



ELEKTRO^{12·25} PRAKTIKER

unabhängig | kompetent | geerdet



LESERANFRAGEN

Sicherheit bei
Nutzungsänderung

S. 23

ELEKTROPRAXIS

KI-Analyse von
Anlagendaten

S. 29

BETRIEBSFÜHRUNG

Neuheiten auf
der Messe A+A

S. 56

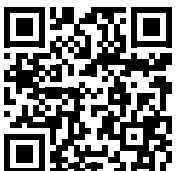


DIE SMARTE LÖSUNG FÜR MONTAGEPLATTEN

CombiLine MP

So flexibel wie noch nie

Mit dem **CombiLine MP System für die Montage auf Montageplatten** wurde das bewährte CombiLine N Innenausbausystem zukunftsweisend erweitert. In Kombination mit unseren EH3 Verteiler-Schränken ein echter Gewinn! Das CombiLine MP System bietet Komponenten für **flexible Lösungen für Zähler-, Messwandler- und Verteileranwendungen** bis 440 A, die mit EDF-Profilen aufgebaut werden.



striebelundjohn.com/combine-line-mp



Quelle: ep/K. Sabolke

Stefan Winterfeldt
 Redakteur

Bau und Normung in Bewegung

Normung und Gesetzgebung sind ähnliche fortlaufende Prozesse, die abhängig von den gestaltenden Parteien, deren Zielen und Durchsetzungsfähigkeit sind. Während die Gesetzgebung einem demokratischen Verfahren unterliegt, ist das bei der Normung nicht gewährleistet. Beide, Normen und Gesetze, können zudem gut oder schlecht gemacht sein.

Um den Gebäudetyp E war es zuletzt etwas still geworden. Nach dem Referenten-Entwurf vom Sommer 2024 gab es Kritik und es erfolgte eine Überarbeitung. Das vorherige Kabinett beschloss dann den Regierungsentwurf am 06. 11. 24, jedoch wurde er aufgrund der vorgezogenen Neuwahlen nicht mehr verabschiedet. Das war wohl besser so, denn sogar der VII. Zivilsenat des Bundesgerichtshofs griff in die Debatte ein – äußerst ungewöhnlich. In einem in der Zeitschrift Baurecht, Ausgabe 12-24, veröffentlichten Aufsatz legte der VII. Zivilsenat dar, dass der Gesetzentwurf „insbesondere abzulehnen“ sei, „weil der Mangelbegriff des Werkvertragsrechts grundlegend verkannt wird [...], die bei der Errichtung von Wohngebäuden typischerweise gegebene Leistungskette nicht bedacht wird und eine Bindung der Gerichte an sicherheitsrelevante Normungen mit dem Demokratieprinzip nicht zu vereinbaren ist.“

Der letzte Punkt dürfte aufmerken lassen. So betonen die Autoren unter dem Titel „III. Demokratiedefizit“, dass „DIN-Normen keine Rechtsnormen sind, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter, die nicht anerkannte Regeln der Technik darstellen müssen. Als private technische Regelungen werden DIN-Normen vielmehr von demokratisch nicht legitimierten Arbeitsausschüssen in einem nicht transparenten, der Öffentlichkeit unzugänglichen Verfahren ausgearbeitet. Wie die Empfehlungen zustande kommen, insbesondere inwieweit die Ausschüsse von individuellen wirtschaftlichen Interessen beeinflusst werden, ist nicht nachvollziehbar. Die Parteien und Gerichte gleichwohl an DIN-Normen grundsätzlich zu binden, ist rechtsstaatlich bedenklich.“

Vor diesem Hintergrund sei an die langjährige Auseinandersetzung, sogar mit Einbezug der Bundesnetzagentur, um die DIN 18014 erinnert, die nun nach einem Schiedsverfahren erneut teilweise überarbeitet werden muss, siehe S. 73 in dieser Ausgabe.

Zum Gebäudetyp-E-Gesetz sah schon der Koalitionsvertrag maßgebliche Änderungen vor, die Kritik wurde offensichtlich gehört. Am 20. 11. wurde ein Eckpunktepapier der zuständigen Ministerien vorgestellt, das nun mit dem „Gebäudetyp-E-Vertrag“ einen neuen Vertragstyp vorsieht. Eingang gefunden in das Eckpunktepapier hat auch die Kritik am Normensetzungsprozess: „Wir werden auch die Normung weiter in den Blick nehmen und die beim DIN bereits eingerichtete Prüfung der Folgekosten Baunormen durch eine unabhängige Stelle zur Kostenfolgeprüfung ergänzen.“

Es ist also Bewegung in der Sache, konstruktive Kritik wird berücksichtigt. Das wäre auch im Hinblick auf das Hamburgische Klimaschutz-Gesetz (HmbKliSchG) zu wünschen, nach dem ab 2026 dort keine Elektroheizungen über 1,5 kW mehr verbaut werden dürfen, selbst nicht bei Versorgung mit „Grünstrom“. Der ep hat maßgebliche Verbände um eine Stellungnahme gebeten, das Ergebnis finden Sie ab S. 70.

Währenddessen wurde in Bayern bereits ein Pilotprojekt zum Gebäudetyp E fertiggestellt, ein „Haus fast ohne Heizung“ – mit einem Heizpapier (dünne elektrische Fußbodenheizung) nur für besonders kalte Perioden. Das dürfte nun in Hamburg gar nicht gebaut werden.

Das gesamte ep-Team wünscht Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, eine spannende Lektüre und eine besinnliche Weihnachtszeit.



Kontakt

huss

HUSS-MEDIEN GmbH
 Am Friedrichshain 22
 10407 Berlin
www.elektropraktiker.de

Leserservice

Online: www.leserservice.hussmedien.de
 Fax: 030 42151-232
 E-Mail: leserservice@elektropraktiker.de

Redaktion

Tel.: 030 42151-267, Fax: -251
 E-Mail: redaktion@elektropraktiker.de

Anzeigen

Tel.: 030 42151-259, Fax: -293
 E-Mail: media@elektropraktiker.de

Liebe Leserinnen und Leser,
wir wünschen Ihnen eine angenehme
Adventszeit, frohe Festtage und
einen guten Start ins neue Jahr!

Bleiben sie
gesund!
Ihr ep-Team



Quelle: 3desc/stock.adobe.com

SERVICE

Impressum	89
Vorschau	90
Abo-Bestellschein	91

Anzeige



Zum Titelbild:

Der weltweit kleinste Steckdosentester
Der **SAFETYTEST ST** besticht durch sein kompaktes Design und die fortschrittliche Steuerung via Remote-Master App.
Die Status-LEDs am Gerät liefern unmittelbare Ergebnisse. Er bietet eine einmalige Kombination aus Benutzerfreundlichkeit, Geschwindigkeit und Genauigkeit. Ideal für Elektroinstallation, Instandhaltung und Sicherheitsprüfung
www.safetytest.de

KURZ INFORMIERT

Expertenrat	6
Aktuelles	7
Normen und Vorschriften	10
Produkte	14

LESERANFRAGEN

Überwachung geerdeter Steuerstromkreise	18
SPDs unterschiedlicher Hersteller	18
Symbole für Bedienelemente	20
Zu „PV-Anlage auf Haus ohne Fundamente der“	21
E-Mobilität oder Maschine prüfen	22
Sicherheit bei Nutzungsänderung	23

ELEKTROPRAxis

Betriebsausstattung:

Umgang mit Anlagendaten, wenn die KI analysiert	
Welchen Daten vertraut werden kann	29

Regenerative Energien:

Fortschritt der Energiewende	
Teil 6: Bundesrechnungshof vs. BNetzA, Statistikfragen und Bilanz	31

Fachplanung:

Berechnungsverfahren in der Starkstromtechnik	
Teil 8.3.2: Symmetrische Komponenten – Beispiel zur Berechnung der Ströme bei Kurzschluss mit den Formeln nach VDE 0102-0	38

Steckverbinder:

Sicher in der Luft bewegen	
Einsatz fortschrittlicher Steckverbinder in der Luftfahrt	41

Installationstechnik:

Glasfaserausbau – mit dem E-Handwerk in die Zukunft	
Teil 3: Glasfaserinstallation am und im Gebäude	43

Sicherheitstechnik:

Sentry und Vital – für mehr Sicherheit	
Sicherheitsrelais und -modul zur Realisierung von Sicherheitsfunktionen	51

BETRIEBSFÜHRUNG

Aktuelles und Arbeitssicherheit	54
Fachmesse A+A: Für eine sichere und gesunde Arbeitswelt	56
Radikalisierung am Arbeitsplatz	60
Vom Start an digital:	
Wie Lührs Elektrotechnik das Fundament für nachhaltiges Wachstum legt	62
Rechnungen an Kunden: Korrekt, fair und transparent	63
Meisterwissen: Energiequelle Sonne – Grundlage unseres Lebens (2)	
Globalstrahlung und Einfluss der CO ₂ -Konzentration in der Erdatmosphäre	65

BRANCHE AKTUELL

Schutzmaßnahmen gegen elektrostatische Ladung.....	68
Hamburgs pauschales Verbot elektrischer Direktheizungen	70
DIN 18014 wird nach Schiedsverfahren erneut überarbeitet.....	73
Besonderes Beleuchtungskonzept für den Kölner Dom.....	74
Flexible Batteriezellproduktion.....	76
Rauchwarnmelder: Neue Fassung der DIN 14 676-1	78
IFA in Berlin: Innovationen am laufenden Band.....	79
Fachmesse „All about automation“ in Chemnitz: Aus der Praxis für die Praxis	83
Erneuerbare Energien: Ein unruhiges Jahr geht zu Ende.....	84
Elkonet und Lehrgänge	87

LERNEN & KÖNNEN

Museum für Kommunikation in Nürnberg.....	1
Arbeitssicherheit	4
Energietechnik	6
Installationstechnik.....	8
Computertechnik.....	10
Elektronik.....	12
Technisches Englisch.....	14
Wiso-Test	15
Übungsaufgaben und Lösungen.....	16



co2ntrol® FAMILIE

Nachhaltig installiert – mit den
co2ntrol-Leerrohren von FRÄNKISCHE

Recycelte Materialien, verifizierte EPDs,
weniger CO₂: Die co2ntrol-Leerrohre
verbinden Funktionalität mit Ressourcen-
schonung – für normkonforme Qualität
und nachhaltiges Bauen nach DGNB.



INFO



Normen und Vorschriften

DGUV Vorschrift 3.....	18
DIN 18014.....	21–22, 73
DIN 820 Beiblatt 3	21–22
DIN EN 1175 (VDE 0117).....	22–23
DIN EN 50388-2 (VDE 0115-606-2)	11
DIN EN 50699 (VDE 0702)	22–23
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1).....	18, 20–21
DIN EN 60909-0 (VDE 0102)	38–40
DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101).....	20–21
DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8).....	18
DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4).....	18–20
DIN EN IEC 60335-2-40 (VDE 0700-40).....	10
DIN EN IEC 60422 (VDE 0370-2).....	11
DIN EN IEC 60598-2-20 (VDE 0711-2-20)	10
DIN EN IEC 61340-6-1 (VDE 0300-6-1).....	11
DIN EN IEC 61439-1 und -2 (VDE 0660-600-1 und -2)	23–24
DIN EN IEC 62020-1 (VDE 0663-1).....	18
DIN EN IEC 62305-3 (VDE 0185-305-3)	18–20
DIN EN IEC 62840-1 (VDE 0122-40-1).....	10
DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100).....	21–22
DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540).....	21–22
DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600).....	23–24
DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100).....	23–24
DIN VDE 0190 (VDE 0190)	21–22
DIN VDE V 0126-95 (VDE V 0126-95).....	10–11
E DIN EN 50562-1 und -2 (VDE 0115-562-1 und -2)	12
E DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600).....	12

ep EXPERTEN-TEAM

Unsere Experten stehen Ihnen am **Dienstag, dem 16. 12. 2025, von 9 bis 21 Uhr**, zur kostenfreien Beratung zur Verfügung.

Der ep sponsert diesen Service. Außer den normalen Telefongebühren fallen für Sie keine Kosten an. Geben Sie lediglich Ihre ep-Kundennummer an (siehe 1. Zeile des Etiketts oder letzte Rechnung).



Hans-Herrmann Lüschen
unabhängiger, gerichtlich zugelassener Versicherungsberater
Hotline: 0441 6835811 oder 0160 5334927

Schwerpunkte: Berufsunfähigkeit, Altersvorsorge, Unfall, Kfz, Betriebshaftpflicht, aber auch Sonstiges zum Thema



Dr. Johannes Fiala
Rechtsanwalt (München), geprüfter Finanz- und Anlageberater, Bankkaufmann, Betriebswirt (MBA)
Hotline: 089 179090-0

Schwerpunkte: Betriebliche und private Altersvorsorge, Makler-, Berater-, Vermittlerhaftung, Steuerberatung, Sanierung, Unternehmensnachfolge



Dr. Ulrik Gollob
Rechtsanwalt (München)
Hotline: 089 4195233 oder 0170 5651231

Schwerpunkte: Mängelhaftung und Produkthaftung bei elektrischen Geräten, Vorrichtungen und Anlagen; Vertragsprüfung, Vertragsgestaltung, AGB



Annett Süß
Rechtsanwältin (Dresden), Fachanwältin für Bau- und Architektenrecht
Hotline: 0351 8489094

Schwerpunkte: Vergabe- und Bauvertragsrecht, VOB (z. B. Mängelansprüche, Verzugsschäden, Vergütungsansprüche, Präqualifikation)



Klaus Dieter Girnt
Betriebswirt (VWA), Bankkaufmann, Nachlasspfleger, Testamentsvollstrecker
Hotline: 0234 8938648 oder 0172 9364488

Schwerpunkte: Vermögensnachfolgesicherung im KMU, Unternehmensvorsorgevollmacht, Abwicklung von Nachlassfällen



Ulf Greiner Mai
Dipl.-Ing. (TH), öffentlich bestellter und vereidigter (ö. b. u. v.) Sachverständiger (Halle/Weimar)
Hotline: 03643 851280 oder 0172 3603693

Schwerpunkte: Planungsleistungen und -honorare „mit und ohne HOAI“ einschl. deren Vergabe/Verträge; Schäden an/durch Elektro-, Beleuchtungs- und Lichanlagen

ep DIALOG



Liebe Abonnenten!

Wenn Sie mit technischen Problemen kämpfen, Meinungsverschiedenheiten klären wollen oder Informationen benötigen, dann recherchieren Sie auf **www.elektropraktiker.de** in unserem Online-Archiv. Dort finden Sie zahlreiche Antworten auf Leseranfragen.

Finden Sie dort keine passende Antwort, nutzen Sie das Kontaktformular „Fachfrage“ auf unserer Internetseite oder richten Sie Ihre Fragen an: ep-Leserservice 10400 Berlin oder redaktion@elektropraktiker.de.

Wir beraten Sie umgehend. Ist die Lösung von allgemeinem Interesse, veröffentlichen wir Frage und Antwort in der Rubrik „Leseranfragen“.

Beachten Sie bitte: Die Antwort gibt die persönliche Interpretation einer erfahrenen Elektrofachkraft wieder. Für die korrekte Umsetzung sind Sie verantwortlich.

Ihre ep-Redaktion

KOOPERATIONSPARTNER



Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)
www.bgetem.de



Elkonet
www.elkonet.de

E-NACHWUCHS

Deutsche Meisterschaften in den Elektrohandwerken

Dass mit Energiewende und Digitalisierung die Anforderungen an e-handwerkliche Fachkräfte wachsen, ist kein Geheimnis. Denn Systeme und Komponenten werden immer komplexer; zudem braucht es zunehmend gewerkeübergreifendes Know-how und Kompetenzen im Bereich der Vernetzung – Qualifikationen, die der E-Nachwuchs mitbringt. Das zeigten die 74. Deutschen Meisterschaften in den Elektrohandwerken, die auch diesmal am BFE in Oldenburg stattfanden. 43 Teilnehmer traten gegeneinander an, um auf Bundesebene die Besten der Besten zu ermitteln. Und dies sind die stolzen Sieger:

- Marcel Küst, Elektroniker für Maschinen und Antriebstechnik, Baden-Württemberg

- Lara Wenskowski, Elektronikerin der Fachrichtung Automatisierungs- und Systemtechnik, Niedersachsen

- Peter Südmersen, Informationselektroniker, Einsatzgebiet Büro- und Breitbandtechnik, Sachsen

- Cara Enders, Informationselektronikerin, Einsatzgebiet Gefahrenmelde- und Telekommunikationstechnik, Hamburg

- Tobias Wieland, Elektroniker für Gebäudesystemintegration, Baden-Württemberg

- Linus Emmering, Elektroniker der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik, Rheinland-Pfalz.

Zum Festabend hatten sich rund 250 Gäste in der Weser-Ems-Halle versammelt, um gemeinsam die Finalisten und deren Leistungen zu feiern.

Der ep gratuliert allen Gewinnern sehr herzlich. ■



Quelle: ZVEH/J. Franke

1 ZVEH-Vizepräsident **Karsten Krügener (li.)** und **Schirmherr Dr. Philipp Dehn (re.)** mit den stolzen Siegern der 74. Deutschen Meisterschaften: **Marcel Küst, Tobias Wieland, Linus Emmering, Cara Enders, Lara Wenskowski** und **Peter Südmersen**

VDE

Kurzstudie zur Interaktion von E-Mobilität und Energiesystem

Die Verbindung der Sektoren Mobilität und Energie mit Elektroautos als aktiver Komponente steht im Mittelpunkt einer neuen Kurzstudie des VDE. Untersucht wird die Stabilisierung des Stromnetzes durch gesteuertes und bidirektionales Laden von E-Fahrzeugen, vornehmlich um Erzeugungsspitzen der erneuerbaren Energien aufzunehmen. Um das volle Potential dieser Sektorenkopplung zu heben, sind nach Meinung der VDE-Fachleute branchenübergreifend akzeptierte Lösungen und regulatorische Klarheit erforderlich. Fortschritte besonders im Kontext der Interoperabilität und der Vereinheitlichung nationaler und europäischer Netzanschlussbedingungen stellten dabei zentrale Meilensteine dar. Kurzfristig könnte laut der Studie

durch die Anpassung regulatorischer Vorgaben sowie den Erfahrungen aus zahlreichen Pilotprojekten der wirtschaftliche und netzverträgliche Betrieb bis 2030 erprobt werden. Voraussetzungen dafür seien politische Unterstützung, rechtliche Anpassungen und das schnelle Umsetzen digitaler Lösungen. Darüber hinaus präsentiert der Verband weitere interessante Fakten zur Elektromobilität: So erreichen batterieelektrische Pkw bereits heute ab rund 30 000 km Laufleistung eine bessere Klimabilanz als Verbrenner; bei 150 000 km Laufleistung beträgt der CO₂-Ausstoß der Stromer lediglich 24 t gegenüber 40 t bei Benzinern. Auch die höheren Anschaffungskosten werden demnach durch niedrigere Betriebskosten mehr als ausgeglichen. Und selbst die globalen Reserven für Materialien wie Lithium, Kobalt und Nickel sind laut den VDE-Experten ausreichend für die Elektrifizierung des Individualverkehrs. ■

AUS DER BRANCHE

Personen, Firmen und Verbände

► **Walter Mennekes** wurde auf der Jahreshauptversammlung des **FC Bayern München** erneut zum 2. Vizepräsidenten des Vereins gewählt. Er hat dieses Amt seit 2016 inne.

► Vorstandsvorsitzender **Axel Hessenkämper** ist aus der Geschäftsleitung von **Janitza** ausgeschieden. Er verantwortete dort die Bereiche Forschung und Entwicklung, Produkte und Services sowie die Qualitätssicherung. Vorläufig übernehmen die weiteren Geschäftsführer **Alexander Veidt** (Finanzen) und **Michael Kadziela** (Vertrieb) diese Aufgabengebiete.

► **Solarwatt** erweitert seine Führungsspitze: Der Verwaltungsrat des Unternehmens berief **Peter Bachmann** in die Geschäftsleitung. Er ist seit mehr als 13 Jahren in leitenden Funktionen für das Solarunternehmen tätig.

► **Bernd Clarenz** übernahm die Geschäftsführung und die Vertriebsleitung von **Althen**. Er kommt von **EvoMestec**, einem Anbieter für hochpräzise Mess- und Kalibriersysteme.

► **SMA Solar** ist als E-Markenpartner dem Qualitätsbündnis der Elektrohandwerke beigetreten. „Erneuerbare Energien sind der Schlüssel, um Deutschland klimaneutral zu machen. Wenn wir Solarenergie effizient im Gebäude einsetzen wollen, brauchen wir dazu innovative Technologien“, sagt **ZVEH-Präsident Stefan Ehinger**: „Dass sich mit der SMA Solar Technology AG ein auf Lösungen für eine dezentrale Energieversorgung spezialisierter Partner entschieden hat, E-Markenpartner zu werden, sorgt dafür, dass unser Portfolio in diesem Bereich weiter wächst.“

► **Volvo Trucks** hat seinen 1000. vollelektrische Lkw in Deutschland ausgeliefert. Der FL Electric kommt beim Entsorgungsunternehmen **RSAG** zum Einsatz.

► **Dr. Britta Buchholz** von **Hitachi Energy** wurde für eine weitere Amtszeit von drei Jahren zur Vorsitzenden der **Energietechnischen Gesellschaft im VDE (VDE ETG)** gewählt.

► Für seine herausragende Masterarbeit im Bereich der Metallisierung von Solarzellen erhielt **Callum Gannon** den Gerda-Ruf-Preis. Der Nachwuchs-Wissenschaftler forschte für seine Arbeit an der technischen Fakultät der **Uni Freiburg** und am **Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)**. ■

STRÖMER-RÄTSEL**Mitmachen und gewinnen!**

In diesem Monat verlosen wir erneut drei Exemplare unseres XXL-Sonderheftes „Rechtssicherheit für Elektrofachkräfte 2“. Es richtet sich an Planer und Ausführungsbetriebe gleichermaßen und liefert auf 130 Seiten praktische Hilfen zu zahlreichen Konfliktfeldern. Themen sind u. a. Ausschreibungen, Vergaben, Auslegungsfragen, geänderte Baukosten, Stundenleistungen, AGB-Fallen, Unwirtschaftlichkeitsvorwürfe, Prüfpflichten und Honorare. Weitere Beiträge beleuchten das Lieferkettengesetz, das Gewährleistungsrecht und AGB-Mythen.



Um am Gewinnspiel teilzunehmen, müssen Sie einfach dieses kleine Rätsel lösen: Elektromeister Strömer will pünktlich bei der Baubesprechung sein. Er überlegt: „Wenn ich um 12:00 Uhr aufbreche und durchschnittlich 40 km/h fahre, komme ich 15 Minuten zu spät. Starte ich um



12:10 Uhr mit 60 km/h, bin ich genau zu der vereinbarten Zeit da.“

Frage: Welche Entfernung muss Strömer zurücklegen?

Ihre – hoffentlich richtige – Antwort können Sie uns per Post, Fax oder E-Mail zusenden:

Redaktion Elektropraktiker
Am Friedrichshain 22, 10407 Berlin
Fax: 030 42151251
E-Mail: redaktion@elektropraktiker.de

Wir wünschen allen Teilnehmern viel Glück. Einsendeschluss ist der 31. 12. 2025. Hier noch die Antwort des November-Rätsels: Der Kunde ist 60 Jahre alt.

RUHESTAND**Kompetenz mit Herz und Humor**

Nach 18 Jahren engagierter Tätigkeit in Forschung, Lehre, Gremien und Fachverbänden trat Prof. Dr. Christoph Schierz in den wohlverdienten Ruhestand. Die LiTG spricht ihm ihren tief empfundenen Dank für seine langjährigen Verdienste aus. Als Leiter des Fachgebiets Lichttechnik an der TU Ilmenau habe er die Branche maßgeblich geprägt – fachlich, menschlich und mit einem feinen Gespür für das Wesentliche: „Besonders in den Gremien der LiTG war Christoph Schierz nicht nur ein brillanter Fachmann, sondern auch ein geschätzter Moderator. Mit seinem trockenen Humor, seiner Schlagfertigkeit und seiner ruhigen Art hat er so manche Sitzung aufgelockert und dabei stets den Blick für das gemeinsame Ziel bewahrt“, so die LiTG. „Seine außerordentliche Kompetenz, gepaart mit einer sachlich vorgetragenen Argumentation, wirkte oft mäßigend in kontroversen Diskussionen. Christoph war nie der Lauteste im Raum – aber oft der Klügste.“ Mit seiner kompromissbereiten Haltung, seinem tiefen Verständnis für technische Zusammenhänge und seiner Menschenkenntnis habe er viele Prozesse positiv beeinflusst und Lösungen ermöglicht.

TELENOT**Roadshow zeigt vielfältige Lösungen zur Sicherheitstechnik**

Auf 17 Veranstaltungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz präsentierte das Unternehmen Telenot kürzlich seine aktuellen Lösungen zur Absicherung von Gebäuden. Insgesamt über 1 600 Planer, Architekten, Bauträger, Installationsbetriebe und Versicherer informierten sich bei dieser Roadshow – von Einbruch- und Brandschutz über Zutritts- und Gebäudesteuerung bis zur Alarmübertragung. Neben Informationen zu neuen Produkten vermittelten die Referenten wichtiges Praxiswissen, das bei der Planung, Realisierung und Bewertung von normenkonformen Sicherheitslösungen hilft.

„Mit der Roadshow zeigen wir einmal mehr unsere Innovationskraft und Nähe zum Markt“, sagt Thomas Taferner, Bereichsleiter Vertrieb und Marketing bei Telenot: „Der regelmäßige intensive Austausch mit Branchen-



Quelle: ep/R. Tuzinski

1 Insgesamt 1600 Interessierte kamen zur Telenot-Roadshow. Auf unserem Foto begrüßt Debora Koller die Teilnehmer in der Kulturbrauerei Prenzlauer Berg

experten und Kunden ist uns ein zentrales Anliegen. Nur so können wir unserem Anspruch als hochwertiger Komplettanbieter für Sicherheit in allen Gebäuden gerecht werden. Deshalb freut es uns besonders, dass so viele Besucherinnen und Besucher die Veranstaltungen der Roadshow genutzt haben.“

FORSCHUNGSPROJEKT**Silizium-Anoden erhöhen Energiedichte von Batterien**

Das Forschungsprojekt „Facile“ mit vier Partnern, darunter das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), soll für weitere Fortschritte in der Batterietechnologie sorgen. Es hat zum Ziel, den Energieinhalt von Lithium-Ionen-Akkus durch die Entwicklung von neuartigen Anodenmaterialien auf Siliziumbasis zu steigern. Das Konsortium aus Industrie und Wissenschaft setzt hierfür auf bewährte Verfahren aus der Papier- und Vliesstoffproduktion, kombiniert mit industriellen Beschichtungstechniken aus der Halbleitertechnik und Photovoltaik. Damit soll es gelingen, die praktische Energiedichte auf der Anodenseite um bis zu 250 % zu steigern und gleichzeitig den ökologischen Fußabdruck der Akkus zu verbessern.

„Facile zeigt, wie Industrie und Wissenschaft in Baden-Württemberg gemeinsam die gesamte Wertschöpfungskette von der Materialentwicklung bis zur Zellproduktion für Lithium-Ionen-Batterien abdecken können“, sagt Prof. Dr. Markus Hölzle, Vorstandsmitglied und Leiter des ZSW in Ulm.



Komfort. Sicherheit. Energieeinsparung. Durch intelligente Fassadensteuerung.

Steigern Sie die Effizienz Ihrer Gebäude durch die automatisierte Fassadensteuerung mithilfe der Jalousie- und Rollladenaktoren von ABB. Dank KNX Data Secure ist eine sichere Buskommunikation gewährleistet, ETS-Vorlagen beschleunigen die Inbetriebnahme deutlich. Mit den intelligenten Funktionen wie automatische Bewegungserkennung, zentrale Steuerung und benutzerdefinierte Kanäle sind Sie anderen einen Schritt voraus. abb.de/knx





Elektromobilität

DIN EN IEC 62840-1
(VDE 0122-40-1)

2025-11

Batteriewechselsysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden

Diese Norm regelt die Anforderungen für Batteriewechselsysteme von elektrischen Straßenfahrzeugen, die über ein austauschbares oder ein handgehaltenes austauschbares Batteriesystem verfügen. Bei einem austauschbaren System (SBS – swappable battery system) erfolgt der Wechsel durch eine Batteriewechselstation (BSS – battery swap station). Der Austausch bei einem handgehaltenen System (HBS – removable battery system) wird von Hand oder unter Verwendung einer Anlage durchgeführt.

In einer BSS erfolgt der Austausch, die Lagerung, das Laden und Kühlen der Batteriesysteme. Gleichzeitig werden die Systeme geprüft, gewartet und die Sicherheit getestet. Durch das Auswechseln kann die Energieversorgung für elektrische Straßenfahrzeuge vollständig oder teilweise in kurzer Zeit wieder bereitgestellt werden. Somit kann die Sorge über eine zu geringe Reichweite verringert und eine längere Fahrt angenehmer gestaltet werden. Ebenfalls hat eine Batteriewechselstation die Möglichkeit, das entsprechende Laden der Batterien nach dem Entfernen aus dem Fahrzeug zu steuern, ohne dass es eine große Auswirkung auf die unzureichende Infrastruktur des Stromnetzes hat.

Der Anschluss der Batteriewechselsysteme erfolgt an das Stromversorgungsnetz bei üblicher Netzspannung. Dabei darf die maximalen Bemessungsspannung von 1 000 V Wechsel- oder 1 500 V Gleichspannung nicht überschritten werden. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass bei einem Austausch der Batterien von Elektrostraßenfahrzeugen immer der Antriebsstrang des Fahrzeugs ausgeschaltet ist.

Licht- und Beleuchtungstechnik

DIN EN IEC 60598-2-20
(VDE 0711-2-20)

2025-11

Leuchten – Teil 2-20: Besondere Anforderungen – Lichterketten

Zur Weihnachtszeit werden verschiedenste Lichterketten im Haus oder im Garten aufgehängt. Mit dieser Norm sollen die Anforderun-

gen für diese Lichterketten festgelegt werden. Die Lichtquellen sind dabei in Reihe oder parallel geschaltet, teilweise erfolgt der Aufbau in einer Kombination aus in Reihe und parallel geschalteten Lichtquellen mit einer Nennspannung von 230 V.

Die Lichterketten bestehen entweder aus festen oder lösbaren Teilen oder besitzen Stiftsockel für die Leuchtmittel. Der Einsatz ist neben der Funktion einer Beleuchtung hauptsächlich für schmückende oder dekorative Zwecke gedacht. Dabei unterscheiden sich die Lichterketten in festinstallierte, zeitweilig installierte oder zeitweilig installierte geschützte Lichterketten.

Es gibt zwei Arten einer festinstallierten Lichterkette. Bei der ersten Variante wird die Lichterkette an jeder Lampenfassung befestigt, bei der zweiten erfolgt die Befestigung an der Stromversorgungsleitung und die Leuchtmittel hängen lose an der Leitung.

Die zeitweilig installierte Lichterkette wird nur zur Dekoration aufgehängt und wird an der Stromversorgungsleitung befestigt.

Eine zeitweilig installierte geschützte Lichterkette ist hauptsächlich für die Beleuchtung in rauer Umgebung (Baustellenbereich) gedacht. Hier erfolgt die Befestigung an jeder Fassung oder an einer entsprechenden Konstruktion, und jede Lichtquelle wird von einem Schutzgehäuse umschlossen.

Lichterketten sind in die Schutzklasse II oder III einzuteilen. Bei möglichen Installationen im Freien muss die Schutzart IP44 oder höherwertig ausgewählt werden. Sollte eine Lichterkette in einer Ausführung nur für den Innenbereich hergestellt sein, dann ist dies auf der Verpackung und auf der Lichterkette entsprechend mit Text oder Symbol zu vermerken.

Elektrische Geräte

DIN EN IEC 60335-2-40
(VDE 0700-40)

2025-11

Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter

In dieser internationalen Norm werden die Anforderungen an eine elektrische Wärmepumpe mit einem Motorverdichter und hydronische Gebläsekonvektoren festgelegt.

Neben Wärmepumpen werden auch Brauchwasser-Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluftentfeuchter in dieses Regelwerk mit einbezogen. Der Motorverdichter beinhaltet mechanische Teile und einen Motor, die zu-

sammen in einem abgedichteten Gehäuse arbeiten. Dieses Gehäuse ist mit einem Kältemittel gefüllt, welches zusätzlich Öl enthalten kann.

Der hydronische Gebläsekonvektor stellt die Funktion einer erzwungenen Umwälzung von Luft für Erwärmung oder Kühlung bereit. Dabei kann eine Luftentfeuchtung oder eine Luftfilterung erfolgen. Die Konvektoren beinhalten auch Einrichtungen für elektrisches Widerstandsheizen.

Die Geräte, die mit dieser Norm abgedeckt werden, können durch nicht fachkundige Benutzer in häuslicher und gewerblicher Umgebung verwendet werden. Die dafür benötigte Bemessungsspannung bei den einphasigen Geräten liegt bei maximal 250 V, alle anderen Geräte dürfen mit maximal 600 V betrieben werden.

Ganz besondere Anforderungen werden bei der Verwendung von brennbaren Kältemitteln festgelegt. Neben dem Betrieb werden auch Hinweise für den Transport, die Kennzeichnung und der Lagerung der Anlage durch das Regelwerk formuliert. Besonderes Augenmerk wird auf das Führen von Betriebs-, Wartungs- und Montagehandbüchern der Anlagen gelegt, sobald diese mit brennbaren Kältemitteln betrieben werden.

Des Weiteren informiert die Norm über den Einsatz von Zusatzheizungen oder anderen Installationseinrichtungen in den Wärmepumpen, Klimageräten und Raumluftentfeuchtern. Dabei sind diese Teile als Geräteeinheit ausgelegt, aber die Steuer- oder Regeleinrichtung ist ein Teil des Hauptgerätes. bfe-TIB¹⁾

1) Normeninformationsdienst des Bundestechnologiezentrums für Elektro- und Informationstechnik, Oldenburg Tel.: 0441 340920, Fax: 0441 34092129

Steckersolargeräte

DIN VDE V 0126-95
(VDE V 0126-95)

2025-12

Steckersolargeräte für Netzparallelbetrieb – Teil 95: Sicherheitsanforderungen und Prüfungen

Dieses Dokument beschreibt Sicherheitsanforderungen und Prüfungen für laienbedienbare, steckerfertige Photovoltaik-Systeme für den Netzparallelbetrieb (im Folgenden: Steckersolargerät), die innerhalb einer Niederspannungsinstallation mit Hilfe einer vorkonfektionierten Steckvorrichtung in Endstromkreise Energie einspeisen.

Dieses Dokument enthält auch Anforderungen zur Sicherstellung der mechanischen Sicherheit. Dieses Dokument ist anwendbar für

einphasige Steckersolargeräte mit einer Bemessungsspannung bis 250 V AC und für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke. Die Bemessungsfrequenz beträgt 50 Hz.

Ein derartiges Gerät besteht aus wenigstens einem PV-Modul, wenigstens einem netzgekoppelten Wechselrichter, einer Anschlussleitung sowie einer Steckvorrichtung zum Anschluss an den Endstromkreis und einem mitgelieferten oder benannten Montagesystem.

Dieses Dokument ist anwendbar für Geräte mit einer maximalen Scheinleistung von $S_{Amax} = 800 \text{ VA}$. Dieses Dokument dient als Grundlage für die Typprüfung. Anforderungen an die elektrische Anlage, mit der ein Steckersolargerät verbunden wird, sind in der Normenreihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) und im Besonderen in DIN VDE V 0100-551-1 (VDE V 0100-551-1) festgelegt.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für PV-Anlagen nach DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712). Dieses Dokument ist nicht anwendbar für gebäudeintegrierte PV-Module (BIPV,) und Anlagen gemäß DIN EN 50583-1 und DIN EN 50583-2. In diesem Dokument werden bauordnungsrechtliche Anforderungen nicht behandelt.

Dieses Dokument enthält keine Anforderungen an den Betrieb elektrischer Energiespeicher in Kombination mit Steckersolargeräten. Für Geräte mit elektrischen Energiespeichern müssen gesonderte Anforderungen zusätzlich erfüllt werden.

Die vorliegende Vornorm gilt für Steckersolargeräte, die als laienbedienbares Produkt vertrieben werden. Diese bieten eine einfache Möglichkeit, Strom hauptsächlich zur Verwendung im eigenen Haushalt zu erzeugen. Aufgrund ihrer Dimensionierung und Handhabung handelt es sich um Strom erzeugende Produkte für den Bereich der häuslichen Umgebung. Deshalb bedarf es eines standardisierten Prüfverfahrens für diese Steckersolargeräte. Diese Vornorm ist Grundlage für eine Typprüfung und die darauf basierende Konformitätserklärung des Herstellers.

Elektrosicherheit

DIN EN IEC 61340-6-1 2025-12
(VDE 0300-6-1)

Elektrostatik – Teil 6-1: Kontrolle der Elektrostatik im Gesundheitswesen, in gewerblichen und öffentlichen Einrichtungen – Gesundheitswesen

IEC 61340-6-1 ist anzuwenden für Einrichtungen im Gesundheitswesen, einschließlich Krankenhäusern, Gesundheitszentren und

Kliniken. Das Dokument legt technische Empfehlungen und Anforderungen fest zur Überwachung elektrostatischer Phänomene in Gesundheitseinrichtungen. Dies schließt auch Anforderungen an die Ausrüstung, Werkstoffe und Produkte ein, die zur Überwachung der statischen Elektrizität eingesetzt werden.

Die Anforderungen in diesem Dokument gelten nicht für medizinische elektrische Ausrüstung, wie sie in IEC 60601-1 spezifiziert ist, und nicht für medizinische Geräte in der In-vitro-Diagnostik (IVD) wie sie in IEC 61010-2-101 festgelegt sind.

Bahntechnik – EMV

DIN EN 50388-2 2025-12
(VDE 0115-606-2)

Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen und Fahrzeuge – Technische Kriterien für die Koordination zwischen elektrischen Bahnenergieversorgungssystemen und Fahrzeugen zum Erreichen der Interoperabilität – Teil 2: Stabilität und Oberschwingungen

Dieses Dokument umfasst die Annahmekriterien nach EN 50388-1:2022, 10.2, für die Kompatibilität zwischen Triebfahrzeugeinheiten und der Energieversorgung für bekannte Phänomene und Technologien in Bezug auf:

- die Koordination zwischen gesteuerten Elementen sowie zwischen diesen Elementen und den Resonanzen in der elektrischen Infrastruktur, um die Systemstabilität eines Netzes zu erreichen;
- die Koordination des Oberschwingungsverhaltens hinsichtlich der Erregung elektrischer Resonanzen.

Der Anwendungsbereich gilt für die folgenden elektrischen Zugförderungssysteme:

- Eisenbahnen;
- spurgeführte Nahverkehrssysteme, die in Eisenbahnen integriert sind;
- Materialtransportsysteme, die in Eisenbahnen integriert sind.

Dieses Dokument wird entsprechend den Anforderungen in EN 50388-1:2022, Abschnitt 10, angewendet. Ziel dieses Teils 2 ist die Unterstützung der Abnahme neuer Elemente (Bahnfahrzeuge oder Infrastruktur) durch die Festlegung präziser Anforderungen und Verfahren für den Nachweis der Übereinstimmung. In diesem Dokument werden die „anerkannten Regeln der Technik“ angesetzt, die in EN 50388-1, 10.2, angeführt sind. Es ist jedoch weiterhin zulässig, stattdessen das in EN 50388-1:2022, 10.3, festgelegte Verfahren anzuwenden.

Die in diesem Dokument ermittelten und behandelten Hauptphänomene sind:

- elektrische Resonanzstabilität;
- Niederfrequenzstabilität;
- durch Oberschwingungen verursachte Überspannungen.

Öffentliche Drehstromnetze gehören nicht zum Anwendungsbereich, aber bahnspezifische Netze werden einbezogen.

Dieses Dokument gilt in Übereinstimmung mit den Anforderungen in EN 50388-1:2022, Abschnitt 10.

Es gilt nicht rückwirkend für bereits im Betrieb befindliche Fahrzeugparks oder Elemente der Bahnenergieversorgung. Die Wechselwirkung mit der Signaltechnik (einschließlich Gleisstromkreise) wird in diesem Dokument nicht behandelt.

Energietechnik

DIN EN IEC 60422 2025-12
(VDE 0370-2)

Isolieröle auf Mineralölbasis in elektrischen Betriebsmitteln – Leitlinie zur Überwachung und Wartung

Dieses Dokument enthält eine Anleitung und Verfahrensanweisungen, die für die Anwendung und Instandhaltung von Isolierölen auf Mineralölbasis und anderen Flüssigkeiten auf Kohlenwasserstoffbasis in Transformatoren und anderen elektrischen Einrichtungen erforderlich sind, einschließlich strategischer Ersatzteile und Tanks zur Lagerung von Ersatzteilen und Bauteilen.

Dieses Dokument dient dazu, dem Betreiber von elektrischen Betriebsmitteln eine Hilfestellung zu geben, den Zustand des Öles im Betriebsmittel zu bewerten und das Öl in leistungsfähigem Zustand zu erhalten. Sie bietet außerdem eine gemeinsame Grundlage für die Erstellung von spezifischeren und vollständigen örtlichen Vorschriften für die Anwendung in der Praxis.

Dieses Dokument enthält Vorschläge und Empfehlungen für Prüf- und Bewertungsverfahren und zeigt Vorgehensweisen zur Wiederaufbereitung und Regenerierung von Öl und zur Dekontaminierung von mit PCB verunreinigtem Öl auf.

Dieses Dokument gilt für Isolieröle auf Mineralölbasis, die die Anforderungen nach IEC 60296 erfüllen und die in Transformatoren, Schaltanlagen, Wandlern und anderen elektrischen Betriebsmitteln enthalten sind, aus denen Ölproben entnommen werden können, und die unter normalen Betriebsbedingungen, wie sie in der Gerätebeschreibung ausgewiesen sind, eingesetzt werden. Dieses Dokument enthält keine besonderen Einschränkungen.

ENTWÜRFE

Messen und Prüfen

E DIN VDE 0100-600 2025-12
(VDE 0100-600)

Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen

Dieser Teil der Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) enthält Anforderungen an die Erstprüfung elektrischer Anlagen durch Besichtigen, Erproben und Messen, mit denen – so weit sinnvoll durchführbar – festgestellt werden soll, ob die Anforderungen der anderen Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) erfüllt sind.

Des Weiteren enthält dieser Teil Anforderungen an die Erstellung eines Prüfberichts über die Erstprüfung. Die Erstprüfung ist nach Fertigstellung einer neuen elektrischen Anlage oder nach Durchführung von Erweiterungen oder Änderungen bestehender Anlagen durchzuführen. Abschnitt 6.5 mit Anforderungen zu wiederkehrenden Prüfungen wird inhaltlich in die Normenreihe DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100) überführt.

Gegenüber DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2017-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen wurden auf aktuelle Veröffentlichungen aktualisiert;
- b) Anhang I zu wiederkehrenden Prüfungen einer elektrischen Anlage in Wohngebäuden aufgenommen.

