesysteme unterliegt einem starken Wachstum. Neben der Arbeit in Forschungsprojekten wie „ZellNetz2050“ arbeitet auch der VDE ETG im Fachausschuss für „Zellulare Energiesysteme“ an dieser Thematik.

Autoren:
Prof. Markus Zdrallek, Björn Uhlemeyer und Alexander Hobert

Literaturverzeichnis

[1] Fraunhofer ISE, 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX, Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in 2020.
[2] Umweltbundesamt and AGEB, ‚Anteil erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr,‘, 2020.
[3] Benz, T., Dickert, J., and Stagge, H. et al., ‚Der Zellulare Ansatz: Grundlage einer erfolgreichen, regionenübergreifenden Energiewende,‘, VDE - ETG, Frankfurt am Main, 2015.
[4] Hobert, A., Becker, M., and Becker, T. et al., ‚Investigation of cross-sectoral energy concepts for urban districts using key performance indicators,‘, Proceedings of the 5th International Hybrid Power Systems Workshop, 2021.

Zum Autor:

Björn Uhlemeyer
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

bjoern.uhlemeyer@uni-wuppertal.de

Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik und Medientechnik
Rainer-Gruenter-Str. 21
42119 Wuppertal

Das Smart Grid Labor

Im Rahmen der Energiewende befindet sich das deutsche Energieversorgungssystem in einem grundlegenden Wandel. Motiviert durch die heutigen Klimaziele distanzieren wir uns von großen Kern- und Kohlekraftwerken. Die Energieerzeugung wird vermehrt und mit steigender-Tendenz aus regenerativen Quellen sichergestellt, welche in Form von dezentralen Erzeugungseinheiten auf der Verteilnetzebene angesiedelt sind. Den positiven Umwelteffekten stellen sich jedoch neue Herausforderungen gegenüber, da die regenerative Energieerzeugung eine hohe Volatilität aufweist – witterungsbedingte Änderungen wie z.B. große Wolkenzüge können in kürzester Zeit zu großen Einspeiseschwankungen bei Photovoltaik-Anlagen führen. Bei gleichbleibender Entwicklung und durch die steigende Präsenz von leistungsintensiven Verbrauchern wie Elektroautos und Wärmepumpen sehen insbesondere die Niederspannungsnetze einer Überlastung entgegen.

Den Verteilnetzbetreibern stehen für die Problemlösung grundsätzlich zwei Ansätze zur Verfügung: Zum einen ließen sich die Verteilnetze durch den Ausbau der Netzkapazität ertüchtigen. Das bedeutet leistungsfähigere Transformatoren sowie stärkere Leitungen, was mit viel Aufwand und hohen Kosten verbunden wäre. Alternativ dazu bieten sich Netzautomatisierungssysteme zur Gestaltung eines intelligenten Stromnetzes oder auch Smart Grid an. Durch den gezielten Einsatz von Mess- und Kommunikationstechnik kann der Netzzustand auf einer Feldhardware, einem zentralen Rechner oder cloudbasiert berechnet werden. Bei Bedarf wird das Netz automatisiert

durch gezielte Regelungseingriffe in einen sicheren Betrieb überführt, um den Verteilnetzbetreiber proaktiv bei der Aufgabe der Netzführung zu unterstützen. Damit die Netzautomatisierungssysteme zuverlässig arbeiten, müssen diese vor dem Einsatz auf ihre Funktionalität überprüft werden. Die Testverfahren reichen von vergleichsweise einfachen Softwaretests über Hardwaretests, bei welchen das System bereits über die realen Schnittstellen kommuniziert, bis hin zum Feldtest. Der Feldtest stellt hierbei die höchsten Anforderungen an das System dar, da die finale Funktionsüberprüfung in einem realen Netz stattfinden müsste und aufgrund der Unreife des Systems risikobehaftet ist.

Das Smart Grid Labor am Campus Freudenberg ermöglicht in seiner Ausstattung sowohl die Entwicklung als auch die vollständige Funktionsüberprüfung von Netzautomatisierungssystemen und der dazu gehörigen Mess- und Kommunikationstechnik. Hier können die Systeme auf den Prüfstand gestellt werden, ohne das Risiko einer Versorgungsunterbrechung für die Endkunden einzugehen. Das Labor umfasst einen Prüfcontainer und ein angrenzendes Niederspannungstestnetz, welches 15 Knotenpunkte mit rund 900 m Kabel an einen Spannungsregler und zwei dahinter sitzende Ortsnetzstationen bzw. MS/NS-Transformatoren bindet. Im Prüfcontainer werden Simulationsrechner, Messtechnik und -wertgeber für die Software- und Hardwaretests genutzt.

Das Herzstück des Smart Grid Labors ist die zentrale Steuerung für die Topologie und Knotenbelegung. 9 Lasttrennschalter ermöglichen die Realisierung unterschiedlichster Topologien, wie z.B. das Maschennetz oder das (offene) Ringnetz. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Topologieänderung im Betrieb, um Schalthandlungen im Fehlerfall, z.B. die Schließung eines Ringnetzes, durchzuführen. Mithilfe von Leistungsschützen können verschiedene Aktoren den Knoten individuell

zugeordnet werden. Dadurch bietet sich ein breites Spektrum an Netzszenarien – vom Starklastfall bis hin zu Szenarien, die eine hohe Einspeisung wiederspiegeln. Zur verfügbaren Aktorik zählen neben 8 Elektroauto-Ladepunkten und einer Photovoltaik-Anlage auch 15 Lastbänke und 10 bidirektionale Frequenzumrichter. Letztere bieten u. A. die Möglichkeit, große Nicht-Wohngebäude oder Energiespeicher nachzubilden. Die gesamte Infrastruktur wird kommunikativ aus dem Labor gesteuert und messtechnisch erfasst – entweder manuell mithilfe eines SCADA Systems oder automatisiert in Verbindung mit einer Simulationsumgebung.

Bilder: M. Wazifehdust

Autoren:
Mahjar Wazifehdust, Marco Tafuro, Prof. Markus Zdrallek

Zum Autor:

Mahjar Wazifehdust
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

wazifehdust@uni-wuppertal.de
0202/4391660
Rainer-Gruenter-Str. 21, 42119 Wuppertal

Der Autor ist seit vier Jahren in der Forschungsgruppe „Intelligente Netze und Systeme“ am Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik der Bergischen Universität Wuppertal tätig. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Entwicklung von Netzautomatisierungssystemen.

Primärregelleistung

Für die Sicherheit der Stromversorgung müssen Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie im Netz immer ausgeglichen sein. Durch die Energiewende mit dem seit Jahren stetig wachsenden Anteil dezentraler Energieerzeugung, u.a. durch Nutzung von Wind, Solarenergie- und Biomasse und den damit sich häufig ändernden Voraussetzungen, erhält dieses Thema eine wachsende Bedeutung.

Mögliche Abweichungen zwischen der Erzeugung und der Entnahme müssen schnellstens durch den Einsatz von Regelenergie ausgeglichen werden, damit die Stabilität der Stromversorgung sichergestellt bleibt. Hierzu ist es notwendig, dass die Netzfrequenz von 50 Hz im bundesdeutschen Stromnetz stabil gehalten wird. Abweichungen von der Sollfrequenz (ab 49,99 Hz bis 50,01 Hz) führen zur Aktivierung der Primärregelleistung in einem Regelband von 49,8 Hz bis 50,2 Hz.

Dabei wird zwischen positiver und negativer Regelenergie unterschieden. Liegt beispielsweise ein Leistungsüberschuss im Netz vor, wird negative Regelenergie benötigt, d.h. es muss entsprechend zusätzliche Leistung aus dem Netz entnommen werden. Analog gilt dies im umgekehrten Fall, wenn zusätzliche Leistung benötigt wird.

Für den notwendigen Ausgleich der entsprechenden Leistungen sind die Übertragungsnetzbetreiber (Amprion, 50 Hertz, Tennet und Transnet BW) bzw. im Verbund der zentraleuropäischen Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E („European Network of Transmission System Operators for Electricity“) in Ihrer jeweiligen Regelzone verantwortlich. Hierzu wird die die Primärreserve (auch: „Primärregelleistung“, abgekürzt PRL) eingesetzt.