Ende der Einspruchsfrist: 14.01.2026

Elektrosicherheit

E DIN EN 50562-1 2025-12
(VDE 0115-562-1)

Ortsfeste Anlagen für Bahnanwendungen – Sicherheit für elektrische Bahnenergieversorgungssysteme – Teil 1: Generische Vorgehensweise für konventionelle Anwendungen, Funktionen und Eigenschaften

Dieses Dokument legt den Prozess, die Schutzmaßnahmen und den Nachweis von Sicherheit nach prEN 50126-1:2017 und prEN 50126-2:2017 für elektrische Wechselstrom- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssysteme von Eisenbahnen fest. Dieses Dokument kann auch auf städtische Schienenbahn- und Obus-Systeme angewendet werden.

All diese Systeme können aufgeständert, ebenerdig und unterirdisch verlaufen. Dieses Dokument unterstützt die Implementierung nichtkonventioneller Anwendungen, Funktionen und Eigenschaften bei elektrischen Bahn-

energieversorgungssystemen, die nach der Anwendung von prEN 50562-1:2025 verbleiben. Dieses Dokument ist für elektrische Bahnenergieversorgungssysteme anwendbar, die neu sind oder wesentlichen Änderungen unterzogen werden, wie im gesetzlichen Rahmen festgelegt. Bei ähnlichen Technologien und ähnlichen Gefährdungsszenarien können die Sicherheitsbetrachtungen als Leitfaden angewendet werden.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für:

- Grubenbahnen unter Tage;
- Krananlagen, Schiebebühnen und ähnliche Transportgeräte auf Schienen, fliegende Bauten (z. B. Schaustelleranlagen), sofern sie nicht unmittelbar oder über Transformatoren aus Fahrleitungsanlagen gespeist werden und nicht durch das Energieversorgungssystem elektrischer Bahnen gefährdet sind;
- Luftseilbahnen, Standseilbahnen, Magnetbahnen.

In diesem Dokument werden keine Aspekte wie IT-Sicherheit oder Schutz vor anderen böswilligen Handlungen usw. behandelt. Dieses Dokument gilt für neue oder wesentlich geänderte elektrische Bahnenergieversorgungssysteme bei Eisenbahnen, Stadtbahnen und Obussen. Auch nichtkonventionelle Anwendungen und ähnliche Technologien mit vergleichbaren Gefährdungsszenarien werden berücksichtigt. Ziel ist es, Schutzmaßnahmen und Sicherheitsnachweise systematisch zu dokumentieren und umzusetzen.

Ende der Einspruchsfrist: 14.01.2026

E DIN EN 50562-2 2025-12
(VDE 0115-562-2)

Ortsfeste Anlagen für Bahnanwendungen – Sicherheit für elektrische Bahnenergieversorgungssysteme – Teil 2: Generische Vorgehensweise für nichtkonventionelle Anwendungen, Funktionen und Eigenschaften

Dieses Dokument unterstützt die Implementierung nichtkonventioneller Anwendungen, Funktionen und Eigenschaften bei elektrischen Bahnenergieversorgungssystemen, die nach der Anwendung von prEN 50562-1:2025 verbleiben. Dieses Dokument ist für elektrische Bahnenergieversorgungssysteme anwendbar, die neu sind oder wesentlichen Änderungen unterzogen werden, wie im gesetzlichen Rahmen festgelegt. Bei ähnlichen Technologien und ähnlichen Gefährdungsszenarien können die Sicherheitsbetrachtungen als Leitfaden angewendet werden.

Anwendungsfälle für dieses Dokument sind die Festlegung des Prozesses sowie der

Schutzmaßnahmen und der Nachweis von Sicherheit für elektrische Wechselstrom- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssysteme.

Ende der Einspruchsfrist: 14.01.2026

Explosionsschutz

E DIN IEC/IEEE 60079-30-1 2025-12
(VDE 0170-30-1)

Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen

Dieses Dokument legt u. a. allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen für elektrische Widerstands-Begleitheizungen zur Anwendung in explosionsgefährdeten Bereichen fest, jedoch nicht für die EPLs Ga und Da. Dieses Dokument umfasst Begleitheizungen, bestehend aus werkseitig oder vor Ort (Baustelle) montierten Einheiten, z. B. serielle Begleitheizungen, parallele Begleitheizungen und Begleitheizplatten oder -matten, die nach den Anweisungen des Herstellers zusammengebaut und/oder angeschlossen wurden. Dieses Dokument enthält auch Anforderungen an Anschlusskomponenten sowie Steuer- und Regelungsverfahren im Zusammenhang mit Begleitheizsystemen.

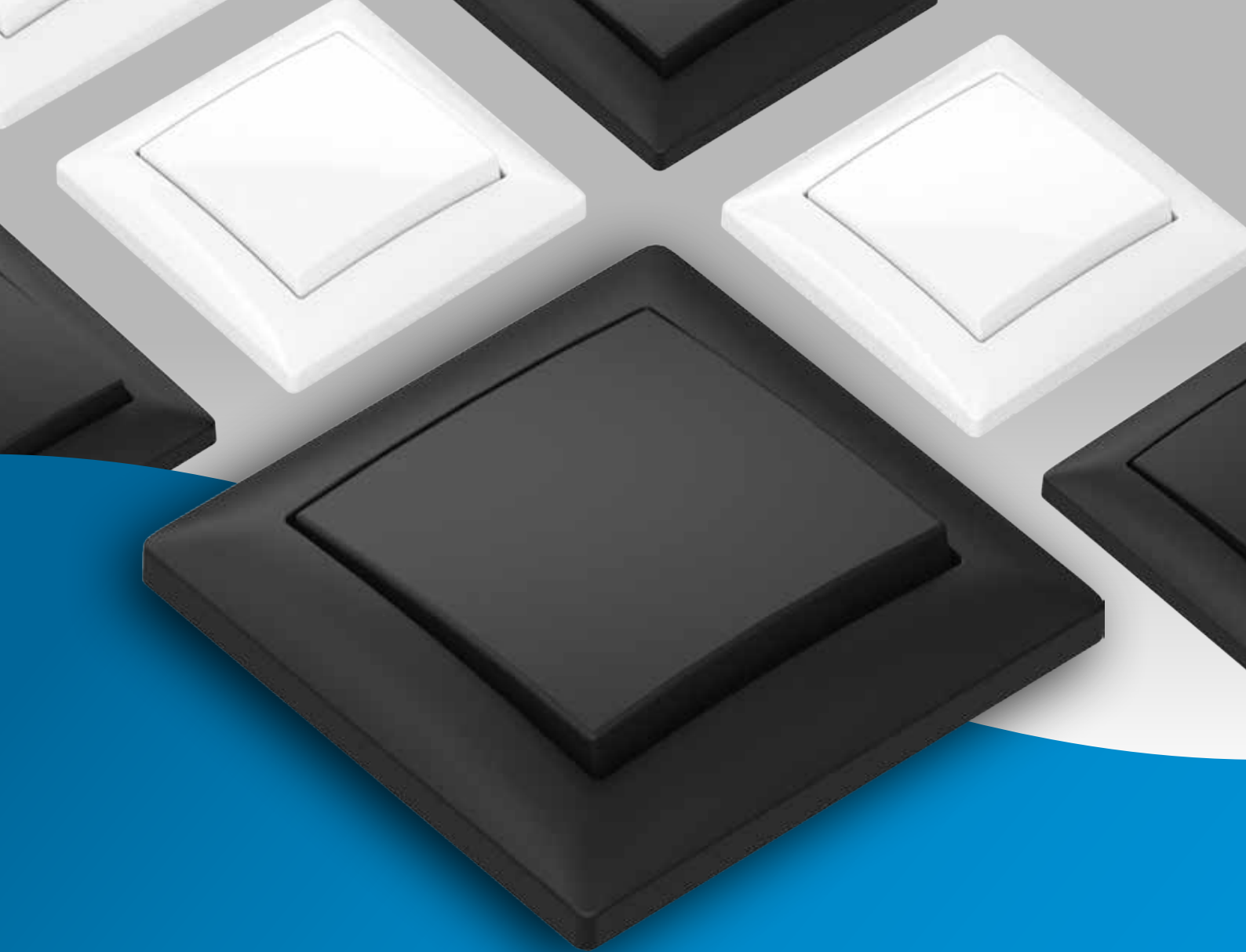
Die explosionsgefährdeten Bereiche, auf die sich dieses Dokument bezieht, sind in IEC 60079-10-1 und IEC 60079-10-2 festgelegt. Die Anhänge E und F beschreiben die Anwendung dieses Dokuments für Anwender, die die Bereichsklassifizierung nach dem Divisionsverfahren anwenden.

Dieses Dokument ergänzt und ändert die allgemeinen Anforderungen von IEC 60079-0, sofern nicht anders in Tabelle 1 angegeben. Steht eine Anforderung dieses Dokuments einer Anforderung von IEC 60079-0 entgegen, gilt die Anforderung dieses Dokuments. Dieses Dokument legt u. a. allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen für elektrische Widerstands-Begleitheizungen zur Anwendung in explosionsgefährdeten Bereichen fest, jedoch nicht für die EPLs Ga und Da.

Typische Anwendungsbeispiele sind u. a.:

- Isolationsprüfung;
- Prüfung des elektrischen Widerstands;
- Entflammbarkeitsprüfung;
- Prüfung der Bemessungsausgangsleistung;
- Dokumentation für Begleitsysteme;
- Anweisungen für die Inbetriebnahme.

Ende der Einspruchsfrist: 07.01.2026



BUSCH-BALANCE® SI

Der neue Klassiker – auch in schwarz matt.

Schwarz matt, neu interpretiert – das Busch-balance® SI Schalterdesign setzt Linien kraftvoll in Szene. Reduziert, elegant, kompromisslos modern: ein Statement für Räume mit Charakter.



[busch-jaeger.de/
balance-si](https://busch-jaeger.de/balance-si)

busch-jaeger.de



BUSCH-JAEGER



Quelle: EFT Energy Solutions

ENERGIESPEICHER

Standardisierter C&I-Speicher

Das batteriebasierte Energiespeichersystem Industrial Flex ist ein vorkonfiguriertes und einsatzbereites modulares C&I-Speichersystem. Es besteht aus zwei Standardbausteinen: den BYD MC Cube-Batteriemodulen und einer Kontrolleinheit (ICC), in dem das Power Conversion System untergebracht ist. Die gesamte Anlage wird von einem internen EMS gesteuert. Aufgrund seiner Modularität kann das System Anwendungen von 501 kWh/144 kW bis 2 004 kWh/576 kW abdecken. Eine Anlage kann mit 1–4 MC-Cubes bestückt werden, und das ICC kann bis zu vier Einheiten von 144-kW-PCS mit einem EMS umfassen.

Firma: EFT Energy Solutions
ci.eft-systems.de



Quelle: Softing Industrial

KOMMUNIKATIONSTECHNIK

Nahtlose Integration

Das smartLink HW-PN Gateway ermöglicht einen steuerungsunabhängigen Zugang zu Profinet-Netzwerken sowie zu angebotenen Profibus-Geräten über den entsprechenden Proxy-Standard. Die Firmware-Version 1.04 erlaubt die nahtlose Anbindung an den AMS Device Manager und ABB FIM. Damit wird das System zu einem universellen Zugangspunkt für effizientes und herstellerübergreifendes Asset Management. Durch die FDI-Kommunikationsserver-Schnittstelle auf Basis von OPC UA werden Geräte- und Diagnose-daten standardisiert bereitgestellt, u. a. zur Umsetzung des Plant Asset Management.

Firma: Softing Industrial
softing.com/de



Quelle: CFos eMobility

ELEKTROMOBILITÄT

Mehr Leistung und Flexibilität

Die Power Brain Wallbox ist in der zweiten Produktgeneration (Gen 2) erhältlich. Sie bietet zahlreiche technische Verbesserungen. So ermöglichen mehr Rechenleistung durch einen ESP-S3-Prozessor und ein größerer Speicher umfangreiche Konfigurationen und erweiterte Funktionen. Durch ein USB-LAN-Adapter kann die Einheit auch per LAN angebunden werden. Durch die USB-Erweiterung lassen sich entsprechende Geräte anschließen. Der integrierte Temperatursensor misst die Betriebstemperatur des ESP S3 und damit auch die des Systems. Dies erlaubt ein optimiertes Temperaturmanagement.

Firma: CFos eMobility
www.cfos-emobility.de



Quelle: Rosenberger OSI

INSTALLATIONSTECHNIK

Klein und belastbar

Der kleine, geschirmte HV-Steckverbinder HVR25 bietet eine Strombelastbarkeit von bis zu 40 A bei einem Kabelquerschnitt von 4 mm². Darüber hinaus zeichnet er sich durch eine kompakte Bauform, hohe Zuverlässigkeit und ein optimiertes Kosten-Leistungs-Verhältnis aus. Die Einheit wurde speziell für Nebenggregate zukünftiger Plattformen bis 1 000 V entwickelt. Typische Einsatzgebiete sind PTC-Heizungen, Inverter, OnBoard-Ladegeräte.

Firma: Rosenberger OSI
www.rosenberger.com/de



Quelle: H-Tronic

ELEKTROSICHERHEIT

Überwachung in Gebäuden

Der leistungsstarke, 177 g schwere und mit 97 x 60 x 78 mm³ kompakte Stromausfall-melder PFD 230 überwacht in trockenen Innenräumen die Spannungsversorgung angeschlossener Verbraucher wie Kühlschränke oder Server. Liegt keine Spannung mehr an, z. B. aufgrund eines Stromausfalls, warnt das System mit optischem und akustischem Alarm. Durch den internen Akku hält der Alarm netzunabhängig bis zu 24 Stunden an.

Firma: H-Tronic
www.h-tronic.de



Quelle: Tesa/Ruderer

INSTALLATIONSMATERIAL

Technische Klebebänder

Die leistungsstarken Montagebänder lassen sich schnell und präzise verarbeiten. Sie bieten eine hohe Haftkraft und Beständigkeit – ob beim Abdecken von Oberflächen, Befestigen von Bauteilen, Kleben von Kartons oder Abdichten und Reparieren von Gehäusen, Rohren oder Kabeln. Im Bereich Befestigen kommen oft doppelseitige Systeme zum Einsatz, die eine dauerhafte und vibrationsdämpfende Hochleistungsverbindung erlauben.

Firma: Tesa/Ruderer
www.ruderer.de



Quelle: Ademotec

PHOTOVOLTAIK

Für Feuerwehrschtaltung

Das Montagesystem i-Shelter Twin S erleichtert die Platzierung von Generatoranschlusskästen (GAK) direkt an den Solarmodulen. Es besteht aus leichten und zugleich stabilen Aluminium-Blechbiegeteilen. Die integrierte Überdachung schützt Geräte vor direkter Sonneneinstrahlung und Witterungseinflüssen. Variable Aufnahmepunkte sorgen für Kompatibilität mit unterschiedlichen Herstellerlösungen. Das System kann wahlweise einseitig oder zweiseitig (Twin) genutzt werden, wobei das Schutzdach gleichzeitig als Rückwand dient. Es ermöglicht eine zuverlässige Funktion der Feuerwehrschtaltung.

Firma: Ademotec
ademotec.com



Quelle: Schnabl Stecktechnik

BEFESTIGUNGSSYSTEME

Ein Schuss – elf Leitungen

Der Kabelbügel KBS 10 ist zur Fixierung mehrerer Mantelleitungen an der Decke geeignet und lässt sich von einer Person montieren. Zur Befestigung kann ein handelsübliches Bolzensetzgerät verwendet werden. Auch bei starken Temperaturschwankungen sorgt die Eigenspannkraft für eine zuverlässige und dauerhafte Fixierung der bis zu 11 eingelegten Kabel. Das System eignet sich besonders für zeitkritische Projekte, Nachträge und Bereiche, in denen klassische Trassenmontage zu aufwendig wäre. Aus der leichten Installation resultiert eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit als bei herkömmlichen Systemen.

Firma: Schnabl Stecktechnik
www.schnabl.works



Quelle: Cincoze

INFORMATIONSTECHNIK

Leistungsstark und skalierbar

Der embedded Computer MD-3000 wurde für die Maschinenebene in der smarten Fertigung entwickelt. Er bietet u. a. hohe Rechenleistung, modulare Skalierbarkeit, kompaktes Design und DIN-Rail-Montage. Er eignet sich für Edge-AI-Anwendungen in der industriellen Bildverarbeitung, z. B. für robotergestützte Fertigung, Inspektionen und Messtechnik. Das System unterstützt Intel-Core-Prozessoren der 14./13./12. Generation, bis zu 96 GB DDR5-Speicher und zwei NVMe-SSDs. Das Kühlkonzept Dynamic Thermal Mechanism sorgt für einen präzisen Kontakt zwischen CPU-Kühlkörper und Gehäusedeckel.

Firma: Cincoze
www.cincoze.com/de



Quelle: Schaltbau

SCHALTANLAGEN

Kompakt und widerstandsfähig

Das Eddicy R300-Hochspannungs-Relais überträgt Leistung auf industrielle Anwendungen, bei denen während Hochspannungs- und Isolationsprüfungen alle nichtaktiven Komponenten isoliert werden müssen. Es ist für Spannungen bis zu 10 kV ausgelegt und lässt sich in verschiedene Testumgebungen einbinden. Das robuste und langlebige Modul kann Dauerströme bis 25 A schalten und ist in 1- und 2-poliger Ausführung erhältlich.

Firma: Schaltbau
schaltbau.com/de



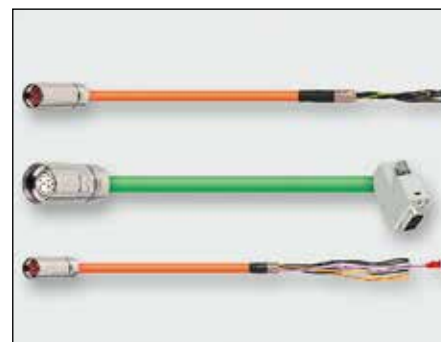
Quelle: Pluggit

LÜFTUNGSTECHNIK

Automatisierte Entlüftung

Das System zur kontrollierten Entlüftung von Kellerräumen besteht aus dem Rohrventilator PEV-100T, einem robusten Edelstahlurm und der smarten Entfeuchtungssteuerung PLS1000. Letztere ist das Herzstück der Anlage und misst kontinuierlich die absolute Luftfeuchtigkeit im Innen- und Außenbereich. Die Lüftung wird nur dann aktiviert, wenn die Außenluft trockener ist als die Kellerluft. Das schützt vor Feuchteschäden und Schimmel.

Firma: Pluggit
www.pluggit.de



Quelle: Friedrich Lütze

KABEL UND LEITUNGEN

Konfektionen für Servoantriebe

Der Hersteller bietet konfektionierte Leitungen für SEW-Antriebstechnik an: Motorleitungen für SEW-CMP-Servomotoren, Feedbackleitungen für SEW-Movidrive sowie OCT-Motorleitungen für SEW-Moviline-DDI. Passende Verlängerungskabel stehen zur Verfügung. Die Konfektionen sind als hochflexible PUR-Ausführung für dynamische Anwendungen, u. a. in Energieführungsketten oder als PVC-Variante für die feste Verlegung erhältlich.

Firma: Friedrich Lütze
www.luetze.com/de-de



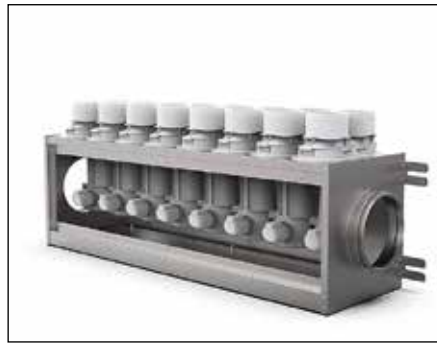
Quelle: Kontron

INFORMATIONSTECHNIK

Industrie-PC für die Hutschiene

Der leistungsstarke, Linux-basierte Industrie-PC AL Pi-Tron CM5 ist für die Montage auf einer 35-mm-DIN-Schiene ausgelegt und ermöglicht so eine Integration in bestehende Steuerungssysteme. Neben dem kompakten Design bietet das Modul eine Vielzahl an industrietauglichen Kommunikationsschnittstellen: Ethernet, USB, serielle Schnittstellen wie RS232 und RS485 sowie CAN FD. Für eine Anpassung an individuelle Anforderungen kann auch WLAN und Bluetooth genutzt werden. Der interne FRAM-Speicher ermöglicht Schreibzeiten von unter 100 ns und unterstützt bis zu 10^{14} Schreib-/Lese-Zyklen.

Firma: Kontron
www.kontron.de



Quelle: Systemair

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG

Raumweise Lüftung

Das Lüftungssystem RAV-Control regelt den Luftvolumenstrom vollautomatisch und raumweise, woraus maximale Energieeffizienz und optimale Raumluftqualität resultieren. Dies wird durch sensorgeregelte Volumenstromklappen realisiert, die Temperatur, Luftfeuchtigkeit sowie optional CO₂- und VOC-Werte messen. Da kein Luftüberstrom zwischen den Räumen notwendig ist, entstehen weder Zugerscheinungen noch störende Luftgeräusche. Auch die Planung und Installation gestalten sich einfach: Aufwändige Kanaldimensionierungen entfallen, die Luftmengen justieren sich bei der Inbetriebnahme automatisch.

Firma: Systemair
www.systemair.de



Quelle: Q3 Energie

SCHUTZMASSNAHMEN

Schaltelement für PV-Anlagen

Die AC-Anschlussbox verbindet Photovoltaik-Wechselrichter mit dem Netzanschlusspunkt oder der Trafostation – maßgeschneidert für die Anforderungen im privaten Bereich sowie im Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbereich. Sie übernimmt die zentrale Verteilung, Absicherung und den Überspannungsschutz im Wechselstrombereich. Je nach Ausführung umfasst dies folgende Funktionen: Überspannungsschutz Typ 2, 1+2 oder Typ 1+2+3. Das System enthält u. a. Sicherungen, Leitungsschutzschalter und NH-Trenner, Sammelschienen und Erdungssysteme, Klemmen oder Steckverbinder.

Firma: Q3 Energie
q3-energie.de



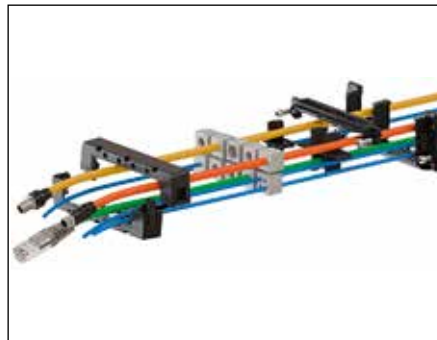
Quelle: T.Werk

SOLARTECHNIK

PV mit Begrünung

Triton flora ist ein aufgeständertes Montagesystem, das eine Begrünung von Flachdächern unter Photovoltaikanlagen erlaubt. Ein Abstand zwischen Modul und Substrat von 30 Zentimetern ermöglicht das Wachstum der Pflanzen. Kombiniert mit einem Zwischenraum von bis zu 80 Zentimetern sorgt die Einheit für ausreichend Wartungswege, um die Begrünung zu pflegen und schattenwerfende Gewächse zu entfernen.

Firma: T.Werk
t-werk.eu



Quelle: Conta-Clip

KABELTRAGSYSTEME

Flexibles Kabelmanagement

Das inverse und modulare Kabeldurchführungssystem KDSI-SR-G ist für die einfache und servicefreundliche Konfektionierung von außen nach innen geeignet. Es bietet viele Montageoptionen für Leitungen mit und ohne Stecker und ein anpassungsfähiges Kabelmanagement für Schaltschränke, Gehäuse und Maschinen. Die schraubenlos ausgeführten Rahmenhälften aus Polyamid arretieren formschlüssig per Schwalbenschwanzlösung.

Firma: Conta-Clip
www.conta-clip.com



Quelle: ETA/Schukat

ELEKTROSICHERHEIT

Thermischer Schutz

Der thermische Kombi-Schutzschalter 3120-N eignet sich für den Überlastschutz von Motoren, Pumpen, Transformatoren und Leitungen. Anwendungsbereiche sind u. a. Medizin- und Laborgeräte, Profiwerkzeuge, sowie Haushalts- und Gartengeräte. Durch den auf den Verbraucher abgestimmten Überlastschutz, der Frühauslösungen vermeidet, und durch schnelles Wiedereinschalten sichert das Modul eine hohe Verfügbarkeit.

Firma: ETA/Schukat
www.schukat.com



Quelle: Brother International

BETRIEBSAUSSTATTUNG

Beschriftung über Bluetooth

Das Beschriftungsgerät P-touch E310BT ist mit einem großen LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung ausgestattet. Die Eingabe der Beschriftung erfolgt über eine QWERTZ-Tastatur. Die Bedienung kann auch auf einem Smartphone oder Tablet über die kostenlose App Pro Label Tool vorgenommen werden. Über Bluetooth kann das gewünschte Druckbild dann auf der Einheit ausgegeben werden. Außerdem lassen sich laminierte Bänder und Schrumpfschläuche bis 18 mm Breite in 20 verschiedenen Sprachen bedrucken. Die herstellereigenen Schriftbänder sind beständig gegen Hitze, Wasser und Lichteinstrahlung.

Firma: Brother International
www.brother.de



Quelle: Solarwatt

BATTERIEANLAGEN

Stromspeicher kombinieren

Mit der Battery Vision Clusterbox können bis zu zehn Speicher zu einem Gesamtsystem kombiniert werden. Damit steigt die Kapazität auf bis zu 182 kWh. Das System koordiniert die Speicherladung zwischen einzelnen Elementen, verarbeitet die entsprechenden Netzsignale und verteilt den Strom an die einzelnen Speicher. Die modular aufgebaute Battery Vision kann in Kombination mit dem Wechselrichter Inverter Vision sowohl als AC- sowie als DC-Hybrid-Speicher installiert werden. Das Modul nimmt mit einer Leistungs-Rate von 1 C schnell viel Energie auf und gibt diese bei Bedarf auch effizient wieder ab.

Firma: Solarwatt
www.solarwatt.de



Quelle: Mitsubishi Electric Europe

FREQUENZUMRICHTER

Für zahlreiche Anwendungen

Der Frequenzumrichter FR-D800 vereint hohe Performance und Energieeffizienz, reduzierte Abmessungen sowie intuitive Funktionen, die die Auswahl, Installation und Bedienung vereinfachen. Er ist auf aktuelle Produktionsumgebungen ausgerichtet und bietet Flexibilität, Integration und Zukunftssicherheit. Das Modul ist z. B. für den Antrieb von Förderbändern, Pumpen oder Textilmaschinen geeignet. Es verfügt über eine klappbare Abdeckung zum Terminal-Block und eine integrierte Verkabelungsmöglichkeit, die den Installationsaufwand verringert. Über USB lassen sich Parameter direkt am PC einstellen.

Firma: Mitsubishi Electric Europe
de.mitsubishielectric.com/de



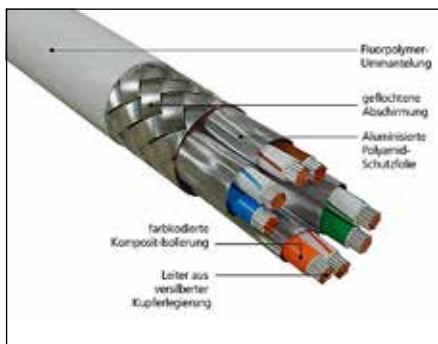
Quelle: CiK Solutions

MESSEN UND PRÜFEN

Kontrolle thermischer Prozesse

Der Bluetooth-Temperaturdatenlogger ist für die Validierung und das Monitoring von Sterilisationsprozessen geeignet. Zum Einsatz kommt das System u. a. in der Qualitätssicherung bei der Überwachung von Prozessen im Bereich Lebensmittel wie Pasteurisation. Die Module kombinieren präzise Messtechnik mit einer Bluetooth-5.0.-Echtzeitübertragung in einem Messbereich bis zu 140 °C und einer Messgenauigkeit von $\pm 0,1$ °C.

Firma: CiK Solutions
www.cik-solutions.com



Quelle: Gore

KOMMUNIKATIONSTECHNIK

Hohe Geschwindigkeiten

Die High Speed Data Cables for Ultralight Solutions vereinen mit bis zu 50 % weniger Gewicht im Vergleich zu vielen herkömmlichen Systemen eine hohe Signalintegrität, mechanische Robustheit und zuverlässige Leistung in einem kompakten Design. Die Einheiten sind in verschiedenen Konfigurationen erhältlich und erfüllen Industriestandards und Protokolle wie CAT6A-Ethernet, CAN-Bus und geschirmte Twisted Pair-Kabel.

Firma: Gore
www.gore.de



Quelle: TwinklyLedworks

BELEUCHTUNGSTECHNIK

Strahlende Weihnachten

Die für den Innen- und Außenbereich konzipierten Spheres verbinden Eleganz und Innovation mit einem 3D-Design. Jede Kugel enthält 210 RGB+W-LEDs, die über 16 Millionen Farben einschließlich Weiß bieten und zusammen mit anderen Geräten des Herstellers dreidimensionale Effekte und beeindruckende Szenen ermöglichen. Mit einem Durchmesser von 43 Zentimetern sind die Module faltbar, und lassen sich leicht verstauen.

Firma: Twinkly/Ledworks
www.twinkly.de

Überwachung geerdeter Steuerstromkreise

? Wie kann ich einen geerdeten Steuerstromkreis mit 12 bzw. 24 V überwachen? Ich möchte von der Anlage frühzeitig auf einen Isolationsfehler hingewiesen werden, bevor die Anlage durch das Auslösen einer Sicherung zum unplanmäßigen Stillstand kommt oder ein Kabelbrand entsteht. Ein normaler Isolationswächter (IMD) funktioniert ja nur in einem ungeerdeten Steuerstromkreis (IT-System), dennoch muss es doch auch eine Lösung für die geerdeten Steuerstromkreise geben. Eine perfekte Lösung habe ich bisher noch nicht gefunden. Ähnlich ist das auch mit den Notstromaggregaten. Diese sind wie eine elektrische Anlagen mit einem geerdeten Steuerstromkreis zu betrachten. Da die Hersteller in der Regel die Batterien für die Steuerung und den Anlasser verwenden, ist der Steuerstromkreis zwangsläufig über das Gehäuse mit Masse und somit mit der Erde verbunden. Ich kann mir bisher noch nicht erklären, warum die Überwachung der Steuerstromkreise vernachlässigt wird, da es bei einem Isolationsfehler durchaus zu einem Kabelbrand oder einer Fehlfunktion kommen kann. Über eine Lösung oder einen Lösungsvorschlag würde ich mich sehr freuen.

I Vorweg: Der Anfragende hat recht, es gibt für geerdete Steuerstromkreise keine allgemein anwendbaren Überwachungseinrichtungen, die frühzeitig einen Isolationsfehler erkennen können, ohne sofort abzuschalten. Für Wechselstrom-Steuerstromkreise lassen sich bedingt Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) nach DIN EN IEC 62020-1 (VDE 0663-1) [1] einsetzen. Bedingt, da in Anlagen mit hohen Ableitkapazitäten nur relativ niederohmige Isolationsfehler erkannt werden können. Siehe hierzu den Beitrag von Dipl.-Ing. Karl-Hans Kaul in ep-Ausgabe 02/2005 [2] auf den Seiten 109-113 veröffentlicht.

Hinweis. Hohe Ableitkapazitäten sollten in Steuerstromkreisen durch entsprechende „Ansteuerungen“ möglichst verhindert werden, weil sonst gegebenenfalls z. B. Schütze nicht mehr abfallen.

Isolationsfehler. Eigentlich dürften, bei einer ordnungsgemäßen Verlegung der Kabel/Leitungen, keine gravierenden Isolationsfehler auftreten. Regelmäßige wiederkehrende Prüfungen (z. B. in kürzeren Abständen als in der DGV 3 [3] gefordert) können frühzeitig

eine Reduzierung von Isolationsminderungen erkennen lassen.

Wenn das dem Anfragenden zu unsicher ist, dann muss der Steuerstromkreis als ungeerdeter Stromkreis (IT-System) ausgeführt werden. In diesem Falle kann sowohl bei Gleichspannung als auch bei Wechselspannung eine Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD) nach DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) [4] vorgesehen werden. Hierbei ist zu beachten, dass es durch einen zweiten Fehler – der auftreten kann, wenn der erste Fehler nicht schnell genug beseitigt wird – doch zu einer Abschaltung kommen wird. Zusätzlich ist zu beachten, dass für Steuerstromkreise, die für die elektrische Ausrüstung einer Maschine vorgesehen werden sollen, nach 2) von Abschnitt 9.4.3.1.3 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [5] jedoch auch im IT-System eine automatische Abschaltung beim ersten Fehler gefordert wird.

Fehlfunktionen. Auch hierbei möchte ich in erster Linie auf die DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [5] verweisen. Im Abschnitt 9.4 von DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [5] wird ausführlich beschrieben, wie dieses Problem beseitigt werden kann.

Auch die Hersteller von elektronischen Komponenten haben entsprechende Bausteine in ihrem Programm.

ep DIALOG

Liebe Abonnenten!

Wenn Sie mit technischen Problemen kämpfen, Meinungsverschiedenheiten klären wollen oder Informationen benötigen, dann recherchieren Sie in unserem Online-Archiv auf www.elektropraktiker.de. Dort finden Sie zahlreiche Antworten auf Leserfragen.

Finden Sie dort keine passende Antwort, nutzen Sie das Kontaktformular „Fachfrage“ auf unserer Internetseite oder richten Sie Ihre Fragen an: ep-Leserservice 10400 Berlin oder redaktion@elektropraktiker.de. Ist die Lösung von allgemeinem Interesse, veröffentlichen wir Frage und Antwort in dieser Rubrik.

Beachten Sie bitte: Die Antwort gibt die persönliche Interpretation einer erfahrenen Elektrofachkraft wieder. Für die korrekte Umsetzung sind Sie verantwortlich.

Ihre ep-Redaktion

Literatur

- [1] DIN EN IEC 62020-1 (VDE 0663-1):2021-10 Elektrisches Installationsmaterial – Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) – Teil 1: RCMs für Hausinstallationen und ähnliche Verwendungen.
- [2] Kaul, K.-H.: Technologien zur konstanten Isolationsüberwachung – Gegenwärtiger Stand bei den Überwachungsgeräten; Elektropraktiker, Berlin 59 (2005) 2, S. 109–113.
- [3] DGV Vorschrift 3, Unfallverhütungsvorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, vom 1. April 1979 in der Fassung vom 1. Januar 1997.
- [4] DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8):2015-12 Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 8: Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Systeme.
- [5] DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06 Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

W. Hörmann

SPDs unterschiedlicher Hersteller

? Unabhängig davon, dass eine Blitzschutzfachplaner oder Kunde den Hersteller von SPDs vorgeben kann, stellt sich die Frage, ob zwingend alle SPDs von einem Hersteller kommen müssen. Wo Typ 1 draufsteht, sollte auch Typ 1 drin sein, egal von welchem Hersteller. Wenn etwas nach den Normen gebaut wird oder es ein CE-Kennzeichen gibt, kann ich doch als Anwender davon ausgehen, dass es für den Zweck, hier Einsatz als SPD geeignet ist. Wenn Typ 1 gefordert – sollten alle SPD-Hersteller bei ihren Typ-1-Produkten die normativen Anforderungen erfüllen. Beim VDE gibt es in einer Information folgende Aussage: „Im Prinzip besteht die Möglichkeit, die ordnungsgemäße Koordination von SPDs verschiedener Hersteller durch Laborexperimente oder durch Berechnungen mit Netzwerkanalyse-Programmen zu verifizieren.“ Was soll ich da verifizieren? Was ist dran an der Forderung, dass grundsätzlich alles von einem Hersteller kommen muss?

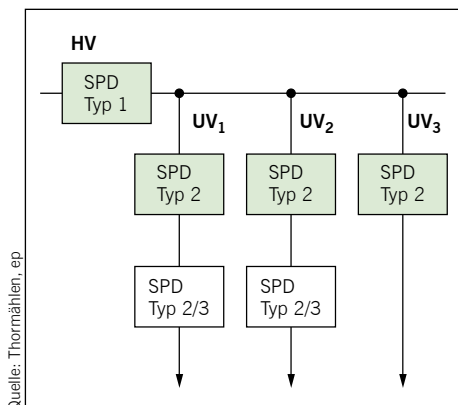
I Als allgemein anerkannte Regel der Technik ist bei der Planung und Ausführung von Blitzschutzsystemen (LPS) an baulichen Anlagen die Normenreihe DIN EN 62305-x mit ihren vier Teilen anzuwenden. Alle vier Teile wurden überarbeitet und werden sukzessiv von Oktober 2025 bis Februar 2026 in der dritten Edition herausgegeben. Wie zuvor werden die Hauptteile durch nationale Beiblätter ergänzt. Diese beschreiben nationale Besonderheiten oder Hinweise die

in internationalen Papieren unerwähnt gelassen wurden. Das nationale Normenkomitee (DKE) wacht streng darüber, dass Beiblätter nur solche Informationen enthalten, die nicht im Widerspruch zu international gültigen Papieren, hier IEC 62305-x, stehen. Der Normenteil, der sich mit dem Schutz der baulichen Anlagen und Personen beschäftigt, ist DIN EN IEC 62305-3 (VDE 0185-305-3) [1]. Dieser Teil fordert als grundlegende Brandschutzmaßnahme die Installation von Typ-1-Ableitern im Zuge des Blitzschutzpotentialausgleichs am Eintritt der jeweiligen elektrischen Versorgungsleitungen in das Gebäude. Sollen weitere elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen geschützt werden, so ist eine energetische Koordination der einzelnen Schutzstufen (Typ 1–Typ 3) vorzunehmen, siehe auch DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) [2], Anhang C.

Warum Schutzgeräte koordiniert werden müssen. In der Regel befindet sich das erste Überspannungsschutzgerät (SPD) in unmittelbarer Nähe der Einspeisung. Hier kommen Schutzgeräte vom Typ 1, sogenannte Blitzstrom-Ableiter, zum Einsatz. Die nächsten Schutzstufen (Typ 2) sind oftmals in Unterverteilungen installiert. Weitere SPDs (Typ 3) können sich dann in folgenden Stromkreisverteilungen oder im Endgerätebereich befinden (Bild 1).

Die einzelnen Überspannungsschutzgeräte sind über Leitungen miteinander verbunden. Die Leitungslängen stellen eine Impedanz dar, die die Ausbreitung der Impulsspannungen und -ströme beeinflusst. Da jede Schutzstufe ihre Funktion erfüllen soll, ist nach einem SPD Typ 1 nahe der Hauseinführung oder in der Hauptverteilung in jedem Abzweig (z. B. zu einer Unterverteilung) für das jeweils erste nachfolgende SPD Typ 2 die Koordination nachzuweisen.

Zur konkreten Frage. Eine generelle Koordination der SPD 1 zu SPD 2 ist nur bei „klas-



1 Koordination von SPDs Typ 1, Typ 2 und Typ 3

JUNG



LS TOUCH

Der innovative KNX Raumcontroller LS TOUCH wurde weiterentwickelt und bietet jetzt noch mehr Funktionen. Mit der neuen Steuerung von Split Units eignet er sich optimal für Hotelzimmer, Besprechungsräume und Büros.



JUNG.GROUP/LSTOUCH

sischen“ Funkenstrecken als SPD 1 möglich. Unter „klassischen“ Funkenstrecken sind SPDs zu verstehen, die keine speziellen Maßnahmen zur internen Triggerung oder zur Netzfolgestrombegrenzung aufweisen. Da auf dem Markt mittlerweile unterschiedliche Technologien zum Auslösen der Schutzgeräte eingesetzt werden, sind herstellerübergreifende Aussagen nicht möglich. Setzt man Geräte eines Herstellers ein, so erbringt dieser den Nachweis der energetischen Koordination seiner Schutzgeräte-Bau-reihen im Zuge des Inverkehrbringens. Eine Koordination ist dann gegeben, wenn die Vor-gaben des Herstellers von SPD 1 (Mindest-entkopplung Z_1 und Mindest-Nennstrom I_n für SPD 2) eingehalten sind ([3], Bild 1). Setzt man Geräte unterschiedlicher Hersteller ein, so ist der Nachweis der Koordination zwi-schen Typ 1 und Typ 2 in jedem Einzelfall gesondert sicherzustellen. Für Überspannungsschutzgeräte des Typ 3 gilt: In der Regel wird nach einem SPD 2 eine Verzweigung auf mehrere Leitungen vorliegen und damit eine Stromaufteilung auf mehrere SPD 3 erfolgen. Hauptaufgabe der SPD 3 ist nicht die Übernahme von Blitzteilströmen, sondern die Begrenzung relativ energieschwacher Überspannungen, die hinter SPD 2 in die Installation induziert werden. Wird eine ausreichende Entkopplung Z zu SPD 3 ein-gehalten (typisch 10 m Leitungslänge), kann von einer ordnungsgemäßen Koordination zu beliebigen SPD 3 ausgegangen werden [3].

Literatur

- [1] DIN EN IEC 62305-3 (VDE 0185-305-3):2025-10 Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.
- [2] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2011-10 Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen.
- [3] VDE-Information „Koordination von Überspannungs-schutzgeräten verschiedener Hersteller“, Ausgabe 5/2020, VDE/ABB, Frankfurt.

R. Thormählen

Symbole für Bedienelemente

Unsere Maschinenbedienelemente hatten bisher für Start/Stopp folgende Symbole: IEC 60417-5007; IEC 60417-5008. Es lassen sich weitere Symbole für Start/Stopp finden: IEC 60417-5104 sowie IEC 60417-5110A. Für bereits eingeschaltete Maschinen wollen wir einen Messvorgang starten und stoppen. Welche der Symbole wären richtig?

Die Symbolik von typischen Netztrenneinrichtungen (z. B. Lasttrennschalter, Leistungsschalter oder übliche Schalteinrichtungen) wird für Maschinen in DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [1] festgelegt. Die Anforderungen an diese Trenneinrichtung werden im Abschnitt 5.3.3 beschrieben. Neben einigen anderen Eigenschaften gilt für sie folgendes: „Trennen der elektrischen Ausrüstung von der Stromversorgung, wobei nur eine AUS-(Trenn-) und eine EIN-Stellung vorhanden ist, gekennzeichnet mit „O“ und „I“ (Symbole IEC 60417-5008 und IEC 60417-5007“. Die erwähnten Symbole werden dann in den Tabellen 2 und 3 dieser Norm dargestellt (Tabellen 1 und 2). Der Unterschied zwischen den Symbolen aus Tabellen 1 und 2 wird in DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101) [2] näher erläutert. Diese Norm trägt den Untertitel: „Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale“. Zum Symbol IEC 60417-5007 in Tabelle 1 wird beispielsweise folgendes gesagt: „EIN – Zum Kennzeichnen für das Einschalten des Netzes, zumindest an Hauptschaltern oder deren Stellungen sowie an allen Sicherheits-schaltern“

Normenauszüge

Auszüge aus DIN-VDE-Normen sind für die angemeldete limitierte Auflage wieder-gegeben mit Genehmigung 042.002 des DIN und des VDE. Für weitere Wieder-gaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin und der DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin er-hältlich sind. Und zum Symbol IEC 60417-5104 aus Ta-belle 2 heiß es: „Start (eines Vorgangs) – Zum Kennzeichnen des Bedienungselemen-tes für den Start“. Mit dem Symbol IEC 60417-5007 wird also das Netz zugeschaltet. Auf vielen Geräten wird das häufig mit „Ein“ oder „Power on“ bezeichnet. Es geht um den Netzschalter, der

Tabelle 1 Symbole für Bedienteile bezüglich der Zuschaltung und Trennung vom Versorgungsnetz entsprechen Tabelle 2 von DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [1]

Leistung			
EIN	AUS	EIN/AUS (drücken EIN/drücken AUS)	EIN (Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung)
IEC 60417-5007 (2002-10)	IEC 60417-5008 (2002-10)	IEC 60417-5010 (2002-10)	IEC 60417-5011 (2002-10)

Tabelle 2 Symbole für Bedienteile bezüglich Start und Stopp der Maschine oder Teile der Maschine, Zuschaltung und Trennung vom Versorgungsnetz entsprechen Tabelle 3 von DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [1]

Maschinenbedienung			
START	STOPP	(Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung)	NOT-Halt
IEC 60417-5105 (2006-08)	IEC 60417-5110A (2004-06)	IEC 60417-5011 (2002-10)	IEC 60417-5638 (2002-10)

1 Symbol für „EIN“ beim Zuschalten eines Teils des Betriebsmittels nach DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101), Tabelle A.1

2 Symbol für „AUS“ beim Abschalten eines Teils des Betriebsmittels nach DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101), Tabelle A.1

die gesamte Maschine/Maschinenanlage zu- oder freischaltet. Dagegen wird mit dem Symbol IEC 60417-5104 bei eingeschalteter Maschine ein Starvorgang ausgelöst.

Dementsprechend ist Symbol IEC 60417-5008 in Tabelle ① die Entsprechung zum Symbol IEC 60417-5007 und bedeutet dann natürlich „AUS“. Das Symbol IEC 60417-5110A der in Tabelle ② bildet die Entsprechung zum Symbol IEC 60417-5104. In DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101) [2] heißt es zu diesem Symbol: „Stopp – Zum Kennzeichnen des Bedienungselements oder der Anzeigeeinrichtung für das Anhalten eines aktiven Vorganges“

Damit wären die Aufgaben, die durch die Symbole, die in der Leserfrage erwähnt werden, eigentlich hinreichend beschrieben. Für die Symbolik des in der Leserfrage genannten Messvorgangs würde demzufolge nur die Symbole in in Tabelle ② infrage kommen. Da die Bezeichnung „Messvorgang starten“ aus der Leserfrage jedoch nicht völlig eindeutig ist, könnte man unter Umständen auch die Symbole IEC 60417-5264 und IEC 60417-5265 (Bilder ① und ②) in Erwägung ziehen.

Literatur

- [1] DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06 Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
[2] DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101):2008-09 Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale.

H. Schmolke

Zu „PV-Anlage auf Haus ohne Fundamenterder“

? Mit Interesse lese ich die Leserfrage [1]. Aus meiner Sicht kann der Netzbetreiber durchaus eine neue Erdungsanlage verlangen, denn es handelt sich hier um eine Anlagenveränderung. Durch das Ersetzen von Wasserleitungen des Wasserversorgers gegen Kunststoffleitungen kann die Erdung nicht mehr sichergestellt werden. Darauf hat der Energieversorger keinen Einfluss. Der Wahnsinn ist jedoch die DIN 18014, die zwei Tiefenerder gegenüberliegend von zwei Hausecken fordert. Das ist praktisch so gut wie nie möglich.

In der Leserfrage aus ep1024 [1] ging es um ein Bestandsgebäude ohne Fundamenterder, bei dem eine Photovoltaikanlage nachgerüstet wurde. Der VNB bestand Trotz eines Netzsystems TN auf die Nachrüstung einer Erdungsanlage sowie eines Überspannungsschutzes Typ 1.

TN-System. Die Leserfrage bezieht sich zunächst auf die Verwendung von Wasserrohrnetzen als Erder gemäß DIN VDE 0190 (VDE 0190):1986-05 [2]. Diese dürfen seit 01. 10. 1990 grundsätzlich nicht mehr als Erder herangezogen werden (Ausnahmen in Abschnitt 4.2.5 von DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):1991-11 [3]). Für den in ep1024 beschriebenen Fall ist dies jedoch unerheblich, da es sich um ein TN-System handelt. Das TN-System ist in DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100) [4] Bild 31 B1 definiert (Bild ①). Die Erdung des Systems wird an der Stromquelle und im Verteilernetz ausgeführt. In der Anlage bzw. an den Gebäuden der Anschlussnehmer selbst ist keine Erdung vorgesehen. Das TN-System basiert auf den Überlegungen der AEG (Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft), welche sich im Jahr 1913 mit einer Eingabe an den Verband Deutscher



UNBERECHENBARE LIEFERZEITEN?



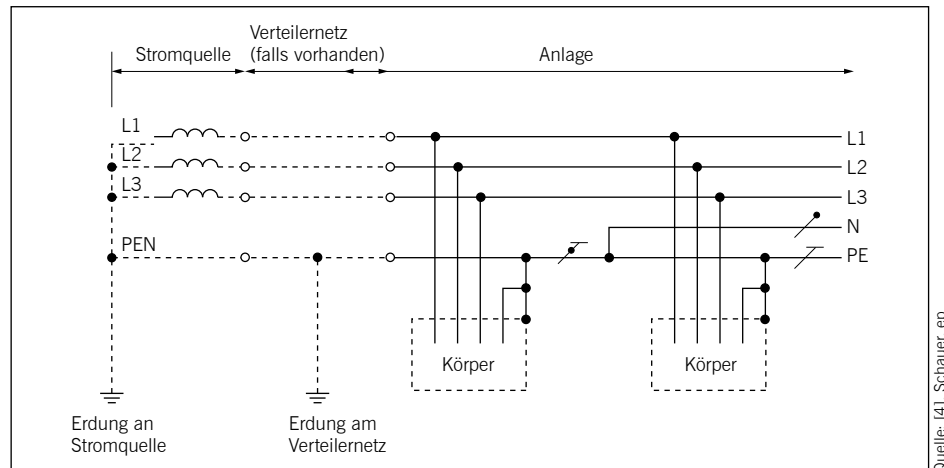
Elektrotechniker zur »Nullung« wandte [5]. Die AEG verwies dabei auf die Problematik unterschiedlicher Netzsysteme und Schutzanwendungen, welche zu zahlreichen Unfällen in elektrischen Anlagen geführt hatte. Es wurden umfangreiche mathematische und physikalische Zusammenhänge der Schutz-erdung (heute TT-System) und Nullung (heute TN-System) hinterlegt. Weiterhin verwies die AEG auch auf die „sehr kostspielige“ Ausführung von Erdungen an jedem Gebäude bei der Schutz-erdung. Bei der Nullung (das „zu schützende Konstruktionsteil wird mit dem Null- resp. Mittelleiter des Netzes verbunden“) ist die Erdung grundsätzlich nur an den Transformatoren sowie Verteilungspunkten im Netz notwendig. Vor diesem Hintergrund ist im TN-System beim Wegfall von Erdungen über die Wasserleitung keine Nachrüstung erforderlich. Eine Nachrüstpflcht ohne physikalische Notwendigkeit besteht für Erdungsanlagen nicht.

Tiefenerder. In der Leseranfrage wird noch die DIN 18014 [6] erwähnt. Im Abschnitt 6.3 wird die Anordnung von Tiefenerdern beschrieben: „Die Stab-/Tiefenerder sind vorzugsweise außerhalb der Fundamente, vorzugsweise an den diagonal gegenüberliegenden Fundamentecken zu errichten [...]“. Mit dieser Formulierung sind auch andere Ausführungen möglich.

Hinweis: Die Nachrüstung einer Erdungsanlage nach Wegfall der Erdung über eine metallische Wasserleitung ist nur im TT-System notwendig. Erdungsanlagen können beispielsweise nach DIN 18014 [6] oder DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [7] errichtet werden. Nach DIN 820 Beiblatt 3, Abs. 5 [8] sind DIN-Normen nicht die einzige, sondern nur eine Erkenntnisquelle; außerdem verbietet sich nach den Normengrundsätzen „das Anwenden einer Norm wider besseres eigenes Wissen“. Ist ein normativer Vorschlag für eine Erdung baulich nicht möglich, muss eine andere Lösung angewendet werden.

Zusammenfassung. Im TN-System ist eine Erdungsanlage im Hinblick auf den Schutz gegen den elektrischen Schlag nicht erforderlich. Der Wegfall metallischer Wasserleitungsrohre mit Erderwirkung ist daher unerheblich. Eine Nachrüstpflcht für Erdungsanlagen existiert nicht. Muss eine Erdungsanlage im TT-System und zum Schutz gegen den elektrischen Schlag nachgerüstet werden, können Vorschläge der DIN 18014 [6], der DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [7] oder andere anwendbare und sachgerechte Lösungen umgesetzt werden.

Wenn sich die Forderung der Nachrüstung einer Erdungsanlage allein aus formaljuristi-



1 Definition des TN-Systems nach DIN VDE 0100-100(VDE 0100-100) Bild 31 B1 [4]

schen Gründen ergibt, so ist dies eine Rechtsfrage. Diese darf ich als Sachverständiger nicht beantworten.

Literatur

- [1] Schauer, M.: PV-Anlage auf Haus ohne Fundamenterder; Leseranfragen, Elektropraktiker, Berlin 78 (2024) 10, S. 20–21.
- [2] DIN VDE 0190 (VDE 0190):1986-05 (**zurückgezogen**) Einbeziehen von Gas- und Wasserleitungen in den Hauptpotentialausgleich von elektrischen Anlagen; Technische Regel des DVGW.
- [3] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):1991-11 (**zurückgezogen**) Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter.

- [4] DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe.
- [5] Elektrotechnische Zeitung ETZ 35 (1914), S. 102–168.
- [6] DIN 18014:2023-06 Erdungsanlagen für Gebäude – Planung, Ausführung und Dokumentation.
- [7] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2024-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter.
- [8] DIN 820 Beiblatt 3 (Ausgabe: 2016-10) Normungsarbeit – Beiblatt 3: Hinweise und Informationen für das Erstellen, Veröffentlichen und Anwenden von Normen.

M. Schauer

ep TIPP

Neu erschienen ist die 13., aktualisierte Auflage des Handbuches Elektrotechniker-Handwerk – DIN-Normen und technische Regeln für die Elektroinstallation, herausgegeben vom Deutschen Institut für Normung (DIN) in Zusammenarbeit mit dem ZVEH.

Das Handbuch ist in die Sachgebiete Elektroinstallationstechnik; Bautechnik und Wärmetechnik; Dokumentation, Sicherheitskennzeichen, Symbole, Schutzeinrichtungen sowie allgemeine technische Vertragsbedingungen und Prüfprotokolle gegliedert.

Es bietet einen guten Überblick über den Technikstand der unterschiedlichen Teildisziplinen des Elektrotechnikhandwerks und sollte weder im Büro noch in der Werkstatt fehlen. Darüber hinaus ist es ein wichtiges Hilfsmittel für Vorbereitungskurse auf die Meisterprüfung.

E-Mobilität oder Maschine prüfen

Nach welcher Norm werden Ladegeräte für Flurförderzeuge (FFZ) geprüft?
Wir wenden für die Überprüfung regelmäßige die DIN EN 50699 (VDE 0702) an. Jedoch gibt es Fahrzeuge, die eine Zulassung nach Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) haben und aus meiner Sicht dann Elektrofahrzeuge sind. Würde das die VDE 0702 als Prüfnorm nicht ausschließen?

Es stimmt, dass Flurförderzeuge grundsätzlich als Maschinen im Sinne der Maschinenrichtlinie (MRL) 2006/42/EG gelten [1]. Nur weil sie auch ausnahmsweise auf der Straße fahren dürfen, bedeutet das aber noch nicht, dass sie in den Bereich der E-Mobilität fallen.

E-Mobilität ist zutreffend, wenn die Fahrzeuge eine EU-Typenzulassung haben und somit ein „richtiges Kennzeichen“ bekommen. Dann sind wir bei E-Mobilität mit allen Konsequen-

zen. Das wäre der Fall, wenn z. B. ein E-Radlader schneller als 20 km/h fahren dürfte. Dann wäre eine Straßenzulassung nötig und der Radlader hätte eine EU-Typenzulassung. Flurförderzeuge haben üblicherweise eine Betriebserlaubnis, mit der sie sich eingeschränkt im öffentlichen Verkehrsraum bewegen dürfen. Dies zählt dann noch nicht als E-Mobilität. Letztendlich entscheidet der Hersteller darüber, ob und welche Baureihen nach welchen Gesichtspunkten zur E-Mobilität oder zu Maschinen zählen. Das muss nicht immer logisch sein. Rein technisch gibt es z. B. für Gabelstapler eine eigene Produktnorm, die DIN EN 1175 (VDE 0117) [2], die unter der MRL harmonisiert ist. Genauso verhält es sich mit Baumaschinen mit Elektroausrüstung, da gibt es die Reihe der DIN EN 500 für bewegliche Straßenbaumaschinen.

Mittlerweile gibt es auch Baumaschinen (und vermutlich auch Flurförderzeuge), die mit einem Typ-2-Stecker geladen werden können. Auch dies macht sie nicht automatisch zu einem E-Auto. Die Ladekabel und Ladeeinrichtungen fallen dann aber unter die VDE 0122-Reihe für konduktive Ladeeinrichtungen, die Maschine selbst jedoch nicht.

Ladegeräte. Die Ladegeräte von Flurförderzeugen fallen ganz normal bei der Prüfung unter die DIN EN 50699 (VDE 0702) [3], so wurde es mir auch von Herstellern schon bestätigt. In der DIN EN 50699 (VDE 0702) [3] gibt es im Anwendungsbereich zwar die Ausnahme für „Stromrichter, z. B. AC/DC-Wandler“, jedoch wird dies von den Herstellern nicht in Anspruch genommen. Ausnahme davon sind dann Ladestationen mit Typ-2-Steckersystem, diese zählen dann zwangsläufig zur „E-Mobilität“ nach VDE 0122. Dann handelt es sich um eine normale Ladeinfrastruktur und im FFZ muss dann ein Onboard-Ladegerät vorhanden sein. FFZ-Ladegeräte weisen oft ein paar Besonderheiten bei der Prüfung auf. Gerne dürfen keine Isolationswiderstandsmessungen durchgeführt werden oder es sind höhere Schutzleiterströme als 3,5 mA zulässig. Dies ist dann in der technischen Dokumentation zu prüfen.

Literatur

- [1] Richtlinie 2006/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung).

[2] DIN EN 1175 (VDE 0117):2020-10 Sicherheit von Flurförderzeugen – Elektrische/elektronische Anforderungen.

[3] DIN EN 50699 (VDE 0702):2021-06 Wiederholungsprüfung für elektrische Geräte.

M. Lochthofen

Sicherheit bei Nutzungsänderung

? Der Anschluss von Eigenerzeugungsanlagen an vorhandene NS-Schaltgerätekombinationen ist gängige Praxis. Gemäß DIN EN 61439 handelt es sich dabei um eine Nutzungsänderung, die eine Neubewertung/Prüfung der Eigenschaften der NS-SK erfordert. Wäre es praktikabel, Teilprüfungen durchzuführen, um damit eine Neubewertung der Betriebssicherheit vorzunehmen? Kann es die Bewertung der Betriebssicherheit ermöglichen, wenn man sicherstellt, dass die Verbraucherlast der NS-SK nach Anschluss der Erzeugungseinheiten (EZE) nicht erhöht wird? Uns ist bewusst, dass die geschilderten Vorschläge



UNBERECHENBARE LIEFERZEITEN? ICH PLAN MIT 5 TAGEN!

SAVE THE DATE
light+building
08. bis 13.03.2026

So geht Ladeverteilung heute.

In 5 Minuten bestellt, in 5 Tagen auf dem Weg zu Dir. Anschlussfertige Ladeverteiler aus dem Katalog – geprüft und dokumentiert nach DIN EN IEC 61439-7.

PASSENDES PRODUKT FINDEN



ENYCHARGE. EINFACH SICHER. SICHER EINFACH.

HEINSEL

keine Bauartenprüfung ersetzen. Die Praxis zeigt, dass diese Thematik sehr selten Beachtung findet, da wegen der hohen Kosten ein Austausch vorhandener NS-SK bzw. eine erneute, normgerechte Bauartenprüfung für den Anschluss von EZE nicht stattfindet.

Nun, das ist eine komplexe Thematik. Fangen wir erstmal einfach an. Wird eine bestehende Schaltgerätekombination um ein Feld erweitert, dann muss dieses Feld allen aktuellen Regeln entsprechen. Es muss dann für dieses neue Feld eine CE-Konformität mit Bauart- und Stücknachweis nach DIN EN IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1) [1] und DIN EN IEC 61439-2 (VDE 0660-600-2) [2] für z. B. Photovoltaik-Schaltgerätekombinationen erstellt werden.

Für den bestehenden Teil der Schaltgerätekombination gilt erst einmal der Grundsatz aus der DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600) [3] Abschnitt 6.4.1.5: „Bei einer Erweiterung oder Änderung einer bestehenden Anlage muss nachgewiesen werden, dass die Änderung oder Erweiterung der Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) entspricht und die Sicherheit der neuen Anlage nicht durch die bestehende Anlage beeinträchtigt ist.“ Wie das geht, darin muss sich die VEFK des Installationsbetriebes mit dem Anlagenbetreiber einig sein. In der DIN EN IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1) [1] wird im Abschnitt 10.1 für den Bauartnachweis ein Hinweis auf ein mögliches Verfahren genannt: „Werden an einer nachgewiesenen Schaltgerätekombination Änderungen vorgenommen, muss Abschnitt 10 (Bauartnachweis) herangezogen werden, um zu überprüfen, ob diese Änderungen das Verhalten der Schaltgerätekombination beeinträchtigen. Neue Nachweise müssen durchgeführt werden, wenn eine Beeinträchtigung wahrscheinlich ist.“

Die verschiedenartigen Verfahren sind:

- Nachweis durch Prüfung;
- Nachweis durch Vergleich mit Referenzkonstruktion(en);
- Nachweis durch Begutachtung, das heißt, Bestätigung der richtigen Anwendung von Berechnungs- und Konstruktionsregeln, einschließlich dem Anwenden angemessener Sicherheitszuschläge.“

Dies kann eine komplette Neubetrachtung der ganzen Schaltgerätekombination bedeuten. Das kann aber auch bedeuten, dass sowohl VEFK des Installationsbetriebes als auch Anlagenbetreiber gemeinsam begutachten und beschließen, dass das ohne Weiteres alles okay ist. Um diese Bewertung durchführen zu können, ist es notwendig, dass von der vorhandenen Schaltgerätekombination

möglichst viel Dokumentation und technische Daten vorhanden sind. Vielleicht ist es sinnvoll, die Checkliste aus Anhang D der DIN EN IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1) [1] durchzugehen, um keine Konstruktionsmerkmale, die beeinflusst werden könnten, zu vergessen. Die Norm lässt hier Spielraum und so kann man entweder neu bauen oder jemand übernimmt Verantwortung durch Begutachtung. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass eine PV-Anlage für gewöhnlich den „ganzen Tag“ Strom produziert und damit kontinuierlich für eine Wärmebelastung sorgt. Viele uns bekannte Schaltanlagen sind darauf nicht ausgelegt.

Änderung einer bestehenden Schaltgerätekombination. Zum Glück muss eine bestehende, in einem Gebäude fest verbaute Schaltgerätekombination formal bei einer Änderung nicht erneut CE-konform erklärt werden. Sie ist ja bereits in Verkehr gebracht und wird so auch üblicherweise nicht mehr als eigenständiges Produkt erneut verkauft. Trotzdem muss natürlich gewährleistet sein, dass sie betriebssicher ist.

Das Wort „Bestandsschutz“ zieht hier in keiner Art und Weise, es handelt sich ja definitiv um eine Nutzungsänderung. Dazu kennt die DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100) [4] einen schönen Satz im Abschnitt 4.1.101: „Bei Änderung der Betriebsbedingungen, z. B. Art der Betriebsstätte (trocken, feucht, feuer- oder explosionsgefährdet), müssen die bestehenden Anlagen den jeweils gültigen Errichtungsnormen angepasst werden.“

Bei einigen unserer Nachbarländer wird dies so verstanden, dass nun eine neue Schaltgerätekombination nötig ist. Das gilt unter der Voraussetzung, dass die äußeren Parameter („Schnittstellen“) geändert werden. Wir sind der Meinung, dass das immer die sicherste Lösung ist.

Werden die Parameter der Schaltgerätekombination nicht verändert – es gibt also einen Abgang, der für die PV-Anlage geeignet ist und u. a. der Bemessungsstrom I_{NA} passt auch – dann spricht nichts gegen einen Anschluss. Um das jedoch bewerten zu können, sind auch hier wieder Dokumentation und technische Daten und Kennwerte der vorhandenen Schaltgerätekombination notwendig. Ohne diese wird der Nachweis, dass der Anschluss elektrotechnisch unbedenklich ist, nicht gelingen.

Teilprüfungen. Es ist sehr schwierig hier eine allgemein gültige Antwort zu formulieren, die nicht pauschal „nein“ zu Teilprüfungen sagt. Wenn sowohl die VEFK des Installationsbetriebes als auch der Anlagenbetreiber sich am Schluss einig sind, eine mindestens genauso

sichere Lösung gefunden zu haben, wie eine Neuanlage und dies auch begründen können: Ziel erreicht!

Auch hier sei auf die besagte Checkliste aus Anhang D von [1] verwiesen. Doch Vorsicht: „Bestehende Schaltgerätekombinationen“ bedeutet immer, dass sie nicht nach den aktuellen Normen gebaut sind. Sie sind älter und deswegen sind die konstruktiven Merkmale auch mit zunehmendem Alter schwerer vergleichbar. Für diese Bewertung braucht es dann schon einen erfahrenen Projekteur, der die betreffende Zeitspanne der Normung von Schaltgerätekombinationen kennt und umsetzen kann.

Von der bestehenden Schaltgerätekombination müssen die Kennwerte der Bauteile und Dokumentationen auch bekannt sein. Natürlich im Optimalfall die Planungen und Berechnungsgrundlagen.

Im Grunde können hier auch sinngemäß die drei Nachweisverfahren so eingesetzt werden, wenn sie denn können.

Es ist zu empfehlen, sich eine sinnvolle Strategie zu entwickeln, um bestehende Schaltanlagen zu bewerten. Dabei kann es sich durchaus um ein mehrstufiges Konzept handeln, dass aus Begutachtung, Berechnung und (messtechnischen) Prüfungen besteht und sich sinnvoll orientiert. Bei einer Altanlage ohne ausreichende Dokumentation und technische Daten steigt für den Anfragenden das Risiko der Haftung, wenn es zu einem nicht gewünschten Ereignis mit Bezug auf den Anschluss der PV-Anlage kommt.

Gleichbleibende Verbraucherlast. Die gleichbleibende Verbraucherlast der Schaltgerätekombination ist nicht zwingend gleichzusetzen mit dem zu transportierenden Strom durch die Schaltgerätekombination. Bei kleiner Verbrauchslast aber großer Leistung der PV-Anlage wird der überschüssige erzeugte Strom bei Netzurückspeisung durch die Schaltgerätekombination in das Netz des Energieversorgers geleitet. Somit ergibt sich ein höherer Strom durch die Schaltgerätekombination bei gleichbleibender Verbraucherlast.

Literatur

- [1] DIN EN IEC 61439-1 (VDE 0660-600-1):2021-10 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen.
- [2] DIN EN IEC 61439-2 (VDE 0660-600-2):2021-10 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 2: Energie-Schaltgerätekombinationen.
- [3] DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2017-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen.
- [4] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2015-10 Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen.

M. Lochthofen; C. Bast

Praktiker-Seminare 2026

MEBEDO Akademie

Fundiertes Fachwissen, Regelwerke und Normen transparent und praxisnah zu vermitteln ist ein Ziel der maßgeschneiderten Seminare der MEBEDO Akademie GmbH. Das bescheinigen auch die offiziellen Zertifizierungen nach ISO 21001 – „Managementsysteme für Bildungsorganisationen“ sowie ISO 9001. Die 50 eigenen Fachdozenten sind bundesweit in der elektrotechnischen Aus- und Weiterbildung unterwegs. Das MEBEDO-Team freut sich auf Sie! www.mebedo-ac.de

PRO-EL Akademie

Lassen Sie sich von der innovativsten und fortschrittlichsten Elektrosicherheits-Akademie überzeugen. Nehmen Sie an einer Messtechnikschulung teil und arbeiten Sie mit den neuesten Mess- und Prüfgeräten der verschiedensten Hersteller unter absolut realen Bedingungen. Jede Schulung in der PRO-EL Akademie ist ein methodisch-didaktisches Feuerwerk, das Sie auf keinen Fall verpassen sollten. www.pro-el.de

ASI Akademie für Sicherheit

Die ASI Akademie für Sicherheit bietet Ihnen qualifizierte, aktuelle und praxisbezogene Aus- und Weiterbildungen für alle Verantwortlichen aus dem Bereich Elektrosicherheit – von der EuP, EfKfT, EFK bis zur VEFK an! Zu allen wichtigen Teilbereichen und Spezialthemen in der Elektrosicherheit bieten wir die passenden Intensiv-Seminare, Workshops, Online-Schulungen, Lehrgänge, Tagungen, Inhouse-Schulungen sowie einen Beratungsservice an! Wir freuen uns auf Sie. Jetzt Teilnahme sichern. www.asi-seminare.de/elektrosicherheit



**1 Jahr
epPLUS inklusive!***

Lehrgangs-Nr.	Name des Seminars, Termine und Ort	Preis*
Messen und Prüfen		
M02 (MEB)	Prüfung ortsveränderlicher Geräte – Fachkundeerhalt Präsenz Berlin: 15.01. Hamburg: 05.02. 19.02. 16.04. 11.06. 25.06. Montabaur: 29.01. 16.04. 25.06. München: 12.02.	549,00 €
M03 (MEB)	Prüfung ortsveränderlicher Geräte – Grundlagenseminar Präsenz Berlin: 13.–14.01. Hamburg: 03.–04.02. 17.–18.02. 09.–10.06. Montabaur: 27.–28.01. 24.–25.02. 24.–25.03. 14.–15.04. 28.–29.04. 12.–13.05. 23.–24.06. München: 27.–28.01. 17.–18.02.	849,00 €
PS-02 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen elektrischer Betriebsmittel nach VDE 0701 und 0702 Präsenz Meschede: 29.01. 30.04. 23.06.	465,00 €
M05 (MEB)	Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen nach VDE 0100 Präsenz Berlin: 03.–04.02. 19.–20.05. 27.–28.05. 09.–10.06. Hamburg: 20.–21.01. Künzelsau: 03.–04.03. Montabaur: 13.–14.01. 10.–11.02. 24.–25.02. 17.–18.03. 07.–08.04. 28.–29.04. München: 10.–11.02.	849,00 €
M05.1 (MEB)	Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen – Fachkundeerhalt Präsenz Berlin: 05.02. Hamburg: 22.01. Montabaur: 15.01. 09.04.	549,00 €
M05.3 (MEB)	Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen – Brandschottungen Präsenz Montabaur: 26.02. 25.06.	549,00 €
EP-PEA (ASI)	Prüfung elektrischer Anlagen, Geräte und Maschinen Präsenz bei München: 09.–10.06. Dortmund: 28.–29.04. Leipzig: 25.–26.03. Online 24.–25.02. 19.–20.05.	995,00 € 995,00 €
M06 (MEB)	Prüfung elektrischer Anlagen und Geräte – Fachkundeerhalt Präsenz Montabaur: 17.–18.02. 30.06.–01.07.	849,00 €

* In den Seminargebühren ist 1 Jahresabo epPLUS inklusive. Dieses beinhaltet 12 Ausgaben ep ELEKTROPRAKTIKER, Zugang zum Online-Archiv, dem Online-Normendienst sowie dem E-Paper als PDF, Blätter-PDF und App.

Terminübersicht von Januar bis Juni 2026.

Nehmen Sie Ihre Weiterbildung selbst in die Hand!

Lehrgangs-Nr.	Name des Seminars, Termine und Ort	Preis*
Messen und Prüfen		
M10 (MEB)	Prüfung elektrischer Geräte, Maschinen und Anlagen Präsenz Berlin: 17.–20.03. 23.–26.06. Montabaur: 03.–06.02. 03.–06.03. 24.–27.03. 21.–24.04. 19.–22.05. 09.–12.06.	1.250,00 €
PS-18 (PE)	Workshop Messen und Prüfen von elektrischen Anlagen, Maschinen und Betriebsmittel nach VDE 0100-600, 0113-1 und 0701-0702 Präsenz Meschede: 09.02. 21.04.	465,00 €
EP-PM (ASI)	Prüfung von Maschinen nach EN 60204-1 (VDE 0113-1) und VDE 0105-100 Präsenz bei Frankfurt am Main: 02.–03.06.	995,00 €
M07 (MEB)	Prüfung elektrischer Ausrüstung von Maschinen – Grundlagen Präsenz Hamburg: 30.06.–01.07. Künzelsau: 21.–22.04. Montabaur: 20.–21.01. 05.–06.02. 17.–18.03. 31.03.–01.04. 16.–17.06. München: 16.–17.06.	849,00 €
M09 (MEB)	Prüfung elektrischer Anlagen und Maschinen – Fachkundeerhalt Präsenz Montabaur: 24.–25.02. 05.–06.05.	849,00 €
PS-01 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen elektrischer Anlagen nach VDE 0100-600 und VDE 0105-100 Präsenz Meschede: 13.01. 26.02. 08.04. 04.05. 22.06.	465,00 €
PS-03 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen elektrischer Maschinen n. VDE 0113-1 und VDE 0105-100 Präsenz Meschede: 06.02. 02.04.	465,00 €
EP-PDC (ASI)	Prüfung von DC-Ladestationen und Hyperchargern Präsenz Nähe Dortmund: 08.04. Online 25.06.	695,00 € 695,00 €
EP-PEL (ASI)	Prüfung von AC-Ladestationen und Ladekabeln Präsenz Nähe Dortmund: 07.04. Online 24.06.	695,00 € 695,00 €
M19 (MEB)	Prüfung von Ladesäulen und Ladekabeln (e-Mobility) Präsenz Hamburg: 23.–24.06. Künzelsau: 23.–24.06. Montabaur: 07.–08.04. 05.–06.05. 16.–17.06. München: 19.–20.05.	849,00 €
M19.1 (MEB)	Prüfung von Ladesäulen und Ladekabeln – Fachkundeerhalt Präsenz Künzelsau: 25.06. München: 21.05.	549,00 €
PS-05 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen von DC-Ladeeinrichtungen Präsenz Meschede: 21.05.	465,00 €
PS-09 (PE)	Elektromobilität – Praxisseminar zum Prüfen von Ladestationen, Wallboxen und Ladekabeln Präsenz Meschede: 12.03. 11.06.	465,00 €
EP-PPV (ASI)	Prüfung von elektrischen Photovoltaikanlagen Präsenz Nähe Dortmund: 07.05. Online 24.03. 23.06.	695,00 € 695,00 €
M05.4 (MEB)	Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen – Photovoltaikanlagen Präsenz Berlin: 21.05. 11.06. Hamburg: 12.05. Künzelsau: 05.03. Montabaur: 12.02. 19.03. 26.03. 09.04. 30.04. 27.05. 18.06.	549,00 €
PS-07 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen von Photovoltaikanlagen Präsenz Meschede: 22.04.	465,00 €
EP-PL (ASI)	Prüfung von Lichtbogenschweißeinrichtungen nach EN 60974-4 (VDE 0544-4) mit Praxisworkshop Online 23.03. 27.04.	695,00 €
PS-06 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen von Lichtbogenschweißeinrichtungen nach VDE 0544-4 Präsenz Meschede: 07.04.	465,00 €
PS-04 (PE)	Praxisseminar zum Prüfen elektrischer medizinischer Betriebsmittel nach VDE 0751-1 Präsenz Meschede: 13.04.	465,00 €
M15 (MEB)	Prüfung von Stromerzeugern auf elektrische Sicherheit Präsenz Montabaur: 03.–05.03. 05.–07.05. 30.06.–02.07.	949,00 €

Lehrgangs-Nr.	Name des Seminars, Termine und Ort	Preis*
Elektrosicherheit		
E07 (MEB)	Neuerungen von Normen und Regelwerken in der Elektrotechnik	
	Präsenz Montabaur: 12.02. 10.03. 31.03. 25.06.	495,00 €
	Online 13.01. 19.02. 05.03. 15.04. 06.05. 20.05. 01.06.	395,00 €
EP-GE1 (ASI)	Grundlagen Elektrotechnik – Modul 1 Basiswissen	
	Präsenz Köln: 17.–18.06.	1.095,00 €
	Online 04.–05.05.	1.095,00 €
EP-GE2 (ASI)	Grundlagen Elektrotechnik – Modul 2 Elektrotechnische Sicherheit	
	Präsenz Köln: 19.06.	595,00 €
	Online 06.05.	595,00 €
EP-KI (ASI)	KI in der Elektrotechnik: Einsatzmöglichkeiten und Werkzeuge	
	Online 12.03. 02.06.	795,00 €
EP-GE (ASI)	Gefährdungsbeurteilung in der Elektrotechnik	
	Präsenz bei Düsseldorf: 23.–24.03. bei Frankfurt am Main: 10.–11.06.	995,00 €
R15 (MEB)	Gefährdungsbeurteilung aus Sicht der Elektrotechnik	
	Präsenz Montabaur: 11.06.	695,00 €
	Online 17.03. 19.05.	595,00 €
E06 (MEB)	Jahresunterweisung Elektrofachkräfte/Anlagenverantwortliche	
	Präsenz Künzelsau: 16.04. Montabaur: 13.01. 28.01. 02.04. 07.05. 11.06.	349,00 €
E06 1/2 Tag (MEB)	Jahresunterweisung Elektrofachkräfte/Anlagenverantwortliche	
	Online 07.01. 19.01. 26.01. 06.02. 16.02. 20.02. 02.03. 20.03. 30.03. 17.04. 27.04. 11.05. 01.06. 08.06. 11.06. 22.06.	195,00 €
EP-JEK1 (ASI)	Jahresunterweisung für Elektrofachkräfte zum Erhalt der Fachkunde – Modul 1 und Modul 2	
	Online 20.03.	278,00 €
EP-JEK2 (ASI)	Jahresunterweisung für Elektrofachkräfte zum Erhalt der Fachkunde – Modul 3 und Modul 4	
	Online 24.03.	278,00 €
EP-JUE (ASI)	Jahresunterweisung für Elektrofachkräfte (EFK) zum Erhalt der Fachkunde	
	Präsenz bei Stuttgart: 19.06. Wiesbaden: 30.04.	595,00 €
PS-12 (PE)	Jahresunterweisung Elektrofachkräfte (EFK)	
	Präsenz Meschede: 21.01. 27.05.	465,00 €
PS-13 (PE)	Jahresunterweisung für elektrisch unterwiesene Personen (EuP)	
	Präsenz Meschede: 19.03.	465,00 €
PS-14 (PE)	Jahresunterweisung Schaltberechtigung	
	Präsenz Meschede: 11.02. 30.06.	465,00 €
EP-EF (ASI)	Die verantwortliche Elektrofachkraft in der betrieblichen Praxis	
	Präsenz bei Würzburg: 05.–06.05. Leipzig: 18.–19.03.	1.095,00 €
	Online 24.–25.02. 14.–15.04. 10.–11.06.	1.095,00 €
EP-EFK (ASI)	Erhalt der Fachkunde für die verantwortliche Elektrofachkraft (VEFK)	
	Online 04.03. 06.05. 09.06.	695,00 €
R02 (MEB)	VEFK – Verantwortliche Elektrofachkraft – Grundlagenseminar	
	Präsenz Montabaur: 20.–21.01. 10.–11.02. 03.–04.03. 24.–25.03. 21.–22.04. 19.–20.05. 09.–10.06. 23.–24.06.	1.095,00 €
	Online 13.–14.01. 24.–25.02. 28.–29.04. 16.–17.06.	995,00 €
R03 (MEB)	VEFK – Verantwortliche Elektrofachkraft – Fachkundeerhalt	
	Präsenz Montabaur: 03.02. 18.03. 15.04.	795,00 €
	Online 15.01. 26.02. 30.04. 18.06.	695,00 €
E01+M03 (MEB)	EuP – Elektrotechnisch unterwiesene Person – Prüfen	
	Präsenz Montabaur: 13.–15.01. 16.–18.06.	849,00 €
E03 (MEB)	Elektrotechnisch unterwiesene Person – Jahresunterweisung	
	Präsenz Montabaur: 12.03. 24.06.	349,00 €
	Online 17.02. 19.05.	295,00 €
PS-10 (PE)	Ausbildung zur elektrisch unterwiesenen Person (EuP)	
	Präsenz Meschede: 18.–19.02. 24.–25.06.	930,00 €

Terminübersicht von Januar bis Juni 2026.

Nehmen Sie Ihre Weiterbildung selbst in die Hand!

Lehrgangs-Nr.	Name des Seminars, Termine und Ort	Preis*
Elektrosicherheit		
E04 (MEB)	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten – Allgemeine Fachtheorie	
	Präsenz Montabaur: 26.–30.01. 20.–24.04. 18.–22.05. 29.06.–03.07.	1.350,00 €
	Online 19.–23.01. 13.–17.04. 22.–26.06.	1.350,00 €
EP-ET1 (ASI)	Ausbildung zur Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKfft) – Grundmodul	
	Präsenz bei Frankfurt am Main: 16.–20.03.	1.110,00 €
	Online 08.–11.06.	1.110,00 €
EP-ET2 (ASI)	Fachmodul zur Ausbildung Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKfft)	
	Präsenz bei Frankfurt am Main: 13.–17.04. Hannover: 15.–19.06.	1.195,00 €
EP-SB (ASI)	Schaltberechtigung an elektrotechnischen Anlagen von 1 kV bis 36 kV mit Schalttraining	
	Präsenz bei Dortmund: 25.–26.03. 01.–02.07. bei Köln: 25.–26.02. bei Saarbrücken: 19.–20.05.	995,00 €
R08 (MEB)	Betreiben von elektrischen Prüfplätzen und Prüfanlagen	
	Präsenz Montabaur: 23.04. 18.06.	695,00 €
Sonstiges		
E10 (MEB)	Spezialausbildung zum Arbeiten unter Spannung (AuS)	
	Präsenz Berlin: 21.–22.04. Hamburg: 05.–06.05. Künzelsau: 27.–28.01. Montabaur: 20.–21.01. 17.–18.02. 10.–11.03. 22.–23.04. 26.–27.05. München: 09.–10.06.	895,00 €
E11 (MEB)	Arbeiten unter Spannung (AuS) – Jahresunterweisung	
	Präsenz Berlin: 23.04. Hamburg: 07.05. Künzelsau: 29.01. 21.05. Montabaur: 22.01. 28.05. München: 11.06.	695,00 €
EP-AS (ASI)	Arbeiten unter Spannung (AuS)	
	Präsenz Mainz: 05.–06.03.	995,00 €
EP-AUS (ASI)	Jährliche Sicherheitsunterweisung für das Arbeiten unter Spannung (AuS)	
	Präsenz Mainz: 05.03.	595,00 €
PS-15 (PE)	Spezialausbildung „Arbeiten unter Spannung“ Theorie und Praxis	
	Präsenz Meschede: 26.–27.03. 03.–04.06.	930,00 €
E12 (MEB)	Schaltbefähigung in Mittelspannungsanlagen (1–36 kV)	
	Präsenz Montabaur: 20.–21.01. 17.–18.02. 10.–11.03. 14.–15.04. 19.–20.05. 27.–28.05. Moosburg: 20.–21.01. 24.–25.02. 19.–20.05. 16.–17.06.	895,00 €
E13 (MEB)	Mittelspannungs-Schaltbefähigung – Jahresunterweisung	
	Präsenz Montabaur: 22.01. 12.03. 16.04. 21.05. Moosburg: 22.01. 26.02. 21.05. 18.06.	695,00 €
EP-MSP (ASI)	Instandhaltung in der Mittelspannung bis 36 kV	
	Präsenz bei Köln: 18.–19.03.	995,00 €
PS-11 (PE)	Ausbildung zur Schaltberechtigung	
	Präsenz Meschede: 14.–15.04.	930,00 €
PS-08 (PE)	Elektromobilität – Planung, Installation und Last-/Lademanagement von Ladestationen und Wallboxen	
	Präsenz Meschede: 04.03.	465,00 €
R09 (MEB)	Explosionsschutz im Bereich der Elektrotechnik – Grundlagenseminar	
	Präsenz Montabaur: 28.01. 21.04.	695,00 €

In Kooperation mit:



MEBEDO Akademie GmbH, Montabaur (MEB)



PRO-EL GmbH, Arnsberg (PE)



ASI Akademie für Sicherheit, Wiesbaden (ASI)

Weitere Seminare und Anmeldung unter:
www.elektropraktiker.de/praktiker-seminare

Stand Oktober 2025, Änderungen vorbehalten.

Umgang mit Anlagendaten, wenn die KI analysiert

Welchen Daten vertraut werden kann

Stellen Sie sich vor: Sie investieren in eine moderne Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher, erwarten präzise Daten über die Energieflüsse und erhalten von verschiedenen Systemen unterschiedliche Ergebnisse. Der Abrechnungszähler sagt dies, die App eines Monitoringsystems sagt das und die Monitoring-Daten des Webbrowsers an einigen Stellen wieder etwas anderes. Was zunächst wie ein technischer Albtraum klingt, wurde in diesem Fall zu einer inspirierenden Arbeit. Der Beitrag fasst den Inhalt mehrerer Vortragsveranstaltungen zum KI-Einsatz im Sachverständigenbüro zusammen.



Quelle: Welke

Diesem Fachbeitrag geht ein vor Gericht verhandelter Streitfall voraus, bei dem sich der Betreiber einer PV-Anlage benachteiligt fühlte, weil er vermutete, dass der Energiefluss in der Installation seines Einfamilienhauses zu Lasten des Netzbezuges geht, obwohl der Ladezustand des Speichers/der Batterie dies möglichst vermeiden sollte. Er beschrieb Unterschiede an drei Tagen im Februar und März 2024, die er beim Vergleich der Werte des Energiezählers, der App des Monitoring-

systems und der Monitoring-Daten in der Webbrowser-Ansicht ausmachte. Auf Basis dieser Unterschiede fertigte der Anlagenbetreiber eine Hochrechnung für die gesamte geförderte Nutzungsdauer von 20 Jahren an. Da hierbei die Grenze des Streitwertes von 5 000 € überschritten wurde, ging die Zuständigkeit für das Verfahren an das entsprechende Landgericht.

Begutachtung der Installation im Haus

Um die Anlage zu begutachten, wurde in die Hausverteilung direkt nach dem Zähler ein Dreiphasen-Datenlogger eingebaut, der 20 Tage mit einer Abtastrate von 8 000 Samples/Sekunde einen Datensatz mit etwa 20 elektrischen Größen je Außenleiter aufzeichnete

und somit das tatsächliche Lastprofil des Haushaltes.