Hierbei wird unterschieden nach:

- Primärregelenergie (Frequency Containment Reserve (FCR)). Diese wird zur schnellen Stabilisierung des Netzes innerhalb von 30 Sekunden als erste zu aktivierende Regelenergiearte benötigt.
- Sekundärregelenergie muss innerhalb von fünf Minuten in voller Höhe zur Verfügung stehen.
- Minutenreserve wird zur Ablösung der Sekundärregelenergie eingesetzt, ist mit einer Vorlaufzeit von bis zu 7,5 Minuten zu erbringen und wird mindestens 15 Minuten lang in konstanter Höhe abgerufen

Die hierfür notwendigen Regelleistungen werden durch die vier Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB), die für die Lieferung der Regelenergie zuständig sind, turnusmäßig berechnet und am Regelenergiemarkt öffentlich über eine Internetplattform ausgeschrieben und von den hierfür präqualifizierten („zugelassenen“) Anbietern eingekauft. Die Ausschreibung von Sekundärreserve und Minutenreserve erfolgt kalendertäglich, die Ausschreibung von Primärreserve im Zuge der Electricity Balancing Guideline der EU seit 1. Juli 2020 alle vier Stunden. Hierbei handelte es sich in den vergangen Jahren um ca. 3.000 bis 4.500 MW (je für positive bzw. negative Regelleistung/Minutenreserve und Sekundärreserve).

Technisch erfolgt die Umsetzung u.a. durch die bekannten Pump-Speicherkraftwerke.

Von Tbachner - Eigenes Werk, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11562797

Im Rahmen eines Beratungsprojektes wurde für einen Industriekunden die Einbindung eines modular, in Form von Containern aufgebauten Batteriespeichers, mit einer Kapazität von bis zu 1 MW für eine Stunde (je bis zu 30 Min. Leistungsaufnahme bzw. Abgabe) in das bestehende, kundeneigene 10 kV Netz begleitet.

Dieser Container ist jeweils mit der notwendigen Komplettausstattung, im Wesentlichen mit Batteriespeicher, Ladetechnik, Wechselrichter, MS-Schaltanlage, Brandmeldeanlage, Löschanlage, Monitoringsystem usw. ausgestattet.

Bild: Franz-Josef Wiese

Zum Autor:

Franz-Josef Wiese
Dipl.-Ing., Geschäftsführer,

franz-josef.wiese@heuel-schauerte.de
+49 291 992877
Auf´m Brinke 21
59872 Meschede

Der Autor ist seit 2006 GF der Dipl.-Ing. Werner Schauerte GmbH&Co KG, Fachplaner für elektr. Anlagen, Beratender Ingenieur IK Bau NW und VdS anerk. Sachverständiger zum Prüfen elektr. Anlagen.

Forschung zum Thema Elektrische Impedanz Tomographie an der Universität Siegen

Seit 2016 befasst sich der Lehrstuhl Medizinische Informatik und Mikrosystementwurf (MIM) an der Universität Siegen mit dem Forschungsgebiet der Elektrischen Impedanz-Tomographie (EIT). Die EIT ist primär ein bildgebendes Verfahren, welches in der Humanmedizin als Hilfsmittel für die Lungenüberwachung eingesetzt wird.
Dabei bringt die EIT im Vergleich zu anderen Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) oder der Computertomographie (CT) bestimmte Vorteile mit sich. Die EIT ist finanziell sehr viel günstiger einzusetzen und durch den geringeren Systemaufwand im Vergleich zu MRT oder CT mobil einsetzbar. Weiterhin werden keine hohen ionisierende, schädliche Strahlungen wie bei der CT für die Bildgebung genutzt. Auch eine Verwendung für ein invasives und mit Nebenwirkungen behaftetes Kontrastmittel, wie es bei der MRT der Fall ist, wird vermieden. Dies ermöglicht neben der bereits aufgeführten Möglichkeit der Lungenüberwachung ganz neue, innovative Anwendungsfelder für die EIT. An diesem Punkt setzt die Forschung an der Universität Siegen an. Es wird stetig Hardware und Software für die EIT entwickelt, um der Forschungsfrage nachzugehen: „Ist die EIT eine geeignete Technologie um auch abseits der menschlichen Lunge als bildgebendes Verfahren genutzt werden zu können?“ Um dem Verständnis dieser Frage zuträglich zu sein wird im Folgenden ein wesentliches Grundlagenwissen für die EIT vermittelt.

Die EIT nutzt einen nichtinvasiven elektrischen Strom mit einer vorgegebenen Frequenz (Wechselstromsignal). Dabei handelt es um einen medizinischen, nicht bedenklichen Strom, der über Elektroden in den Körper eingespeist wird. Hierbei kann als grundlegendes Messprotokoll die Abbildung 1 als Beispiel genommen werden.

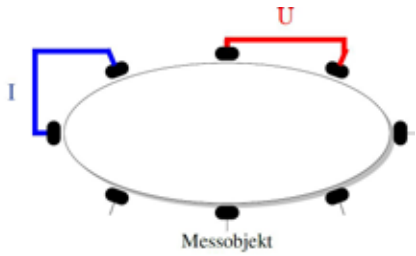


Abbildung 1: adjazentes Messprotokoll für die Elektrische Impedanz-Tomographie

Die Ellipse stellt hierbei das zu untersuchende Messobjekt dar, welches mit einem umliegenden Elektrodengürtel ausgestattet wird. Dieser Gürtel besteht in diesem Beispiel aus acht Elektroden, die jeweils an der Außenseite des Messobjekts anliegen. Über eine in der Hardware integrierte Stromquelle wird ein konstant geregelter Wechselstrom in das Messobjekt eingespeist (blau markierte Elektroden). Es werden in diesem Beispiel zwei Elektroden für den Stromfluss ausgewählt, um eine stabilere Einspeisung zu gewährleisten (frei von für den Körper schädliche Gleichanteile in dem Einspeisesignal). Benachbart (adjazent) zu dem Einspeisepaar werden die nächsten zwei Elektroden ausgewählt um das differentielle Spannungspotential zu erfassen (rot markierte Elektroden). Hierbei wird die sogenannte lokale Transferimpedanz bei der EIT erfasst, die sich aufgrund der Ausbreitung von dem eingespeisten Strom in dem Messobjekt ergibt. In einem nächsten Schritt würden dann die Elektroden für die Spannungsmessung jeweils um eins erhöht, bis ein vollständiger Umlauf abgeschlossen ist. Dieser Prozess wird solange wiederholt, bis auch die einspeisenden Elektroden einmal das Messobjekt durchlaufen haben. Die gesammelten Messwerte werden daraufhin in einer verarbeitenden Einheit, wie zum Beispiel einem Mikrocontroller interpretiert. Eine Demodulation trägt dazu bei, die Informationen von jedem erfassten Signal zu rekonstruieren. Dieses bisher beschriebene Vorgehen löst das sogenannte Vorwärtsproblem der EIT.

In einem letzten Schritt müssen die digital vorliegenden Messwerte über eine Rekonstruktion wieder in ein interpretierbares Abbild des Originalbilds gebracht werden. Dabei wird das zweite Problem der EIT gelöst: das inverse Problem. Dieses ist im Vergleich zu MRT oder CT schlecht gestellt. Wohingegen bei MRT oder CT lineare Strahlung genutzt wird, die den Körper durchdringt und als Vektor erfasst werden kann wird bei der EIT ein elektrischer Stromfluss induziert, der sich aufgrund der Inhomogenität des zu untersuchenden Körpers differentiell ausbreitet. Eine Rekonstruktion wie bei MRT oder CT ist bei EIT somit nicht möglich. Daher gibt es spezielle Ansätze, die für die EIT entwickelt worden sind. Für die Lungenüberwachung ist das der GREITAlgorithmus (Graz consensus Reconstruction algorithm for EIT). Dabei machen sich Wissenschaftler den Vorteil zunutze, dass zwei zeitlich versetzte Aufnahmen von der Lunge durchgeführt werden, um leichter Änderungen zwischen der Respiration darstellen zu können. Dies wird bei der EIT auch differentielle Bildgebung genannt (im Gegensatz zu der absoluten Bildgebung). Bei dem Anwendungsfall Bildgebung abseits der Lunge mithilfe der EIT ist die differentielle EIT nicht anwendbar. Es kann hierbei keine große Änderung der Impedanz, wie es bei dem Lungenvolumen der Fall ist, erwarten werden. Daher stellt diese Bildge-

bung eine ganz besondere Herausforderung dar.

Aktuelle Forschungsergebnisse von dem Lehrstuhl MIM zeigen jedoch, dass eine Bildgebung mithilfe der geeigneten Hilfsmittel theoretisch möglich ist. Umfangreiche Simulationen sind an dieser Stelle durchgeführt worden, um bestehende Ansätze mit neuen, innovativen Ansätzen hinsichtlich ihrer Interpretierbarkeit evaluieren zu können. Exemplarisch wird hierfür ein am Lehrstuhl angefertigtes simplifiziertes Armmodell aufgeführt (siehe Abbildung 2).

Links ist das Modell dargestellt, welches für den Unterarm die beiden Knochen Ulna und Radius als schwarz markierte Bereiche darstellt. Zudem wurde noch etwas Muskelmasse unterhalb der Knochen platziert.

Abbildung 2: simulierte Rekonstruktionsergebnisse für das simplifizierte Armmodell (links): Nutzung von GREIT (mitte), Nutzung von KI-basiertem Ansatz (rechts)

Bei der Rekonstruktion sind exemplarisch in Abbildung 2 das Ergebnis von GREIT und das Ergebnis von einem Ansatz mit Künstlicher Intelligenz (KI) dargestellt. Es zeigt sich insbesondere, dass ein Ansatz mit einem neuronalen Netz deutlich besser in der Lage ist Knochengewebe differenziert darzustellen. Insbesondere bei Beachtung der Farbgebung fällt auf, dass ein gelb eingefärbter Bereich auf eine höhere Impedanz als ein rot eingefärbter Bereich hinweist. Im Allgemeinen besitzt die EIT ein Farbspektrum von Blau (sehr hohe Impedanz) bis Rot (sehr geringe Impedanz). Das Knochengewebe ist im Vergleich zu umliegendem Muskelgewebe deutlich widerstandsbehafteter und muss folglich in einer EIT-basierten Rekonstruktion einen anderen Farbwert erhalten. In einem weiteren Schritt muss evaluiert werden, inwieweit Simulation (Theorie) und Nutzung des EIT-Systems (Praxis) in Einklang stehen und die Ergebnisse übertragbar sind. Dazu wurde eine kleine Studie am Lehrstuhl durchgeführt, damit genügend Daten für das sinnvolle Anwenden eines neuronalen Netzes zur Verfügung stehen.

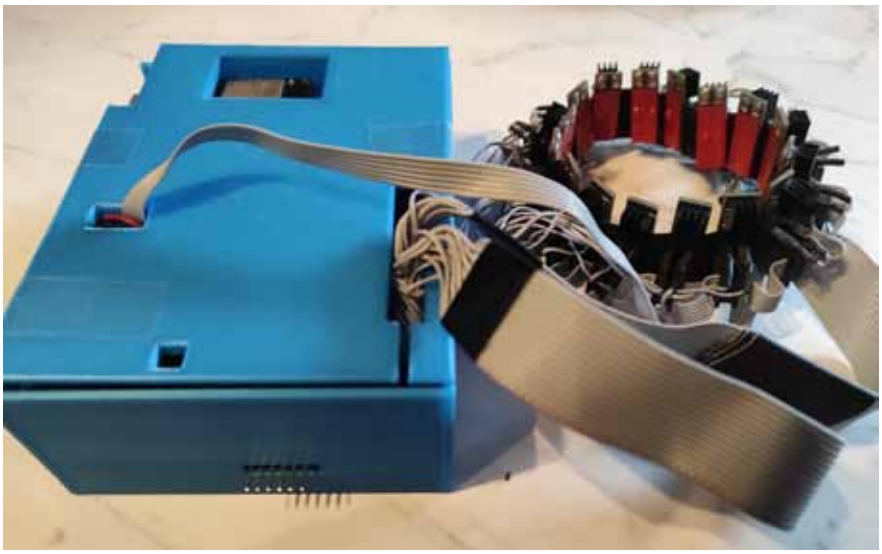


Abbildung 3: entwickeltes EIT-System für die Bildgebung der Extremitäten: (links: zentrale Einheit für Einspeisung und Messung der Signale, rechts: elastischer Elektrodengürtel mit 16 Elektroden)

Dafür wurde ein eigenes EIT-System entwickelt, welches in Abbildung 3 dargestellt ist. In einem 3D-gedruckten Gehäuse befindet sich die zentrale Leiterplatte mit den Funktionalitäten Einspeisung, Messung und Verarbeitung der Informationen. Zusätzlich wird über eine drahtlose Schnittstelle jede Messung über WLAN an einen externen Host gesendet. Somit geschieht die Lösung des Vorwärtsproblems auf der Hardware und die Lösung von dem inversen Problem wird auf dem Host extern durchgeführt. Mit dem zentralen Modul sind über elektrische Kabel 16 Elektroden verbunden. Diese liegen an dem Messobjekt an, indem die Elektroden die Hautoberfläche mit einem bestimmten Druck berühren. Das Messobjekt selber ist hierbei der menschliche Unterarm.

Zur Einordnung der aufgenommenen Daten der einzelnen Probanden ist eine VorabAnalyse durchgeführt worden, welche Aufschluss darüber geben soll, inwieweit die Daten untereinander vergleichbar sind. Die Probanden wurden während der Studie aufgefordert ihren Arm immer in einer gleichen Haltung zu halten, damit eine Vergleichbarkeit zwischen den Probanden ermöglicht werden kann. Zudem wurde durch Markierungen gewährleistet, dass das System immer gleich an dem Arm des Probanden anliegt. Das Ergebnis der Vorab-Analyse hat bereits gezeigt, dass eine sehr kleine Varianz der Messdaten innerhalb eines Probanden gibt. Jedoch bei dem Vergleich unterhalb der Probanden fällt auf, dass diese Varianz sehr groß wird. Als Ursache hierfür kann vor allem die leicht unterschiedliche Anatomie und körperliche Gegebenheit des einzelnen Probanden aufgeführt werden. Für den Trainingsprozess von dem neuronalen Netz bedeutet dies jedoch eine deutlich komplexere Herausforderung, da Muster in den Originaldaten schwerer erlernt werden können. Bei Anwendung der unter Abbildung 2 aufgeführten Ansätze zur Rekonstruktion ergab sich ein nichtinterpretierbares Abbild von dem Messobjekt. Dies liegt zum einen in der Anwendung der absoluten Bildgebung, die nur die gerade aufgenommene Messung als Grundlage nimmt. Zum anderen ist der insgesamt aufgenommene Datensatz für das neuronale Netz sehr wahrscheinlich noch zu klein, damit eine gewisse Robustheit gegen-

über einzelnen Messungen erreicht werden kann. Aus den genannten Gründen ist daher eine weitere Optimierung durchgeführt worden: Dem KI-basierten Ansatz ist ein Modell mit Vorwissen (a priori Wissen) hinzugefügt worden, um den Trainingsprozess zu verbessern. In diesem Modell ist ähnlich wie dem bisherigen Armmodell hauptsächlich Knochen- und Muskelgewebe vorhanden. Die Ergebnisse von dieser Optimierung haben jedoch gezeigt, dass das neuronale Netz nur bedingt von diesem Schritt profitieren kann. Wieder scheint der Datensatz noch zu klein zu sein, um einen Mehrwert für die Bildgebung zu erreichen.

Zusammenfassend haben die Simulationen gezeigt, dass eine Bildgebung mithilfe gängiger aber auch neuartiger Technologien abseits der Lunge möglich ist. Jedoch bei Anwendung eines praxisnahen Settings gibt es noch zu viele unbekannte Parameter, die eine interpretierbare Bildgebung ermöglichen würden. Auch eine weitere Optimierung der Hardware, beispielsweise auf 32 Elektroden, kann zu einer Verbesserung der Ergebnisse beitragen.

Zum Autor:

Christian Gibas
wissenschaftlicher Mitarbeiter (Doktorand)

christian.gibas@uni-siegen.de
02717405219
Am Eichenhang 50
57068 Siegen

Der Autor ist seit vier Jahren Mitarbeiter am Lehrstuhl Medizinische Informatik und Mikrosystementwurf. Er beschäftigt sich bereits seit seiner Masterarbeit mit dem alternativen bildgebenden Verfahren der Elektrischen Impedanz-Tomographie.

Elektrische Sicherheit in Covid 19 Intensivstationen

Bildquelle: Cadolto Modulbau GmbH

In Zeiten der Corona-Pandemie war es eine vielbeachtete Größe: Die verfügbaren Betten auf Intensivstationen. Unabhängig von den vorhandenen Kapazitäten auf bestehenden Intensivstationen entschloss sich das Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) als Krankenhaus der Maximalversorgung mit überregionaler Bedeutung im April 2020, ein eigenes Gebäude für die Versorgung von Patienten mit einer Corona-Virus-Infektion zu schaffen. Dies wurde insbesondere erforderlich, um eine Konzentration aller Patienten mit Coronaviren in einem Gebäude zu realisieren. Zuvor

waren die Patienten in verschiedenen Klinikgebäuden auf dem weitläufigen Campus verteilt. Nach der Auftragsvergabe an die auf Modulbau spezialisierte Firma Cadolto aus Cadolzburg bei Nürnberg im Mai 2020, konnte das hochmoderne Gebäude mit 18 Betten auf der Überwachungsstation (IMC, Intermediate-Care) und 25 Betten mit Beatmungsmöglichkeit auf der Intensivstation (ICU, Intensive-Care-Unit) bereits im Oktober 2020 in Betrieb genommen werden.