Die exportierten Monitoring-Daten wurden innerhalb der Messperiode den Messdaten und den abgelesenen Werten des Abrechnungszählers gegenübergestellt. Dabei wurden systematische Abweichungen erkannt. Es stellte sich heraus, dass das Monitoring die Bezugsenergiemenge um gut 30 % gegenüber des Abrechnungszählers unterschätzt. Aufgrund der hohen Abtastrate des Dreiphasen-Datenloggers lassen sich Netzqualitätsauswertungen bis zur 40. Harmonischen vornehmen und für alle Außenleiter individuell der THD (Total Harmonic Distortion) bestimmen und aufzeichnen. Eine Gegenüberstellung mit dem zeitlichen Wirkleistungsverlauf hat Auffälligkeiten ergeben und gezeigt, dass bei einer Last unterhalb von 300–400 W (typisch in der Nacht) die Kurvenform des Stroms weit weg vom 50-Hz-Sinus war, was auf einen sehr starken Einfluss nichtlinearer Verbraucher hinweist. Die Quelle dieser Störaussendung konnte aus den Messdaten jedoch nicht ermittelt werden. Zudem wurde eine Asymmetrie bei der Regelung der drei Außenleiter bei der Rückspeisung aus der Batterie ins Hausnetz festgestellt.

Da beide Beobachtungen Einfluss auf die Qualität der tatsächlichen Wirkleistungserfassung bei 50 Hz und der Zählung der Bezugsenergiemenge haben können, sind die Auswirkungen in die Ursachenfindung mit einzubeziehen.

Sensible Geräte, die die Netzqualität rudimentär prüfen, können Funktionsstörungen zeigen oder den Dienst verweigern. Auch die Effizienz, wie viel der insgesamt bereitgestellten Leistung tatsächlich in nützliche Arbeit umgewandelt wird, ist ein wichtiges Maß für die Beurteilung der Energieeffizienz der Batteriesysteme.

Daten auswerten unter Zuhilfenahme der KI

Die Auswertung der Daten erfolgte zunächst mittels Excel lokal auf einem Notebook. Da es in diesem Fall auf das Erkennen von unerwarteten Betriebszuständen und Anomalien ankam, wurden vier frei verfügbare KI-Werkzeuge genutzt, um aus den Daten die Betriebszustände abzuleiten, die Datenstruktur zu erkennen und Zugriffs-Skripte zu erstellen. Um die Vertraulichkeit der Monitoring- und Mess-Daten zu gewährleisten, musste verhindert werden, dass die hierfür verwendeten KI-Werkzeuge auf die gesamten Zeitreihendatensätze zugreifen. Nicht alle Datensätze dürfen extern (außerhalb der Kontrollmöglich-

Autor

Dipl.-Ing. Wilhelm Uhlenberg ist seit über 30 Jahren als Sachverständiger in den Bereichen IT (Automatisierung) und Photovoltaik tätig, Schwaförden.

keiten des Sachverständigen) interpretiert und ausgewertet werden.

Es ist zu bedenken, dass Zeitreihen zusammen mit Wetteraufzeichnungen einen Rückschluss auf den Entstehungsort zulassen. Deshalb habe ich zunächst Musterdateien geschaffen, die den Kern der Datenstruktur (die Feldbezeichner) im ersten Datensatz enthielten und anschließend die Datensätze einer typischen Stunde mit mittlerem Leistungsumsatz aus den Real-Datensätzen übertrugen. Diesen „Muster-Ausschnitt“ der Realdaten nutzte ich, um damit die KI-Tools über den Prompt anzuweisen, Programm-Code zu erzeugen, der sich in einer Python-Laufzeitumgebung im eigenen Büro- bzw. Labor-Umfeld auf einem Linux-basierten Rechner (auch virtuelle Maschinen oder Docker-Container eignen sich) ausführen lassen sollte und dabei die Datenstruktur und Wertebereiche beachten. Dieser Programm-Code wird jeweils als Script (Python) bezeichnet. Das jeweilige Aufgaben-Script wird zur Ausführungszeit die aufgezeichneten Gesamtdaten aus mehreren CSV-Dateien (CSV; Comma Separated Values) einlesen, die Zeitreihen auf gemeinsame Zeitintervalle zusammenführen und die gewünschten Analyse Kriterien innerhalb der geladenen Datenmatrix, die der Mess- bzw. Erfassungsperiode entspricht, auswerten. Die Ergebnisse werden dann in Textform von dem Python-Script ausgegeben, der in einem Bericht weiterverarbeitet werden könnte.

Ganz entscheidend ist, ob den Ausgabe-Resultaten vertraut werden kann. Es ist nach meinen Erfahrungen aus allen Textläufen verschiedener Aufgaben-Scripte eine kritische Kontrolle mit konventionellen Mitteln notwendig. Die vier verschiedenen KI-Werkzeuge streuten in der Qualität des generierten Programm-Codes (der für die Resultatausgabe verantwortlich war), sodass eine blinde Übernahme der Auswerte-Ergebnisse keinesfalls zu empfehlen ist. Einige Scripte waren korrekt, einige teilweise korrekt, mehrere wiesen nicht nachvollziehbare und falsche Resultate aus. Bei einem KI-Tool war das erzeugte Script syntaktisch schon fehlerhaft, sodass eine Ausführung der Auswerteschleifen auf dem lokalen Rechner nicht stattfinden konnte. Es ist zu empfehlen, den Python-Code ebenfalls lesen und verstehen zu können und nicht nur die Energieflusszusammenhänge zu verstehen.

Die Korrektheit der Resultate kann nur dann gewährleistet werden, wenn parallel zur Script-Ausführung mit einem alternativen oder klassischen Verfahren (z. B. Excel) kontrolliert und abgeglichen wird. Eine Kontrolle kann Abweichungen zu den KI-Resultaten erken-

nen, allerdings bleibt dennoch eine gewisse Unsicherheit, ob die Ergebnisse aufgrund von Fehlern in der Herleitung beeinträchtigt sind. Beim Einsatz der KI-Tools lassen sich zudem oftmals Herleitungen, Zwischenschritte und Quellenauswahl nicht vollends nachvollziehen oder gar vorgeben.

Im Ergebnis bedeuten Kontrollschleifen also erst einmal mehr Arbeit, statt weniger Arbeit bei der Auswertung.

Auswertung der Daten

Bei der Auswertung der Daten konnte eine erhebliche Abweichung bei der Erfassung der Energiemengen des 3. Außenleiters (L3) festgestellt werden, wodurch die angezeigten und gespeicherten Bezugsmengen des Monitoringsystems zu gering ausfielen. Hingegen waren die Einspeisemengen im Monitoringportal geringfügig größer erfasst als am Abrechnungszähler. Beide Feststellungen können erklären, weshalb die dreiphasige Regelung der Rückspeisung der Energie vom Hybridwechselrichter aus der Batterie in den Haushalt nicht optimal verlief.

Die tatsächlich bislang abgerechneten Bezugsmengen lassen jedoch keinen Rückschluss auf einen monetären Schaden zu. Bilanziell wurden jedes Jahr knapp 60 % des Haushaltsbedarfes über Sonnenenergie direkt oder indirekt abgedeckt. Der durchschnittliche Jahresbezug von 420 kWh beim aktuellen Nutzungsprofil entsprach 2024 einem Wert von etwa 150 €. Saisonale Schwankungen von ± 15 % sind bei den Energiemengen zu erwarten. Somit ist die Hochrechnung des Nutzers in sich nicht plausibel, da selbst die Vorgaben des Nutzers nur einen maximalen monetären Aufwand von etwa 3 000 € in 20 Jahren erwarten lassen, was allerdings keine Schadenssumme darstellt.

Zusammenfassung und Bewertung

Die systematischen Abweichungen zwischen dem Monitoringsystem und Abrechnungszähler über mehr als ein Jahr zeigen uns eines deutlich: Messen ist nicht gleich Erfassen und nicht gleich Integrieren. Jeder technische Fehler (hier der THD) erhöht die Unschärfe für ein behauptetes Symptom. Jedes System hat seine Berechtigung, aber auch seine Grenzen: Der Abrechnungszähler bleibt der rechtliche Maßstab – geeicht, andererseits träge und mit geringer Auflösung.

Bei der Auswertung der Daten und Zeitfolgen nützen KI-Tools nur sehr bedingt, weil Daten-

schutz und Vertraulichkeitsgesichtspunkte mitschwingen. Die generierten Resultate oder Antworten müssen sachkundig auf Richtigkeit geprüft werden, bevor darauf basierend Rückschlüsse gezogen werden dürfen. Zum Validieren der sogenannten Prompts – den klaren Anweisungen oder Fragen an die künstliche Intelligenz (KI) – sind Struktur, Rollenverständnis, Sorgfalt und Zusatzaufwand nötig. Zur Darstellung des Analyseprozesses fehlen aber oft die Zwischenschritte und Entscheidungsbäume, wodurch eine Nachvollziehbarkeit untergraben wird.

Fazit

Es ist einerseits schwer, Restzweifel mit Hilfe der KI auszuräumen, und andererseits sehr leicht, explosionsartig Zweifel am bewerteten Endergebnis zu generieren. Diese Gegenläufigkeit kann bei natürlicher Intelligenz zu nie endenden Ping-Pong-Dialogen führen und die Arbeitsmenge exponentiell erhöhen.

Ich nutze KI-Tools zur Eigenrecherche, zum Quellenabgleich und Wissenszuwachs sowie zur Erweiterung meiner selbst gefundenen Alternativen und Varianten. Manchmal für die „Laienübersetzungen“, wenn griffige Beispiele oder Analogien benötigt werden, um komplexe technische Zusammenhänge für elektrotechnische Laien nachvollziehbar zu machen. Das Generieren von Diagrammen und Schaubildern ist ebenfalls gut unterstützt.

Wer wie in diesem Fall Energieflüsse verstehen will und Energiemengen sinnvoll vergleichen möchte, muss Intervalle wählen, die die wetterbedingten und saisonalen Störgrößen dämpfen oder ausgleichen. Unterschiede festzustellen ist nur die halbe Miete. Die Auswirkungen müssen fachkundig interpretiert werden und als signifikant eingeordnet. Dann muss die Tragweite bewertet werden.

Erst dann kann ermittelt werden, ob wie hier in diesem Fall ein monetärer Schaden zu erwarten ist.

Für die Praxis bedeutet das: Vertrauen Sie nicht blind einem einzelnen System. Nutzen Sie die Stärken jedes Systems, verstehen Sie die Schwächen und erkennen Sie technische Fehler. Nutzen Sie Kontrollsysteme, die vor dem Einsatz kalibriert wurden. So entwickelt man aus dem Zahlen-Chaos ein belastbares Maßnahmenpaket. Die Optimierung des Energiesystems sollte die Leitschnur sein.

Am Ende zählt nicht, was ein System anzeigt, sondern wie wir den Zusammenhang verstehen und ob Unterschiede signifikant sind. Dazu müssen wir oftmals Lehrgeld zahlen, bis das Lernen zum Verstehen gelangt.

Fortschritt der Energiewende

Stand 2024: Wo stehen wir, und wie geht es weiter?

Teil 6: Bundesrechnungshof vs. BNetzA, Statistikfragen, Bilanz

Geht es mit der Energiewende tatsächlich so schleppend voran wie manchmal behauptet wird, oder wurden schlichtweg die politischen Ziele wieder einmal zu hoch gesteckt, um sich jetzt daran messen lassen zu müssen? Gehen gar die Lichter aus? Die Bundesnetzagentur (BNetzA) sieht die Versorgung der Bevölkerung mit elektrischer Energie als gesichert an [1]; der Bundesrechnungshof jedoch sieht das anders und rügt, die Wende sei nicht auf Kurs [2].

Bundesrechnungshof, BNetzA und das Gesetz

Man wundert sich zwar nicht, dass das EEG ganz klare Ansagen machen kann, z. B. wann welcher Strom wie hoch zu vergüten ist bzw. wann welche Entschädigung für nicht abgenommenen Strom zu zahlen ist.

Alle halten sich daran, denn es ist nun mal ein Gesetz. Im selben Gesetz stehen dann aber Zielvorgaben für den Ausbau, die schon jetzt nicht ganz erreicht werden – und? Wer wird dafür in welcher Weise zur Verantwortung gezogen? Welche Konsequenzen ergeben sich bei Zuwiderhandlung? Das steht dort nicht.

Ein weiteres Exemplar für die Liste der Energiewende-Unwörter ist der Ausdruck „bezahlbare Versorgung mit Elektrizität“. Das rügt auch der Bundesrechnungshof:

„Die Bundesregierung hat es bis heute versäumt, zu bestimmen, was sie unter einer bezahlbaren Versorgung mit Elektrizität versteht“. Somit folgt auch – siehe den Abschnitt zum EEG: „Der Bundesrechnungshof sieht das Ziel einer sicheren Versorgung mit Elektrizität nicht als gewährleistet an“ und weiter: „Der aktuelle Monitoringbericht der BNetzA zur Versorgungssicherheit mit Elektrizität entspricht nicht den gesetzlichen Anforderungen [...]. Dennoch hat sich die Bundesregierung den Bericht zu Eigen gemacht. Damit geht sie davon aus, dass alle gesetzlichen und sonstigen Ziele der Bundesregierung rechtzeitig erreicht werden“ [2].

Allerdings bezieht sich der Bundesrechnungshof, wenn er vom „Monitoringbericht“ spricht, nicht auf diesen (wovon auch die Ausgabe 2024 bereits vorliegt [11]), sondern auf den „Bericht zu Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität 2023“ [1].

Die im Allgemeinen für ihre sachliche und ausgewogene Darstellung von Verhältnissen und Zusammenhängen hervorzuhebende Bundesnetzagentur [55] sieht das verständlicherweise anders. Sie geht in ihrem Bericht davon aus, dass die Ausbauziele bei Wind- und Sonnenenergie erreicht werden – während sie gleichzeitig anmerkt:

„Die nötige Ausbaugeschwindigkeit ist damit mehr als dreimal so hoch wie in den Vorjahren“ [1]. Zudem kämen neue, flexible Verbraucher in den Markt. Welche dies sein sollten, steht dort aber wieder einmal nicht. Auf den Gebrauch des E-Autos während einer Dunkelflaute auch schon mal zehn Tage zu verzichten wäre wohl keine Option, die sich den Wählern verkaufen ließe. Nutzer eines elektrischen Durchlauf-Erhitzers werden dann wohl auch mal zehn Tage lang nicht duschen dürfen. Nun ja, wenn sie ohnehin nicht wegfahren können ...

Neben einigen vernünftigen, durchaus erstrebenswerten Zielen wie Verschlinkung der Bürokratie sollen u. a. „windschwache Standorte verstärkt erschlossen“ werden. Warum ausgerechnet diese, wenn die Windkraft dort, wo sie heute steht, gerade mal (über das Jahr gemittelt) kostendeckend zu arbeiten in der Lage ist? Man könnte auch den Bau von Wasserkraftwerken in der Sahara subventionieren. Es sei daran erinnert, dass die Spreizung der Sonnenscheindauern zwischen dem besten und dem schlechtesten Standort (einer Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes) gerade mal bei 2:1 liegt. Hingegen erbringt eine Schwachwind-Anlage in Garmisch-Patenkirchen gerade mal ≈ 100 Volllast-Stunden im Jahr, auf dem Brocken im Harz aber $\approx 5\,700$

Volllast-Stunden (je nach Wetter in dem betreffenden Jahr). Eine Starkwind-Anlage schafft nur ≈ 50 Volllast-Stunden in Garmisch, aber immer noch $\approx 4\,500$ Volllast-Stunden auf dem Brocken [56]!

Die Bundesnetzagentur fährt fort: „Hier bedarf es aber weiterer großer Anstrengungen, um den rasanten Ausbau auf allen Ebenen politisch, ökonomisch und gesellschaftlich möglich zu machen“. Richtig, aber wie viel Fläche nimmt denn die Windkraft bislang ein, wie viel ist ausgewiesen und genehmigt – und wie viel Fläche wird nun eigentlich als von einer Windkraftanlage „in Anspruch genommen“ angesehen?

Im Windenergieflächenbedarfsgesetz und einem Leitfaden zu dessen Umsetzung steht es ... auch wieder nicht bindend: Der Rotor darf mitunter über die ausgewiesene Fläche hinausragen – normalerweise aber eher nicht. So genau möchte sich wieder niemand festlegen.

Gefordert wird in dem Gesetz, dass 2 % der Fläche Deutschlands zur Errichtung von Windkraftanlagen ausgewiesen werden müssen. Das klingt nach wenig. Reicht das?

In einer Studie stellt das Fraunhofer IEE fest, dass etwa 5,4 % der Fläche prinzipiell (mehr oder weniger) geeignet sind (es werden dort sechs Konflikt-Risiko-Werte definiert, und nach diesen wird kategorisiert). Das klingt immer noch nach wenig, doch „weisen die Analysen auf ein deutlich höheres Leistungspotenzial hin [als das EEG für 2040 fordert], welches sich je nach Berechnungsansatz auf 405 GW bis 640 GW beläuft. Entsprechend können auf den Flächen Energieträge von ca. 970 TWh bis 1 700 TWh erzielt werden“ [57]. Die deutsche Rechtschreibreform empfahl, mehr Bindestriche zu verwenden, doch diese Empfehlung wird auf breiter Front – insbesondere von offiziellen Stellen – ignoriert. So wird nun die Energie träge. Gemeint waren natürlich Energie-Erträge.

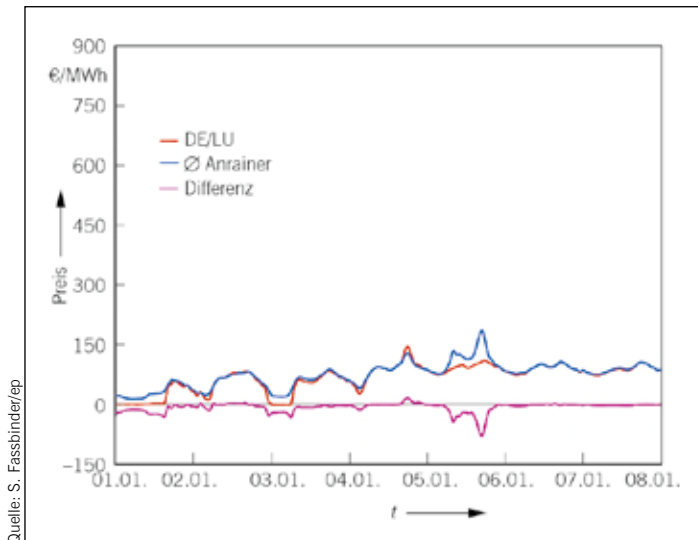
Die Bundesnetzagentur spricht auch von Gasendkunden und meint damit keineswegs gasende Kunden. Wenn eine Urbine zu Besuch ist, handelt es sich um eine Gasturbine, und was haben ein ordentliches Wasserkraftwerk und eine unordentliche Wohnung gemeinsam? Staubecken.

Ein noch neueres Schriftstück nimmt sich ebenfalls der Sache an (der des „Windenergieflächenbedarfsgesetzes“ und offenbar in ganz kleinem Rahmen auch der Empfehlung aus der Rechtschreibreform) und versucht, den Status aufzuzeigen und mit den EEG-Zielen zu vergleichen:

„Die Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes sind klar: Die Treibhausgasemissionen

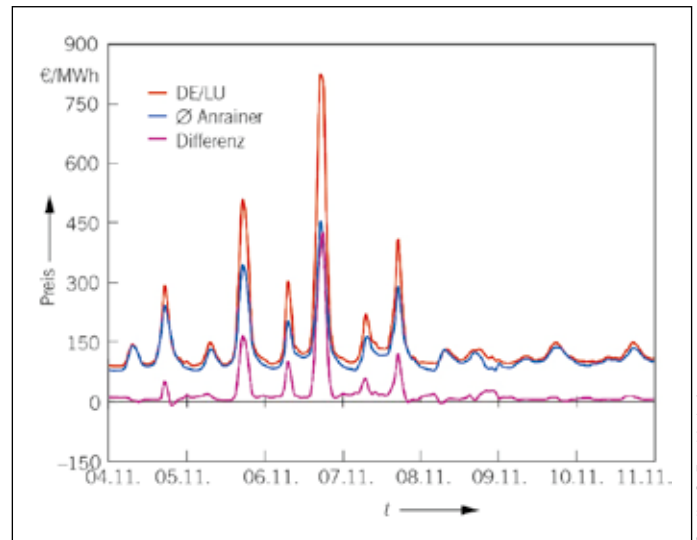
Autor

Dipl.-Ing. Stefan Fassbinder war Berater für elektrotechnische Anlagen beim Deutschen Kupferinstitut (DKI) in Düsseldorf und ist seit vielen Jahren als Fachautor national und international tätig.



Quelle: S. Fassbinder/ep

30 Verlauf des deutschen Börsenstrompreises, Mittelwert der Börsenstrompreise aller Anrainerstaaten und (absolute) Differenz dazwischen, hier in der Woche der geringsten Abweichung



Quelle: S. Fassbinder/ep

31 Wie Bild 30, jedoch in der Woche der größten (absoluten) Abweichung (aber alles ist relativ, wie man deutlich erkennt)

Deutschlands müssen bis 2030 um mindestens 65 %, bis 2040 um mindestens 88 % und bis 2045 um 100 % im Vergleich zu 1990 sinken (Bundesregierung, 2024) [39]. Da war der allzu kleine Rahmen schon wieder zu Ende: Nein, die Treibhausgase gehen keiner Mission nach, sondern gemeint sind Treibhausgas-Emissionen – und wenn man das wörtlich nimmt, dürfen deutsche Bürger ab 2045 nicht einmal mehr atmen. Wenn wir **sämtliches** CO₂ aus der Atmosphäre entfernen, geht sämtliche Vegetation ein. Man kann alles übertreiben. Auch die „thermische Verwertung“ von Hausmüll wäre dann nicht mehr möglich, der wir immerhin 1,4 % unserer Stromversorgung verdanken – und wohin dann mit dem Müll? Die eingespeiste Leistung schwankte 2024 immerhin von 249 MW bis 958 MW und leistete damit einen kleinen Beitrag zur Ausregelung des viel beklagten „Zappelstroms“.

„Im Bereich der Versorgung mit Elektrizität und Gas gibt es diesbezüglich beispielsweise definierte gesetzliche Ziele: ‚eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente, umweltverträgliche, und treibhausgasneutrale leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität, Gas und Wasserstoff, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht.‘ (§ 1 Absatz 1 Satz 1 Energiewirtschaftsgesetz).“

Aha, Gas **und** Wasserstoff. Huftiere und Pferde. Erdgas und Wasserstoff ist vermutlich gemeint – aber das heißt sich wiederum mit dem 100-%-Ziel. „Ein günstiges Verhältnis zwischen Preisen für Strom und fossilen Energieträgern bildet hierfür einen entscheidenden Erfolgsfaktor“ beschließt der Bericht [39] –

lig zu Recht – nach EEG aber auch wiederum nur bis 2045; denn dann soll doch mit sämtlichen fossilen Energieträgern 100 % Schluss sein? Außerdem sollte der Satz vermutlich lauten: „Ein günstiges Verhältnis zwischen Preisen für Strom und (für) fossile Energieträger bildet hierfür einen entscheidenden Erfolgsfaktor“. Die Stricknadel dürfte selbst jetzt noch heiß sein. Der Bericht fährt fort: „Die deutschlandweit einheitlichen Preise spiegeln die tatsächlichen Knappheiten nicht wider und setzen daher falsche Anreize, was zu ineffizienten Standortentscheidungen sowie einem unwirtschaftlichen Betrieb von Erzeugungsanlagen und Flexibilitäten führt.“ Dann aber wieder: „Zudem zeigt ein Vergleich der Berechnungen verschiedener Studien zu einer Strompreiszonentrennung Deutschlands [...], dass die regionalen Unterschiede in den durchschnittlichen Strompreisen vergleichsweise moderat ausfallen dürften und etwa geringer sind als die heute bereits bestehenden Unterschiede bei den Verteilnetzentgelten.“

In der Tat, das zeigt sich selbst dann noch, wenn man sogar eine Ebene höher geht und die „deutschen Einheitspreise“ jenen der Nachbarländer gegenüberstellt: Wenn man den Verlauf des deutschen Börsenstrompreises mit jenem des Mittelwerts aller Anrainerstaaten vergleicht – ob nun in der Woche der geringsten (Bild 30) oder der größten (absoluten) Differenzen (Bild 31) – sieht man die bekannten, extrem starken zeitlichen Schwankungen, aber keine große Abweichung zwischen den Staaten.

Die Schwankungen können bekanntermaßen von Stunde zu Stunde enorm hoch sein; von

Land zu Land sind sie es eher nicht. Also wird hier **noch** mehr Bürokratie und Komplexität für einen „vergleichsweise moderaten“ Effekt gefordert: vier Strombörsen für vier Regionen, 16 Strombörsen für 16 Bundesländer, oder wie sollte das aussehen?

Zur Begründung heißt es: „So hat Schweden beispielsweise das Interkonnektorprojekt Hansa PowerBridge mit einer Kapazität von 700 MW zwischen Südschweden und Deutschland vorerst gestoppt und macht eine Fortsetzung von einer Gebotszonentrennung Deutschlands abhängig.“ Wenn man nachsieht, findet sich diese Begründung zumindest gegenüber der Presse nicht wieder. Dort liest sich das u. a. so: „Die Entscheidung der schwedischen Regierung hat keine Auswirkungen auf die zukünftige Versorgungssicherheit und Systemstabilität im Netzgebiet von 50Hertz“.

Allerdings stand gerade eben oben drüber noch: „Der Interkonnektor hat die Aufgabe, mehrere unabhängige Netze zusammenzuschalten. Nach ihrer Fertigstellung wird die Hansa PowerBridge einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung des deutschen Strompreises, zur Sicherung des Übertragungsleitungsnetzes sowie zur indirekten Speicherung von Strom aus Erneuerbaren Energien leisten“ [58]. Da muss sich auch 50Hertz fragen lassen: Was denn nun?

Aktuelle Pressestimmen

Mittlerweile ist eine neue Bundesregierung angetreten – mit viel Schwarz, wenig Rot und ohne Grün. Geht es nun mit der Energiewende weiter? Schließlich haben sich schon seit lan-

ger Zeit alle Parteien – bis auf eine gewisse Alternative – dies auf die Fahnen geschrieben, und auch in 16 Jahren Merkel ging es immerhin voran. Einige Verbände und auch staatliche Einrichtungen haben bereits auf den neuerlichen Wechsel reagiert:

Die Bundesnetzagentur

Der Monitoringbericht 2025 der BNetzA mit den Daten zum Jahr 2024 liegt nun leider noch nicht vor, wohl aber ihr „Versorgungssicherheitsbericht Strom“ [59].

Darin wird noch einmal deutlich unterschieden zwischen der marktseitigen Versorgungssicherheit, also ob zu jeder Zeit und unter allen auftretenden Bedingungen genügend Strom erzeugt werden kann, und der netzseitigen Versorgungssicherheit, also ob die elektrische Leistung auch stets bedarfs- und vor allem termingerecht vom Erzeuger zum Verbraucher fortgeleitet werden kann.

„Dieser Bericht zeigt, dass in den gewählten Szenarien die sichere Versorgung mit Elektrizität im Zeitraum 2025 bis 2031 gewährleistet ist“ [59]. Als „gesichert“ zählt die Versorgung dann, wenn die Schwelle von

2,77 h/a ohne Versorgung nicht überschritten wird. Das sieht gegenüber heute mit gerade mal 10 bis 15 Minuten Ausfall pro Kunde im Jahr recht hoch aus.

Andererseits gilt die Schwelle dann als überschritten, wenn der Preis 10 000 €/MWh übersteigt – und nicht erst, wenn der Strom ausfällt. Das sind immerhin 10 €/kWh, aber mancher Privat-Haushalt wäre wohl noch bereit, für die wichtigsten Verbraucher diesen Preis zu zahlen; stellen diese doch zumeist jene mit der geringsten Anschlussleistung dar: Der WLAN-Router arbeitet mit einer Kilowattstunde noch annähernd 170 Stunden. 2,77 Stunden für 10 €/kWh überbrücken zu müssen würde gerade mal 17 Cent kosten. Die Küche dagegen wird wohl einen Mittag kalt bleiben.

Für viele industrielle Prozesse gilt Entsprechendes umso mehr. Die Frage ist aber doch, ob der Strom – für welchen Preis auch immer – noch verfügbar sein wird. Dazu ließ die BNetzA zwei Szenarien untersuchen: Das eine geht davon aus, dass die politischen Zielvorgaben eingehalten werden (die eigene Skepsis der BNetzA hiergegen wurde bereits in [1] klar), und das zweite (von der BNetzA

selbst als „realistischer“ bezeichnet) geht von einer Verzögerung um zwei Jahre aus. Als Voraussetzung wird die Errichtung von im ersten Fall 22,4 GW und im zweiten Fall 35,5 GW steuerbarer Erzeugungsleistung bis 2035 genannt, also in erster Linie Gaskraftwerke (im Optimalfall auf Wasserstoff umrüstbar, aber das ist in diesem Bericht nicht das Thema).

Zur Steuerbarkeit findet man hier allerdings einen etwas merkwürdigen Absatz: „Dringend sicherzustellen ist auch, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen künftig steuerbar sind und ihre Betreiber weitestmöglich auf das Marktpreissignal reagieren.“ Damit können nur Abregelungen gemeint sein; klingt aber so, als ließe sich die solare Einspeisung so einrichten, dass sie bei Bedarf auch nachts hochgefahren werden könnte. So ist der Satz natürlich nicht gemeint.

Insgesamt wird stets der Einsatz prinzipiell steuerbarer Lasten hervorgehoben, die nun auch praktisch steuerbar gemacht werden müssten. Hier ist im privaten Bereich von Wärmepumpen und E-Autos die Rede. In der Industrie wird bemerkenswert wenig entsprechendes Potenzial gesehen.

Schneller. Größer. Stärker. Der neue Gira G1.

Der Gira G1 steuert alle Gira Smart-Home-Systeme – zukunftssicher, stabil, mit erweitertem Funktionsumfang und schnellerer Performance.

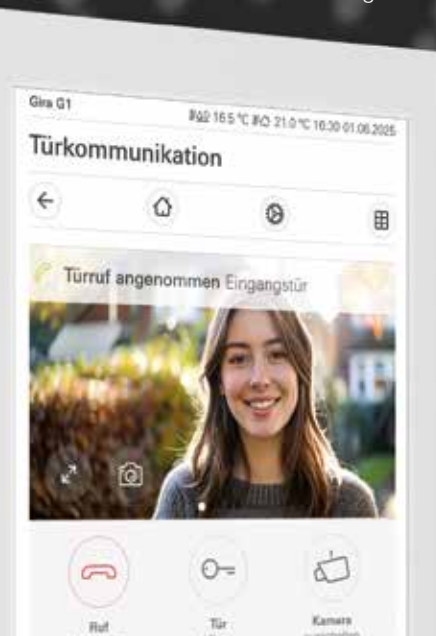
GIRA

Smart Home.
Smart Building.
Smart Life.

partner.gira.de/g1



Smart Home / Gira G1



So wird vielfach betont, dass Anreize zur Installation der hierfür notwendigen Mess- und Zähltechnik geschaffen werden müssen (Digitalisierung): „Im industriellen Sektor ist diese Voraussetzung grundsätzlich durch eine registrierende Lastgangmessung häufig schon gegeben“, doch eine Messung ist noch keine Schalthandlung.

Der Bericht legt großen Wert auf eine Flexibilisierung der Nachfrageseite und sieht z. B. bis 2035 eine Marge von 20,6 GW an flexiblen Lasten allein durch E-Autos. 6,6 TWh Speicherkapazität werden im bidirektionalen Laden gesehen; ansonsten bleiben die Pumpspeicherkraftwerke mit 10,5 TWh die einzigen nennenswerten Speicher. Zusätzliche stationäre Batteriespeichersysteme werden in dem Modell nicht benötigt. Vielmehr wird im Zielszenario noch eine installierte Leistung von 19,3 GW an GuD-Kraftwerken und 25,5 GW an reinen Gasturbinen gesehen.

Die höchste Residuallast für 2035 ergibt sich zu ≈ 128 GW. Der Einsatz der angenommenen Nachfrage-Flexibilitäten reduziert diese um ≈ 30 GW. Dabei wird vom Wetterjahr 2002 ausgegangen, das sich von 1998 bis 2017 als das durchschnittlichste erwies (in zukünftigen Wetterszenarien soll sich auch der Klimawandel niederschlagen). In einem Diagramm wird der Verlauf der Residuallast mit und ohne Einsatz der Nachfrage-Flexibilitäten in der Woche mit der höchsten Residuallast dargestellt. Dabei geht es jedoch nur um die Ausglättung der Lastschwankungen innerhalb der einzelnen Tage. Das „große Ganze“ wird durch die (sehr flexiblen) Gasturbinen gedeckt.

Hierin steckt also auch seitens der BNetzA der Schluss: Die Energiewende erfordert massiven Zubau an Gaskraftwerken – welche aber mit dem Fortschritt immer weniger Stunden im Jahr laufen werden. Eine Lösung mit saisonaler Speicherung ist weder in Sicht noch in Diskussion. Der für das Jahr 2030 angenommene Netzausbau reiche nicht aus, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Stromnetzes zu gewährleisten, wird weiterhin gesagt. Eingriffe in die Fahrweise von Kraftwerken und EE-Anlagen blieben erforderlich (aber hiermit reicht es dann offensichtlich hin – was nur nicht der Sinn der Sache sein kann, wenn am Ende der Leitung eine Gasturbine angefahren wird, während am Anfang der Leitung ein Windpark abgeregelt wird).

Der ZVEH

Der ZVEH vertritt die Interessen von Handwerksbetrieben, also Kleinunternehmern. Vorbei sind wohl schon lange die Zeiten, als

„Schwarz“ für die Interessenvertretung der Arbeitgeber, „Rot“ für die der Arbeitnehmer und „grün“ für die Interessen von Umwelt und Natur stand. So ruft der ZVEH nun dazu auf, die „Energiewende nicht als Last, sondern als Chance [zu] begreifen“ [60].

Er kritisiert, dass die Frage, welche negativen Folgen es für Deutschland und eine zukunftsfähige Wirtschaft hätte, wenn die Ziele der Energiewende verfehlt würden, im aktuellen 10-Punkte-Plan der Bundesregierung nicht beantwortet wird. Ebenso wird die Herabsetzung von Zielen und Tempo sowie die Fokussierung auf Kosten kritisiert.

Positive Effekte einer ambitionierten Energiewende und wirtschaftliche Chancen hingegen würden vernachlässigt. Die Regierung rechne sich ihre Aufgaben kleiner, indem von einem geringeren Strombedarf ausgegangen wird, wodurch der Anteil Erneuerbarer absolut natürlich kleiner wird.

„Verstärkt wird dieser Eindruck nach Ansicht des ZVEH dadurch, dass der 10-Punkte-Plan in vielen Punkten vage bleibt und dass daraus keine konkreten Maßnahmen abgeleitet werden. Einzige Ausnahme: der Abbau von Förderung für Erneuerbare Energien.“

Die DGS

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) schreibt: „Der Monitoringbericht stellt für uns im Wesentlichen eine gute Grundlage für die Diskussion der zukünftigen Gestaltung der Energiewende dar“ [61].

Wie der ZVEH argumentiert jedoch auch die DGS: „Nachdem das Ministerium betont, am 80-%-Ziel der erneuerbaren Stromerzeugung festzuhalten, müsste damit eine geäußerte Abschaffung oder Änderung der Einspeisevergütung vom Tisch sein“. Die Liste von zehn Schlüsselmaßnahmen seien jedoch nicht aus dem Monitoringbericht abgeleitet, sondern widersprüchen diesem sogar in wesentlichen Punkten.

Es folgt eine Aufzählung dieser zehn Widersprüche mit ziemlich plausiblen Erklärungen. So scheint auch die Bundeswirtschaftsministerin zu argumentieren, wenn die erneuerbare Stromerzeugung zeitweise sogar den Bedarf übertreffe, so sei dies ein Zeichen, dass wir genügend Leistung installiert hätten.

Auch bestätigt sich wieder der Eindruck, dass Verbände und Institute eher dazu neigen, sich für den Wandel als dagegen einzusetzen, und dass deren Ergebnisse in Studien und Berechnungen oft etwas bis sehr optimis-

tisch erscheinen. Umso plausibler ist es, dass eine „schwarz“ geprägte Regierung in einer Untersuchung – auch dann, wenn sie diese selbst beauftragt hat – gewisse Punkte anders darstellt oder gar ignoriert.

Das alte Problem mit der Statistik

Eine weitere Frage in diesem Zusammenhang ist: Welcher Anteil des aus dem öffentlichen Netz entnommenen Stroms – der Netzlast – stammte denn 2024 schon aus erneuerbaren Quellen? Um diesen Anteil genau beziffern zu können, benötigt man zuvor die Antworten auf einige andere Fragen:

- Bezieht sich die erzeugte Menge „Grünstrom“ auf die gesamte Erzeugung oder auf den gesamten Verbrauch?
- Ist die Brutto- oder die Netto-Stromerzeugung gemeint? Denn im einen Fall sind die Netzverluste, die industrielle Eigenerzeugung und der Eigenbedarf der Erzeugungsanlagen inbegriffen, im anderen aber nicht [61]. Strom, den das Kraftwerk zwar erzeugt, aber zum Zweck der Erzeugung auch gleich selbst wieder verbraucht, der das Netz also gar nicht erreicht, ist für das Netz uninteressant – ganz im Gegensatz zu den Netzverlusten. Dummerweise findet man diese Zahlen nicht separat. Daher wurden hier nur die Nettowerte berücksichtigt.
- Sind auch die Erzeugungsmengen bzw. Verbräuche der Pumpspeicherkraftwerke enthalten (vgl. den Abschnitt zu den Speichern in Teil 4, ep 10-25)? Wie rechnet man diese? Wurden die Oberbecken mit erneuerbarem Strom aufgepumpt? Was ist mit den „Plus-Energie-Pumpspeicherkraftwerken“ mit natürlichen Zuflüssen?
- Wurden nur die inländischen Erzeugungsmengen bzw. Verbräuche gerechnet oder auch Import- und Exportmengen?
- Wenn ja: Einzeln oder nur die Gesamtbilanz (vgl. den Abschnitt „Import und Export“ in Teil 2, ep 08-25)?

Davon abhängig, wie man rechnet, kommt man zu unterschiedlichen Ergebnissen (Tabelle 9). Dabei ist die Berechnungsart mit

Tabelle 9 Welcher Anteil am Strom wurde 2024 erneuerbar erzeugt? Das kommt darauf an, worauf man sich bezieht

je nach Methode der Berechnung		Importe/Exporte		
		ohne	einzeln	Bilanz
Erzeugung	ohne Psp.	61,27 %	57,34 %	57,33 %
	mit Psp.	59,79 %	56,05 %	56,03 %
Verbrauch	ohne Psp.	55,59 %	52,33 %	52,32 %
	mit Psp.	54,07 %	50,99 %	50,97 %

einzelnen Im- und Exporten ziemlich unsinnig, da es sich bei der Differenz zur Gesamt-Bilanz um eine reine Durchleitung handelt. Der Unterschied zur Betrachtung nach bilanziellem Außenhandel ist jedoch marginal, und auch insgesamt betrachtet sind die Unterschiede zwischen den Rechenmethoden nicht gerade so, dass sich die Schlussfolgerungen in ihre jeweiligen Gegenteile umkehren sollten (Tabelle 9): Die Tendenz sieht allemal gut aus.

Bilanz

Die Energiewende ist und bleibt also besser als ihr Ruf. Die Ablösung fossiler Brenn- und Treibstoffe durch Elektrizität – Sektorkopplung genannt – macht recht wenig Fortschritt; das stimmt zwar. Der Ersatz fossiler Brenn- und Treibstoffe in der Erzeugung der Elektrizität hingegen schreitet rapide voran.

Die Zielvorgaben werden nicht erreicht werden können, doch das liegt wohl eher an den illusorischen Zielvorgaben als am mangelnden Fortschritt.

Die notwendige weitreichende Speichertechnik ist dagegen – obwohl technisch möglich – in der Praxis noch immer nicht umsetzbar. Zwar würden in dem Gedanken-Experiment „100 % Grünstrom für 2024“ von den 494 TWh tatsächlich verbrauchten Stroms nur 94 TWh (20 %) aus den Speichern bezogen werden müssen; 80 % kämen weiterhin „direkt frisch vom Erzeuger“ (nur nicht notwendigerweise „aus der Region“; das macht beim Strom keinen Sinn, so oft dies auch propagiert wird) – aber was nützt das? Selbst, wenn 99 % „direkt frisch vom Erzeuger“ kämen, säßen wir ganz ohne Speicher noch 1 % des Jahres ohne Strom da. Das sind immerhin 3,6525 Tage.

Völlig verfehlt wäre es daher, jetzt den Ausstieg aus dem Erdgas zu fordern. Im Gegenteil muss nun der volle Einstieg in die Erdgas-Verstromung erfolgen, wenn Kernkraft, Braunkohle und Steinkohle nacheinander auscheiden. Die Gaskraftwerke können das, was ein Kraftwerk parallel zu PV und Windkraft können muss – und was feste Brennstoffe eben nicht können. Die Kernkraft hätte es zumindest etwas besser gekonnt, doch die dafür erforderliche Betriebsweise wäre dort hoffnungslos unwirtschaftlich gewesen.

Die 20 Millionen Gasheizungen in deutschen Wohnungen verbrennen 2,5-Mal so viel Gas wie in der Elektrizitätswirtschaft zur Zeit eingesetzt wird. Mit Fortschritt der Energiewende wird zwar die an Gaskraftwerken installierte Leistung weiter steigen müssen, doch diese Kraftwerke werden immer seltener und kürzer

laufen müssen und in Summe entsprechend weniger Erdgas – bzw. möglichst bald nur noch Biogas – verbrauchen.

An Finanzierungsmodellen hierzu (zu Deutsch „Marktdesign“) wird zur Zeit gearbeitet. Bei der Berufsfeuerwehr funktionieren sie schon immer.

Wundern darf man sich ganz generell über den Tenor der Forderungen, der sich durch alle „lauten“ Veröffentlichungen zieht – also jene, die von sich reden machen – und über deren Diskrepanz zur Realität, wie etwa:

1. Forderung nach Ausstieg aus dem Erdgas.
2. Ersatz der stillgelegten Kernkraftwerke durch Windkraftanlagen (ob nun 1:1 oder auch 1:3 nach installierter Leistung).
3. Abbau der Überkapazitäten (die man daran erkennt, dass Deutschland mehr Strom exportiert als importiert).
4. „Der Batterie-Großspeicher wurde unmittelbar neben einem Windpark errichtet, um überschüssigen Windstrom aufzunehmen“.
5. Wir benötigen einen „European Hydrogen Backbone“.
6. Wir brauchen dezentrale, verbrauchernahe Erzeugung und Einspeisung.
7. Die Stromgestehungskosten von Sonne und Wind haben jene der Fossilen bereits eingeholt.