Insbesondere auch hinsichtlich der Versorgung mit elektrischer Energie wurden keine Kompromisse gemacht, da das Gebäude längerfristig weiter genutzt werden soll. Wie in Krankenhäusern üblich, ist daher die elektrische Anlage in allen für die Patientenversorgung relevanten Bereichen doppelt und als TN-S-System ausgeführt. Einerseits existiert die elektrische Anlage für die Allgemeine Stromversorgung, das sogenannte AV-Netz. Dieses wird niederspannungsseitig aus einem benachbarten Gebäude eingespeist. Insgesamt verfügt das Universitätsklinikum Düsseldorf für die allgemeine elektrische Versorgung über jeweils einen Netzanschluss in zwei verschiedenen Ringleitungen des 10 kV-Netzes des örtlichen Energieversorgers. Auf dem Gelände selbst werden dann vier 10 kV-Ringleitungen betrieben.

Neben der elektrischen Anlage der allgemeinen Stromversorgung existieren im Gebäude zwei weitere elektrische Anlagen für die Sicherheitsstromversorgung, das sogenannte SV1- und das SV2-Netz. Das SV1-Netz stellt die Sicherheitsstromversorgung der baurechtlich erforderlichen Verbraucher (z. B. Sicherheitsbeleuchtungsanlage) sowie der Anlagen und Einrichtungen für den Weiterbetrieb des Krankenhauses im Falle eines Netzausfalles sicher. Die Versorgung von Bereichen, in denen ein Stromausfall Lebensgefahr für die Patienten bedeuten kann, beispielsweise Intensivstationen oder Operationsräume, wird aus dem SV2-Netz sichergestellt. Dies stellt, verglichen mit anderen Krankenhäusern, eine Sonderlösung dar, die auf die besondere medizinische Nutzung als Universitätsklinikum zurückzuführen ist.

Beide SV-Netze werden von Netzersatzanlagen gespeist. Dabei handelt es sich im Falle des Corona-Modulbaus um zwei Kompaktanlagen in separaten Containern neben dem eigentlichen Gebäude. Sie verfügen über einen Dieselmotor mit direkt gekuppeltem Drehstrom-Synchron-Generator, der eine Leistung von 250 kVA bzw. 200 kW bereitstellen kann. Im Falle einer Störung an der Netzersatzanlage für das SV2-Netz wird dieses Netz mit den lebenswichtigen Verbrauchern auf die Netzersatzanlage für das SV1-Netz geschaltet. Der Weiterbetrieb des Krankenhauses ist in diesem Moment mit zwei Fehlern (Störung der allgemeinen Stromversorgung und Störung der Sicherheitsstromversorgung) nicht mehr reibungslos möglich, die lebenserhaltenden medizinischen Geräte bleiben jedoch mit elektrischer Energie versorgt. Zur Überbrückung der Zeit zwischen einem Netzausfall und der Übernahme der Versorgung durch die Sicherheitsstromversorgung verfügen moderne Medizingeräte zusätzlich über eine interne Stromversorgung über Akkumulatoren. Die Startzeit der Notstromaggregate ist normativ auf 15 Sekunden beschränkt, wird im vorliegenden Fall jedoch deutlich unterschritten.

In der Fläche sind die elektrischen Betriebsmittel auf das AV-Netz und das SV1-Netz verteilt. So erfolgt in allen Bereichen beispielsweise die Beleuchtung aus jeweils zwei Stromkreisen aus beiden Netzen. Auch Steckdosen sind in vielen Bereichen sowohl im AV- als auch im SV1-Netz vorhanden. Wichtige Geräte wie Bettenspülen oder Lüftungsanlagen werden aus dem SV1-Netz versorgt, da dieses eine höhere Versorgungssicherheit bietet. Somit ist bei einer Störung der Stromversorgung, ganz gleich, ob sie das AV- oder das SV-Netz betrifft, immer ein Weiterbetrieb - wenngleich auch eingeschränkt - möglich. Für Intensivstationen sind darüber hinaus weitergehende Maßnahmen vorgesehen.

Die DIN VDE 0100-710 ist die VDE-Bestimmung, die die Errichtung von Niederspannungsanlagen in medizinisch genutzten Bereichen regelt. Sie gilt, wie alle Teile aus der Gruppe 700 der Normenreihe DIN VDE 0100, ergänzend zu den allgemeinen Errichtungsbestimmungen für Niederspannungsanlagen. Einzelne Bestimmung werden außer Kraft gesetzt, beispielsweise die Zulässigkeit bestimmter Schutzmaßnahmen, andere Bestimmungen, wie die Festlegung der dauernd zulässigen Berührungsspannung auf 25 V, werden verschärft. Grundlegend fordert diese technischen Regel die Einteilung der medizinisch genutzten Bereiche in drei verschiedene Gruppen. Die Gruppe 0 umfasst Bereiche, in denen keine medizinischen elektrischen Geräte am Patienten angewendet werden. Diese Bereiche werden immer weniger, sodass heute vielfach nur noch physiotherapeutische Räume in diese Gruppe eingeordnet werden. Die Gruppe 1 umfasst - vereinfacht dargestellt – Bereiche, in denen medizinische elektrische Geräte äußerlich am Patienten angewendet werden. Hierunter fallen unter anderem oft die Bettenzimmer oder ein EKG-Raum. Vorrausetzung für die Einstufung in Gruppe 0 oder 1 ist zudem, dass ein Stromausfall keine Gefahr für den Patienten darstellt. Ist dies der Fall oder werden medizinische elektrische Geräte invasiv, also innerhalb des Körpers des Patienten angewendet, so ist der Bereich oder Raum in die Gruppe 2 einzustufen. Dies trifft insbesondere auf Intensivstationen oder Operationsräume zu.
Um die Versorgungsicherheit in den Bereichen der Gruppe 2 zu erhöhen, wird dort eine elektrische Anlage im IT-System errichtet. Im Gegensatz zu üblichen Niederspannungsanlagen im TN-System ist bei dieser Netzform der Sternpunkt des speisenden Transformators nicht geerdet. Ein einfacher Erdschluss stellt somit keinen Fehler dar, da über die Erde kein Stromkreis zum Transformatorsternpunkt geschlossen wird. Die Stromversorgung bleibt in diesem Fall bestehen. Über die normativen Anforderungen hinaus, werden auch die Bettenzimmer der IMC-Station

im IT-System versorgt, um auch hier im Falle höchster Auslastung die Behandlungsintensität unter Beachtung der technischen Regeln steigern zu können und Beatmungspatienten dort zu versorgen.

Die für das IT-System erforderlichen Trenntransformatoren werden jeweils über eine selbststätige Umschalteinrichtung bevorzugt aus dem Netz der Sicherheitsstromversorgung gespeist. Aufgrund der Besonderheit, dass im Corona-Modulbau des UKD zwei SV-Netze zur Verfügung stehen, kommt hier das SV2-Netz zur Anwendung. Obwohl die Schaltanlagen der Sicherheitsstromversorgung in eigenen Räumen aufgestellt sind und die Verteilungsstromkreise im Brandfall einen Funktionserhalt von 90 Minuten aufweisen, ist auch ein Fehler in diesem Netz möglich. Sollte dies der Fall sein, wird die Versorgung des Trenntransformators innerhalb von 0,5 Sekunden auf das AV-Netz umgeschaltet.
Die zwölf medizinischen IT-Systeme im Corona-Modulbau des UKD verfügen entsprechend des üblichen Standards neben der Umschalteinrichtung über diverse Schutz- und Sicherheitsfunktionen. Der Transformator ist nur gegen Kurzschluss geschützt, auf einen Schutz gegen Überlast wird verzichtet. Die Überlastung des Transformators kann kurzfristig toleriert werden, da die Versorgungssicherheit der lebenswichtigen medizinischen Geräte oberste Priorität hat. Daher wird ein Überstrom sowie eine unzulässige Temperaturerhöhung des Transformators lediglich auf einem Meldetableau am Dienstplatz und in den Patientenzimmern angezeigt.

Das am Transformator angeschlossene Leitungsnetz wird zudem mit einer Isolationsüberwachungseinrichtung dauerhaft auf Isolationsfehler geprüft. Um einen auftretenden Fehler in einem Endstromkreis schneller aufzufinden, steht als Einrichtung zur Isolationsfehlersuche eine dauerhafte Ableitstrommessung für die Endstromkreise im IT-System zur Verfügung. Solche Einrichtungen überwachen entsprechend des klinikeigenen Standards des UKD auch alle Stromkreise zu Unterverteilungen, um Messungen zur Beurteilung des Isolationswiderstandes im Rahmen des Betriebs zu vereinfachen.

Mit der Fertigstellung dieses Gebäudes nach einer Planungs- und Bauzeit von nur rund fünf Monaten ist es am Universitätsklinikum Düsseldorf gelungen, zwei Behandlungseinheiten zur Behandlung von Patienten mit Corona-Virus-Infektion auf höchstem medizinischem Niveau zu errichten. Der technische Stand dieses Gebäudes übersteigt die normativen Anforderungen deutlich. Die Bauphase in Zeiten der Pandemie stellte für alle Beteiligten eine zusätzliche Herausforderung dar. Um so mehr muss dieses Bauvorhaben als gelungen bezeichnet werden.

Zum Autor:

Till Michael Tillmanns
Ing. M.Eng
Staatlich anerkannter Prüfsachverständiger

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Tillmanns

mt@tillmanns.nrw

Der Autor ist seit 11 Jahren im Bereich der Prüfung von elektrischen Anlagen nach bau- und versicherungsrechtlichen Vorgaben tätig. Ein Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Krankenhaussektor, da er ehrenamtlich im UK 221.4, dem zuständigen Normenausschuss für die DIN VDE 0100-710, tätig ist.

Funkübertragung in der Fabrikhalle – Hype oder seriöse Alternative?

IIoT (Industrial Internet of Things) und I4.0 (Industry 4.0) sind aktuell in aller Munde. Mit dieser Welle und der generellen Öffnung der OT-Netzwerke (Operational Technology) nehmen zurzeit auch viele Vorbehalte in Bezug auf eine kabellose Datenübertragung in der Fabrikhalle ab. In diesem Zusammenhang stellt sich für viele Betreiber und Hersteller natürlich die Frage nach dem für ihren Anwendungsfall geeignetsten Funkstandard. Mit IO-Link Wireless soll in diesem Artikel nun eine relativ neue Technologie vorgestellt werden, die speziell für den digitalen Zugang in der untersten Feldebene innerhalb der Automatisierungspyramide bestimmt ist.

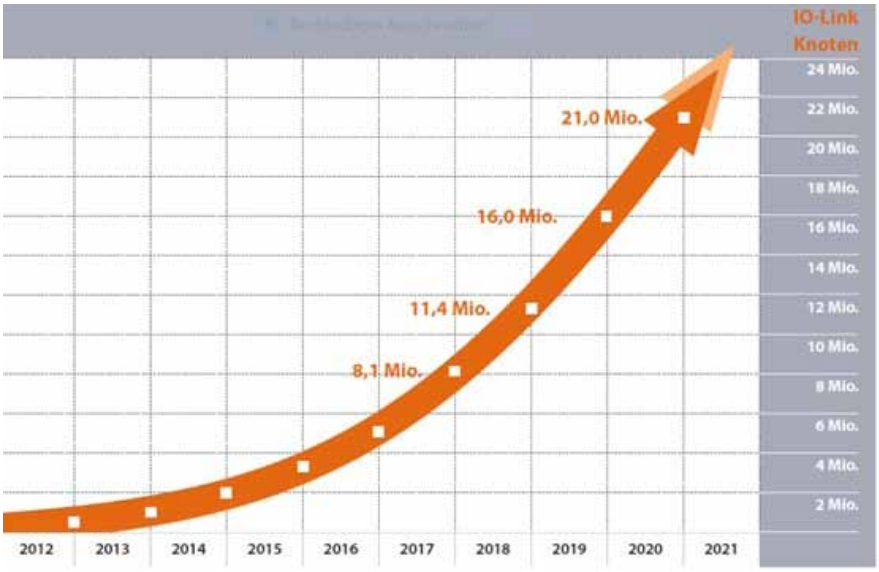
IO-Link – Antwort auf die „digitale Lücke“ in der unteren Feldebene

Um die Auslegung und die Eigenschaften von IO-Link und IO-Link Wireless (io-link.com/de) verstehen und einordnen zu können, ist es wichtig, die Funktionsweise aktueller Automatisierungssysteme zu kennen, wie sie millionenfach in heutigen Anlagen und Fabriken implementiert sind. Es hat sich dort eine allgemein als Automatisierungspyramide bezeichnete Systemarchitektur etabliert. Angefangen von übergeordneten ERP- (Enterprise Resource Planning) und MES-Systemen (Manufacturing Execution System) werden vielfältige produktionsrelevante Daten übertragen. Die eigentliche Steuerung von Maschinen und Prozessen ist in dieser Pyramide weit unten angesiedelt.
Vor dem Hintergrund der aktuellen Digitalisierungsdebatte aus der IT-Welt muss man jedoch zur Kenntnis nehmen, dass rudimentäre Steuerungsdaten in der Fabrik noch vielfach analog oder binär (an/aus) übertragen werden und man nicht vorhandene Daten bekanntermaßen schwer „digitalisieren“ kann. Dies gilt im Übrigen auch dann, wenn die heutigen hierarchisch strukturierten Automatisierungsnetze dereinst durch neue Technologien wie Edge- oder Cloud-Computing abgelöst werden sollten. Es ist als große Leistung der daran maßgeblich beteiligten kleineren und mittelständischen deutschen Firmen zu werten, mit kabelgebundenen IO-Link einen Standard geschaffen zu haben, der diese gravierende Lücke schließt. Wie die aktuelle Entwicklung der Knotenzahlen zeigt, ist IO-Link am Markt akzeptiert und setzt sich weltweit als digitaler Standard für Sensoren und Aktuatoren durch.
Einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren ist hierbei die bewusste Beschränkung auf das praktisch Notwendige. Anstelle eines „technologischen Overkills“ bietet IO-Link eine robuste, preisgünstige sowie einfach zu installierende und zu wartende Lösung, die dennoch alle gestellten Anforderungen erfüllt.

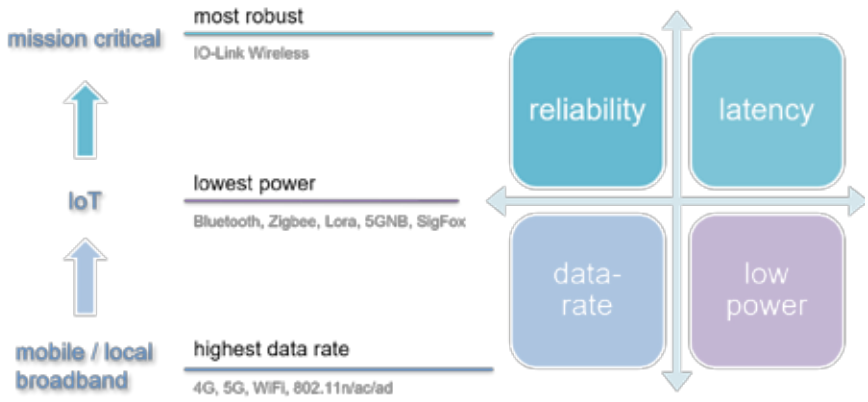
IO-Link Wireless – Echtzeit für den Sensor

In diesem Sinne wurde IO-Link Wireless von Beginn an ausschließlich als Transport Layer für IO-Link ausgelegt. Entsprechend war es das Ziel, eine dem kabelgebunden IO-Link in allen Belangen gleichwertige Lösung zu entwickeln. Zwei der wichtigsten Anforderungen aus der industriellen Praxis betreffen hierbei den Grad der Echtzeitfähigkeit, der im Allgemeinen über eine feste Zykluszeit definiert wird, und eine geringe Paketfehlerrate.
Aufgrund der Summe aller technischen Eigenschaften wurde entschieden, BLE (Bluetooth Low Energy) als Basistechnologie für IO-Link Wireless zu verwenden. Unter anderem hat die große Zahl weltweit produzierter BLE-Chips einen enorm positiven Effekt auf die Stückkosten. Zudem führt die bewusst reduzierte Sendeleistung dazu, dass sich Geräte allein durch die Freifelddämpfung räumlich „aus dem Weg gehen“ (spektrale Wiederverwendung).
Die Basistechnologie wurde jedoch dort modifiziert, wo sie aufgrund der ursprünglich azyklischen Verwendung Schwächen für die industrielle Nutzung aufwies. Durch Festlegung eines strikten gemeinsamen Frequenzsprungalgorithmus konnte ein fester Sendezyklus für alle Endgeräte und so die Übertragung von Prozess-