Realität dagegen ist:

1. Die Erdgaskraftwerke werden ausgebaut – wie oben ausgeführt. Gaslieferanten, die sich aus gegebenen Gründen unbeliebt gemacht haben, lassen sich offenbar kurzum ersetzen. Die CO₂-Bilanz verbessert sich allein hierdurch schon aus drei Gründen: CH₄ produziert naturgemäß schon weniger CO₂ als Kohle, GuD bietet sagenhafte Wirkungsgrade und die Fahrweise ohne Dampf ermöglicht den Erneuerbaren den jederzeitigen Zugang zum Netz, solange überhaupt noch akut Leistung benötigt wird.
2. Selbst eine Million Windkraftanlagen ersetzen kein Kernkraftwerk. Stattdessen wird Punkt 1 durchgeführt.
3. Diese Überkapazitäten hat es nie gegeben; das sah nur so aus, und entsprechende Meldungen stehen sporadisch noch vergessen da (wie die provisorischen Verkehrszeichen dort, wo voriges Jahr eine Baustelle war).
4. Der Batterie-Großspeicher wurde unmittelbar neben einem Windpark errichtet, weil dort gerade Platz **und ein entsprechend starker Netzanschluss** vorhanden waren. Tatsächlich soll er nicht den Windstrom speichern, sondern weit entfernte Windparks ersetzen, wenn die Leitung von dort nach hier überlastet ist oder ausfällt. Dazu steht der Speicher zweckmäßigerweise

eben gerade **nicht** dort, von wo die ausgefallene Leitung Strom eigentlich beziehen sollte, sondern nahe den vor Ausfall zu schützenden Lasten.

5. Auf den Wasserstoff können wir nicht warten. Bis dahin ist alles zu spät. Die Kohlekraftwerke, die jetzt allesamt stillgelegt werden, wurden zuletzt auch „CCS-ready“ gebaut, also vorbereitet mit Platz und Anschlüssen für CO₂-Abscheide-Anlagen. Einen ähnlichen Schnellschuss brauchen wir nicht schon wieder.
6. Warum dezentral und warum verbrauchernahe? Übereinstimmen müssen nicht die Orte, sondern der Zeitpunkt von Erzeugung bzw. Einspeisung und Bedarf – und zwar ganz exakt. Das ist **viel** schwieriger zu bewerkstelligen und erhöht den Bedarf nach Verteilnetzen statt ihn zu reduzieren (denn die Verteilnetze arbeiten dann umgekehrt auch als „Sammelnetze“). Bei den Übertragungsnetzen wird der Bedarf eher größer statt kleiner, weil die Regionen mit reichlichen Vorkommen an Erneuerbaren mit jenen Regionen verbunden werden müssen, wo **genau in diesem Moment** reichlich Bedarf besteht. Zudem benötigen z. B. 1 000 Wasserkraft-Anlagen zu je 1 MW 100-Mal so viel Fläche – Wasserfläche und sonstige – wie eine Anlage zu 1 GW [10].
7. Der Vergleich von Kosten für etwas, das auf Kommando verfügbar sein muss, mit denen für etwas, das vom Wetter abhängt, ist müßig.

Die Liste ließe sich mehrere Seiten lang fortsetzen. Das Erstaunliche ist, dass die so lautenden Informationen teilweise von den Webseiten der Bundesregierung, teilweise sogar von den Stromversorgern selbst verbreitet werden.

Am Ende aber geschieht offensichtlich doch das, was sich aus sachlichen Gründen aufdrängt – entgegen den Inhalten des größten Teils der Studien, Szenarien und Prognosen: Der Stromversorger lässt im Widerspruch zu seinem eigenen Medien-Auftritt eben **nicht** bei Flaute seinen Batterie-Großspeicher leerlaufen – selbst, wenn dieser noch so dicht neben einem Windpark steht. Damit würde der wahre Zweck des Speichers sabotiert.

Kürzlich gab die Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG) vier sehr gute Hintergrundpapiere zu den erneuerbaren Energiequellen heraus [50].

Insbesondere dasjenige zur Biomasse ist als Ergänzung zu den hier gemachten Ausführungen sehr zu empfehlen.

Leider aber liest man in jenem zur Windenergie zwar zuerst, wie und warum die Baugrö-

Ben der Windkraftanlagen ständig größer werden, auch noch ergänzt durch eine Grafik, die darstellt, um wie viel die Jahres-Volllaststunden mit der Nabenhöhe zunehmen. Dann jedoch steht auch dort wieder:

„Andere Ansätze gehen hingegen von einem dezentralen, zellularen Ansatz aus mit einer eher lastnahen Stromerzeugung und -speicherung sowie einem Ausgleich und Reserve durch regionale KWK-Anlagen. [...] Verschiedene Studien [...] weisen darauf hin, dass eher dezentral orientierte Ansätze mit regionalem Stromausgleich zwar insgesamt höhere spezifische Stromerzeugungskosten (um maximal 2,5 ct/kWh höher) aber einen deutlich geringeren Netzausbau, höhere Versorgungssicherheit, geringere Umweltwirkungen und mehr Akzeptanz aufweisen. [...] Hierbei muss auch die Vorgabe der Europäischen Kommission umgesetzt werden, dass sog. ‚Erneuerbare Energien Gemeinschaften‘ gebildet werden können, die regional gegenseitig Strom erzeugen, verbrauchen und handeln können.“ Und: „Strom aus Windenergie kann einen wesentlichen Anteil in Konzepten regionaler und zellulärer Stromverbünde darstellen, insbesondere wenn der Strombezug aus Anlagen in Verbrauchsnähe erfolgt.“

Insbesondere dann. Was ist denn an dieser Struktur „zellular“, wenn der Strombezug auch aus Anlagen in der Ferne erfolgt – ausnahmsweise oder in kleinen Mengen; je nach dem, was „insbesondere“ hier aussagen soll? Wie soll man sich das vorstellen, ständig durchverbunden oder nur im Notfall gekuppelt? Das wird wieder nicht ausgeführt.

„Zellular“ ist diese Struktur – aus elektrischer Sicht – beide Male nicht, weil man sich eben doch auf das Verbundnetz verlässt. Wie man dessen Versorgungssicherheit (von lediglich 10 bis 15 Minuten Ausfall pro Jahr) durch eine „zellulare Struktur“ überbieten will, wird auch nicht angegeben, und 2,5 ct/(kWh) Mehrpreis sind an der Börse immerhin 25 €/ (MWh).

Bezieht sich die Begrifflichkeit von „zellular“ auf den Abrechnungsmodus, so ist dies nur in einem Inselnetz möglich, oder man muss Eingang und Ausgang jeder Erzeugungsanlage, jedes Speichers und jedes Verbrauchsmittels oder jeder Zelle sekundengenau erfassen.

Erst dann, wenn so vorgegangen wird, kann man – aber auch dann nur im Nachhinein – nachweisen, z. B. wie viel erneuerbaren und wie viel eigenen Strom man verbraucht hat. So sind vermutlich auch die „Erneuerbare Energien Gemeinschaften“ zu verstehen, die sich gegenseitig Strom verkaufen. Es kann sich also nicht um Inselnetze handeln.

Was ist eigentlich ein „Ansatz“? Zumal, wenn der Ansatz dann von einem Ansatz ausgeht – aber nun ja, es kann sich lediglich um einen Gedanken oder ein Papier handeln, nicht um etwas, das in der Praxis schon betrieben wird. Darum ging es aber eigentlich in dem VDE-Hintergrundpapier – und bei den Umweltwirkungen und der Akzeptanz darf man nicht vergessen, diese mit zu skalieren.

In der Tat verbessert sich – in der öffentlichen Wahrnehmung – die Akzeptanz, wenn zu verschiedenen Zeiten dezentral an 10 000 Orten jeweils eine Person protestiert. Kein Käseblatt wird darüber berichten, aber wenn sich die 10 000 Personen zentral zu einer Großdemo zusammenschließen, dann haben wir den Bürgerprotest.

Der Einzelne mag davon in beiden Fällen etwa gleich betroffen und subjektiv oder objektiv beeinträchtigt sein. Dass der BUND ein Konzept in der Tasche hat, das gleichzeitig einen deutlich geringeren Netzausbau, höhere Versorgungssicherheit, geringere Umweltwirkungen und dann auch noch mehr Akzeptanz aufweist als der ten-year network development plan (TYNDP) [63] der ENTSO-E, sollte auch der ETG nicht plausibel erscheinen, und eine entsprechende Anmerkung hätte dies in dem Papier verdient.

Mit der These: „Der NEP [Netzentwicklungsplan – der deutsche Teil des TYNDP] muss überarbeitet und sich an deutlich reduzierten Energieverbräuchen orientieren“ [64] widerspricht sich der BUND selbst, wenn er zugleich – zu Recht – im selben Papier einen Mehrverbrauch durch die Sektorenkopplung erwartet. Außerdem hätte es vermutlich lauten sollen:

„Der NEP muss überarbeitet werden“.

Nun kann hier nur noch einmal an die Antwort auf eine Anfrage zur Regelleistung – an die Stelle, die **wirklich** damit zu tun hat – erinnert werden:

„Wichtig ist, dass die Regelleistung erbracht wird, aus Systembilanzgründen ist es jedoch egal, wo diese herkommt“ [65]. Entsprechend läuft es meistens: Wenn man zufällig doch einmal an die wahren Entscheidungsträger gerät, erfährt man von ganz anderen Entscheidungen – und sehr viel plausibleren Begründungen hierfür – als dort, wo die Öffentlichkeit gezielt angesprochen wird.

Hoffentlich bleibt das so! Dann gedeiht die Energiewende auch weiterhin. Schöner wäre es allerdings, würde sich doch auch bei den „Kommunikations“-Abteilungen der großen Konzerne und Netzbetreiber die Vernunft durchsetzen, auch der Öffentlichkeit echte Informationen zu „kommunizieren“.

Gemeinsam geht's besser [66]!

Literatur

- [1] Bundesnetzagentur: „Bericht zu Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität 2023“ (www.publikationen-bundesregierung.de/pp-de/publikationssuche/versorgungssicherheit-strom-2171352).
- [2] Bundesrechnungshof: „Bericht nach § 99 BHO zur Umsetzung der Energiewende im Hinblick auf die Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Umweltverträglichkeit der Stromversorgung“ (www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Downloads/DE/Berichte/2024/energiewende-volltext.pdf).
- [3] Fassbinder, S.: „Energiewende Stand 2021 – Fortschritt oder Rückschritt?“ Elektropaktiker, Berlin 76 (2022) 7–10.
- [4] <https://transparency.entsoe.eu>
- [5] <https://mailchi.mp/entsoe/member-brief-v8mw7qw2hh-447518-yk2xydrf89-450348?e=db8d129b58>
- [6] www.entsoe.eu/news/2025/02/09/entsoe-e-confirms-successful-synchronization-of-the-continental-european-electricity-system-with-the-systems-of-the-baltic-countries
- [7] Fassbinder, S.: „Was Sie schon immer über Zeit wissen sollten. Teil 1“. Elektropaktiker, Berlin 79 (2025) 5, S. 38–41.
- [8] <https://pronovo.ch/de/services/berichte>
- [9] https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerk_Theiß
- [10] Fassbinder, S.: „Das Wachstumsgebot – von angeblicher Gigantomanie zum dezentralen ‚Klein-Klein‘?“ Elektropaktiker, Berlin 77 (2023) 10, S. 797.
- [11] Monitoringbericht 2024 der Bundesnetzagentur (www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Monitoringberichte/start.html).
- [12] www.klimareporter.de/deutschland/umkehrbare-energiewende-aufgebaute-dunkelflaute-und-unionsprogramm-voller-widersprueche
- [13] Fassbinder, S.: „Was ist eigentlich Regelleistung?“ Galvanotechnik 10/2020–3/2021.
- [14] www.energie-lexikon.info/ag_kernenergie.html
- [15] Fassbinder, S.: „Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien – Eine kritische und einordnende Betrachtung“. Elektropaktiker, Berlin 78 (2024) 12, S. 26.
- [16] Ember: „European Electricity Review 2025“ (<https://ember-energy.org/latest-insights/european-electricity-review-2025>).
- [17] Fassbinder, S.: „Der Weg zur Energiewende – Chancen und Hindernisse“. Elektropaktiker, Berlin 70 (2016) 1–8.
- [18] Breznikar, A.; Mehl, D.: „Climate-relevant greenhouse gas emissions of inland waters in Germany and estimation of their mitigation potential by restoration measures“ (www.institut-biota.de/wp-content/uploads/107_2024_texte_thg_binnengewasser.pdf).
- [19] Energy Institute/KPMG/Kearney: „Statistical Review of World Energy“ (www.energyinst.org/statistical-review).
- [20] www.tennet.eu/de/projekte/nordlink
- [21] <https://de.wikipedia.org/wiki/Desertec>, siehe auch [17, Teil 3] und <https://desertec.org>
- [22] Fassbinder, S.: „Wie funktioniert die Energiewende?“ Elektropaktiker, Berlin 75 (2021) 10–76 (2022) 1, Supplement Lernen & Können.
- [23] www.siemens-energy.com/de/de/home/pressemitteilungen/leistungsstaerkste-und-effizienteste-siemens-gasturbine-fertiggestellt.html
- [24] <https://de.wikipedia.org/wiki/Küstenkraftwerk>
- [25] Christidis, A.; Wasike-Schalling, A.; Arriens, J.: „H2-Ready-Gaskraftwerke“ (https://reiner-le-moine-institut.de/wp-content/uploads/2023/11/RLI-Studie-H2-ready_DE.pdf).
- [26] www.flexperten.org
- [27] Wilming, W.: „Stromerzeugung mit der Kraft der Umwelt – Biomasse und Biogas – Energieträger mit hohem Potential“. Elektropaktiker, Berlin 78 (2024) 10, S. 31.

- [28] Organic Rankine Cycle – siehe Wilming, W.: „Stromerzeugung mit ORC- und Kalina-Anlagen – Fortschritte beim Umwandeln von Erd- und Abwärme in elektrische Energie“. Elektropraktiker, Berlin 69 (2015) 3, S. 206.
- [29] <https://de.wikipedia.org/wiki/Flammentemperatur>
- [30] Siehe [15].
- [31] Kost, Ch.; Müller, P.; Sepúlveda Schweiger, J.; Fluri, V.; Thomsen, J.: „Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien“ (www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html)
- [32] www.periodensystem.info/periodensystem
- [33] „Die Nationale Wasserstoffstrategie“ (www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html)
- [34] BDEW: „Die Energieversorgung 2024 – Jahresbericht“ (www.bdew.de/service/publikationen/jahresbericht-energieversorgung)
- [35] „Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie“ (www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschreibung-nationale-wasserstoffstrategie.html)
- [36] Löschel, A.; Grimm, V.; Matthes, F.; Weidlich, A.: „Status-Update zum Stand der Energiewende“ (www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/statusupdate-zum-stand-der-energie-wende.html)
- [37] <https://ehb.eu>
- [38] www.energie.de/et/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/energiepark-bad-lauchstaedt-erstes-teilstueck-des-wasserstoff-kernetzes-in-ost-deutschland-in-betrieb
- [39] www.dehst.de
- [40] www.eex.com/en/markets/environmental-markets/emissions-auctions
- [41] www.energie.de/et/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/energiesektor-treibt-den-internationalen-ccus-markt-an
- [42] Fassbinder, S.: „Prinzip der Wärmepumpe – was steckt dahinter?“ Elektropraktiker, Berlin 76 (2022) 2–3, Supplement Lernen & Können.
- [43] <https://de.wikipedia.org/wiki/Geothermie>
- [44] https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Pumpspeicherkraftwerken
- [45] www.energy-charts.info
- [46] www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht
- [47] Illwerke vkw AG (www.illwerkevkw.at)
- [48] Tiroler Wasserkraft AG (www.tiwag.at)
- [49] DB AG: „Anteil erneuerbarer Energien am DB-Bahnstrommix“ (<https://ibir.deutschebahn.com/2024/de/zusammengefasster-lagebericht/gruene-transformation/klimaschutz/anteil-erneuerbarer-energien-am-db-bahnstrommix>).
- [50] <http://www.vde.com/de/etg/publikationen/studien/hintergrundpapiere-erzeugung-v1>
- [51] www.transnetbw.de/de/netzentwicklung/projekte/netzbooster-pilotanlage/projektueberblick
- [52] www.energie.de/et/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/speicher-potenzial-des-bidirektionalen-fahrzeugbestands
- [53] www.energie.de/et/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/kugelspeicher-auf-dem-meeresgrund-vor-der-kalifornischen-kueste
- [54] Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023).
- [55] z. B. Bundesnetzagentur: „Herausforderung Solarspitzen – Wie Netz und Markt mit dem Wachstum der PV-Kleinanlagen Schritt halten müssen“ (www.smard.de/page/home/topic-article/444/216808)
- [56] Stefan Fassbinder: „Witterungsabhängigkeit der Stromversorgung und Folgen“, Teil 1: „Wetter, Wind und Sonne – Daten und Tendenzen“. „ep“ 12/2017, S. 990 (www.elektropraktiker.de/nc/fachartikel/witterungsabhaengigkeit-der-stromversorgung-und-folgen)
- [57] Carsten Pape, David Geiger, Christoph Zink, Miron Thylmann, Wolfgang Peters, Silvio Hildebrandt: „Flächenpotentiale der Windenergie an Land“ (www.wind-energie.de/presse/pressemitteilungen/detail/bwe-praesentiert-neue-flaechensstudie-zeit-der-ausreden-ist-vorbei)
- [58] www.50hertz.com/de/Netz/Netzausbau/Projekt-eaufSee/HansaPowerBridge
- [59] Bundesnetzagentur: „Bericht zum Stand und zur Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität“ (www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/versorgungssicherheit-strom-bericht-2025.html)
- [60] www.zveh.de/news/detailansicht/zveh-zu-10-punkte-plan-zur-energiewende-1.html
- [61] „Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) e.V. zum Energiewende-Monitoring-Bericht“ (www.dgs.de/stellungnahme/stellungnahme-zum-energiewende-monitoring-bericht-und-den-10-schlusselforderungen)
- [62] Bundesnetzagentur: „Strommarkt aktuell – Brutto- und Nettowerte“ (www.smard.de/page/home/wiki-article/446/208018)
- [63] <https://tyndp.entsoe.eu>
- [64] Bund Umwelt- und Naturschutz Deutschland: „Überdimensionierten Bundesbedarfsplan 2020 überarbeiten – Alternativen entwickeln!“
- [65] www.regelleistung.net/de-de/Allgemeine-Infos/Deutscher-Netzregelverbund
- [66] lat. communis = gemeinsam

Geeignet für die Installation im Außenbereich



OBO WDK-Kanäle sind UV- und witterungsbeständig

Ob zur Versorgung einer Wallbox oder einer Klimaanlage, es gibt zahlreiche Situationen, die eine Leitungsführung im Außenbereich eines Wohngebäudes erforderlich machen. Eine Herausforderung dabei ist, dass Leitungsführungskanäle im Außenbereich verschiedenen Umwelteinflüssen wie Wind, Regen und Sonne ausgesetzt sind. Die Lösung? Die OBO WDK Wand- und Deckenkanäle.

Die Vorteile im Überblick

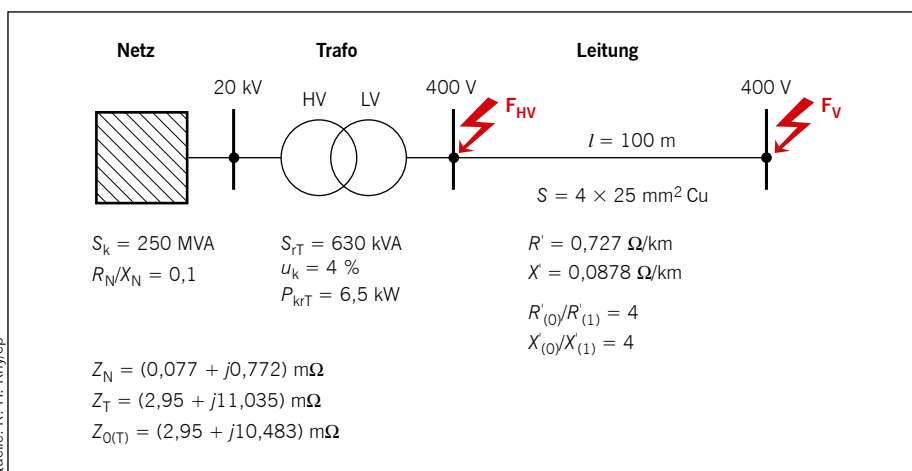
- Für den Außenbereich geeignet
- Gute UV- und Witterungsbeständigkeit
- Mindestens 5 Jahre farbbeständig

www.obo.de

Berechnungsverfahren in der Starkstromtechnik

Teil 8.3.2: Symmetrische Komponenten – Beispiel zur Berechnung der Ströme bei Kurzschluss mit den Formeln nach VDE 0102-0

Im vorherigen Beitrag [1] wurden die allgemeinen – theoretisch entwickelten – Formeln zur Berechnung der Ströme im Drehstromnetz mit den Symmetrischen Komponenten in die Formeln zur Berechnung der Ströme bei Kurzschluss überführt, wie sie in der Grundnorm VDE 0102-0 [2] ausgewiesen sind. Nun wird anhand eines einfachen Beispiels gezeigt, wie diese Formeln mit den Impedanzen des Symmetrischen Komponentensystems angewendet werden.



Quelle: K.-H. Knylep

1 Schaltbild mit Betriebsmitteldaten für den Fall a

Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Erkenntnis, dass sich die Berechnung unsymmetrischer Fehlerfälle durch eine einphasige Darstellung im Drehstromnetz wesentlich vereinfacht, insbesondere dann, wenn der Rückfluss über den 4. Leiter (Neutralleiter/Erde) erfolgt.

Voraussetzungen

Für den Fehlerort am Ende der Leitung (Bild 1) wird für die nach [1] unterschiedlichen Arten von Kurzschlüssen der Anfangs-

kurzschlusswechselstrom I''_k berechnet. Die Kurzschlussimpedanz setzt sich aus der Netz-, Transformator- und Kabelimpedanz zusammen, wobei die Impedanz des Netzes und des Transformators (Schaltgruppe Dy5) in Bild 1 angegeben sind.

Wie die Impedanzen des Netzes und der Betriebsmittel berechnet werden, ist in [3] und [4] ausführlich behandelt. Es sei daran erinnert, dass die Berechnung nach [1] ohne Berücksichtigung einer Fehlerimpedanz (z. B. Lichtbogen) vorgesehen ist. Sollte sie bekannt sein, kann sie in die Summe der Kurzschlussimpedanz einbezogen werden.

Bei den Berechnungen in dieser Beitragsreihe wird die Nennspannung von 400 V, die als genormte Spannung für das Netz definiert ist, als Berechnungsspannung verwendet. Damit es keine Widersprüche beziehungsweise Ungenauigkeiten bei den Ergebnissen gibt, wurde als Berechnungsspannung für die Leiter-Erde Spannung (Strangspannung) die rechnerische Größe von 230,9 V oder 231 V verwendet. Obwohl die Abweichung der Ergebnisse im Vergleich zur Verwendung der Nennspannung – die zur Benennung der Netzspannung definiert ist – von 230 V geringfügig ausfällt, hat sich der Autor für die rechnerische Spannungsgröße entschieden. Für praktische Berechnungen ist dieser Unterschied unerheblich.

Vorgegebene Impedanzen für das Netz und den Transformator

Die Mit- und die Nullimpedanz bis zur Hauptverteilung bzw. den Sekundärklemmen des Transformators sind:

Mitimpedanz bis zur HV:

$$Z_{(1)N/T} = Z_{(1)N} + Z_{(1)T} = (3,027 + j11,807) \text{ m}\Omega$$

Nullimpedanz bis zur HV:

$$Z_{(0)T} = (2,95 + j10,438) \text{ m}\Omega$$

Zur Erinnerung: Der Nullstromkreis schließt sich über den Sternpunkt des Transformators mit der Schaltgruppe Dy5 – nicht über die Netzimpedanz!

Berechnung bei Kurzschluss an der Hauptverteilung

Mit diesen Impedanzen können die Ströme bei einem dreipoligen und einpoligen Kurzschluss an den Sekundärklemmen des Transformators bzw. an der Sammelschiene der Hauptverteilung F_{HV} (Bild 1) berechnet werden (**Formeln A und B**).

Für den Kurzschlussort am Ende der Leitung F_V wird die Berechnung für drei verschiedene Kabeltypen (Fall a, b und c) mit jeweils gleichem Leiterquerschnitt von 25 mm² durchgeführt.

Autor

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Kny, VDE, ist Fachautor, war über 40 Jahre in der Ingenieurausbildung mit dem Schwerpunkt Projektierung von Elektro- und Beleuchtungsanlagen sowie als Lehrbeauftragter an Hochschulen tätig und beteiligt sich im DKE/VDE AK 221.2.3/2.7 an der Normungsarbeit.

$$\text{Formel A} \quad I''_{k3HV} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_{(1)N/T}|} = \frac{1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3,027^2 + 11,807^2} \text{ m}\Omega} = 20,84 \text{ kA}$$

$$\text{Formel B} \quad I''_{k1HV} = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{|2 \cdot Z_{(1)N/T} + Z_{(0)T}|} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot 400 \text{ V}}{|2 \cdot (3,027 + j11,807) + (2,95 + j10,438)| \text{ m}\Omega} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\sqrt{9,0^2 + 34,05^2} \text{ m}\Omega} = 21,64 \text{ kA}$$

Vorgaben zur Berechnung bei Kurzschluss an der Verteilung F_V

Die Kurzschlussströme werden für drei unterschiedliche Kabelarten ermittelt, um den Einfluss der Nullimpedanz zu zeigen.

Die Daten für die drei vorgesehenen Kunststoffkabel (Tabelle 1) stammen aus dem Beiblatt 4 von DIN VDE 0102 [4].

Es handelt sich um:

- a) ein vieradriges Kunststoffkabel NYY-J 4 x 25 mm²,
- b) vier Einleiterkabel NYY 4 x 1 x 25 mm² und
- c) Kabel mit vermindertem Querschnitt des vierten Leiters (Dreieinhalbleiterkabel) NYY 3 x 25/16 mm².

Die mit der Leitungslänge $l = 0,1$ km multiplizierten Leitungsbeläge in Ω/km und den eingerechneten Quotienten $R'_{(0)}/R'_{(1)}$ und $X'_{(0)}/X'_{(1)}$ (Nullimpedanz/Mitimpedanz) ergeben die Impedanzen für das jeweils vorgesehene Kabel a/b/c in Tabelle 2.

Die in Tabelle 3 angegebenen Impedanzen in allgemeiner Form wurden mit folgenden Gleichungen ermittelt:

$$Z_{(1)(a/b/c)N} = Z_{(1)N/T} + Z_{(1)L(a/b/c)N}$$

$$Z_{(0)(a/b/c)N} = Z_{(0)T} + Z_{(0)L(a/b/c)N}$$

$$Z_{(0)(a/b/c)NE} = Z_{(0)T} + Z_{(0)L(a/b/c)NE}$$

Berechnung der Kurzschlussströme

Mit den in der Norm angegebenen Formeln wird mit der Nennspannung $U_n = 400$ V und dem Spannungsfaktor $c = c_{\max} = 1,1$ die Berechnung durchgeführt. Ausnahme:

Die Korrektur des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms erfolgt mit $c = c_{\min} = 0,9$.

Die Kurzschlussimpedanz für das Mit- und Gegensystem ist für den jeweiligen Fall a, b oder c aus Tabelle 3 einzusetzen.

Nur für den Fall a, bei dem die Rückleitung über den Neutralleiter N erfolgt, ist die Berechnung exemplarisch dargestellt.

Dreipoliger Kurzschluss

Mit Formel (1) aus [8.3.1] erhält man den Betrag des größten Anfangskurzschlusswechselstroms auf allen drei Leitern:

$$\begin{aligned} I''_{k3(a)} &= \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_{(1)a}|} \\ &= \frac{1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{75,73^2 + 20,59^2} \text{ m}\Omega} \\ &= 3,23 \text{ kA} \end{aligned}$$

Tabelle 1 Impedanzbeläge der drei Kunststoffkabel und deren Verhältnis zur Nullimpedanz

	Kabeltyp	$R'_{(1)}$ in Ω/km	$X'_{(1)}$ in Ω/km	$\frac{R'_{(0)N}}{R'_{(1)}}$	$\frac{X'_{(0)N}}{X'_{(1)}}$	$\frac{R'_{(0)NE}}{R'_{(1)}}$	$\frac{X'_{(0)NE}}{X'_{(1)}}$
Fall a	NYJ-J 4 x 25 mm ²	0,727	0,0878	4	4	2,33	12,75
Fall b	NYJ 4 x 1 x 25 mm ²	0,727	0,119	4	4	2,22	9,62
Fall c	NYJ 3 x 25/16 mm ²	0,727	0,086	5,75	4,79	2,29	17,67

Tabelle 2 Mit- und Nullimpedanzen für eine Kabellänge $l = 100$ m

	Kabeltyp	$R_{(1)}$ in m Ω	$X_{(1)}$ in m Ω	$R_{(0)N}$ in m Ω	$X_{(0)N}$ in m Ω	$R_{(0)NE}$ in m Ω	$X_{(0)NE}$ in m Ω
Fall a	NYJ-J 4 x 25 mm ²	72,7	87,8	290,8	35,12	169,4	111,9
Fall b	NYJ 4 x 1 x 25 mm ²	72,7	119	290,8	47,6	161,4	114,5
Fall c	NYJ 3 x 25/16 mm ²	72,7	86	418,0	41,2	166,5	100,4

Zweipoliger Kurzschluss

Die Berechnung mit Formel (2) von [1] ergibt den zweipoligen Anfangskurzschlusswechselstrom, dessen Betrag auf beiden Außenleitern wirkt:

$$\begin{aligned} I''_{k2(a)} &= \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{2 \cdot Z_{(1)a}}} \\ &= \frac{1,1 \cdot 400 \text{ V}}{2 \cdot \sqrt{75,73^2 + 20,59^2} \text{ m}\Omega} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 3,23 \text{ kA} = 2,8 \text{ kA} \end{aligned}$$

Zweipoliger Kurzschluss mit Erdberührung

Mit den Formeln (3) und (4) aus [1] berechnet man die Leiterströme – siehe Formeln C und D. Das Ergebnis mit Formel (5) aus [1] für den Strom über den Rückleiter ist mit Formel E abgebildet.

Einpolarer Erdkurzschluss

Die Formel (6) aus [1] mit der Reihenschaltung der drei Impedanzen des Komponentensystems liefert den größten einpoligen Kurzschlussstrom, der sowohl über den Außen-

Formel C

$$\begin{aligned} I''_{k2EL2(a)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot (Z_{(0)aN} - a \cdot Z_{(1)a})}{Z_{(1)a}^2 + 2 \cdot Z_{(1)a} \cdot Z_{(0)aN}} \cdot \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{\sqrt{3} \cdot ((293,7 + j45,6) - a \cdot (75,73 + j20,59))}{(75,73 + j20,59)^2 + 2 \cdot (75,73 + j20,59) \cdot (293,7 + j45,6)} \cdot \frac{1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\text{m}\Omega \cdot \sqrt{3}} \\ &= 2,91 \text{ kA} \end{aligned}$$

Formel D

$$\begin{aligned} I''_{k2EL3(a)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot (Z_{(0)aN} - a^2 \cdot Z_{(1)a})}{Z_{(1)a}^2 + 2 \cdot Z_{(1)a} \cdot Z_{(0)aN}} \cdot \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{\sqrt{3} \cdot ((293,7 + j45,6) - a^2 \cdot (75,73 + j20,59))}{(75,73 + j20,59)^2 + 2 \cdot (75,73 + j20,59) \cdot (293,7 + j45,6)} \cdot \frac{1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\text{m}\Omega \cdot \sqrt{3}} \\ &= 2,81 \text{ kA} \end{aligned}$$

Formel E

$$\begin{aligned} I''_{k2ELE(a)} &= \frac{3 \cdot Z_{(1)a}}{Z_{(1)a}^2 + 2 \cdot Z_{(1)a} \cdot Z_{(0)aN}} \cdot \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{3 \cdot (75,73 + j20,59)}{(75,73 + j20,59)^2 + 2 \cdot (75,73 + j20,59) \cdot (293,7 + j45,6)} \cdot \frac{1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\text{m}\Omega \cdot \sqrt{3}} \\ &= 1,13 \text{ kA} \end{aligned}$$

leiter als auch zurück zur Spannungsquelle über den Neutralleiter N fließt (**Formel F**). Der kleinste einpolige Kurzschlussstrom (Spalte 8 in Tabelle 4) wird mit dem Spannungsfaktor $c_{\min} = 0,9$ ermittelt und ist entsprechend kleiner. Die Ergebnisse aller Berechnungen sind in Tabelle 4 dargestellt. Neben den berechneten Beträgen sind auch die Stromwinkel φ_i angegeben, um einen Vergleich bei einer Nachrechnung unter Verwendung ausschließlich komplexer Größen zu ermöglichen.

Ein Vergleich der Spalten 1 und 2 zeigt, dass der dreipolige Kurzschlussstrom um einen bestimmten Faktor $2/\sqrt{3} = 1,155$ größer ist als der zweipolige Kurzschlussstrom.

Deshalb ist bei diesem Kurzschlussfall zum Nachweis der mechanischen und thermischen Kurzschlussfestigkeit der dreipolige Anfangskurzschlusswechselstrom I''_k als Grundlage für die Ermittlung des Stoßkurzschlussstroms i_p und des thermisch gleichwertigen Kurzschlussstroms I_{th} heranzuziehen. Ausnahmen bilden Kurzschlüsse in der Nähe von Ortsnetztransformatoren (Schaltung Dy5), bei denen der einpolige Kurzschlussstrom größer sein kann als der dreipolige (siehe oben I_{k3HV} und I_{k1HV}). Aufgrund der optischen Symmetrie beim zweipoligen Kurzschluss mit Erdberührung in Bild 3 aus Teil 1 [1] könnte man annehmen, dass die beiden Außenleiterströme I''_{k2EL2} und I''_{k2EL3} gleich groß sind.

Das sind sie jedoch nicht! Ein Vergleich der Ergebnisse in Tabelle 4 (Spalten 4 und 5) zeigt allerdings nur einen geringen Unterschied. Der Vergleich der Ergebnisse bei einem Rückfluss über einen allgemein bezeichneten vierten Leiter (Rückleiter) in den Spalten 6 bis 8 lässt erkennen, dass der Strom über den vierten Leiter größer ist, wenn er über den Neutralleiter und das Erdreich (NE) fließt, im Vergleich zum Rückfluss nur über den Neutralleiter – z. B. bei $I''_{k1NE} > I''_{k1N}$. Der Grund dafür liegt darin, dass sich durch die Parallelschaltung von Neutralleiter N und Erdreich E ein geringerer ohmscher Widerstand für den Rückfluss ergibt. Der Einfluss auf den induktiven Widerstand wirkt hingegen ent-

Tabelle 3 Kurzschlussimpedanzen in mΩ für die drei betrachteten Fälle

	$Z_{(1)(a/b/c)}$	$Z_{(0)(a/b/c)N}$	$Z_{(0)(a/b/c)NE}$
Fall a	75,727 + j 20,59	293,75 + j 45,6	172,34 + j 122,43
Fall b	75,727 + j 23,71	293,75 + j 58,083	164,344 + j 124,961
Fall c	75,727 + j 20,41	420,97 + j 51,677	169,43 + j 162,445

Tabelle 4 Größte Kurzschlussströme (Spalten 2 bis 7) und kleinster Kurzschlussstrom (Spalte 8) für Kabeltypen mit unterschiedlicher Nullimpedanz

1	2	3	4	5	6	7	8
Fall	I_{k3}	I_{k2}	I_{k2EL2}	I_{k2EL3}	I_{k2ELE}	I_{k1max}	I_{k1min}
a_N	3,23 kA $e^{-j15,2^\circ}$	2,80 kA $e^{-j15,2^\circ}$	2,91 kA $e^{-j116,4^\circ}$	2,81 kA $e^{j86,4^\circ}$	1,13 kA $e^{j170,4^\circ}$	1,68 kA $e^{-j11,0^\circ}$	1,12 kA $e^{-j9,0^\circ}$
a_NE	3,23 kA $e^{-j15,2^\circ}$	2,80 kA $e^{-j15,2^\circ}$	2,68 kA $e^{-j121,1^\circ}$	3,12 kA $e^{j88,4^\circ}$	1,53 kA $e^{j147,7^\circ}$	2,1 kA $e^{-j26,8^\circ}$	1,44 kA $e^{-j22,3^\circ}$
b_N	3,20 kA $e^{-j17,4^\circ}$	2,77 kA $e^{-j17,4^\circ}$	2,88 kA $e^{-j118,6^\circ}$	2,78 kA $e^{j84,2^\circ}$	1,13 kA $e^{j170,4^\circ}$	1,67 kA $e^{-j13,3^\circ}$	1,11 kA $e^{-j10,9^\circ}$
b_NE	3,20 kA $e^{-j17,4^\circ}$	2,77 kA $e^{-j17,4^\circ}$	2,66 kA $e^{-j123,7^\circ}$	3,09 kA $e^{j86,6^\circ}$	1,56 kA $e^{j145,9^\circ}$	2,12 kA $e^{-j28,6^\circ}$	1,46 kA $e^{-j23,9^\circ}$
c_N	3,24 kA $e^{-j15,1^\circ}$	2,81 kA $e^{-j15,1^\circ}$	2,89 kA $e^{-j113,2^\circ}$	2,78 kA $e^{j83,4^\circ}$	0,82 kA $e^{j172,3^\circ}$	1,31 kA $e^{-j9,2^\circ}$	0,87 kA $e^{-j7,4^\circ}$
c_NE	3,20 kA $e^{-j17,4^\circ}$	2,77 kA $e^{-j17,4^\circ}$	2,59 kA $e^{-j119,4^\circ}$	3,17 kA $e^{j86,6^\circ}$	1,41 kA $e^{j140,2^\circ}$	2,01 kA $e^{-j32,4^\circ}$	1,40 kA $e^{-j27,2^\circ}$

$$\begin{aligned}
 \text{Formel F} \quad I''_{k1(a)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{\left| 2 \cdot Z_{(1)} + Z_{(0)a} \right|} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\left| 2 \cdot (75,73 + j20,59) + (293,7 + j45,6) \right| \text{ m}\Omega} \\
 &= \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot 400 \text{ V}}{\sqrt{445,2^2 + 86,8^2} \text{ m}\Omega} = 1,68 \text{ kA}
 \end{aligned}$$

gegengesetzt: Durch den größeren Abstand zwischen Hin- und Rückleiter bei einem Rückfluss durch das Erdreich wird der induktive Widerstand etwas größer. Doch aufgrund des höheren Einflusses des ohmschen Widerstands bei kleineren Leiterquerschnitten überwiegt dieser Effekt, sodass sich insgesamt ein geringerer Gesamtwiderstand ergibt.

Zusammenfassung

Das vordergründige Ziel dieser Beiträge ist die Deutung der Symmetrischen Komponenten in den in Normen und der Literatur angegebenen Formeln – speziell in diesem Beitrag in Bezug auf die Formeln zur Berechnung der Ströme bei Kurzschluss. Anhand der theoretisch hergeleiteten Formeln aus [2] werden die in [1] angegebenen allgemeinen Formeln zur Berechnung der Kurzschlussströme mit ihren Vereinfachungen und Besonderheiten erläutert. Die Ausführungen gehen so weit, dass bei Bedarf die vollständige Berechnung mit komplexen Größen nachvollzieh- und durchführbar ist, sodass auch die Überlagerung von Teilkurzschlussströmen berechnet werden kann. Die Anwendung der Formeln mit den Symmetrischen Impedanzen wurde an einem

einfachen Beispiel rechnerisch demonstriert. Die Wirkung der einzelnen Impedanzen – insbesondere der Nullimpedanz – auf die Höhe des Kurzschlussstroms ist dabei nicht so gravierend. Deutlicher soll die Wirkung im nachfolgenden Beitrag sein, wenn mithilfe der Symmetrischen Komponenten die Fehlerstromberechnung bei unterschiedlichen Sternpunktterdungsarten betrachtet wird. Das wird voraussichtlich erst zur Mitte des nächsten Jahres erfolgen, da vorher die Aktualisierung des Fachbuches „Schutz bei Kurzschluss in elektrischen Anlagen“ vorgesehen ist.

Literatur

- [1] Kny, K.-H.: Berechnungsverfahren in der Starkstromtechnik – Teil 8.3.1: Symmetrische Komponenten – Ableitung der Formeln zur Berechnung der Ströme bei Kurzschluss nach VDE 0102-0. Elektropaktiker, Berlin 79 (2025) 11, S. 44–48.
- [2] DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12 Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Teil 0: Berechnung der Ströme.
- [3] Kny, K.-H.: Berechnungsverfahren in der Starkstromtechnik – Teil 7.2: Besonderheiten der Nullimpedanzen von Netzen, Trafos, Kabeln. Elektropaktiker, Berlin 79 (2025) 2, S. 32–34.
- [4] DIN EN 60909-0 (VDE 0102) Beiblatt 4:2009-08 Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Daten elektrischer Betriebsmittel für die Berechnung von Kurzschlussströmen.



Sicher in der Luft bewegen

Einsatz fortschrittlicher Steckverbinder in der Luftfahrt

EVTOL-Flugzeuge (electric Vertical Take-Off and Landing) erweitern die urbane Mobilität, insbesondere den Transport von Personen und Waren in der Luft. In ihnen sind hochentwickelte elektrische Architekturen integriert, um eine optimale Leistung zu erzielen. Im Mittelpunkt steht dabei die passende Auswahl von Steckverbindern, um die zuverlässige Übertragung von Strom und Daten unter extremen Betriebsbedingungen zu ermöglichen. Dazu untersucht Sean Fitall, European Product Manager beim Spezialisten PEI-Genesis, wie Steckverbindertechnologien den Anforderungen der Luftfahrt gerecht werden können.



Quelle: Seerat/Adobe Stock

Steckverbinder für eVTOL-Anwendungen müssen eine Reihe strenger Anforderungen erfüllen, die die Auflagen für herkömmliche Luftfahrzeuge noch übertreffen. Sie müssen hohe Leistungsdichte, kompaktes Design und leichte Bauweise in sich vereinen und gleichzeitig modulare Architekturen für eine nahtlose Integration neuer Antriebstechnologien unterstützen.

Für Entwickler ist die Auswahl der richtigen Steckverbinder eine Priorität, um sicherzustellen, dass ihre Flugzeuge in den anspruchsvollen Umgebungen, in denen sie eingesetzt werden, sicher, effizient und zuverlässig funktionieren können.

Autor

Sean Fitall arbeitet als European Product Manager bei PEI-Genesis.

Stromversorgung für eVTOL-Systeme

Ein zentraler Aspekt aller eVTOL-Flugzeuge ist die Verwaltung von Hochspannungs-Stromversorgungssystemen. Meistens werden solche Geräte von speziellen Lithium-Ionen- oder Solid-State-Batterien betrieben, deren Steckverbinder hohe Stromstärken bei minimalen Stromverlusten und geringer Wärmeentwicklung verarbeiten müssen. Angesichts der hohen Energiedichte moderner Batterietechnologien müssen Steckverbinder die sichere und effiziente Übertragung von Energie an die Elektromotoren erleichtern, die für den vertikalen und horizontalen Flug verantwortlich sind. In solchen Hochspannungssystemen besteht ein erhebliches Risiko von Überhitzung und hohem Kontaktwiderstand. Steckverbinder müssen diese Risiken dadurch minimieren, dass sie niedrige Kontaktwider-

[Endlich] drahtlos glücklich.