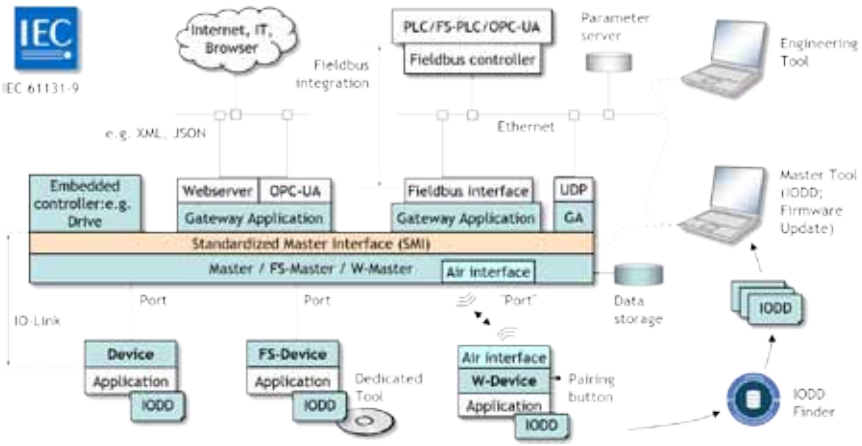
Showcase SPS 2019: 12-Zylinder-Motorsteuerung via IO-Link Wireless



Entwicklung der IO-Link-Knotenzahlen



IO-Link Wireless im Vergleich zu anderen Funkstandards



Einsatz von IO-Link und IO-Link Wireless in der Maschinen- und Anlagensteuerung

daten mit fester Zykluszeit von 5ms erreicht werden. Neben der kurzen Zykluszeit zählen eine Paketfehlerrate von kleiner 10-9 sowie die Unterstützung von 120 Sensoren oder Aktuatoren pro Produktionszelle zu den Leistungsmerkmalen.
Darüber hinaus ist auch die Verwendung für energieautarke Sensoren bereits vorgesehen. Durch Reduzierung der Sendezyklen und zeitweises Abschalten des Radios kann der Energieverbrauch reduziert und die Batterielebensdauer entsprechend verlängert werden.

Abb. 5: Typische Automatisierungszelle mit vielen beweglichen Elementen

Ausblick – Stand der Normierung

IO-Link Wireless wurde von einer Arbeitsgruppe der IO-Link Community, einer Unterorganisation von PROFINET International (PI), erarbeitet. Die technische Arbeit hierzu startete bereits 2014. Mit der „IO-Link Wireless System Extension V 1.1“ wurde ein erstes Standardpapier im März 2018 veröffentlicht. Ziel ist es, eine überarbeitete Version dieses Papiers zusammen mit einer entsprechenden Testspezifikation noch in diesem Jahr zu verabschieden.
Zudem wurde kürzlich auch die internationale Standardisierung im Rahmen der IEC als „New Item Proposal“ angestoßen (IEC NP 61139-3, SINGLE-DROP DIGITAL COMMUNICATION INTERFACE – Part 3: WIRELESS EXTENSIONS).
Aufgrund der weitgehenden Stabilität des Standards und der Verfügbarkeit entsprechender Stacks und Radio-Technologien ist es für Gerätehesteller schon seit einiger Zeit möglich, mit konkreten Produktenwicklungen auf Basis von IO-Link Wireless zu starten. Erste industrielle Serienprodukte werden in der zweiten Jahreshälfte 2021 verfügbar sein.

Zum Autor:

Ralf Kaptur
Dipl.-Ing. / Produktmanager

r.kaptur@kunbus.com
+49 711 40091620

KUNBUS GmbH
Siemensstr. 23,
76275 Ettlingen

Ralf Kaptur, ist beim Technologielieferanten KUNBUS als Produktmanager für das Thema Feldbusse und IO-Link tätig. Nach dem Elektrotechnikstudium arbeitete er längere Zeit in der IT-Branche, bevor er in die industrielle Kommunikation wechselte. Dort begleitete er diverse Produkte und Entwicklungen rund um die Themen OT-Infrastruktur, Sensorik und Aktorik.

MITGLIEDER BERICHTEN - DIGITALISIERUNG UND ENERGIEWENDE

Entstörung mit dem dritten Auge - So helfen Anrufer mit der Smartphone-Kamera bei der schnellen Entstörung

Die RheinEnergie AG trägt Verantwortung für die Energie- und Wasserversorgung von rund 2,5 Millionen Menschen. Dabei reicht das Versorgungsgebiet von der dicht besiedelten Millionenstadt Köln bis zu ländlichen Regionen im Bergischen Land. In so einem komplexen Versorgungsgebiet kommt es auch immer wieder zu Störungen, die schnellstmöglich behoben werden müssen.
Vom Baum, der in eine Stromleitung fällt, bis zum Wasserrohrbruch, über 80.000 Anrufe nehmen die Kollegen im Entstörungsmanagement der RheinEnergie jährlich entgegen. Die wichtigste und schwierigste Aufgabe zu Beginn einer Störung ist zu erkennen, wie dringend sie behoben werden muss. Denn die Bandbreite reicht von einem leicht tropfenden Wasseranschluss, der im Laufe die nächsten Tage repariert werden kann, bis zum Gasaustritt, zu dem der mobile Entstördienst unverzüglich mit Blaulicht fahren muss.

Bislang basiert die Priorisierung der gleichzeitigen Störungen auf einem strukturierten Interview, mit dem die erfahrenen Disponenten versuchen, sich durch gezielte Fragen ein Bild von der Situation zu machen. „Die Kunden beschreiben ähnliche Situationen dabei sehr unterschiedlich. Unsere Aufgabe ist es dann, die richtigen Fragen zu stellen, um ein möglichst genaues Bild von der Störung zu erhalten“, fasst Disponent Gerwin Niederschlag zusammen.

Um in dieser Situationen Unterstützung anzubieten, setzt die RheinEnergie als erster Energieversorger in Deutschland das System EmergencyEye ein. Die Anwendung bietet die Möglichkeit, dem Kunden einen Link per SMS zu senden. „Wenn der Kunde sein Einverständnis gibt, können wir auf dessen Smartphone-Kamera zugreifen und uns ein eigenes Bild von der Lage machen“, beschreibt Dr. Jan Meese, Leiter der Querverbundleitstelle, das Prinzip. Die Besonderheit dabei ist, dass auf dem Smartphone des Kunden keine spezielle App installiert sein muss, sondern die Anwendung direkt im Webbrowser funktioniert. Das ermöglicht die Nutzung ohne größeren Aufwand und zeitliche Verzögerung.
„Entwickelt wurde EmergencyEye ursprünglich für Feuerwehr- und Rettungsdienstleitstellen, um durch die Video-Funktion und die integrierte Ortung per GPS schnellstmöglich Hilfe schicken zu können“, fasst Guenter Huhle, Gründer und CEO vom Start-up Corevas, die Idee von EmergencyEye zusammen. „Uns freut es sehr, dass unsere Idee bei der RheinEnergie nun auch erstmalig in der Energiebranche Anklang findet“, so Huhle.

Bildquelle: RheinEnergie

Zusätzlich zum Live-Videobild besteht die Möglichkeit, den genauen Standort des Anrufers über GPS zu ermitteln. „Gerade bei stürmischem Wetter erhalten wir immer mal wie-

der Meldungen, dass irgendwo in einem ausgedehnten Waldgebiet ein Ast in einer Freileitung hängt. Oft kann der Kunde uns den genauen Ort nicht nennen“, beschreibt Frank Frohn, der bei der RheinEnergie den rechtsrheinischen Stromnetzbetrieb verantwortet, die schwierige Situation in den Stromnetzen im ländlichen Bereich.

„EmergencyEye wird nun im Rahmen eines einjährigen Pilotprojektes in der Querverbundleitstelle getestet“, sagt Christian Gernhardt, bei der RheinEnergie für den IT-Einsatz zuständig. „Ich kann mir aber gut weitere Anwendungsfälle vorstellen, beispielsweise bei der Bauüberwachung oder für Planungsaufgaben.“

Zum Autor:

Dr. Jan Meese
Leiter Querverbundleitstelle und Entstörungsmanagement

j.meese@rheinenergie.com

Der Autor ist seit zwei Jahren für die Querverbundleitstelle der RheinEnergie AG verantwortlich. Die Leitstelle sichert die Energie- und Wasserversorgung in Köln und Umland für rund 2,5 Millionen Menschen.