Dieses leistungsstarke Trio – bestehend aus unserem neuen Medienkoppler, der die nächste Generation KNX RF unterstützt, dem innovativen Heizkörperthermostat und der USB-Schnittstelle – bildet ein echtes Dreamteam. Gemeinsam sorgen sie für eine **sichere, zuverlässige und energiesparende KNX Funktechnologie**.

Die neue Generation KNX Funk

- ✓ ZUVERLÄSSIG
- ✓ ENERGIESPAREND
- ✓ KNX SECURE
- ✓ ABWÄRTSKOMPATIBEL



Mehr Infos zum
KNX RF Multi
Sortiment

stände, effiziente Wärmeableitung und hervorragende Wärmeleitfähigkeit bieten. Die Konstruktion und Materialauswahl der Steckverbinder spielt eine wichtige Rolle beim Vermeiden von Stromausfällen, die sich auf Leistung und Akkulaufzeit auswirken könnten. Entwickler müssen Komponenten auswählen, die über lange Betriebszeiträume hinweg einen niedrigen Widerstand beibehalten, um maximale Energieeffizienz und minimale thermische Ablagerungen zu erreichen.

Außerdem müssen die Steckverbinder in der Lage sein, den mechanischen Belastungen standzuhalten, die bei schnellen Starts und Landungen auftreten. Vibrationsbeständigkeit ist dabei von entscheidender Bedeutung, da starke Vibrationen dazu führen können, dass Steckverbinder sich lösen oder ausfallen. Darüber hinaus müssen Steckverbinder in Systemen mit schnellen Lade- und Entladezyklen effektiv funktionieren können, ohne die Leistung, Langlebigkeit oder Sicherheit zu beeinträchtigen.

Langlebigkeit und Umweltbeständigkeit

EVTOL-Flugzeuge sind während ihrer Lebensdauer sehr rauen und variablen Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Daher müssen Steckverbinder so konstruiert sein, dass sie extremen Temperaturen, Feuchtigkeit, Staub, UV-Strahlung und elektromagnetischen Störungen (EMI) standhalten können. Präzisionsgefertigte Dichtungstechnologien wie z. B. IP-konforme Gehäuse und Dichtungen verhindern das Eindringen von Schmutzpartikeln und erhalten die volle Funktionsfähigkeit der Steckverbinder auch unter widrigen Bedingungen.

Vibrations- und Stoßbeständigkeit sind für Steckverbinder in eVTOL-Systemen ebenfalls von großer Bedeutung. Das Flugzeug muss trotz ständiger mechanischer Belastungen sowohl während des Fluges als auch am Boden seine strukturelle Integrität und ununterbrochene Konnektivität beibehalten. Robuste Verriegelungsmechanismen, vibrationsdämpfende Funktionen und fortschrittliche Kontaktmaterialien sorgen dafür, dass die Steckverbinder über den gesamten Lebenszyklus eines Flugzeugs hinweg sicher bleiben.

Darüber hinaus ist eine EMI-Abschirmung unerlässlich, um zu verhindern, dass elektrische Störungen die Funktion der empfindlichen Flugsteuerungssysteme von eVTOLs beeinträchtigen. Elektromagnetische Störungen können zu Fehlfunktionen in Navigations-, Kommunikations- und Steuerungssystemen führen und damit die Flugsicherheit gefährden. Um die Betriebsintegrität von eVTOL-Flugzeugen



Quelle: PEI-Genesis

1 Verschiedene Ausführungen der Steckverbinder-Raptor-Serie von Amphenol

auch in anspruchsvollen elektromagnetischen Umgebungen aufrechtzuerhalten, sind Steckverbinder, die mit fortschrittlichen Abschirmungs- und Erdungsverfahren entwickelt wurden, von hohem Stellenwert.

Die Bedeutung der Gewichtsoptimierung

Im Gegensatz zu herkömmlichen Flugzeugen, die Flüssigtreibstoff verwenden, müssen eVTOLs jedes Gramm ihres Energiespeichers maximieren. Je schwerer das Flugzeug, desto geringer ist seine Reichweite. Sperrige oder ineffiziente Steckverbinder steuern unnötiges Gewicht bei, was zu Leistungseinbußen führt. Die ideale Lösung integriert sehr feste, leichte Materialien wie Aluminium und fortschrittliche Verbundwerkstoffe, um die Masse zu reduzieren, ohne dabei die strukturelle Integrität zu beeinträchtigen. Darüber hinaus können Multifunktions-Steckverbinder, die Strom- und Signalfade in einer einzigen Schnittstelle konsolidieren, die Konstruktion optimieren und zusätzliches Gewicht sparen.

Sicherheit und Compliance

Die Sicherheit und die Konformität mit Regelwerken und gesetzlichen Vorschriften haben bei der Entwicklung von eVTOL-Flugzeugen eine hohe Priorität. Da diese futuristischen Flugzeuge im kommerziellen Luftraum operieren, müssen ihre elektrischen Systeme die Anforderungen strenger Luft- und Raumfahrt-

Normen wie RTCA DO-160 [1] oder MIL-STD [2] erfüllen. Das bedeutet, dass Steckverbinder Lichtbogenbeständigkeit, Brandhemmung und Ausfallsicherungsmechanismen aufweisen müssen, um elektrische Fehler zu vermeiden. Dabei ist Redundanz von entscheidender Bedeutung, damit kritische Systeme bei einem Ausfall betriebsbereit bleiben und die Sicherheit von Fluggästen und Flugzeug erhalten wird. Unter den zahlreichen Steckverbinderlösungen, die von PEI-Genesis angeboten werden, ist die Raptor-Serie von Amphenol besonders für eVTOL-Technologien geeignet (Bild 1). Diese Steckverbinder wurden speziell für Hochleistungsanwendungen entwickelt und bieten branchenführende Strombelastbarkeit, minimalen Kontaktwiderstand und hohe thermische Belastbarkeit in Höhenlagen. Durch die leichte und robuste Konstruktion sind sie für eVTOL-Anwendungen geeignet, da sie Flugzeuge agil und effizient machen.

Mit der Evolution von eVTOL-Technologien wird die Rolle aktueller Steckverbinder immer wichtiger. Von der Realisierung einer effizienten Kraftübertragung in Hochspannungssystemen bis hin zu Beständigkeit gegenüber harten Umgebungsbedingungen – Steckverbinder sind für den erfolgreichen Betrieb dieser bahnbrechenden Flugzeuge unverzichtbar. Um das für die Luftmobilität in städtischen Umgebungen erforderliche Maß an Zuverlässigkeit, Robustheit, Leistung und Sicherheit zu erreichen, ist die Auswahl der richtigen Komponenten besonders wichtig.

Literatur

- [1] RTCA DO-160: US-amerikanischer Standard für Umgebungs- und EMV-Tests von Bordelektronik. Online-Verweis: <https://en.wikipedia.org/wiki/DO-160>, Abruf: 07.11.2025.
- [2] MIL-STD: United States Military Standards, dt. US-amerikanische Militärstandards stellen eine Sammlung verschiedener Richtlinien, Verfahrensanleitungen und allgemeinen Regeln dar, welche bei verschiedenartigen Produkten und bei Prozessabläufen durch Standardisierung die Interoperabilität, Austauschbarkeit, Zuverlässigkeit und Kompatibilität mit militärischen Logistiksystemen sicherstellen. Online-Verweis: https://de.wikipedia.org/wiki/United_States_Military_Standard, Abruf: 07.11.2025.

ep WEB-TIPP

Weitere Informationen zum Sortiment von Steckverbindern für die eVTOL-Technologie: www.peigenesis.com

Glasfaserausbau – mit dem E-Handwerk in die Zukunft

Teil 3: Glasfaserinstallation am und im Gebäude

Die Gigabitstrategie des Bundes sieht vor, dass bis 2030 alle Haushalte und Unternehmen in Deutschland mit Glasfaser versorgt sein sollen. Dabei sind eine sorgfältige Planung und die Auswahl geeigneter Betriebsmittel zentrale Aspekte für die Zukunftsfähigkeit von Gebäuden. Der Einsatz von Lösungen, die sich schnell und sicher sowie ohne nennenswerte Dämpfungsverluste und ohne aufwendige Spleißarbeiten in Betrieb nehmen lassen, bietet gerade vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels besonders große Potentiale für das E-Handwerk.

Von der Netzebene 3 zum Gebäude

Nach Planung und Genehmigung des Glasfaseranschlusses wird zunächst geprüft, ob bestehende Leitungsführungssysteme für die Glasfaserverteilung weitestgehend genutzt werden können und an welcher Stelle von der Straßenseite die Erschließung zur Hausgrenze (nahe der Hauseinführung) erfolgen kann. Die Erschließung startet beim PoP in der Netzebene 3 über Anschlusschächte sowie unter- oder oberirdische Verteilerkästen, die als Verbindungspunkte dienen und Zugang für Wartungs- und Reparaturarbeiten bieten. Die damit verbundenen Tiefbauarbeiten variieren je nach baulichen Bedingungen. Bei der Erstinstallation werden Leerrohre verwendet, die die Glasfaserkabel führen und vor Beschädigungen schützen sowie zukünftige Wartungsarbeiten vereinfachen (Bild 24). Die Vorbereitung der Leerverrohrung erfolgt in Form von klassischen Tiefbauarbeiten durch Aushebung von Gräben entlang der Straßen, Aufhebung der Pflasterung bei Gehwegen bzw. Zufahrten oder durch unterirdische Zuführung unterhalb von Grünflächen. Dabei kommt – je nach baulicher Gegebenheit – auch eine Pressbohrung (Erdrakete) oder Spülbohrung bis in die Nähe der Hauseinführung zum Einsatz, die sich ihren Weg unterirdisch bahnt. Im Straßenbereich sollte die Verlegetiefe mindestens 80 cm und unterhalb des Gehweges mindestens 60 cm betragen. Je nach örtlichen Gegebenheiten und Verletechnik kann dies aber auch variieren,

beim Schlitten der Oberfläche von Straßen und Gehwegen (Trenching-Verfahren) beträgt die Verlegetiefe oftmals nur 30–60 cm. In eher ländlichen Gebieten kann die Verlegung auch in einem Arbeitsgang über einen Kabelpflug in einer Tiefe ab 60 cm erfolgen. Nach Abschluss der Tiefbauarbeiten und Leerrohrverlegung lässt sich das Glasfaserkabel nun in der NE 3 bis zur Versorgungsmuffe, dem oberirdischen Netzverteiler oder gar bis zur Aushebung in die Nähe der Hauseinführung mit Hilfe von Druckluft (Jetting-Verfahren) einblasen (Bilder 24 und 25).

Bei der unterirdischen Verzweigung kommt die Versorgungsmuffe in Kombination mit dem Spleißverteilergehäuse (FMP) zum Einsatz. Sie verfügt über die Schutzart IP68 und schützt die Glasfaserverbindung vor Schmutz und Wasser. Der Spleißvorgang und die Ablage der Glasfaser erfolgen im Spleißverteilergehäuse, das sowohl in der Versorgungsmuffe als auch in oberirdischen Glasfaser-Verteilern Anwendung findet. Die Glasfaser-Verteiler für die oberirdische Verteilung sind mit bis zu 144 Spleißkassetten verfügbar.

Für die Einführung in das Gebäude wird je nach baulicher Situation die bestehende Einführung genutzt, die bereits für die Glasfaserversorgung vorbereitete Leerverrohrung freigelegt oder eine neue Einsparteneinführung für die Glasfaser erstellt. Dazu ist am Einspeisepunkt eine Grube auszuheben, um das Leerrohr freizulegen. Ein kleines Schaumstoffteil wird durch das Leerrohr geblasen, um sicherzustellen, dass die Leerrohrverlegung durchgängig und frei von Ablagerungen und Schmutz ist. Dieses kann mit Gleitmitteln versehen werden, um das spätere Einblasen der Glasfaser zu erleichtern.

Vom Verteilpunkt wird die Glasfaser nun direkt mit Luftdruck und unter Verwendung eines Druckluftkompressors oder spezieller Einblasgeräte in das Gebäude eingblasen. Nach dem



Quelle: Bundesministerium für Digitales und Verkehr

24 Glasfaserverlegung im Gehwegbereich



Quelle: Deutsche Telekom



Quelle: Deutsche Glasfaser

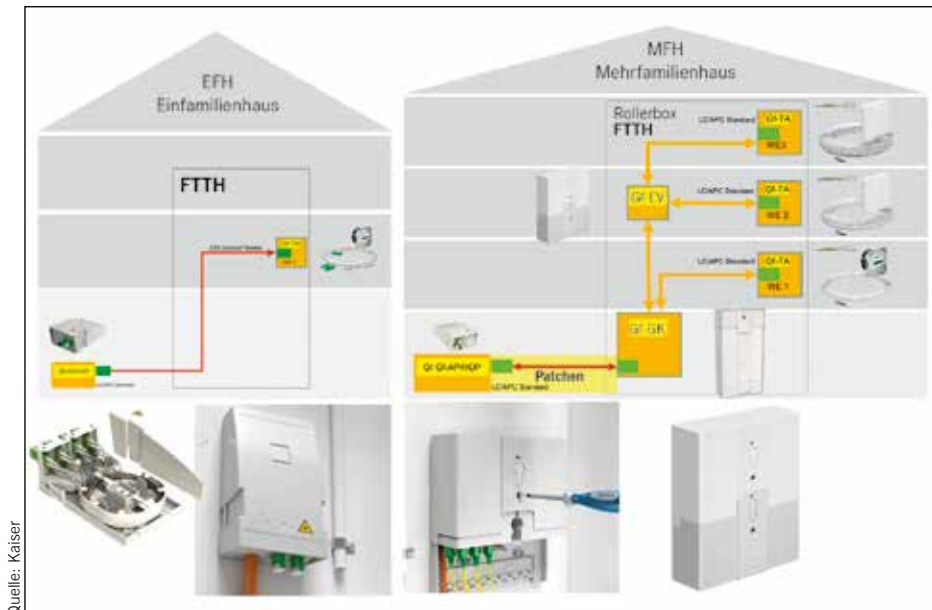


Quelle: Kaiser

25 Unterirdische Versorgungsmuffe, Haubenmuffe, Spleißverteiler-Gehäuse (FMP) und oberirdischer Gf-GV mit integriertem Spleißverteiler-Gehäuse

Autor

Dipl.-Wirt.-Ing. Stefan Born, strategisches Produktmanagement bei der Fa. Kaiser, Schalksmühle.



Quelle: Kaiser

26 Verkabelungskonzept im Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus mit HÜP/Gf-AP

Einblasen ist das Kabel an den entsprechenden Endpunkten anzuschließen und die Verbindung zu testen, um sicherzustellen, dass diese ordnungsgemäß funktioniert. Erst dann erfolgt der Abschluss am Hausübergabepunkt (HÜP) in der Nähe der Hauseinführung.

Je nach Ausführung kommt es zur Wiederherstellung der Oberfläche, d. h. Gräben werden wieder aufgefüllt und die Oberfläche (Straßenbeläge, Gehwege, Grünflächen) in ihren Ursprungszustand versetzt.

Verlegung und Verteilung in der Netzebene 4 und 5

Wenn die Glasfaser in das Gebäude eingeblasen ist und die Verbindung erfolgreich getestet wurde, erfolgt der Abschluss (Glasfaserabschlusspunkt/Anschlusspunkt Linientechnik) am Hausübergangspunkt (HÜP). Er markiert den Übergang vom öffentlichen Netz der Netzebene 3 zum privaten Netz, der Netzebene 4. Am HÜP wird die Verbindung der Glasfaserkabel gespleißt (Fusionsspleiß, mechanischer Spleiß). Am gängigsten ist der Fusionsspleiß. Hier werden die Glasfaserkabel übergangslos durch thermische Verschmelzung miteinander verbunden. Dies geschieht in der Regel mit einem Spleißgerät und obliegt zumeist noch dem Leistungsumfang des Netzbetreibers/Providers.

Vor dem Spleißen ist der Mantel und das sogenannte Coating zu entfernen, die Faser mit Alkohol zu reinigen und mit dem Cleaver (einem hochpräzisen Werkzeug zum Brechen bzw. Schneiden der Glasfaser) auf die benötigte Spleißlänge zu kürzen. Anschließend wird diese und die zu verbindende Faser je-

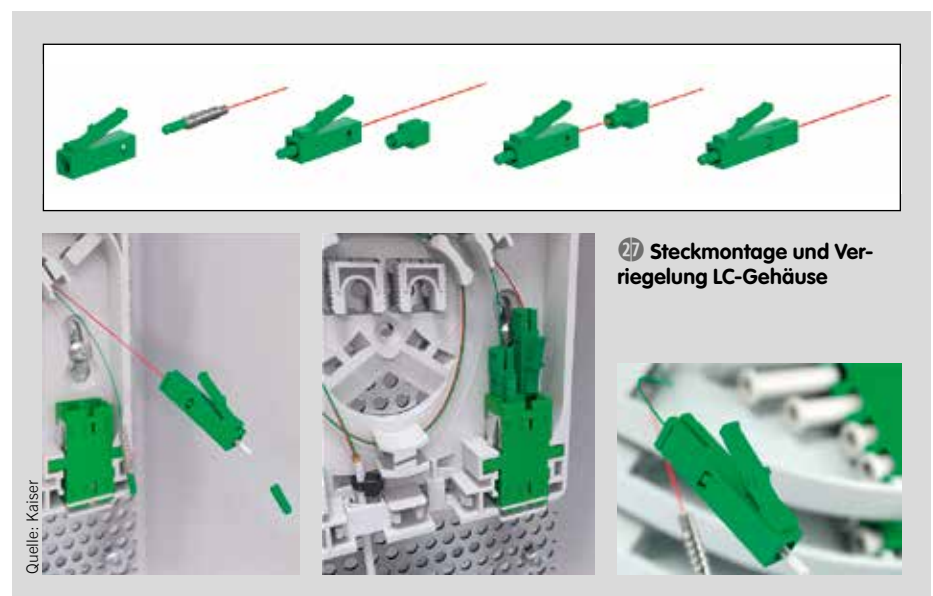
weils auf beiden Seiten in das Spleißgerät geführt und über einen Lichtbogen sowie die daraus folgende Hitze miteinander zu einer Faser verschmolzt. Ein Schrumpf- oder Crimpspleiß schützt diese Stelle vor mechanischer Beanspruchung.

Ab hier beginnt für Ein- und Zweifamilienhäuser die Verteilung innerhalb des Hausnetzes, bei Mehrfamilienhäusern und Wohnkomplexen erfolgt die Verteilung im Sekundärbereich bis zur Netzebene 5 (Wohnungsnetz). In Ein- und Zweifamilienhäusern dient in der Regel der HÜP im kompakten Design der Aufnahme der Spleißkassette und je nach Ausführung für zwei bis zu 16 Fasern und entsprechender Kupplungen LC/APC DX als Glasfaserabschlusspunkt. (Bild 26) Er wird Aufputz nahe der Hauseinführung befestigt und verfügt

über einen plombierbaren Gehäusedeckel gegenüber unbefugtem Öffnen sowie einer werkzeuggebundenen Schraubbefestigung mit Torx-Verschraubung. Für den Eingang der Mikrorohre/Glasfaser stehen sechs Einführungsmöglichkeiten zur Verfügung, am Ausgang befinden sich Ausbrechöffnungen für bis zu acht LC/APC DX-Kupplungen. Des Weiteren verfügt der HÜP über eine Aufnahme für eine Einzelzugabdichtung zur Abdichtung gegenüber Gasen und über eine Ablage für den Spleißschutz oder Schrumpfschlauch (CSS Crimp), der die gespleißte Stelle vor mechanischen Einflüssen schützt. Alle Glasfaserabschlusspunkte (HÜP, Gf-GV, Gf-EV) sind nach dem einheitlichen Materialkonzept des Bundes (atene KOM) förderfähig.

Der HÜP ist auch in der Ausführung mit bereits anschlussseitig vorkonfektionierten LC/APC DX-Kupplungen und integrierten Shuttern sowie mit einer Abdeckhaube zum Zwecke des Zugriffsschutzes verfügbar. Die Shutter verdecken im ungesteckten Zustand den optischen Anschluss, um das Auge vor schädlichen Laserstrahlen zu schützen, die aus dem Glasfaseranschluss austreten können.

Dies ist dann auch das erste und letzte Mal, dass die Verwendung eines Spleißgerätes notwendig ist, denn ab der Netzebene 4 kann die Glasfaserinstallation selbst und alle weiteren Verbindungen und Verteilungen (z. B. Gf-AP, Gf-GV, Gf-EV) über vorkonfektionierte Leitungen und Kupplungen erfolgen. Das steckbare Glasfaserverkabelungssystem E3S Connect verbindet auf der einen Seite den HÜP als Glasfaserabschlusspunkt mit dem Glasfaserteilnehmeranschluss, auf der anderen Seite sorgt das System aber auch für die weitere Verteilung. Bei E3S Connect sind alle Verbindungen auf die Übertragungseigen-



Quelle: Kaiser

27 Steckmontage und Verriegelung LC-Gehäuse



28 Einziehen vor-konfektionierter Leitungen E3S Connect



29 Einschieben vor-konfektionierter Leitungen E3S Connect



30 Einblasen vorkonfektionierter Leitungen E3S Connect

schaften und die Signalqualität vom GHMT (akkreditiertes Prüflabor für Messtechnik) geprüft und zertifiziert. So kann der Glasfaser-Teilnehmeranschluss (Gf-TA) direkt und ohne Signalverluste erschlossen werden. Dieser wird zumeist in der Nähe des Routers oder Modems (Netzabschlusseinheit NAE) im Kommunikationsfeld des Zählerschranks

oder im Multimediaverteiler bzw. im Wohnraum in der Nähe des TV-Gerätes platziert. Die vorkonfektionierten Glasfaserleitungen können in einem Mikrorohr (7, 10, 12, 14 mm) oder in einem bestehenden Elektroinstallationsrohr (M16, M20, M25) eingeschoben, eingeblasen oder eingezogen werden, ohne dass teure Spleißgeräte und aufwendige Spleiß-

arbeiten erforderlich sind. Zum Einziehen bedarf es in Abhängigkeit von der Länge lediglich einer Einziehhilfe (z. B. Katiblit Mini von der Fa. Katimex) oder zum Einblasen eines kompakten Einblasgerätes (z. B. X-Blow Micro, ebenfalls von Katimex), das durch herkömmliche Akkuschrauber angetrieben wird. Eine gemeinsame Verlegung in einem Elektroinstallationsrohr M25 mit NYM-Leitungen ist ebenso möglich, da es zu keinerlei Beeinträchtigung der Signalübertragung kommen kann. Ist im Hausanschlussraum oder Keller kein Leerrohrsystem vorhanden, kann die Verlegung in Leitungsführungskanälen (z. B. Kabelkanal) erfolgen.

Die Vorbereitung der Glasfaser-Steckverbindung ist denkbar einfach, es bedarf lediglich des Umlagens der Steckverbinder um die Ferrule. Es muss nur das Verriegelungsgehäuse mit dem Schlitz über das Glasfaserkabel geschoben und in Richtung des LC-Gehäuses gedrückt werden – schon lässt sich die Verrastung im LC-Gehäuse vornehmen. Diese Methode erfordert keine ausführliche Schulung oder Fachwissen über die Spleißtechnik und sorgt für die einfache, schnelle und sichere Verbindung (Bild 27).

Die schnellste Verkabelung der Netzebene 4 erfolgt mit bereits vorkonfektionierten Glasfaserteilnehmeranschlüssen. Hierbei sind die Kabel an der Teilnehmerseite schon mit Steckern versehen, die in die Kupplungen des Teilnehmeranschlusses eingesteckt sind. Das Glasfaserkabel ist je nach Strecke auf einer Trommel aufgerollt und kann so einfach eingeblasen, eingeschoben oder eingezogen werden.

Beim Einziehen ist eine Einzughilfe (z. B. Zugdraht) im Leerrohr verlegt oder es wird eine Einzughilfe durch das Leerrohr geschoben. Am anderen Ende der Glasfaser befindet sich eine Schlaufe, die mit der Einzughilfe verbunden wird; so lässt sich das Glasfaserkabel einfach einziehen (Bild 28). Dabei ist die maximal zulässige Zugkraft zu berücksichtigen, um die Leistungsfähigkeit zu garantieren. Die Glasfaserleitung beim System E3S Connect hält einer Zugkraft von 250 N bei einer maximalen Faserbelastung (Dehnung) von 0,50 % stand. Das Einschieben der Glasfaser ist bei kurzen, geraden Strecken sinnvoll. Hierbei ist zu beachten, dass das Glasfaserkabel sich nicht

Glossar

Ferrule: Zentrales Bauteil in einem Stecker für Lichtwellenleiter, das die Faser präzise aufnimmt, damit während des Steckvorganges eine exakte Verbindung ohne wesentlichen Lichtverlust entsteht.

FTTB: Fibre to the Building – das Glasfaserkabel wird bis Gebäude verlegt. Innerhalb des Gebäudes wird die Kupferverkabelung genutzt.

FTTC: Fibre to the Curb – das Glasfaserkabel wird bis zum Kabelverzweiger (KVZ) am Straßenrand verlegt. Die letzte Strecke bis zum Kunden erfolgt über die Kupferkabel.

FTTH: Fibre to the Home – das Glasfaserkabel wird bis in die Wohn- bzw. Nutzungseinheit verlegt. Diese Glasfaserverbindung bietet höchste Geschwindigkeiten, eine stabile Verbindung und lässt sich zukünftig auch für höhere Datenraten nutzen.

FTTN: Fibre to the Node – das Glasfaserkabel wird bis zu einem Verteilerknoten (z. B. Verteilerschrank) in der Nähe der Kunden verlegt. Die letzte Strecke bis zum Kunden erfolgt über Kupferkabel.

FTTP: Fibre to the Premises – das Glasfaserkabel wird bis zum Kunden (zum Grundstück oder Gebäude) verlegt. Die letzte Strecke zu den Wohn- bzw. Nutzungseinheiten erfolgt über Kupfer- oder Glasfaserkabel.

FTTx: Fibre to the x – Sammelbegriff für die verschiedenen Glasfaser-Anschlüsse,

die die letzte Strecke (letzte Meile) zwischen der Vermittlungsstelle und dem Endkunden. Das „x“ wird durch den Endpunkt der Glasfaser (z. B. FTTH, FTTB, FTTC, FTTP) ersetzt.

Homes Connected: Beschreibt die Anzahl der Haushalte die physisch am Glasfasernetz angeschlossen sind und die Daten nutzen kann, ohne dass es weiterer Installationsarbeiten bedarf.

Homes Passed: Beschreibt die Anzahl der Haushalte bei denen ein Glasfaseran-schluss bis zum Gebäude verlegt wurde. Dadurch ist er technisch nutzbar und kann in kurzer Zeit für den Endkunden verfügbar gemacht werden.

Shutter: Integrierter Staubschutz- und Sicherheitsmechanismus beim Glasfaseran-schluss (z. B. LC- oder SC-Buchse). Er schließt selbsttätig, wenn kein Stecker eingesteckt ist und bietet Schutz für Ferrule und Faserende vor Staub, Schmutz und Berührung. Darüber hinaus wird die Sicherheit erhöht, da kein Laserlicht unbeabsichtigt entweichen kann und zur Schädigung der Netzhaut führen kann.

Twisted-Pair: Hierbei handelt es sich um ein Kabel, bei dem isolierte Kupferdrähte paarweise verdreht sind. Dadurch lassen sich elektromagnetische Störungen reduzieren und die Datenübertragung verbessern.

im Rohr verhakt und infolge des Nachschiebens Knicke entstehen, die die Faser zum Brechen bringt (Bild 29).

Das Einblasen erfolgt in der Regel unter Zuhilfenahme eines Einblasgerätes. Diese erzeugen einen Luftstrom, das sogenannte Jetting, auf dem das Kabel getragen und sanft in das Rohr eingeblasen wird, ohne dass es zu Knicken oder Beschädigungen kommen kann. Hierzu werden die Glasfaserleitung und der Schutzschlauch in das Einblasgerät eingeführt, anschließend sorgt der Akkuschrauber für den notwendigen Antrieb (Bild 30). Für den Anschluss von mehreren Teilnehmern (z. B. in kleineren Mehrfamilienhäusern oder in Mehrfamilienhäusern mit teilgewerblicher Nutzung) eignet sich der Gebäudeverteiler Kompakt (Gf-GV) als Glasfaserabschlusspunkt. Er ist mit einer Spleißkassette für bis zu 24 Fasern und Ausbrechöffnungen wahlweise mit oder ohne Kupplungen LC/APC QD oder SC/APC DX für sechs Teilnehmer aus-

gestattet. Die Abdichtung gegenüber Gasen erfolgt auch hier über eine Vorrichtung, die die Einzelzugabdichtung aufnehmen kann. Die Glasfaserverbindungen lassen sich im Gehäuse geschützt in der Spleißkassette mit Spleißschutzhalter sicher führen, zudem ist der Gehäusedeckel abschließbar und schützt so gegen unbefugtes Öffnen.

Nach der Wahl des geeigneten Standortes für den Verteiler wird dieser in der Aufputzmontage an der Wand befestigt. Anschließend können die Glasfaserkabel in den Verteiler eingeführt und die Spleißarbeiten in der Netzebene 3 durchgeführt werden, um im Anschluss die Glasfaser in der Spleißkassette mit Spleißschutzhalter abzulegen. Nun lassen sich die LC-APC Quad-Duplex-Kupplungen zur weiteren Erschließung in der Netzebene 4 einstecken. Die Verbindungen sind im Verteiler mit der Schutzart IP55 sicher geschützt. Alternativ zum Gebäudeverteiler Kompakt kann auch der Gebäudeverteiler E3S Connect

als Abschlusspunkt der Netzebene 3 und zur weiteren Verteilung dienen (Bild 31). Das System basiert ebenfalls auf vorkonfektionierten Glasfaserverbindungen und erlaubt die Aufnahme von bis zu acht Kassetten, weist 16 Ausgänge für Mikrorohre bis 10 mm auf und verfügt über bis zu 32 Kupplungen für vorkonfektionierte Patchkabel E3S Connect.

In größeren Gebäuden und zum Anschluss von bis zu 16 Wohn- oder Nutzungseinheiten eignet sich der Glasfaserabschlusspunkt Gf-AP16 als HÜP sowie zur weiteren Verteilung des Glasfasergebäudenetzes (Gf-GV). Durch eine getrennte Frontabdeckung lässt sich eine klare Trennung von Netzebene 3 und Netzebene 4 (Trennung von Provider- und kundenseitiger Gebäudeverkabelung) vornehmen. Dies erleichtert den gezielten Zugang zu den einzelnen Netzebenen; es kann jede Ebene für sich gesichert und gewartet werden, so dass sich Schäden und Störungen frühzeitig ausschließen bzw. minimieren lassen. Die sichere und übersichtliche Ablage der Glasfasern und deren Überlängen erfolgt auch hier in der Spleißkassette, der mechanische Spleißschutz erfolgt über einen integrierten Splitterhalter. Der Glasfaserabschlusspunkt Gf-AP 16 eignet sich sowohl für die Gebäude- als auch für die Etagenverteilung (Bild 32). Auch hier erfolgt nach der Wahl des geeigneten Standortes für den Gf-AP 16 die Befestigung Aufputz an der Wand. Dazu ist die Grundplatte über drei Schrauben mit der Wand fest zu fixieren. Anschließend wird am Mikrorohr die Einzelzugabdichtung befestigt, ein Schaumband unterhalb des Gasblockers angebracht und mittels Kabelbinder festgezurr.

Zuerst wird die Glasfaser entlang der Bodenplatte des Gehäuses geführt und die Kupplungen werden in die Kupplungshalterungen der Frontblende eingefügt. Die Pigtails sind gemäß der Farbcodierung nach DIN EN 60 791-1-1 (DIN VDE 0888-100-1) an der Innenseite anzuschließen und die Glasfaser in die Spleißkassette einzulegen. Nachdem die Frontblende mit der Kupplungshalterung



Quelle: Kaiser

31 Gebäudeverteiler Kompakt und Gebäudeverteiler E3S Connect



Quelle: Kaiser

32 Gebäudeabschlusspunkt und Gebäudeverteilung am HÜP (Gf-AP 16)

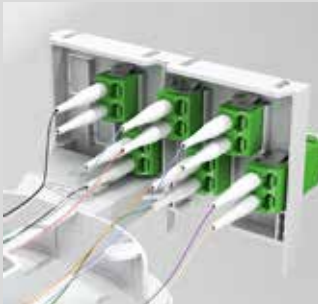
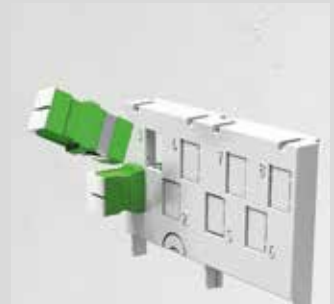
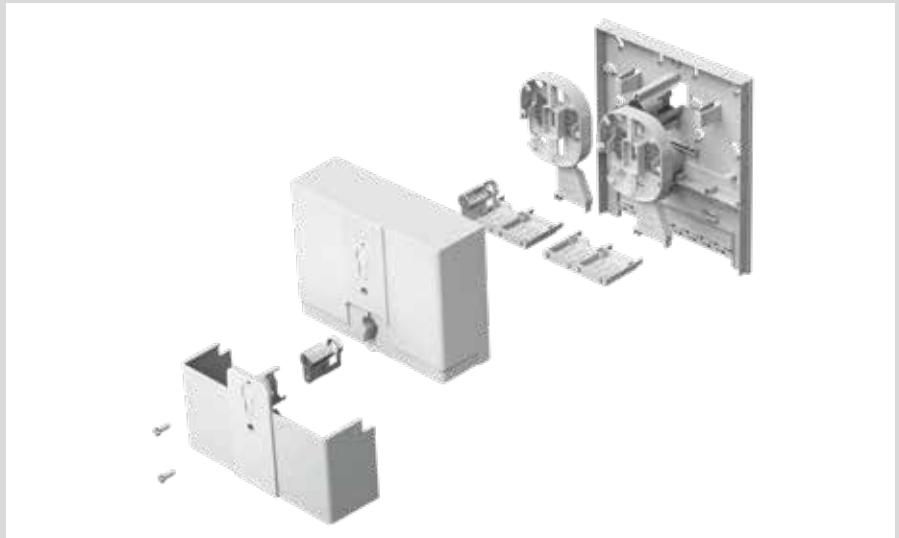
und der Spleißkassette auf der Bodenplatte montiert ist, erfolgt das Spleißen der Glasfaser, entweder durch Fusionsspleiß oder mechanischen Spleiß, je nach Vorgabe. Abschließend werden die E3S Connect-Kabel in die entsprechenden Ports gesteckt. Bei Verwendung des GF-AP 16 als Verteiler sind die Einführungen für die abgehenden Kabel zu öffnen (Bild 39).

Nach Abschluss dieser Arbeiten kann der obere Deckel aufgebracht und verschraubt werden, optional lässt sich zum Verriegeln ein Schloss anbringen und das Gehäuse bei Bedarf plombieren. Der Glasfaserabschlusspunkt Gf-AP kann auch als Etagenverteiler eingesetzt werden.

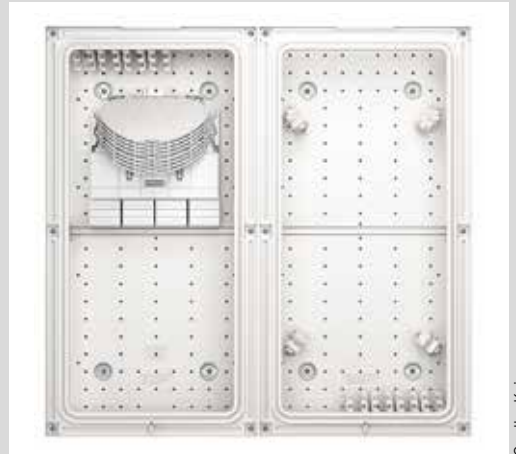
In größeren Gebäudekomplexen, z. B. Wohngebäuden mit bis zu 46 Wohneinheiten und

mehr, eignet sich der Glasfaser-Gebäudeverteiler FlexBox Connect als zentraler Verteilerpunkt für die Glasfaserverbindungen und zugleich als Glasfaserabschlusspunkt. Er wird dazu genutzt, um die Glasfaserverbindungen im Sekundärbereich über Schächte und Durchbrüche zu den einzelnen Etagen zuverlässig zu verteilen. Darüber hinaus kann er je nach Größe des Gebäudes und der Anzahl

39 Montage und Inbetriebnahme Gf-AP 16



Quelle: Kaiser



Quelle: Kaiser

34 Gf-GV/EV FlexBox Connect – modularer Aufbau und Erweiterbarkeit



Quelle: Kaiser

35 Auswahl an Wandmodulen für die Ein- und Ausgänge der FlexBox Connect

der Nutzungseinheiten im Tertiärbereich auch als Etagenverteiler fungieren. Aufgrund der Modularität lässt sich die FlexBox Connect in verschiedenen Konfigurationen planen und anpassen, um den spezifischen Anforderungen des Gebäudes und des jeweiligen Platzangebotes sowie der Führung der Glasfaser im Sekundär- und Tertiärbereich gerecht zu werden.

Für größere Anwendungen ist die FlexBox Connect übergangslos erweiterbar und kann dadurch nahezu beliebig viele Wohneinheiten versorgen (Bild 34). Auch sie verfügt über Schutzart IP54 zum Schutz gegen Staub sowie Spritzwasser und ist äußerst robust gegenüber äußeren Einwirkungen (Schutzklasse IK08 nach EN 62262: Stoßfestigkeit gegenüber Einwirkungen von Schlägen und Stößen). Auch hier spielen vorkonfektionierte Glasfaserleitungen und -verbindungen ihre Vorteile im Hinblick auf die Einfachheit, Geschwindigkeit sowie sicherer Übertragung ohne Verwendung zusätzlicher Spleißgeräte aus. Die FlexBox Connect ermöglicht die Trennung der Netzebene 3 von der Netzebene 4 und die Glasfaserkabel lassen sich über die Wandmodule nach oben in den Sekundärbereich als auch seitlich für die Etagenverteilung ausführen.

Mit Hilfe des Konfigurators Confix lässt sich der Gebäude- und Etagenverteiler FlexBox Connect gemäß des Verkabelungskonzeptes in einfachen Schritten planen. Da die Gebäudeverteilung der Glasfaser genaue Informationen über den Installationsort und die bauliche Infrastruktur sowie das Platzangebot und die Leitungsführung benötigt, die sich aber auch im Planungs- oder Ausführungsverlauf ändern kann, muss der Gf-GV/EV sich auf veränderte Bedingungen flexibel anpassen lassen. Die einzelnen Module bzw. Bauteile

sind untereinander flexibel austauschbar und erweiterbar, sodass sie nahezu jeder Installationsaufgabe und baulicher Bedingung gerecht wird. Neben der Auswahl der einzelnen Funktionskomponenten und der geführten Konfiguration wird im Konfigurator automatisch ein Bruttolistenpreis generiert. Dieser kann in der Kostenberechnung nach DIN 276 (Massenermittlung in der Entwurfsplanung der Leistungsphase 3) und im späteren in der Ausführungsplanung für die Kostenermittlung herangezogen werden. Da die Funktionskomponenten auch gleichzeitig die Leistungsbeschreibung mitliefern und über die Konfiguration die 3D-Geometriedaten ausgegeben werden können, lassen sich mit Hilfe der Konfiguration auch die BIM-Daten sowie die Ausschreibungstexte generieren.

Die FlexBox Connect wird aus den Funktionskomponenten sowie der Positionierung von Grundplatte, Spleißkassetten, des Mischers, der Kabelsammelhalter, der Wandmodule, der Spleißkassettenabdeckung und des Gehäusedeckels generiert. Es können sechs verschiedene Wandmodule modular eingeplant bzw. eingesetzt oder im späteren umgeplant werden (Bild 35). Diese dienen als Ein- und Ausgang der Glasfaser und sind mit Vorprägungen ausgestattet für z. B. Elektroinstallationsrohre M20/M25 bzw. Mikrorohre bis 48 x 2,8–7,0 mm bzw. 16 x 10,0 mm oder zur Kombination von Gehäusen sowie zur Aufnahme von bis zu 48 SC/SX, LC/DX-Kupplungen.

Darüber hinaus lässt sich im Konfigurator notwendiges und optionales Zubehör einplanen, z. B. Hutschiene zur Aufnahme von Spleißkassetten und Mischer für die Zugentlastung der Glasfaser, Spleißkassetten, Schließzylinder, Pigtails mit vorkonfektionierten LC-APC Steckern und offenem Ende für den Fusionspleiß, Abdeckelement zur Abtrennung der



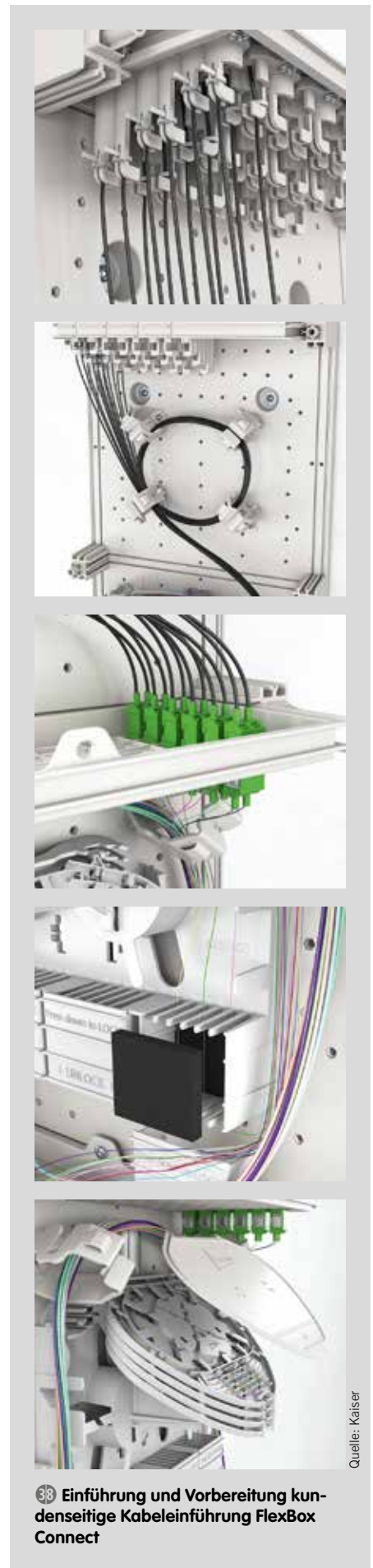
Netzebene 3, Zugentlastung für Providerkabel mit der Fixierungsmöglichkeit des Gasstopps, Zugentlastung für Patchkabel sowie LC/APC DX-Kupplungen und die Loop-Durchführung (Bild 35).

Die Gehäuse werden nach den Erfordernissen, der baulichen Umgebungen sowie den Kundenwünschen bereits konfiguriert und werkseitig vorkonfektioniert.

Die Montage ist so einfach wie die Konfiguration. Dazu wird das Gehäuse-Unterteil an der Wand ausgerichtet und über innenliegende Schraublöcher oder optional außenliegende Befestigungslaschen die Befestigung an der Wand vorgenommen (Bild 37).

Die Zuführung des Hauptkabels und des Mikrorohres (7, 10, 12, 14, 16 mm) geschieht durch das passgenaue Öffnen der im Wand-

modul dafür vorgesehenen Ausbrechöffnung. Die Einführung wird über eine Kabelverschraubung gesichert. Nach dem Absetzen der Kabel und des Anbringens des Gasstopps erfolgt die Zugentlastung des Providerkabels. Nun kommt die Vorbereitung des kundenseitigen Anschlusses in der Netzebene 4. Zunächst wird das Mikrorohr durch die Zugentlastung des Moduls eingeschoben und durch die Kabelsammelhalter strukturiert geführt. Die werkzeuglose und integrierte Zugentlastung gewährleistet die Durchgängigkeit des Leerrohrsystems, ohne dass es weiterer Hilfsmittel bedarf. Die Wandmodule sind nach der Konfiguration und werkseitigen Vorkonfektionierung bereits mit LC-DX-Kupplungen versehen, sodass die eingeführten Kabel nur noch in die Kupplung gesteckt werden müssen (Bild 38).



Quelle: Kaiser



39 Abdeckung verschrauben und optionales Verschließen und Plombieren

Die einzelnen Fasern werden durch den Mischer innerhalb der Spleißkassetten zur jeweiligen Spleißkassette geführt und die Ablage innerhalb dieser vorgenommen. Der Spleißvorgang kann nun abgeschlossen werden und der Spleiß in der Spleißhalterung der Kassette platziert werden. Abschließend wird die Spleißkassettenabdeckung aufgesteckt.

Zum Abschluss wird das Gehäuseoberteil auf das Unterteil gesteckt und verschraubt sowie der Gehäusedeckel über die Schraubbefestigung fixiert. Optional kann vor dem Verschießen ein Profilzylinder in der Deckelrückseite eingebaut werden und so verschlossen werden. Ebenso ist eine Plombierung gegen unbefugten Zugriff möglich (Bild 39).

Gleich welche Strecke innerhalb der Gebäudeverteilung erschlossen werden muss, kann sowohl über kurze Strecken bis 3 m innerhalb der NE 4 die Glasfaserverbindung vom HÜP/Gf-AP gepatched und größere Distanzen bis standardmäßig 30 m Länge mit der vorkonfektionierten Verbindungsleitung bis zum nächsten Etagenverteiler in der Vertikalen und im Weiteren bis zum Gf-TA steckbar erschlossen werden (Bild 40).

In der Netzebene 5 bildet der Gf-TA den Abschlusspunkt der Glasfaser in der Wohnung;

es erfolgt der Anschluss des Glasfasermodems mit dem Patchkabel E3S Connect. Den Glasfaserteilnehmeranschluss gibt es als Auf- und als Unterputzvariante. Der Gf-TA UP bietet den Vorteil, dass er mit den TAE-Abdeckungen der Schalterhersteller kompatibel ist, sodass ein einheitliches durchgehendes Design ermöglicht wird. Hilfreich sind die sogenannten Rollerboxen (Abrollkartons) für die vorkonfektionierten Teilnehmeranschlüsse. Dadurch wird ein einfaches und platzsparendes Abrollen der Glasfaserleitung gewährleistet, ohne den Teilnehmeranschluss aus dem Karton zu entnehmen.

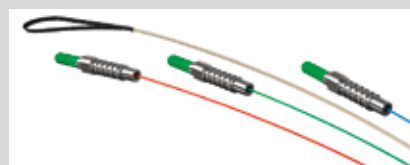
Bei der Auswahl der Anschlussdosen stehen eine Vielzahl unterschiedlicher Möglichkeiten zur Verfügung. In allen Fällen muss auf ausreichend großvolumige Anschlussdosen geachtet werden, um das anfallende Leitungsgut funktionsgerecht installieren zu können. Für den Glasfaserteilnehmeranschluss (Gf-TA) eignen sich Geräteanschlussdosen für Daten- und Netzwerkschlüsse in Verbindung mit einer normativ festgeschriebenen Leerrohrinstallation mit einem Durchmesser von 7 bzw. 10 mm. Es empfiehlt sich die Vorbereitung des Glasfaserausbaus mit Mikro-rohren, in denen die Glasfaser unkompliziert eingebracht werden kann. Für die Netz-

ebene 4 vom Keller oder Hausanschlussraum in die einzelnen Wohnungen eines Mehrfamilienhauses bedeutet das: Elektrofachhandwerker können die Installation zum Beispiel mit Elektroinstallationsrohren (min. M25) realisieren (Bild 41).



Quelle: Kaiser

41 Gf-TA UP und AP mit E3S Connect



40 Erschließung des Sekundär- und des Tertiärbereiches mit E3S Connect

Sentry und Vital – für mehr Sicherheit

Sicherheitsrelais und Sicherheitsmodul – zur Realisierung von Sicherheitsfunktionen

Moderne Maschinen ermöglichen eine geradezu unfassbare Produktivität. Aber von diesen Maschinen gehen für die im Umfeld tätigen Mitarbeitenden vielfältige Gefahren aus. Diese zu erkennen und weitgehend unter Zuhilfenahme technischer Mittel auszuschließen, ist ein Anliegen, für das im deutschen Sprachraum der Begriff der funktionalen Sicherheit (engl. Functional Safety) oder eben auch Maschinensicherheit genutzt wird.

Breit aufgestellt

Die ABB (Asea Brown Boveri) ist ein schwedisch-schweizerischer Elektrogroßkonzern mit Hauptsitz in Zürich, Schweiz. Sie entstand im Jahr 1988 durch die Fusion der schwedischen ASEA mit der schweizerischen BBC.

Das Unternehmen blickt insgesamt auf eine über 140-jährige Geschichte zurück und beschäftigt mehr als 105 000 Mitarbeitende weltweit. Der Konzern ist ein Global Player in der Energie- und Automatisierungstechnik und in nahezu allen Geschäftsfeldern dieser Branche aktiv. Das Portfolio ist breit gefächert und reicht von der Ausrüstung für konventionelle Kraftwerke (Gas-, Dampf- und Kernkraftwerke) – insbesondere deren elektro- und automatisierungstechnische Komponenten – über Schaltanlagen aller Netzebenen bis hin zur Niederspannungs- und Installationstechnik für den Wohn- und Zweckbau.

Viele der heutigen Geschäftsfelder hat ABB in den vergangenen Jahrzehnten durch Übernahmen hinzugewonnen. Für die im Bereich der Installations- und Automatisierungstechnik tätigen Elektrohandwerksbetriebe sind die folgenden Angebote besonders interessant:

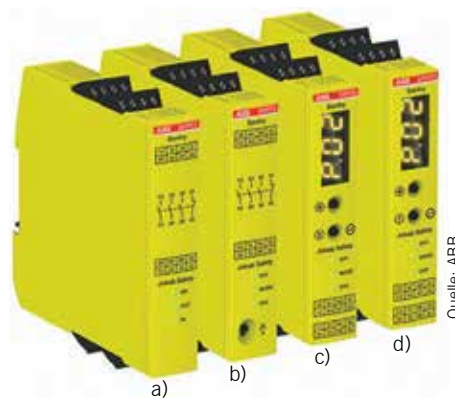
- Installations- und Schutzgeräte,
- Smarthome-Komponenten (auf Basis i-Bus KNX sowie Hausautomationssystem Busch-free@home),
- Automatisierungstechnik (Klein- und Kompaktsteuerungen),
- Technik zur Maschinensicherheit.

Das Sortiment zur Maschinensicherheit umfasst eine Vielzahl von Produkten, angefangen

bei Geräten für elementare Lösung bis hin zu kompletten Sicherheitssystemen für einzelne Maschinen oder ganze Fertigungsstraßen. Dabei bietet ABB nicht nur Lösungen für Planer und Errichter von Großanlagen an, sondern auch eine Vielzahl von Produkten und Systemen, die auf die Bedürfnisse von Handwerksbetrieben und Planungsbüros zugeschnitten sind, bei denen es um kleinere und überschaubare Anlagen geht.

Sentry – Sicherheitsrelais

Die Sicherheitsrelais sind die ursprünglichsten zentralen Komponenten, die zur Erlangung funktionaler Sicherheit geschaffen wurden. Die Produktfamilie der Sentry-Sicherheitsrelais (Bild 1) bietet für ein breites Aufgabenspektrum der Maschinensicherheit geeignete Lösungen. Alle Modelle sind als Reiheneinbaugeräte für eine Montage auf der DIN-Schiene im Schaltschrank konzipiert. Die Speisung der Geräte erfolgt bei der Mehrzahl mit 24 V DC. Des Weiteren sind Modelle verfügbar, die per Netzspannung gespeist wer-



1 Sentry-Sicherheitsrelais

- a) Sicherheitsrelais mit Basisfunktionen (BSR)
- b) Sicherheitsrelais mit Einzelfunktion (SSR)
- c) Sicherheitsrelais mit Timer-Funktion (TSR)
- d) Universelle Sicherheitsrelais (USR)

Sentry-Sicherheitsrelais

Für folgende Arten von Sicherheitseinrichtungen geeignet:

- Einkanal-Sicherheitseinrichtung,
- Zweikanal-Sicherheitseinrichtung mit äquivalenten Kontakten,
- Zweikanal-Sicherheitseinrichtungen mit antivalenten Kontakten,
- Erweiterung von Sicherheitsmodulen,
- Druckluftempfindliches Sicherheitsgerät (Kurzschlusserkennung),
- Zweihand-Sicherheitseinrichtung,
- OSSD-Sicherheitseinrichtung¹⁾.

Beispiele für Vorrichtungen, die angeschlossen werden können:

- Lichtschranken,
- Lichtvorhänge,
- Sicherheitseinrichtungen mit drei Stellungen,
- Sicherheitsverriegelungsschalter,
- Not-Halt-Taster,
- Schaltpuffer, Schalmatten und Schaltleisten.

Quelle: ABB Jokab Safety

den. Die Anschlussblöcke der Geräte sind an der Oberseite angeordnet. An der Vorderseite informieren drei LEDs über den jeweiligen gerätespezifischen Status. Bei der Mehrzahl der Geräte befindet sich an der Vorderseite eine Grafik mit der Konfiguration der Relaisausgänge. Aufgabe aller Geräte ist es, für einen sicheren Stopp und Start der überwachten Einrichtungen zu sorgen (siehe Infokasten). Dabei werden vier Gerätkategorien unterschieden.

Sicherheitsrelais mit Basisfunktionen (BSR)

Diese Geräte verfügen über Grundüberwachungsfunktionen für Ein- und Zweikanal-Sicherheitseinrichtungen, wie etwa Not-Halt-Tastern. Unterschiede zwischen den BSR-Modellen bestehen vor allem bezüglich der Ausstattung mit Relaisausgängen. Es sind folgende Ausstattungsvarianten verfügbar:

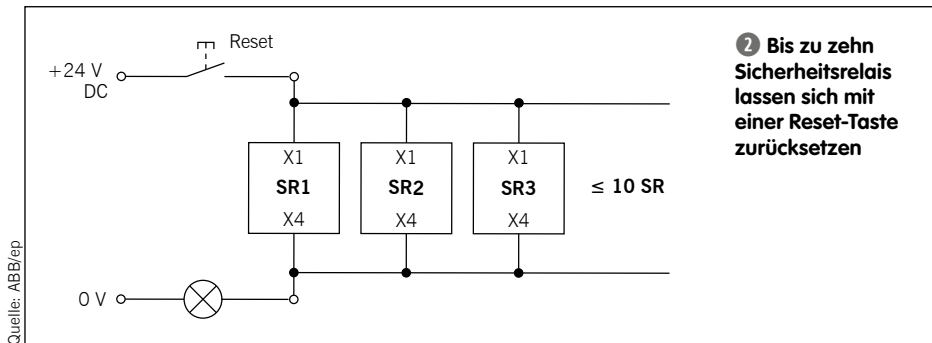
- 3 x Schließer²⁾ und 1 x Öffner²⁾,
- 4 x Schließer,
- 4 x Schließer und 1 x Öffner.

Sicherheitsrelais mit Einzelfunktion (SSR)

Die Einzelfunktionsmodelle sind jeweils für spezielle Einsatzfälle, wie die Überwachung

Autor

Dr.-Ing. Horst Möbus, Fachautor und Honorar Dozent, Groß Düben.



von ein- oder zweikanaligen Sensoren, Auswertung von OSSD-Signalen¹⁾, Zweihandschaltungen usw. konzipiert. Im Unterschied zu den BSR-Modellen verfügen diese Geräte an der Vorderseite über einen Wahlschalter zum automatischen oder manuellen Zurücksetzen (und damit über begrenzte Konfigurationsmöglichkeiten). Es stehen zur Verfügung Varianten mit:

- 3 x Schließer und 1 x Öffner sowie
- 2 x Schließer und 2 x Öffner.

Neben den mit 24 V DC gespeisten Geräten werden auch netzgespeiste Geräte angeboten.

Sicherheitsrelais mit Timer-Funktion (TSR)

Ähnlich den SSR-Modellen können diese Geräte zur Überwachung von ein- und zweikanaligen Sensoren und die Auswertung von OSSD-Signalen eingesetzt werden. Der entscheidende Unterschied ist die Möglichkeit der Einstellung einer Ausschaltverzögerung.

Alle Geräte verfügen zunächst einmal grundsätzlich über die Möglichkeit zwischen einer Ausschaltverzögerung von 0,5 s und 1,5 s zu wählen. Ausgangsseitig stehen 3 x Schließer und 1 x Öffner zur Verfügung. Neben den mit 24 V DC gespeisten Modellen steht auch eine Variante mit Netzspeisung zur Verfügung. Die einfachen Varianten dieser Gerätegruppe sind optisch den SSR-Modellen ähnlich. Das anspruchsvollste Modell dieser Gerätegruppe ist mit einem Display ausgestattet und bietet weitergehende Konfigurationsmöglichkeiten bezüglich der Ausschaltverzögerung (0–999 s). Darüber hinaus gibt es Einstellmöglichkeiten für die Einschaltverzögerung, Überbrückungszeit und die Resetzeit. Dies erfolgt mittels zweier Tasten. Der Zugriff auf die Einstellungen kann mit einem Passwort gesichert werden. Das Display wird auch zur Fehleranzeige genutzt.

Universelle Sicherheitsrelais (USR)

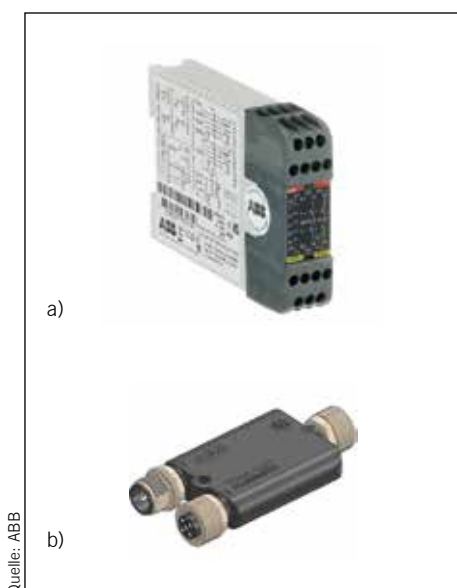
Rein optisch sind die USR-Modelle und das besprochene TSR-Modell kaum zu unterscheiden. Bezüglich der Funktionalität vereinen diese Geräte die Funktionalität der SSR- und der TSR-Modelle – und gehen in Details sogar darüber hinaus.

Erweiterungen und Reset

Die BSR-Modelle und einige TSR-Modelle können als Erweiterungen der ebenfalls von ABB Jokab Safety angebotenen Sicherheitssteuerung Pluto eingesetzt werden. Bei Nichtakzeptanz von Eingangssignalen wechseln die Sicherheitsrelais in einen deaktivierten Modus. Dieser wird wieder verlassen, wenn das Eingangssignal akzeptiert wird. Es erfolgt also ein automatischer Reset. Manuell kann ein Reset durch Drücken der dafür vorgesehenen Taste vorgenommen werden. Um bei etwas umfangreicheren Anlagen nicht ganze Felder von Reset-Taster installieren zu müssen, können bis zu zehn Sicherheitsrelais an einen Reset-Taster angeschlossen werden (Bild 2).

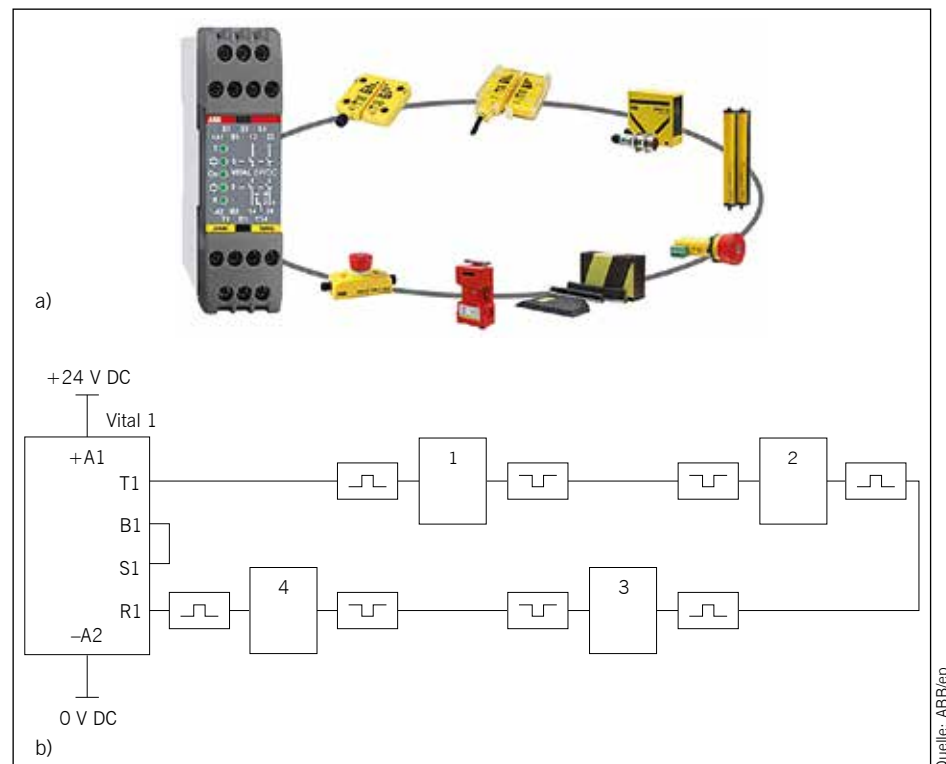
Vital 1 – Sicherheitsmodul

Ein überaus interessantes Konzept liegt dem Sicherheitsmodul Vital 1 zugrunde (Bild 3a).



3 Interessantes Konzept – ein Vital statt mehrerer Sicherheitsrelais

- a) Sicherheitsmodul Vital 1
b) Adapter ermöglichen den Anschluss diverser Sicherheitsvorrichtungen



4 Vital 1 und DYNlink

- a) Bis zu 30 Sensoren lassen sich anschließen
b) DYNlink – basiert auf einem dynamischen Sicherheitssignal

ep WEB-TIPP



Weitere Details zu den vorgestellten Sentry-Sicherheitsrelais und dem Vital-Sicherheitsmodul findet man auf den Webseiten des Herstellers unter:

<https://new.abb.com/low-voltage/de/produkte/maschinensicherheit/sicherheitsrelais/sentry-sicherheitsrelais>

<https://new.abb.com/low-voltage/de/produkte/maschinensicherheit/vital>

Das Modul verfügt über einen Eingangskanal – erlaubt aber den Anschluss von bis zu 30 Sicherheitsvorrichtungen. Eine simple Reihenschaltung ist zur Erreichung des notwendigen Sicherheitslevels nicht ausreichend. Um dennoch mit einem Eingang auszukommen, wird DYNlink eingesetzt. Dabei handelt es sich um eine ABB-spezifische Sensorkommunikations- und Verkabelungslösung. Dafür bietet ABB spezifische Sensoren (z. B. Eden) und eine breite Palette an Adaptern (Bild 3 b) für die herkömmlichen Sicherheitsvorrichtungen wie Not-Halt-Taster, Sicherheitsschalter usw., die deren Anbindung an die DYN-link-Verkabelungslösung ermöglichen. Abhängig vom verwendeten Kabel und den eingebundenen Geräten können damit Entfernungen von bis zu 1 000 m überbrückt und bis zu 30 Sicherheitsgeräte eingebunden werden (Bild 4 a). Das Funktionsprinzip dieser Lösung wird im Bild 4 b angedeutet. Das Sicherheitsmodul Vital 1 sendet (über T1) ein dynamisches Sicherheitssignal an den Adapter des angeschlossenen Gerätes 1 (z. B. ein Not-Halt-Taster). Dort wird das Signal invertiert und zum nächsten Gerät gesandt. Dieser Vorgang wird dann für jedes Gerät wiederholt. Der Eingang des Signals wird bei R1 überwacht und die Betätigung von Geräten, Feststellungen von Sensorik oder Ausfall von Technik werden erkannt und vom Modul ausgewertet. Die Funktion der Vorgehensweise sowohl bei einer geraden als auch bei einer ungeraden Anzahl angeschlossener Geräte wird schaltungstechnisch sichergestellt.

1) OSSD – **O**utput **S**ignal **S**witching **D**evice (dt. Ausgangssignal-Schaltgerät), ein elektronisch erzeugtes und aus zwei OSSD-Signalen bestehendes Ausgangssignal, das den Sicherheitsstatus eines Systems anzeigt.

2) Schließer (Normally Open, NO), Öffner (Normally Closed, NC)

Ausgerüstet mit dem richtigen Werkzeug

Qualifizierte Fachinformationen –
aktuell, kompetent, verständlich



ep DIGITAL

- ✓ 12 Ausgaben als E-Paper (PDF und App)
- ✓ Online-Archiv mit über 12.500 Fachinhalten

Jahrespreis inkl. MwSt. **96,00 EUR**

Porto entfällt komplett Mehrfachlizenz:
44,40 EUR

Jetzt gratis testen!

www.elektropraktiker.de/abo

STAHLWILLE

Strahlende Neuheiten

Stahlwille ergänzt sein Sortiment professioneller LED-Arbeitsleuchten um weitere vier Modelle. Mit einer Stiftleuchte, einer Kopflampe, einer Handleuchte und einem Duo-Arbeitsstrahler auf Stativ bietet der Werkzeughersteller aus Wuppertal praxiserprobte Lichtlösungen für unterschiedlichste Anforderungen. Die **LED-Stiftleuchte 13136 SL** überzeugt mit einer Lichtleistung von 500 Lumen (im Boost-Modus bis zu 850 Lumen) und mit einer Leuchtweite von bis zu 64 m. Drei Helligkeitsstufen und eine stufenlose Fokussierung erlauben eine optimale Anpassung an die jeweilige Arbeitssituation.

Die neue **Kopflampe 13137 KL 450** mit integriertem Gestensensor liefert ein breites Lichtband bis zu 450 Lumen, ergänzt durch einen zuschaltbaren LED-Spot mit 60 Lumen. Drei Helligkeitsstufen und eine maximale Leuchtweite von 45 m bieten vielseitige Einsatzmöglichkeiten.

Mit bis zu 1 000 Lumen Leuchtkraft und einer zusätzlichen Top-LED mit bis zu 180 Lumen und 60 m Leuchtweite ist die **Handleuchte 13138 HL 1000** eine zuverlässige Lichtquelle

für unterschiedlichste Anwendungen. Zwei Helligkeitsstufen, mehrere Haltemagnete, zwei drehbare Haken und ein abwinkelbarer Standfuß ermöglichen eine flexible Positionierung.

Der neue **Duo-Arbeitsstrahler 13139 DL 11500** ist das leistungsstärkste Modell im Sortiment. Zwei unabhängig dreh- und schwenkbare LED-Module liefern bis zu 11 500 Lumen und sorgen für eine gleichmäßige und blendfreie Ausleuchtung. ■



Duo-Arbeitsstrahler 13139 DL 11500 (oben) und Handleuchte 13138 HL 1000 (rechts)



Quelle: Stahlwille

I-KFZ-APP

Digitaler Fahrzeugschein

Ab sofort können Bürgerinnen und Bürger ihren Fahrzeugschein auf ihrem Smartphone in der i-Kfz-App hochladen und ihn dort jederzeit abrufen. Der Fahrzeugschein muss somit nicht mehr in Papierform mitgeführt werden. Zudem können mehrere Fahrzeugscheine gleichzeitig hinterlegt und digital auch an Dritte z. B. an eine Werkstatt oder weitere Fahrer weitergegeben werden.

Die im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr vom Kraftfahrt-Bundesamt und der Bundesdruckerei entwickelte App wird Anfang 2026 auch juristischen Personen, wie Flottenbetreibern, zur Verfügung stehen. Der digitale Fahrzeugschein ist die digitale Version der Zulassungsbescheinigung Teil I (Fahrzeugschein). Das Abrufen des Fahrzeugscheins in der App erfüllt rechtlich die Mitführungspflicht für die Zulassungsbescheinigung.

Die Digitalisierung des Führerscheins befindet sich in Arbeit. Es ist geplant, voraussichtlich Ende 2026 einen digitalen Führerschein ebenfalls in app-basierter Form anzubieten. Beide Dokumente (Fahrzeugschein und Führerschein) sollen perspektivisch in einer App verfügbar sein. Auch Zulassungsprozesse sollen demnächst digitalisiert werden. ■

CARHARTT

Arbeiten bei Wind und Wetter

Für die Herbst- und Wintersaison 2025/26 hat Carhartt neue Jackenmodelle für Männer und Frauen vorgestellt, die laut Hersteller verlässlichen Wetterschutz, durchdachte Funktionen und hohen Tragekomfort bieten.

Für Männer bietet die neue **Force Winnipeg Jacket** leichten Schutz bei wechselhaftem Wetter, ohne dabei an Funktionalität zu spa-



Im Damenbereich präsentiert Carhartt eine neue Jacke, die robustes Canvas mit weichem Sherpa-Futter kombiniert

Quelle: Carhartt

ren. Das wasser- und windabweisende Außenmaterial schützt zuverlässig, während Feuchtigkeit aktiv abgeleitet wird und den Stoff schnell trocknen lässt.

Die **Gilliam Active Jac** erweitert das Sortiment um eine klassische, wetterfeste Daunenjacke, die mit strapazierfähigem Cordura-Material und dreifach vernähten Nähten für lange Lebensdauer sorgt. Regen perlt an der Oberfläche ab, Wind wird effektiv abgehalten. In der Praxis zeigt sich, dass die Jacke vor allem an Tagen überzeugt, an denen das Wetter unberechenbar ist. Der lockere Schnitt bietet Bewegungsfreiheit, ohne aufzutragen.

Auch im Damenbereich setzt Carhartt auf durchdachte Jacken, die Wärme, Beweglichkeit und Alltagstauglichkeit vereinen. Die **Rugged Flex Loose Fit Canvas Sherpa-Lined Jacket** kombiniert robustes Canvas mit weichem Sherpa-Futter – ideal für kühle Morgenstunden in der Werkstatt oder auf der Baustelle.

Wenn das Wetter umschlägt, kommt die **Monterey Jacket** zum Einsatz. Entwickelt für starken Regen und Wind, bietet sie mit der Storm-Defender-Membran und vollständig versiegelten Nähten zuverlässigen Schutz vor eindringender Nässe. Gleichzeitig bleibt das Material atmungsaktiv. ■

NISSAN

Fünf Sterne für den Townstar

Der kompakte Nissan Townstar ist im Euro NCAP Sicherheits- und Crashtest-Programm mit der Höchstwertung ausgezeichnet worden. Die unabhängige Sicherheitsorganisation unterzieht aktuelle Fahrzeugmodelle



Der Nissan Townstar ist sowohl mit Elektro- als auch Benzinmotor erhältlich

Quelle: Nissan

strengen Crashtests, prüft die Fahrerassistenzsysteme und vergibt Sicherheitsbewertungen, um Verbrauchern ein klares Bild davon zu vermitteln, wie gut ein Fahrzeug Unfälle vermeiden kann und wie es sich im Falle einer Kollision verhält. ■

RUNTER VOM GAS

DVR-Bremswegrechner

Wie sich der Bremsweg eines Autos berechnen lässt, hat jeder in der Fahrschule gelernt. Dies ist aber häufig in Vergessenheit geraten. Deshalb herrscht im Alltag bei vielen Fahrern Unsicherheit, wie lang der Bremsweg eines Pkw tatsächlich ist.

Der Bremsweg wird durch die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Witterungsverhältnisse beeinflusst. Des Weiteren haben auch der bauliche Zustand der Straße und die Reifenqualität Einfluss auf die Länge des Bremsweges. Der Reaktionsweg addiert sich immer zum Bremsweg. Der Reaktionsweg wird durch die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Zeit beeinflusst, die vergeht, bis reagiert und die

Bremse getreten wird. Bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h beträgt der Bremsweg bei trockenen Fahrbahnverhältnissen ca. 11 m, bei Schnee bereits ca. 48 m. Hinzu kommt der Reaktionsweg. Bei einer Reaktionszeit von einer Sekunde und einer Geschwindigkeit von 50 km/h beträgt dieser ca. weitere 14 m. Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) möchte mit seinem Bremswegrechner helfen, sich den Bremsweg auf einfache Weise zu verdeutlichen. Dabei können die vier verschiedenen Witterungsverhältnisse Trockenheit, Regen, Schnee oder Frost und die Fahrgeschwindigkeit individuell ausgewählt werden und so der Bremsweg auf einfache Weise ermittelt werden.

Der Bremswegrechner ist auf der DVR-Internetseite www.runtervomgas.de zu finden. ■



Der Bremsweg wird durch die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Witterungsverhältnisse beeinflusst

Quelle: Petair/stock.adobe.com

PRODUKTKENNZEICHNUNGEN

Kennzeichen und Prüfzeichen

An Produkten sind häufig eine Vielzahl von Zeichen angebracht. Dabei ist zwischen Kennzeichen und Prüfzeichen zu unterscheiden. Kennzeichen werden vom Hersteller eigenverantwortlich am Produkt angebracht wie z. B. das bekannte CE-Kennzeichen. Eine Begutachtung des Produktes durch eine unabhängige Prüfstelle ist bei der CE-Kennzeichnung nur bei wenigen Produkten erforderlich, beispielsweise wenn ein Produkt unter die PSA-Richtlinie fällt und nicht nur gegen geringfügige Risiken schützen soll. Anders verhält es sich bei dem in Deutschland bekannten freiwilligen GS-Prüfzeichen. Dieses Prüfzeichen darf auf einem Produkt nur angebracht werden, wenn eine erfolgreiche Prüfung durch eine zugelassene, unabhängige Prüf- und Zertifizierungsstelle erfolgt ist. Diese bestätigt, dass das Baumuster den sicherheitstechnischen Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes entspricht. Des Weiteren kontrolliert die Prüfstelle, dass die in Verkehr gebrachten Serienprodukte mit dem geprüften Baumuster übereinstimmen. Das GS-Prüfzeichen dürfen nur Prüf- und Zertifizierungsstellen vergeben, die durch die Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik anerkannt sind.

Mehr unter: www.dguv.de/dguv-test/prod-pruef-zert/pruefzeichen ■

Aus dem Unfallgeschehen

Körperdurchströmung beim Auswechseln von Steckdosen in einem Brüstungskanal

Arbeitsauftrag. Ein Elektrohandwerksbetrieb sollte in einem Bürogebäude eine Doppelsteckdose in einem Brüstungskanal austauschen. Die Arbeiten sollten von einem Elektrogesellen durchgeführt werden.

Unfallhergang. Nachdem der Elektrogeselle im Büro angekommen war, führte ihn eine Büroangestellte zu dem Raum, in dem die Doppelsteckdose ausgetauscht werden sollte. Der Elektrogeselle begann mit der Demontage der Doppelsteckdose. Als er bei der Montage der neuen Steckdosen die abisolierten Adern in die Klemmen der Steckdose schieben wollte, erlitt er einen Stromschlag. Die Büroangestellte informierte den Rettungsdienst, der den Elektrogesellen in das nächstgelegene Krankenhaus einlieferte. Dort wurde er zur Beobachtung über Nacht stationär aufgenommen.

Unfallanalyse. Im Rahmen der Unfallermittlung wurde festgestellt, dass die Elektroarbeiten bei laufendem Bürobetrieb durchgeführt

wurden. Im Büro wurden Berechnungen auf einem PC durchgeführt, die noch längere Zeit andauern würden und nicht unterbrochen werden konnten. Dieser PC war an den gleichen Stromkreis angeschlossen wie die auszutauschenden Steckdosen. Der Elektrogeselle entschloss sich deshalb, die Doppelsteckdose unter Spannung auszutauschen.



Brüstungskanal mit Doppelsteckdose (Beispielbild)

Quelle: BG ETEM

Er berührte dabei die abisolierte Phase und erlitt eine Körperdurchströmung.

Der Elektrogeselle führte unbefugt Arbeiten unter Spannung aus. Er war weder damit beauftragt, noch war er zum Arbeiten unter Spannung zusätzlich qualifiziert. Außerdem standen die für das sichere Durchführen der Arbeiten erforderlichen Werkzeuge, Ausrüstungen sowie Schutz- und Hilfsmittel nicht zur Verfügung. Des Weiteren waren diese Arbeiten unter Spannung auch nicht erforderlich. Die Arbeiten hätten ohne Probleme auf den nächsten Tag verschoben werden können. Der Elektrogeselle verstieß damit gegen § 6 (1) der DGUV Vorschrift 3. Dort wird gefordert, dass an unter Spannung stehenden Teilen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel nicht gearbeitet werden darf. Ein Ausnahmegrund nach § 8 der DGUV Vorschrift 3 lag auch nicht vor. Die Arbeiten hätten im spannungsfreien Zustand durchgeführt werden müssen. Nach dem Durchführen der fünf Sicherheitsregeln hätten die Arbeiten sicher ausgeführt werden können. D. Rothweiler

Für eine sichere und gesunde Arbeitswelt

Arbeitsschutzmesse A+A 2025 in Düsseldorf

Anfang November verwandelte die A+A 2025 Düsseldorf in das Zentrum der internationalen Welt des Arbeitsschutzes. Unter dem Leitthema „Der Mensch zählt“ vereinte die Weltleitmesse für Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit und Gesundheit bei der Arbeit mehr als 2 300 Aussteller in 13 Messehallen und wurde damit erneut zum Treffpunkt der internationalen Fachcommunity für die Zukunft der Arbeit.

Die A+A 2025, die nach eigenen Angaben weltweit führende Messe für Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, fand in diesem Jahr vom 4.–7. November statt. Insgesamt präsentierten 2 340 Aussteller aus 70 Ländern in 13 Messehallen die gesamte Bandbreite an Produkten, Technologien und Innovationen für eine sichere, gesunde und nachhaltige Arbeitswelt. Rund 67 000 Fachbesucherinnen und -besucher aus 150 Nationen kamen nach Düsseldorf, um sich über die Trends und Zukunftsthemen der Branche zu informieren.

Ein Großteil der Befragten gehörten zu den Entscheidungsträgern aus Industrie, Handwerk, Verwaltung und Dienstleistung und nutzten die Weltleitmesse, um sich zu vernetzen, Investitionen anzustoßen und neue Geschäftskontakte zu knüpfen. Alle relevanten Berufsgruppen waren laut Messe Düsseldorf zur A+A 2025 vertreten. Der Anteil der inter-

nationalen Besucher ist im Vergleich zur Vorveranstaltung mit 52 % konstant geblieben. 16 % aller Besucherinnen und Besucher reisten aus Übersee an.

Innovationen für die Arbeitswelt von morgen

Die A+A deckt den globalen Markt für persönliche Schutzausrüstung (PSA) ab. Darüber hinaus präsentierte sie die neuesten Trends, etwa zu nachhaltigen Materialien in der PSA, mentaler Gesundheit am Arbeitsplatz und digitalen Assistenzsystemen für sicheres Arbeiten. Dass man mit der Themenauswahl richtig lag, bestätigten rund 97 % der Besucher, die ihre Erwartungen voll erfüllt oder gar übertroffen sahen. Für die Fachbesucherinnen und Fachbesucher standen vor allem die Themen Ergonomie, Künstliche Intelligenz (KI) und New Work im Fokus.

Der Exo Park zeigte Exoskelette und digitale Ergonomie-Lösungen mit realitätsnahen Anwendungsszenarien und machte so Zukunftstechnologien greifbar. Auch im Bereich Workwear und PSA demonstrierten die ausstellenden Unternehmen, dass moderne Schutzkleidung längst Design, Funktion und Nachhaltigkeit vereint. Leichte Materialien, smarte Features und ressourcenschonende Herstellungsprozesse prägten die Kollektionen – ebenso das Bewusstsein für Komfort und Identität am Arbeitsplatz.

Ein besonderer Impuls ging erneut von der internationalen Start-up-Zone sowie dem Start-up-Bereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) aus, in denen junge Unternehmen mit Kreativität und Innovationskraft überzeugten – mit sensorgestützten Schutzsystemen über KI-Analysen bis hin zu nachhaltigen Lösungen für mehr Sicherheit und Effizienz.

Kongress punktet mit neuen Formaten

Der während der Messe ausgerichtete 39. Internationale Kongress für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (A+A Kongress) verzeichnete rund 3 000 Teilnehmende aus dem In- und Ausland und bestätigte so seine Rolle als führende Plattform für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Der von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Basi) veranstaltete Kongress bot rund 100 Veranstaltungen mit 330 Referierenden.

Neue Formate wie die Vision Zero Bühne in Halle 9 und das A+A Kino brachten Praxisnähe und hohe Besucherzahlen. Sie ließen den Kongress näher ans Messegesehen rücken. Beim Tag der Sicherheitsbeauftragten standen die Zukunft und Bedeutung der über 700 000 Sicherheitsbeauftragten in Deutschland im Fokus. Teilnehmende konnten zudem Zertifizierungspunkte für ihre berufliche Weiterbildung erwerben. Inhaltlich spiegelte der Kongress die aktuellen Herausforderungen und Chancen der Arbeitswelt wider: Digitalisierung und Künstliche Intelligenz im Arbeitsschutz, gesundheitsfördernde Führung, Gewaltprävention am Arbeitsplatz sowie Updates der Arbeitsmedizin gehörten zu den zentralen Themen. Ein weiteres Highlight der A+A war die WearAcon Europe in Halle 1, organisiert vom Fraunhofer IPA, dem IFF der Universität Stuttgart und der Wearable Robotics Association (USA). Die Fachkonferenz zu tragbarer Robotik ergänzt das Programm erneut um zukunftsweisende Impulse für Ergonomie, Prävention und Rehabilitation.



Quelle: Haix

1 Haix ergänzt die Flextrene-Kollektion um eine Damenlinie

Facettenreiches Rahmenprogramm

Neben dem Kongress bot die Messe ein inspirierendes und vielfältiges Rahmenprogramm, das Fachwissen, Erlebnis und gesellschaftliches Engagement miteinander verband. Das Trend-Forum wurde zum Treffpunkt für Wissenstransfer und Innovation: Fachleute diskutierten über Prävention, mentale Gesundheit, Künstliche Intelligenz und den verantwortungsvollen Einsatz digitaler Technologien. Im Bereich Brandschutz und Notfallmanagement boten Live-Vorfürhrungen praxisnahe Einblicke in moderne Sicherheits- und Rettungstechnologien.

Für modische Akzente sorgte die Corporate Fashion Show in Halle 15, die viermal täglich zum Publikumsmagneten wurde. Auf dem A+A Catwalk präsentierten führende Hersteller der PSA-Branche Kollektionen, die Schutz, Funktionalität und Nachhaltigkeit mit modernem Design verbinden. Moderne Workwear steht heute nicht nur für Sicherheit, sondern auch für Stil, Komfort und Identität – das spiegelte sich in jeder der dargebotenen Präsentationen wider.



2 Helly Hansen Oxford 2.0 Jacke



3 Helly Hansen Oxford Hybrid Insulator

Messerundgang

Helly Hansen zeigte auf der A + A die neue Oxford-2.0-Kollektion, die mit 2-Wege-Stretchmaterial und geringem Gewicht punkten will. Alle Produkte dieser Kollektion bestehen aus einem baumwollreichen Hauptmaterial, das durch seine hohe Atmungsaktivität auch bei körperlich fordernden Tätigkeiten angenehm zu tragen ist – ideal für warme oder wechselhafte Bedingungen.

Cordura-Verstärkungen an Hose, Shorts und Latzhose sorgen für zusätzliche Strapazierfähigkeit. Die Oxford 2.0 Arbeitsjacke (Bild 2) kommt ohne Schulternähte, mit verlängertem Rücken, elastischen Einsätzen und weichem Fleecefutter im Kragen – für maximale Bewegungsfreiheit und hohen Tragekomfort.

messe frankfurt

light+building

8. – 13. 3. 2026
Frankfurt am Main

Echte Gesichter. Eine Leidenschaft: Elektrohandwerk

Wir installieren Zukunft.
Weltleitmesse für Licht und
Gebäudetechnik

Vorgeformte Ärmel und ein individuell verstellbarer Saum sorgen für eine passgenaue Silhouette und Flexibilität im Einsatz.

Die Oxford-2.0-Hose kombiniert Funktion mit Ergonomie: Stretch-Einsätze und vorgeformte Knie garantieren volle Bewegungsfreiheit. Kniepolstertaschen mit Außenzugang, eine verstellbare Kniepolsterposition sowie anpassbare Beinlängen bieten maßgeschneiderten Komfort. Dank Kompatibilität mit dem modularen HH-Taschen-System (s. ep 05/2025) lässt sich die Hose flexibel an individuelle Anforderungen anpassen. Reflektierende Details erhöhen zudem die Sichtbarkeit und Sicherheit am Arbeitsplatz. Neben Arbeitsjacke und Hose (mit speziellen Modellen für Damen und Herren) bietet die aktualisierte Kollektion auch eine Latzhose sowie Shorts.

Für kühlere Arbeitsbedingungen ergänzt der neue Oxford-Hybrid-Insulator die Oxford-Linie optimal (Bild 3). Mit einem Materialmix aus recyceltem Polyester mit Isolierung und elastischen Einsätzen sorgt sie für zuverlässige Wärme und hohe Bewegungsfreiheit. Ausgestattet mit vorgeformten Ärmeln, reflektierenden Designelementen und praktischen Taschenlösungen bietet sie Schutz und Komfort – bei gleichzeitig sportlichem, modernem Look. Alle Produkte sollen ab Frühjahr/Sommer 2026 erhältlich sein.

Haix präsentierte ein komplett überarbeitetes Workwear-Schuhportfolio, das leistungssteigernde Technologiepaket XLR8 („Accelerate“) und die neue Flextreme-Damenkollektion. Das Schuhportfolio wurde neu strukturiert und umfasst die drei Einsatzgebiete Saftey, Heavy Duty und Heavy Duty Extreme (Bild 4). Die Linie Safety richtet sich an Anwender, die maximale Beweglichkeit und Flexibilität benötigen – etwa in Werkstätten, Produktionsbetrieben oder im Maschinenbau. Die Modelle der Serie sind laut Haix die leichtesten ihrer Art und bieten gleichzeitig kompromisslosen Schutz. Ein ergonomischer Leisten soll perfekten Sitz garantieren, während atmungsaktive Materialien für ein angenehmes Klima auch an langen Arbeitstagen sorgen. Für das Elektrohandwerk seien hier die Modelle Black Eagle Safety 200 sowie 410 genannt. In wechselnden Arbeitsumgebungen spielt die Heavy-Duty-Serie ihre Stärken aus. Sie bietet höchsten Schutz und Halt bei gleichzeitig hohem Komfort. Hochwertige Materialien und eine wetterbeständige Konstruktion sorgen für maximale Zuverlässigkeit, auch unter schwierigen Bedingungen. Die Linie Heavy Duty Extreme geht darüber hinaus und ist gemacht für schwere und sehr schwere Tätigkeiten – etwa im Hoch- und Tiefbau.