MITGLIEDER BERICHTEN - DIGITALISIERUNG UND ENERGIEWENDE

BOB Solingen – Mit dem Batterie-Oberleitung-Bus zum emissionsfreien ÖPNV

Bild: Stadtwerke Solingen

Mit einer mittlerweile über 65-jährigen Geschichte des (teil)-elektrifizierten ÖPNV können die Solinger stolz auf den erfolgreichen Betrieb ihrer Oberleitungsbusse zurückblicken. Durch diese ist der lokale Verkehrsbetrieb der Stadtwerke Solingen (SWS) seinen bundesweiten Nachbarn im Rennen um ein ganzheitlich nachhaltiges Verkehrssystem mehr als nur einen Schritt voraus und strebt mit den Ergebnissen des aktuellen Forschungsprojekts die vollständige Elektrifizierung des über 200 km langen Liniennetzes (100 km Oberleitungen) bis 2029 an und ist so in der Lage die aktuell bereits beachtliche CO2-Einsparung von 4.934 t/a um weitere ca. 2.800 t/a zu steigern. [Stadtwerke Solingen GmbH - Geschäftsbericht 2017/2018]

Hierfür wird im Rahmen dieses Vorhabens eine bisherige Dieselbuslinie durch den Einsatz von Batterie-Oberleitungs-Bussen (BOB) vollständig in das vorhandene Oberleitungsnetz integriert. Die Busse laden ihre Traktionsbatterie unterhalb der Fahrleitung auf, sodass diese wiederum die Antriebsenergie während der oberleitungsfreien Streckenabschnitte zur Verfügung stellen kann. Neben diesem Projektziel werden mithilfe dieser Fahrzeuge sowie der existierenden Infrastruktur weitere zentrale Aspekte rund um einen emissionsfreien sowie nachhaltigen ÖPNV-Betrieb analysiert. Zu diesen zählen unter anderem die direkte Integration erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (bspw. Photovoltaik), der Einsatz ausgemusterter Traktionsbatterien als netzseitige Pufferspeicher (Se-

cond-Life-Konzept), die bidirektionale Kopplung zwischen AC-Mittelspannungs- und DC-Oberleitungsnetz (Lastverschiebung), die Bereitstellung freier Leistungskapazitäten für Peripherieanwendungen (intelligentes DC-Lademanagement) sowie die Entwicklung intelligenter Regelalgorithmen zur effizienten Integration zusätzlicher Verbraucher (BOB auf weiteren derzeitigen Dieselbuslinien) in das bestehende Oberleitungsnetz, ohne dessen Kapazitätsgrenzen zu überschreiten.

Insbesondere letzteres bedarf einer komplexen Analyse unterschiedlicher Einflussfaktoren. Dabei spielen insbesondere die Ermittlung der sich regelmäßig ändernden Fahrzeugmasse (Zu- und Ausstieg von Fahrgästen), der individuelle Einfluss des Fahrverhaltens (wechselnde Busfahrer) oder die situationsabhängige Klimatisierung des Fahrzeugs (unterschiedliche Tages- und Jahreszeiten) eine wesentliche Rolle, um eine valide Verbrauchsprognose zu erstellen und damit die bevorstehende Belastung des Oberleitungsnetzes bestmöglich vorherzusagen. Hierfür werden im Rahmen des Projektes eine Vielzahl von Messfahrten, Datenanalysen und Praxisversuchen durchgeführt, um das Belastungsverhalten der Fahrzeuge sowie deren Regelpotential zu ermitteln. Auf diese Weise sollen langfristig stabile Betriebskonzepte entwickelt und somit der Weg für einen emissionsfreien ÖPNV in Solingen geebnet werden.

Messdatenerfassung, Bild Bergische Universität Wuppertal

Zu den Autoren:

Weisbach, Michele
Leiter Querverbundleitstelle und Wissenschaftlicher Mitarbeiter

weisbach@uni-wuppertal.de
Tel.: +49 202 439-1513

Der Autor ist seit 2017 am Lehrstuhl für Elektromobilität und Energiespeichersysteme der Bergischen Universität Wuppertal tätig. Schwerpunkt: Energiebedarfsanalyse elektrifizierter Verkehrsnetze

Schmülling, Benedikt
Professor

schmuelling@uni-wuppertal.de
+49 (0)202 439-1510

Bergische Universität Wuppertal
Rainer-Gruenter-Str. 21
42119 Wuppertal

Prof. Schmülling leitet den Lehrstuhl für Elektromobilität und Energiespeichersysteme an der Bergischen Universität Wuppertal. Forschungsschwerpunkte sind Batteriespeichersysteme, Ladetechnologien und elektrotechnische Bordsysteme.

Neues Siliziumkarbid-Leistungsmodul für Elektrofahrzeuge in Warstein

Mehr Effizienz, Leistungsdichte und Performance – dafür steht der Einsatz von Siliziumkarbid in Elektrofahrzeugen. Insbesondere bei 800-V- Batteriesystemen und großen Batteriekapazitäten führt Siliziumkarbid zu einem höheren Wirkungsgrad in Umrichtern und ermöglicht so größere Reichweiten oder niedrigere Batteriekosten. Die Infineon Technologies AG hat für diese Anwendungen das EasyPACK™-Modul mit CoolSiC™- Automotive-MOSFET-Technologie entwickelt, ein 1200-V-Halbbrückenmodul mit einem Nennstrom von 150 A bei 8 mΩ.

EasyPACK Modul mit CoolSiC - Automotive-MOSFET-Technologie

EasyPACK(TM) SiC MOSFET Modul

In den vergangenen zehn Jahren hat Infineon mehr als 50 Millionen EasyPACK- Module mit unterschiedlichen Chipsätzen für ein breites Spektrum an Industrie- und Automotive-Anwendungen verkauft. Gleichzeitig hat der Halbleiterhersteller sein umfangreiches Portfolio an CoolSiC-Produkten erfolgreich in Industrieapplikationen etabliert. Mit Einführung der CoolSiC-Automotive-MOSFET-Technologie in das EasyPACK und einer vollständigen Automotive-Qualifizierung hat Infineon den Einsatzbereich für die Modulfamilie um Hochvoltanwendungen im Elektroauto mit hohen Anforderungen an Wirkungsgrad und Schaltfrequenz, erweitert. Dazu zählen beispielsweise HV/HV-DC-DC-Aufwärtswandler, Mehrphasen-Inverter und schnell schaltende Hilfsantriebe wie Kompressoren für Brennstoffzellen.

CoolSiC-Automotive-MOSFET-Technologie

Das Modul basiert auf der Siliziumkarbid-Trench-MOSFET-Struktur von Infineon. Im Vergleich zu planaren Strukturen ermöglicht die Trench-Struktur eine höhere Zelldichte, was zu einer wettbewerbsüberlegenen Leistungskennzahl führt. Daher können Trench-MOSFETs bei niedrigeren Gate-Oxid-Feldstärken betrieben werden und erreichen so eine höhere Zuverlässigkeit.

Die CoolSiC-Automotive-MOSFET-Technologie der ersten Generation ist für den Einsatz in Traktionsumrichtern optimiert, wobei der Schwerpunkt auf dem Erzielen geringstmöglicher Leitungsverluste, insbesondere unter Teillastbedingungen, liegt. In Kombination mit den geringen Schaltverlusten von Siliziumkarbid-MOSFETs lassen sich dadurch Verluste im Umrichterbetrieb gegenüber Silizium-IGBTs um rund 60 Prozent reduzieren.

Neben der Leistungsverbesserung legt Infineon großen Wert auf Zuverlässigkeit. Der Chiphersteller entwickelt und testet CoolSiC-Automotive-MOSFETs mit dem Ziel einer hohen Kurzschluss- und Höhenstrahlungsfestigkeit sowie Gateoxid-Robustheit, die für die Entwicklung effizienter und zuverlässiger Hochvoltanwendungen im Elektroauto entscheidend sind.

Das neue CoolSiC-Automotive-MOSFET-Leistungsmodul ist vollständig nach der AQG324-Norm qualifiziert. Am Innovationsstandort in Warstein, wo dieses Produkt entwickelt und produziert wird, feiert man 2021, 75 Jahre Leistungselektronik in Warstein. Damit ist dieser Standort von Infineon Technlogies (inkl. der Vorläufer-Unternehmen) der erfahrenste Standort im gesamten Konzern.

www.infineon.com/warstein

Zum Autor:

Dr.-Ing. Ulrich Schwarzer
F&E Ingenieur für leistungselektronische Systeme/ Principal Engineer

ulrich.schwarzer@infineon.com

Telefonnummer (dienstlich): 02902 / 764-2331

Postadresse (dienstlich):
Ulrich Schwarzer
c/o Infineon Technologies AG
Max-Planck-Str. 5
59581 Warstein

Aktuell befasst sich Ulrich Schwarzer mit dem Einsatz und der Systemanalyse von neuartigen Siliziumkarbid (SiC) Leistungshalbleiter Modulen in modernen Anwendungen wie in der Regenerativen Energiegewinnung, in der Elektromobilität und in der Eisenbahntraktion.

„Circular Valley“

Der Startschuss für eine global wirksame Kreislaufwirtschaft, die die Wegwerf-Gesellschaft grundlegend verändern will, ist gefallen.

„Circular Valley“ ist das aktuelle Projekt der WUPPERTALBEWEGUNG e.V..

Dieser Verein wurde im Jahre 2006 von 21 Wuppertaler Bürgerinnen und Bürgern gegründet. Satzungsgemäßes Ziel ist das Engagement im Rahmen konkreter Projekte für die Stadt Wuppertal. Diese Projekte sollen einen hohen praktischen und nachhaltigen Wert für alle Bevölkerungsgruppen aufweisen.
Das erste Projekt war der Ausbau der stillgelegten nördlichen Bahnstrecke durch
das Tal der Wupper in Zusammenarbeit mit der Stadt Wuppertal zu einem Rad- und
Fussweg der „Nordbahntrasse“. Nach der Fertigstellung einer Parkanlage und einer weiteren Trasse wurde der Entschluss gefasst, die Nachhaltigkeit mehr in den Focus zu nehmen.

Seit 2020 entwickelt die Wuppertalbewegung ihr neues, großes Projekt „Circular Valley“, einen Accelerator für die Kreislaufwirtschaft.
Nachdem jetzt geeignete Räumlichkeiten vorhanden sind, wird die erste Kohorte von15 Start-ups gesucht.
Diese sollen sich insbesondere mit Fragestellungen zur Schließung von Stoffkreisläufen im Sinne des European Green Deals beschäftigen und einen Beitrag zu Geschäftsmodellen für die Kreislaufwirtschaft leisten.

„Circular Valley“ ist der Großraum Rhein-Ruhr von Bonn bis Münster. Unter dem Leitgedanken „Grow the Economy - Protect the Environment“ sollen Wirtschaftswachstum und Umweltschutz in der Zukunft in Balance gebracht werden. Eine Zukunft, die schädliche Umwelteinträge minimiert bzw. komplett reduziert. Bereits zum Start haben sich über 50 Unternehmen und Institutionen zusammengeschlossen. Unterstützt wird das Vorhaben von mehreren Ministerien und NRW Wirtschaftsminister Prof. Dr. Pinkwart als Schirmherrn. Initiator des „Circular Valley“, Dr. Carsten Gerhardt, ist Nachhaltigkeitsexperte mit langjähriger Erfahrung in der erfolgreichen Umsetzung von Großprojekten mit Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

Die gesuchten Start-ups können von den besonderen Umfeldbedingungen des „Circular Valley“ profitieren - der Nähe zu über 300 Weltmarktführern, führenden Unternehmen der Recycling-Wirtschaft und dem dichtesten Universitäts- und Forschungsnetz zur Kreislaufwirtschaft weltweit. Darüber hinaus kommen sie in eine historisch bedeutende Region, in der die erste und zweite „Industrielle Revolution“ auf dem Kontinent begannen. Die Weltoffenheit im „Circular Valley“, wo über 150 Nationen friedlich zusammenleben, ist für Start-ups aus aller Welt zusätzlich attraktiv.
www.circular-valley.org Kontakt unter press@circular-valley.org

Der Europäische Green Deal

Der europäische Green Deal bezeichnet ein umfassendes Maßnahmenpaket für den Weg zu einer nachhaltigen EU-Wirtschaft. Damit soll den existentiellen Bedrohungen durch Klimawandel und Umweltzerstörung begegnet werden. Die neue Wachstumsstrategie zielt auf den Übergang zu einer modernen und ressourceneffizienten wettbewerbsfähigen Wirtschaft, in der bis 2050 keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freigesetzt werden und das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung abgekoppelt wird. Ein zentraler Baustein ist der „Circular Economy Action Plan“. Sein übergeordnetes Ziel ist die Verringerung/ Beseitigung von Umweltverschmutzung, d. h. von Emissionsströmen aller Art mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt.

Der Fokus des Green Deal liegt u.a. auf Abfallvermeidung, Produktionstechnologien mit minimalen Umweltauswirkungen, Tracking & Tracing, Abfalllogistik, Wiederverwendungsmodellen, neuartigen Recyclingtechnologien und Servicemodellen.
Branchenfokus liegt auf Elektronik, Informations- und Kommunikationstechnologie, Batterien, Fahrzeugen, Verpackungen, Kunststoffe, Textilien, Bau und Gebäude, Möbel, Zwischenprodukte (Stahl, Zement, Chemikalien), Lebensmittel, Wasser und Nährstoffe.
Die Vorstellung des „Cicular Valley“ habe ich mit freundlicher Genehmigung durch Herrn Dr. Carsten Gerhardt zusammen gefasst.

Zum Autor:

Reinhard Teubler
Dipl.-Ing. (FH) Fachrichtung Elektrotechnik
Im Ruhestand!

r.teubler@t-online.de
0202-707425
Berglehne 23; 42281 Wuppertal

Bis zum August 2019 geschäftsführender Gesellschafter der Edmund Herhahn GmbH i.L. Elektrotechnik seit 1891 in Wuppertal. In der Handwerksrolle als Elektroinstallateur, Elektromaschinenbauer und Elektromechaniker eingetragen gewesen.

VDE Studienpreise

Herzlichen Glückwunsch.

Wir freuen uns jedes Jahr auf die Verleihung der Preise. Wegen der besonderen Situation konnte das bisher nicht gebührend gefeiert werden. Sobald es die Situation erlaubt, werden wir die offizielle Zeremonie nachholen.

Niels Pfeifer
Masterarbeit „Entwurf, Implementierung und Bewertung eines RLS-Algorithmus mit mehreren Vergessensfaktoren zur Filteranwendung innerhalb einer MMC-Regelung“ wurde mit dem ersten Preis in 2019 ausgezeichnet.

Joshua Jakob
Masterarbeit „Weiterentwicklung eines Tools zur Simulation eines Smart-Grid-Konzepts Strom/Gas“ wurde mit dem zweiten Preis in 2019 ausgezeichnet.

Rouven Berkemeier
Masterarbeit „Basic investigations and comparison of conventional PD measurement with UHF PD measurement“ wurde mit dem dritten Preis in 2019 ausgezeichnet.

Patrick Mansheim
Masterarbeit „Cable Geometry Optimization of HTS-High Power Cable and Sensitivity Analysis with Particular Regard to the Influencing Factors Electrical Field Strength and Conductive Layer Material as well as Literature Research for Loss Determination“ wurde mit dem Metzenauer-Preis in 2019 ausgezeichnet.

Waldemar Stroh
Masterarbeit „Entwicklung eines strahlungstoleranten VCSEL-Treiber-ASICs in 65 nm CMOS-Technologie mit Kompensation frequenzabhängiger Verluste des Eingangssignals zur optischen Datenübertragung bei 1.28 und 5.12 Gb/s“ wurde mit dem ersten Preis in 2020 ausgezeichnet.

Hannah Tolkemit
Bachelorarbeit „Analyse der signifikanten Einflussgrößen auf Planungsgrundsätze für Sektorenkopplungsanlagen (Strom/Gas)“ wurde mit dem zweiten Preis in 2020 ausgezeichnet.

Rene Steinmetz
Masterarbeit „Netzauswirkungen auf die Mittelspannungsebene durch zellulare Energie- versorgungssysteme in urbanen Strukturen“ wurde mit dem dritten Preis in 2020 ausgezeichnet.

Auch in diesem Jahr freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

VDE - Studienpreise und Metzenauer Energie - Preis

Der VDE Bergisch Land – Südwestfalen vergibt jedes Jahr für hervorragende Bachelor- und Masterarbeiten aus dem Themenfeld

Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

drei Studienpreise, die mit 700 € / 350 € / 350 € dotiert sind.

Zudem wird der mit 350 € dotierte Metzenauer-Preis für eine hervorragende Abschlussarbeit aus dem Bereich der **Energietechnik** vergeben.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung mit Ihrer Abschlussarbeit des Jahres 2021 !

Schicken Sie Ihre Arbeit mit Ihren Kontaktdaten bis zum 31.12.2021 unter dem Stichwort „Studienpreis 2021“ an folgende Adresse

VDE-Studienpreis-BV25@vde-online.de

VDE Bergisch Land – Südwestfalen
Vorsitzender Dr. Bernhard Thies
c/o Technische Akademie e.V.
Hubertusallee 19
42118 Wuppertal

Tel. +49 202 7495-298
vde-bergischland-suedwestfalen@vde-online.de

https://www.vde-bergischland-suedwestfalen.de

VDE

Impressum

VDE INSIDE

für Mitglieder und Freunde des Bezirksvereins
Bergisch Land - Südwestfalen e.V.

HERAUSGEBER

VDE - Bezirksverein
Bergisch Land - Südwestfalen e.V.
c/o Technische Akademie Wuppertal e.V,
Hubertusallee 18 42117 Wuppertal
Tel.; +49 202 7495-298
vde-bergischland-suedwestfalen@vde-online.de

REDAKTION UND GESTALTUNG

Brigitte Strenger
Dr. Bernhard Thies

Veranstaltungen und weitere Informationen siehe:
www.vde-bergischland- südwestfalen.de