Alle drei Linien des neuen Workwear-Schuhportfolio sind mit der XLR8-Technologie ausgestattet. Das System soll laut Haix die Fußgesundheit fördern, die Leistungsfähigkeit steigern und Ermüdung reduzieren. Dazu gehören die Reforce-Technologie zur aktiven Aufrichtung des Fußgewölbes, ein ergonomischer Leisten, eine adaptive Fersenhinterkappe für Stabilität und Balance sowie eine optimal gedämpfte Laufsohle für einen sicheren, energiegeladenen Stand (Bild 5).

Auf der letzten A+A 2023 hatte Haix die Flextreme-Workwear-Kollektion für Männer vorgestellt – nun folgte die Damenlinie. Sie kombiniert höchste Schutzstandards mit maximaler Bewegungsfreiheit und zeitlosem Design. Ein ergonomischer, frauenspezifischer Schnitt sorgt für perfekte Passform und Bewegungsfreiheit in jeder Arbeitssituation. Leichte, atmungsaktive und dennoch extrem strapazierfähige Materialien garantieren hohen Tragekomfort auch bei langen Einsätzen. Elastische Einsätze, smarte Details wie keramikbeschichtete Kniepartien oder hochgezogene Bundabschlüsse bieten optimalen Schutz (Bild 1). Jacken, Hosen, Zip Hoodies und Shirts sind so gestaltet, dass sie im Job genauso überzeugen wie in der Freizeit.

Kübler präsentierte auf der diesjährigen A+A drei neue Kollektionen. Sie alle zeichnen sich durch ihr nachhaltiges Bekleidungsdesign und die nach EN ISO 15797 geprüfte Industriewäschetauglichkeit aus. Die vielseitig einsetzbare Kollektion Kübler Reforce will mit ihrem stringenten, dynamischen Design den Zeitgeist einfangen. Klare Linien, dezentes Color-



Quelle: Kübler

6 Kübler Reforce-Kollektion

Blocking und eine körpernahe Schnitfführung unterstreichen den professionellen Auftritt seiner Trägerinnen und Träger (Bild 6). Durch den Einsatz eines Stretch-Mischgewebes aus 50 % Bio-Baumwolle, 33 % recyceltem Polyester und 17 % Elastomultiester erfüllt Kübler die Erwartungen an nachhaltige Workwear ebenso wie den Anspruch an ein angenehmes Tragegefühl. Für volle Bewegungsfreiheit sorgt die Hightech-Faser Elastomultiester. Die Kollektion umfasst Arbeitsjacke, Damen- und Herrenbundhose, Latzhose und Shorts in vier Farbstellungen. Als Kombinationspartner stehen T-Shirt, Polo, Sweatshirt und Kapuzen-Sweatjacke in der gleichen Optik zur Verfügung. Für Außeneinsätze bei kühleren Temperaturen stellt Kübler die Hybrid-Softshelljacke und die Hybridweste mit melierter Strick- und symmetrischer Steppoptik in den entsprechenden Farben bereit.

Mit Kübler Iconiq Pro stellt Kübler eine speziell für das industrielle Umfeld entwickelte Kol-



Quelle: Haix

5 Haix XLR8 unterstützt den Fuß



Quelle: Haix

4 Workwear-Schuhe von Haix für vielfältige Aufgaben

Quelle: BP-Bierbaum-Proenen



7 Die neuen Hybrid-Hosen aus der Kollektion BP Multi Protect Plus vereinen Leichtigkeit und Robustheit

Quelle: Dehn



8 Dehnsense EFD am Helm

lektion vor. Die klaren Linien und vier klassische Farbvarianten spiegeln den aktuellen Trend zu reduziertem, langlebigem Design in ästhetisch-funktioneller Weise wider.

Safety X Compact heißt die neue Einstiegs Kollektion im Multinormbereich. Sie vereint zertifizierten Schweißerschutz, Schutz vor Hitze, Feuer, Funken, elektrostatischer Aufladung und den thermischen Auswirkungen von Störlichtbögen sowie leichten Chemikalienschutz. In Kombination mit langlebigen Materialien und robuster Verarbeitung bietet sie zuverlässigen Gefahrenschutz in anspruchsvollen Arbeitsumgebungen. Die schlanke und zugleich ergonomische Schnittführung garantiert hohen Tragekomfort bei guter Beweglichkeit.

Auch **BP – Bierbaum-Proenen** war auf der A+A wieder dabei – mit Neuheiten, die zeigen, wie viel sich in Sachen Berufsbekleidung getan hat. Der PSA-Anbieter stellte vor allem die neue Norm EN 17353 in den Vordergrund. Sie ergänzt die klassische Warnschutznorm EN ISO 20471 und richtet sich an alle, die in mittleren Risikosituationen arbeiten. BP

hat die Norm nach eigenen Angaben frühzeitig umgesetzt und in alle relevanten Bereiche integriert – von Workwear über Warnschutz und Multinorm bis HACCP.

Mit dabei war auch die bereits im Frühjahr angekündigte Kollektion BP Multi Protect Plus, die um neue Hoodies und Hybrid-Hosen ergänzt wurden (s. ep 04/2025). Die Kollektion bietet hohen Schutz vor vielen Gefährdungen, ein sportliches, modernes Design, einen hohen Tragekomfort und eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten (Bild 7). Alle Teile sind Industriewäsche-geeignet und nach ISO 15797 zertifiziert. An den für die typischen Bewegungsabläufe besonders wichtigen Stellen sind Stretch-Elemente eingebaut: oberhalb der Knietasche, im rückwärtigen Bund sowie im Schritt und Gesäßbereich. Neu sind auch die Multinorm-Hoodies, die wie die Hybrid-Hosen Warnschutz der Klasse 1 bieten. Darüber hinaus sind die Kapuzenpullover für den Störlichtbogenschutz der Klasse 1 zertifiziert, können gemäß EN 1149-5 als elektrostatisch ableitfähige Schutzkleidung getragen werden und sind nach EN ISO 11612 für den Hitze- und Flammschutz geeignet. Außerdem zeigte BP Shirts und Hoodies mit reduzierter Anzahl an Reflexionsstreifen für weniger gefährdete Arbeitsbereiche.

Dehn hatte 2023 den Dehnsense EFD (Electric Field Detector) vorgestellt (s. ep 12/2023). Seit gut einem Jahr ist er nun bei verschiedenen Unternehmen im Einsatz und man sammelt nun Rückmeldungen der Kunden. Das kleine, kompakte Gerät, das einfach am Helm oder Handgelenk getragen werden kann, erkennt elektrische Gefahren frühzeitig, warnt unmittelbar beim Betreten der Gefahrenzone und erhöht so die Sicherheit beim Arbeiten an elektrischen Anlagen (Bild 8). Über die Dehnwork-App kann der EFD individuell konfiguriert werden. Abhängig von den Anforderungen der jeweiligen Anlage lässt sich das Gerät per Smartphone einstellen. Auch der Spannungsprüfer Dehnpro X HVD wird smarter und kann von Kunden ab dem 1. Quartal 2026 online konfiguriert werden. In Verbindung mit der Dehnwork-App, bietet das System eine durchgängige, intelligente Lösung zur Feststellung von Spannungsfreiheit in Mittel- und Hochspannungsanlagen. Die Gefahrenwarnung erfolgt deutlich sichtbar, hörbar und – per App – auch durch Smartphone-Vibration.

Die nächste A+A findet vom 19. bis 22. Oktober 2027 in Düsseldorf statt.

Anlagen planen und betreiben



4. Auflage

4. überarbeitete Auflage 2025,
49,00 €, Bestell-Nr. 978-341-01654-1,
Autor: F. Schmidt, A. Zimmer
Im Online-Shop auch als E-Book erhältlich.

Das Fachbuch beantwortet kompetent technische und rechtliche Fragen, die beim Bau von Mittelspannungsanlagen auftreten. Es nennt typische Fehlerquellen, analysiert sie und gibt wichtige Hinweise zu Bestimmungen und Normen. Zudem unterstützt es bei der Erstellung der Dokumentation. Die 4. Auflage berücksichtigt den aktuellen Vorschriftenstand und die Europäisierung der Normen. Neu sind Themen wie die Einspeisung regenerativer Energien, Schaltberechtigung, Überspannungsschutz sowie Änderungen bei SF6-Anlagen und alternativen Gasisolierungen.



**Jetzt
bestellen!**

Radikalisierung am Arbeitsplatz

Warum Wegsehen und Aussitzen der falsche Weg ist

Zu Beginn läuft alles gut und problemlos mit dem Arbeitskollegen. Doch dann ändert sich etwas. Schleichend, aber gefährlich. Denn der Kollege radikalisiert sich immer mehr. Egal ob islamistisch, rechts- oder linksextremistisch, die Veränderungen stellen nicht nur eine Gefahr für unsere offene Gesellschaft dar, sondern auch für die Zusammenarbeit im Betrieb. Wie stellt man eine fortschreitende Radikalisierung fest, wie verhält man sich als Vorgesetzter oder Kollege und wo bekommt man Unterstützung und Hilfe in einer solchen Situation?



Ein gutes Betriebsklima ist nicht nur angenehm für alle Beteiligten im Betrieb, sondern trägt auch zur Produktivität bei. Denn wer gerne zur Arbeit geht und sich in seinem beruflichen Umfeld gut aufgehoben fühlt, der arbeitet auch besser, als Personen, bei denen das nicht der Fall ist. Ein gutes Betriebsklima ist folglich im Interesse der Geschäftsführung und aller Angestellten. Doch was tun, wenn

das Betriebsklima plötzlich in Gefahr ist, weil einzelne Personen sich radikalieren? Die aktuelle geopolitische Lage mit diversen Krisenherden erhöht leider das Risiko, dass Menschen in ihren Ansichten und in ihrem Weltbild radikaler werden.

Unter Radikalisierung versteht man eine Zuwendung zu extremistischen Handlungs- und Denkweisen. Hierzu kann auch die Akzeptanz von Gewalt und ungesetzlichen oder unmoralischen Mitteln gehören, um eigene Ziele und Interessen durchzusetzen.

Generelle Hinweise für eine Radikalisierung können sein:

- Verändertes Erscheinungsbild, tragen szenetypischer Kleidung
- Deutliche Veränderung der Lebensweise (z. B. der Essgewohnheiten)

- Vernachlässigung von bisherigen Interessen und Hobbys
- Kontaktabbruch mit dem bisherigen Umfeld und mit bisherigen sozialen Kontakten
- Verstärktes Schwarz-Weiß-Denken (Freund – Feind)
- Akzeptanz und Legitimierung von Gewalt zur Durchsetzung von Zielen
- Zuwendung zu radikalen Gruppen, Besuch von entsprechenden Webseiten

Die Auslöser für eine Abgrenzung von der Gruppe und/oder eine einhergehende Radikalisierung können unterschiedliche Ursachen haben. Fühlt sich die betroffene Person innerhalb des Unternehmens (oder in der Gesellschaft allgemein) ausgegrenzt oder diskriminiert, so kann dies zu eben solch einer Entwicklung beitragen. Auch Frust und das Gefühl einer Perspektivlosigkeit sind Beschleuniger in Sachen Radikalisierung.

Echokammern bestätigen eigene Sichtweise

Die Sozialen Medien, die auch radikale Inhalte und Botschaften vermitteln sind ebenso ein Aspekt, der nicht übersehen werden darf. Besonders problematisch ist, dass die Besucher der Sozialen Medien sich oftmals in „Echokammern“ bewegen. Darunter versteht man, dass gezielt solche Inhalte durch Facebook, TikTok & Co. angezeigt werden, die dem eigenen Wertesystem und den eigenen Überzeugungen entsprechen. Andere Meinungen, die nicht dem eigenen Weltbild entsprechen, werden weitgehend ausgeblendet. Der Besucher hat also das Gefühl, mit seiner Meinung, mit seinem Weltbild die Mehrheit der Gesellschaft zu repräsentieren, da er eben andere Inhalte überhaupt nicht zu Gesicht bekommt. Im Falle einer Radikalisierung verspürt die betreffende Person also eine starke Bestätigung seiner eigenen Sichtweise und radikalisiert sich immer mehr.

Welche Rolle können nun Betriebsinhaber, oder Vorgesetzte spielen? Zunächst ist es wichtig, genau hinzuhören und hinzusehen und die Stimmung innerhalb des Teams zu beobachten. Hat man den Verdacht, dass sich ein Mitarbeiter radikalisiert, muss man handeln. Ein erster wichtiger Schritt sollte sein, mit der Beratungsstelle Radikalisierung (www.beratungsstelle-radikalisierung.de, Hotline Tel.: 0911 9434343) Kontakt aufzunehmen. Hier kann man sich mittels eines unverbindlichen und vertraulichen Erstgesprächs Hilfe holen. Die Experten können dann weitere Schritte und Hilfsangebote aufzeigen. Ein frühzeitiges und deutliches Einschreiten ist auch deshalb dringend geboten, weil ein

Autor

Urs Weber ist Dipl. Betriebswirt (FH), Master of Science (Innovationsmanagement), schreibt seit über 20 Jahren mit den Schwerpunkten Technik und Brandschutz.

Wegsehen die Situation noch schlimmer macht. Aussitzen ist daher garantiert der falsche Weg. Denn die Kollegen werden mit der Zeit das Vertrauen in die Führung verlieren, Spannungen innerhalb des Teams werden zunehmen. Von der Gefahr von Reputationschäden für den Betrieb ganz zu schweigen. Handeln und nicht wegschauen lautet daher die Devise!

Hilfe beim Ausstieg

Das gilt auch mit Blick auf den Ausstieg von Personen aus radikalen Kreisen. Unter anderem das in Berlin beheimatete Violence Prevention Network (<https://violence-prevention-network.de>) engagiert sich seit über zwei Jahrzehnten dafür, radikalisierten Menschen beim Ausstieg aus der islamistischen oder rechtsextremistischen Szene zu helfen. In einer von Extremismus, Angst und Terror geprägten Welt versuchen die Akteure in Berlin in den Austausch mit jenen Personen aus dem radikalen Spektrum zu kommen, die dafür noch zugänglich sind. Dies erfolgt über Beratungsstellen des Netzwerkes in den einzelnen Bundesländern und bezieht sich inhalt-

lich von der Beratung für Eltern und Aussteige-Willige über Präventions-Workshops bis zur Ausstiegsbegleitung.

In ähnlicher Weise ausgerichtet ist die Bayerische Informationsstelle gegen Extremismus (www.bige.bayern.de). Auch hier finden sich konkrete Informationen und Kontakte für Personen, die mit Extremisten konfrontiert werden, Beziehungswiese für Personen, die aus bestehenden Milieus mit radikalen Ansichten aussteigen möchten.

Inhaltlich beziehen sich die Angebote wie auch die generelle Problematik nicht nur auf rechts- und links-extremistische Strukturen sowie und Anhänger sowie Islamisten, sondern auch auf Reichsbürger und Selbstverwalter. Unter Reichsbürgern und Selbstverwaltern versteht man Einzelpersonen oder Gruppen, die mit teils unterschiedlichen Argumentationen die Existenz der Bundesrepublik Deutschland in Frage stellen oder ablehnen. Dabei bedienen sie sich verschwörungstheoretischer Erzählungen oder sie berufen sich auf das Deutsche Reich. Die bestehenden Gesetze werden ebenso abgelehnt, wie die Polizei und das Zahlen von Steuern. Dass Reichsbürger und Selbstver-

walter in ihrem Aggressionspotenzial gegenüber der Gesellschaft nicht unterschätzt werden dürfen, haben mehrere Ereignisse, wie etwa ein Polizistenmord in Bayern im Jahr 2016, gezeigt.

Fazit

Was also bleibt als Resümee? Vorgesetzte sollten mit ihrem Team offen kommunizieren und zugleich ein Gefühl für die Stimmung in der Gruppe haben. Probleme sollten ernst genommen, benannt und mit den Betroffenen auch offen besprochen werden. Wenn tatsächlich der Verdacht einer Radikalisierung aufkommt, dann gilt es genau hinzusehen und hinzuhören, sich zu informieren und Hilfe zu holen. Denn auch hier gilt: Hilfe holen ist keine Schwäche, sondern eine Stärke. Diverse Angebote gibt es für diese herausfordernde Situation genug - und das in allen Bundesländern. Also: interessiert am Gegenüber und am Team zu sein, die Augen nicht verschließen und bei Bedarf Hilfe hinzu holen, damit der Kollege oder die Kollegin auch künftig harmonisch und motiviert sind und Frieden im Team herrscht! ■

ep BIBLIOTHEK

Messen und Prüfen

Fundiertes Grundlagenwissen zum Messen und Prüfen von Geräten und Anlagen.
Beide Hefte digital im Paket für 25,00 € erhältlich!



**Jetzt
bestellen!**

www.elektropraktiker.de/sonderhefte



SIGNAL IDUNA 
füreinander da

**Ich will kein 08/15, sondern
100 % Top-Leistung.**

Mit mehr Leistungen für Selbstständige da:
unsere PKV mit günstigem Einstiegstarif und vielfältigen
Wahlmöglichkeiten. Jetzt mehr über unsere private
Krankenversicherung erfahren.



Jetzt QR-Code scannen
und direkt informieren.

signal-iduna.de/selbststaendig

Vom Start an digital

Wie Lührs Elektrotechnik das Fundament für nachhaltiges Wachstum legt

Für den im niedersächsischen Osten-Isensee ansässigen Elektro-Fachbetrieb Lührs Elektrotechnik GmbH & Co. KG gehört modernste Technik zum Arbeitsalltag – und zwar nicht nur bei den eigenen Kunden, sondern auch zur Unterstützung der Ablauforganisation im Büro und auf der Baustelle. Seit der Gründung 2020 setzt das Unternehmen auf digitale Prozesse.

Die Lührs Elektrotechnik GmbH & Co. KG ist ein schnell wachsender Elektro-Spezialist, der sowohl private als auch gewerbliche Kunden bei Elektroinstallationen u. a. in den Bereichen Netzwerktechnik, erneuerbare Energien (Photovoltaik und E-Mobilität) und Sicherheitstechnik betreut. Von der Neuinstallation bis zur Altbausanierung: Das Unternehmen bietet ein breites Spektrum an Leistungen und fungiert als zuverlässiger Partner bei allen Fragen rund um die Planung, Installation und Wartung innovativer Elektro-, Energie- und Gebäudetechnik.

Durchgängig digitale Prozesse

Schon seit der Firmengründung arbeitet das Unternehmen mit der pds Software, um die Abläufe im Büro und auf der Baustelle zu unterstützen. „Wir haben uns aufgrund der einfachen Strukturen, der reibungslosen Abläufe und der guten Beratung für pds entschieden – wir fühlen uns einfach rundum gut aufgehoben“, so Jannick Lührs, Gründer und Geschäftsführer von Lührs Elektrotechnik. Dank der Software hat der Betrieb heute einfache und schlanke Arbeitsabläufe. Eingangsrechnungen sind über den Eingangsrechnungs-Workflow direkt digital im System hinterlegt und brauchen nur noch geprüft und freigegeben zu werden, ohne dass diese händ-

**Jannick Lührs,
Gründer und
Geschäftsführer
von Lührs
Elektrotechnik**



Quelle: Lührs Elektrotechnik GmbH & Co. KG

Quelle: Lührs Elektrotechnik GmbH & Co. KG



**Anna-Lena Lührs
ist verantwortlich
für die Buch-
haltung und
Personalverwal-
tung bei Lührs**

disch erfasst werden müssen. „Und die pds Service App hilft uns dabei, unsere Abläufe rund um die Auftragsverwaltung zu beschleunigen und unseren Mitarbeitern sämtliche auftragsrelevanten Infos auf digitalem Wege schneller zukommen zu lassen.“ Über die Projekt-App haben die Monteure auf der Baustelle zudem immer Zugriff auf die neuesten Zeichnungen. Sobald neue Zeichnungen oder Updates reinkommen, werden

diese gleich eingelesen, so dass der zuständige Monteur auf der Baustelle diese noch am selben Tag einsehen und berücksichtigen kann.

Einfache Nachkalkulation und Projektcontrolling

Kommt heute eine Anfrage rein, wird der Kunde zunächst in pds Software mit seinen Stammdaten erfasst, so dass im Telefonat direkt ein Serviceauftrag angelegt werden kann. „Dazu hinterlegen wir im Angebot, bis wann welche Arbeiten auszuführen sind und können direkt über das pds System auf den Onlineshop des Großhändlers zugreifen, um Preise und Verfügbarkeiten zu ermitteln. Dort suchen wir uns das benötigte Arbeitsmaterial raus und übernehmen die Bestellung aus dem Onlineshop automatisch in unser Angebot“, beschreibt Marc Stüven, der als Projektleiter und Abwickler die Projekte und Ressourcen maßgeblich plant, den üblichen Prozess. Nimmt der Kunde das Angebot an, wird daraus automatisch der Serviceauftrag generiert, um diesen auf das Tablet der Außendienst-Mitarbeiter zu übermitteln. Verbrauchtes Arbeitsmaterial können die Mitarbeiter über die Service-App beim Auftrag einfach hinterlegen und mit den erfassten Arbeitszeiten in das Büro übersenden. So bleiben zu jedem Projekt die aufgewendeten Ressourcen in Form von Arbeitsstunden und Arbeitsmaterial stets im Blick.

Auftragsdetails gebündelt auf dem Mobilgerät

Marcel Tiedemann, Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik bei Lührs, weiß bei seiner Arbeit beim Kunden vor Ort vor allem die Vorteile der pds Apps zu schätzen. „Wir erhalten unsere Kundenaufträge direkt auf digitalem Wege. Wenn wir zur Baustelle fahren, starten wir den Arbeitsbeginn. Über die pds App trage



Team Lührs

Quelle: Lührs Elektrotechnik GmbH & Co. KG

ich meine Arbeitsstunden mobil ein, aber auch, welche Kollegen mit mir vor Ort waren und die Leistungen, die wir für den Kunden erbracht haben. Überstunden, Helferstunden, Fotos der Baustelle und das verbrauchte Arbeitsmaterial können wir einfach hinzufügen, um die Kollegen im Büro über Details und den Projektfortschritt zu informieren. Nach verrichteter Arbeit zeichnet der Kunde den Serviceauftrag auf dem Tablet schließlich einfach digital gegen, das ist mir ganz wichtig.“

Durch die digitalen Serviceaufträge ist die Abrechnung für den Innendienst wesentlich einfacher. „Der Monteur schickt seinen Serviceauftrag nach Auftragsabschluss ins Büro zurück, wir haben diesen dann direkt im System und können den Auftrag einfach in eine Rechnung wandeln und an den Kunden rauschicken“, führt Jannick Lührs weiter aus.

Stundenübersicht mit Urlaubsworkflow

Die Stundenerfassung der Mitarbeiter erfolgt bei Lührs Elektrotechnik über die pds Mitarbeiter App. Die Zeiten werden dabei direkt den Baustellen bzw. Serviceaufträgen zugeordnet, so dass die Kollegen im Büro diese nur noch in die Stundenauswertung übernehmen brauchen. Ob im Büro oder auf der Baustelle – über die mobile App haben die Mitarbeiter jederzeit einen vollständigen Überblick über ihr Zeitkonto und angefallene Überstunden. „Man loggt sich einfach über die App ein, hinterlegt seine Pausenzeiten, bucht sich wieder ein und erfasst das Arbeitsende. So haben wir ein sauberes Zeiterfassungssystem, was wir jederzeit online einsehen können“, lobt Marcel Tiedemann. „Und für uns fällt damit die lästige Zettelwirtschaft weg. Es braucht niemand mehr Stunden händisch erfassen, sie werden direkt in das System eingegeben, so dass wir diese nur noch prüfen müssen. Das erspart uns so viel Zeitaufwand“, ergänzt Anna-Lena Lührs, die in dem Familienbetrieb für die Buchhaltung und die Personalverwaltung zuständig ist. „Unsere Urlaubsverwaltung bilden wir ebenfalls über die pds Mitarbeiter App ab. Darüber können unsere Mitarbeiter einfach und bequem einen Urlaubsantrag stellen, die Zahl der verbleibenden Urlaubstage einsehen oder den Status des Freigabeprozesses verfolgen. Zudem können die Mitarbeiter direkt übersehen, wer parallel Urlaub hat, um die Planung entsprechend anpassen zu können.“

Im nächsten Schritt ist geplant, die Abläufe im Lager zu digitalisieren und einen digitalen Angebotsworkflow mit der pds Software umzusetzen.

Trendlux PR

ich meine Arbeitsstunden mobil ein, aber auch, welche Kollegen mit mir vor Ort waren und die Leistungen, die wir für den Kunden erbracht haben. Überstunden, Helferstunden, Fotos der Baustelle und das verbrauchte Arbeitsmaterial können wir einfach hinzufügen, um die Kollegen im Büro über Details und den Projektfortschritt zu informieren. Nach verrichteter Arbeit zeichnet der Kunde den Serviceauftrag auf dem Tablet schließlich einfach digital gegen, das ist mir ganz wichtig.“

Durch die digitalen Serviceaufträge ist die Abrechnung für den Innendienst wesentlich einfacher. „Der Monteur schickt seinen Serviceauftrag nach Auftragsabschluss ins Büro zurück, wir haben diesen dann direkt im System und können den Auftrag einfach in eine Rechnung wandeln und an den Kunden rauschicken“, führt Jannick Lührs weiter aus.

Stundenübersicht mit Urlaubsworkflow

Die Stundenerfassung der Mitarbeiter erfolgt bei Lührs Elektrotechnik über die pds Mitarbeiter App. Die Zeiten werden dabei direkt den Baustellen bzw. Serviceaufträgen zugeordnet, so dass die Kollegen im Büro diese nur noch in die Stundenauswertung übernehmen brauchen. Ob im Büro oder auf der Baustelle – über die mobile App haben die Mitarbeiter jederzeit einen vollständigen Überblick über ihr Zeitkonto und angefallene Überstunden. „Man loggt sich einfach über die App ein, hinterlegt seine Pausenzeiten, bucht sich wieder ein und erfasst das Arbeitsende. So haben wir ein sauberes Zeiterfassungssystem, was wir jederzeit online einsehen können“, lobt Marcel Tiedemann. „Und für uns fällt damit die lästige Zettelwirtschaft weg. Es braucht niemand mehr Stunden händisch erfassen, sie werden direkt in das System eingegeben, so dass wir diese nur noch prüfen müssen. Das erspart uns so viel Zeitaufwand“, ergänzt Anna-Lena Lührs, die in dem Familienbetrieb für die Buchhaltung und die Personalverwaltung zuständig ist. „Unsere Urlaubsverwaltung bilden wir ebenfalls über die pds Mitarbeiter App ab. Darüber können unsere Mitarbeiter einfach und bequem einen Urlaubsantrag stellen, die Zahl der verbleibenden Urlaubstage einsehen oder den Status des Freibeprozesses verfolgen. Zudem können die Mitarbeiter direkt übersehen, wer parallel Urlaub hat, um die Planung entsprechend anpassen zu können.“

Im nächsten Schritt ist geplant, die Abläufe im Lager zu digitalisieren und einen digitalen Angebotsworkflow mit der pds Software umzusetzen.

Trendlux PR

Rechnungen an Kunden

Korrekt, fair und transparent

Rechnungen an Kunden müssen korrekt und transparent sein, indem sie alle gesetzlich vorgeschriebenen Pflichtangaben enthalten und die Kosten klar und nachvollziehbar aufschlüsseln. Kommt es doch zu einer Reklamation, bietet sich immer die Chance zur Klärung und sogar Kundenbindung.

Kommt es zur Diskussion mit Kunden z. B. zur Anzahl der abgerechneten Stunden, ist Ruhe und Gelassenheit gefragt



Quelle: Kzenon/stock.adobe.com

Wenn Kunden mit der Rechnung nicht einverstanden sind, kommt es unweigerlich zur Rechnungsreklamation. Doch Diskussionen über einzelne Positionen der Rechnung sind unangenehm, schließlich informiert sich der Kunde über seine Rechte im Internet. Zudem bleibt die Zahlung aus, oder der Kunde zahlt nur einen Teil bis zur Klärung. Findet der Kunde in der Rechnung eine Unklarheit oder einen einzigen Fehler, sucht er unweigerlich nach weiteren und verliert das Vertrauen.

Fahrtkosten im Blickpunkt

Die Position „Fahrtkosten“ fällt Kunden besonders auf, obwohl es sich im Vergleich zu anderen Rechnungspositionen um Kleinbeträge handelt. Die Berechnung der Anfahrt sollte daher schon im Angebot aufgeführt sein, oft steht sie in den AGB ohne genaue Regelung. Viele Betriebe rechnen Pauschalen nach Fahrzonen ab. Für Kunden ist das jedoch schwer nachvollziehbar und erscheint nicht immer gerecht. So kann der Kunde, wenn er in der Fahrzone 1 liegt, die bis 20 km geht, mehr zahlen als bei einer individuellen Ab-

rechnung. Sind die Fahrtkosten transparent, erspart das spätere Rückfragen des Kunden. Auch eine eventuelle Berechnung von Parkkosten sollte vorher kommuniziert werden. Es wirkt zwar großzügig, wenn in Ausnahmefällen die Fahrtkosten gar nicht berechnet werden, es besteht dann jedoch häufig der Verdacht des Kunden, dass sie irgendwo anders reinkalkuliert sind. Kunden akzeptieren auch die gestiegenen Fahrtkosten, wollen aber darüber informiert sein. Fahrtzeiten mit dem Stundensatz der Arbeitszeiten abzurechnen, ist schwer zu vermitteln, auch wenn der Kunden vorher informiert wird.

Gelegentlich werden auch Lade- oder Rüstzeiten extra berechnet. Unzulässig ist dies, wenn es sich um „übliche Werkstatteinrichtungen“ handelt. Handwerkskammern empfehlen, aufwändige Rüstzeiten auch im Angebot zu vermerken und auf der Rechnung getrennt aufzuführen. Das schafft Klarheit schon vor Auftragserteilung und schafft Vertrauen.

Lohnkosten unter der Lupe

Kunden vergleichen bei einem Auftrag ohne Angebot die Stundenlöhne des Anbieters im Internet. Korrekt ist die differenzierte Berechnung zwischen Geselle und Azubi. Ärgerlich ist es für den Kunden, wenn der Einsatz eines Azubis mit dem gleichen Stundensatz des Gesellen berechnet wird. Lohnkosten werden besonders kritisch betrachtet und sie fallen negativ auf, wenn bei der Stundenanzahl aufgerundet wird. Die minutengenaue Abrech-

Autor

Rolf Leicher, Dipl.-Betriebswirt aus Heidelberg, ist Fachautor für Betriebs- und Personalführung sowie Marketing. Zusätzlich ist er Referent bei Veranstaltungen und Tagungen.

TIPPS	ZIELE
Kostenvoranschlag auch für kleinere Aufträge vornehmen.	Vermeidung späterer Diskussionen über die Rechnungshöhe einzelner Positionen.
Zusätzliche Arbeiten werden dem Kunden vorher und mitgeteilt.	Missverständnisse und Diskussionen bei der Rechnung ausschalten.
Für kleinere Arbeiten nicht zu zweit kommen, wenn vier Hände überflüssig sind.	Verhindert Enttäuschung des Kunden über unnötigen Aufwand, was sich bei den Kosten auswirkt.
Materialverbrauch exakt abrechnen und Reste zur Verfügung stellen.	Misstrauen über zu hohe Mengen bei der Abrechnung ausschalten.
Fahrtkosten und Rüstzeiten in jedem Angebot exakt aufführen.	Schafft Transparenz und verhindert Rückfragen bei Rechnungserhalt.
Keine unnötige Arbeit vornehmen, nur um die Stunde voll abzurechnen.	Exakte Abrechnung schafft ein positives Image.
Im Servicebericht alle Felder ausfüllen und unterschreiben lassen.	Spätere Beschwerden über die Stundenanzahl auszuschließen.
Fahrtkilometer genau nach Routenplaner abrechnen.	Schafft Vertrauen, wenn der Kunde die berechneten Kilometer selbst nachprüft.
Rechnungsdifferenzen telefonisch klären, auch wenn der Kunde schriftlich reklamiert.	Am Telefon ist im Dialog eher eine Einigung zu erreichen, notfalls über den Kompromiss.

nung der Arbeitszeit ist nicht möglich und auch unüblich, meist werden 15 Minuten Toleranz vom Kunden akzeptiert. (Quelle Peter Meier, Nürnberger Versicherung „Probleme bei der Rechnungsstellung“ 02/21).

Kommt es zur Diskussion mit dem Kunden, ist Ruhe und Gelassenheit gefragt. Wer sich vom Kunden durch die Diskussion provozieren lässt, wird sich falsch verhalten und auch dann nicht Recht bekommen, wenn er objektiv im Recht ist. Arbeitspausen dürfen dem Kunden nicht in Rechnung gestellt werden. Wenn keine Pauschale vereinbart wurde, werden Handwerker ausschließlich für die anfallende Arbeitszeit bezahlt. Empfehlenswert ist es, dass der Handwerker schon zu Arbeitsbeginn vor Ort beim Kunden die Anfangszeit feststellt und notiert. Rechnungsreklamationen entstehen auch, wenn die Rechnung wegen notwendiger Zusatzarbeiten höher ist als das Angebot. In vielen Fällen lässt sich das gar nicht vermeiden - der Kunde muss jedoch durch vorherige Informationen über die zusätzlichen Kosten informiert werden, am besten per Mail vor der Ausführung der Arbeiten.

Reklamationen vorbeugen

Zwischen Angebot, Auftragserteilung und Ausführung der Arbeiten liegen manchmal einige Monate. Einkaufspreise und Lohnkosten haben sich inzwischen erhöht und werden voll weiter gegeben. Das kann nicht reklamiert werden, sofern der Anbieter im Voraus Klarheit über die Situation schafft, z. B. durch den Hinweis einer „Preisgleitklausel“, oder mit dem Hinweis „Angebot gültig bis ...“. Die Laufzeit des Angebots wird erwähnt.

Kommt es bei der Auftragsausführung zu zusätzlichen Arbeiten, die nicht absehbar waren, wird der Kunde über zusätzliche Kosten infor-

miert. Offenheit zeigt Kundenorientierung und verhindert spätere Diskussionen wegen der Mehrkosten. Empfehlenswert ist hierbei der schriftliche Weg über die zusätzlichen Arbeiten. Bereits beim Unterschreiben des Arbeitszettels kann es zu Diskussion kommen, wenn der Kunde mit der ausgewiesenen Stundenangabe nicht einverstanden ist. Außerdem gilt: Rechnungs- und Zahlungsdatum sollten nicht zu dicht zusammen liegen. Üblich sind fünf Arbeitstage. Bei Feiertagen (Ostern, Weihnachten und Brückentage) sollte die Frist individuell geregelt werden. Kunden argumentieren bei kürzeren Fristen, dass sie bis zur Auftragsausführung Wochen warten mussten, aber schon am nächsten Tag die Rechnung erhalten.

Der Ton macht bekanntlich die Musik. Der Rechnungstext „Sofort zahlbar, ohne Abzug“ (in fett und vier Punkte größer) ist sachlich in Ordnung, wird jedoch als Befehl verstanden und wirkt nicht kundenorientiert. Mit „Danke für die Zahlung bis ...“ erreicht man mehr. Erfolgt die Zahlung einer Rechnung nach der Mahnung unter Abzug der Mahngebühren, sollten diese nicht extra angemahnt werden. Die Mahnung von Mahngebühren enttäuscht gute Kunden. Obwohl dies und vieles andere in den AGB geregelt sind, kommt eine Kulanzregelung besser an. Es darf nicht vergessen werden, dass ein mit der Rechnung unzufriedener Kunde negative Mundwerbung betreibt, während Kulanz des Handwerkers zur Kundenbindung führt. Werden Teilrechnungen bei größeren Objekten gestellt, muss das korrekterweise auch schriftlich vereinbart werden.

Bei Kundenreklamationen kann ein „angemessener Betrag“ zurückbehalten werden bis die Beschwerde erledigt ist. Als angemessen wird laut Gerichtsurteile der doppelte Betrag des Streitpunkts oder der Betrag für die Beseitigung eines Mangels angesehen. Genaue Angaben

gibt es derzeit nicht. In der Praxis beziehen sich Handwerksbetriebe immer auf ihre AGB und auf die Üblichkeit der Branche. Es gibt auch unfaire Kunden, die es zur Taktik gemacht haben, eine Zahlung bewusst zu verzögern und Reklamationen suchen oder Unklarheiten in der Rechnung reklamieren. Im Extremfall wird der Anbieter dem Kunden auch die Grenzen aufzeigen müssen, er darf sich nicht ausnutzen lassen. Der Gesprächserfolg des Anbieters hängt auch von seinen persönlichen Beziehungen zum Kunden ab. Bei einer stabilen Kundenbeziehung wird der Kunde seine extremen Forderungen zurücknehmen, ohne sich dabei auf der Verliererseite zu fühlen.

Abschlagszahlungen

Interessante Großaufträge sind erfreulich, aber nicht jeder Anbieter verfügt über ausreichend liquide Mittel, den Auftrag vorzufinanzieren. Abschlagszahlungen schützen zudem vor einem Totalverlust, falls der Kunde zahlungsunfähig wird. Auch wenn der Betrieb ohne vertragliche Vereinbarung (VOB/B § 16) Abschläge in Rechnung stellen kann, sollte man vorher darüber sprechen. Geregelt ist die Abschlagszahlung im BGB § 632 a. Abschlagszahlungen erfolgen nur für die geleistete Arbeit, sie sind bei größeren Objekten üblich, aber beim Kunden nicht beliebt. Kundenorientiertes Verhalten ist wichtiger als die Rechte des Gläubigers durchzusetzen. Es ist besser, nicht bezahlte Mahngebühren auszubuchen als über sie zu streiten. Man kann einen Rechtsstreit vor Gericht gewinnen, hat aber mit Sicherheit einen Kunden verloren.

Mahnungen verursachen häufig Ärger

Die Berechnung von Mahngebühren in Höhe von 5,00 bis 8,00 Euro ist bei guten Kunden schwer durchsetzbar, auch wenn sie in den „Allgemeinen Geschäftsbedingungen“ stehen. Zieht der Kunde bei Zahlung die Mahngebühren ab, sollte dies als Ausnahme akzeptiert werden. Für Verzugszinsen gibt es eine gesetzliche Regelung. Nach § 288 Abs. 2 BGB beträgt der Zinssatz bei Rechtsgeschäften zwischen Gewerbetreibenden 8 % über dem Basiszinssatz und kann bei Banken oder Sparkassen bzw. unter www.bundesbank.de erfragt werden.

Wie mahnt man am besten? Telefonisch oder schriftlich? Am Telefon besteht die Gefahr, dass man sich im Ton vergreift, weil der Kunde uneinsichtig ist und man sich über den Zahlungsrückstand aufregt. Andererseits kann man im Dialog Konsens erreichen und schafft dadurch Kundenbindung. ■



Energiequelle Sonne – Grundlage unseres Lebens

Teil 2: Globalstrahlung und Einfluss der CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre

In dieser Artikelreihe zum Thema nachhaltige Energieformen tauchen wir tief in die Welt unserer primären Energiequelle ein: die Sonne. Im ersten Teil wurde beleuchtet, warum die Sonne die Grundlage allen Lebens auf der Erde ist und wie ihre gewaltige Energie unseren Planeten

beeinflusst. Dabei wurden physikalische Grundlagen wie die Solarkonstante und die Unterschiede zwischen direkter und diffuser Sonnenstrahlung aufgezeigt. Hier gehen wir nun der Frage nach, warum die Globalstrahlung in Deutschland eine stetig steigende Tendenz aufweist. Gleichzeitig betrachten wir den kritischen Einfluss der CO₂-Konzentration auf das thermische Gleichgewicht der Erde. Der Artikel bietet eine fundierte Einführung in die solare Energie, deren Verständnis die Basis für die nachfolgenden Teile der Reihe bildet.

Globalstrahlung

Unter Globalstrahlung versteht man die auf der Erde in einer waagrechten Fläche ankommende Summe aus direkter und durch Wolken, Wasser- und Staubpartikeln (Aerosole) in der Atmosphäre gestreuter (diffuser) Sonnenstrahlung. Deren Relation variiert räumlich und zeitlich und hängt von zahlreichen Faktoren ab:

- Jahreszeit,
- Tageszeit und Sonnenstand,
- Bewölkung, Nebel, ...
- Breitengrad (am Äquator maximal, an den Polen minimal),
- Höhe über dem Meeresspiegel,
- Luftreinheit.

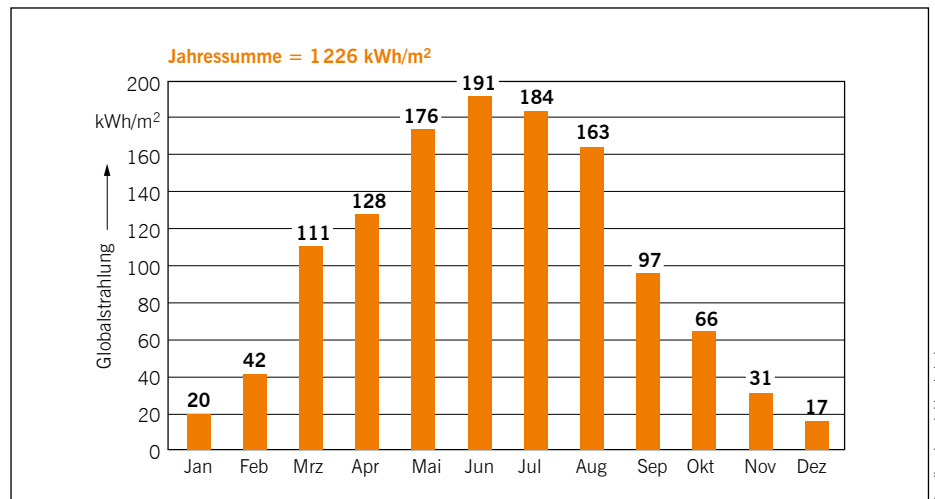
Das hat zur Folge, dass der Direktstrahlungsanteil an der Globalstrahlung zwar stärker als der diffuse ist, aber niemals 100 % erreicht. Vielmehr liegt in Deutschland im Jahresdurchschnitt das Verhältnis von direkter zu diffuser Sonneneinstrahlung bei 50 %/50 %.

Ein Charakteristikum der Direktstrahlung ist ihr scharfrandiger Schattenwurf von Objekten im Strahlengang. Diffuses Licht hingegen weist alle Ausbreitungsrichtungen auf und erzeugt daher keine ausgeprägten Objektschatten.

Bei einer typischen Sonnenscheindauer von 1 000 Sonnenstunden pro Jahr, hat im Jahr 2022 die mittlere Jahressumme der Globalstrahlung in Deutschland 1 226 kWh/m² betragen. Die einzelnen Monatsbeiträge sind Bild 1 zu entnehmen.

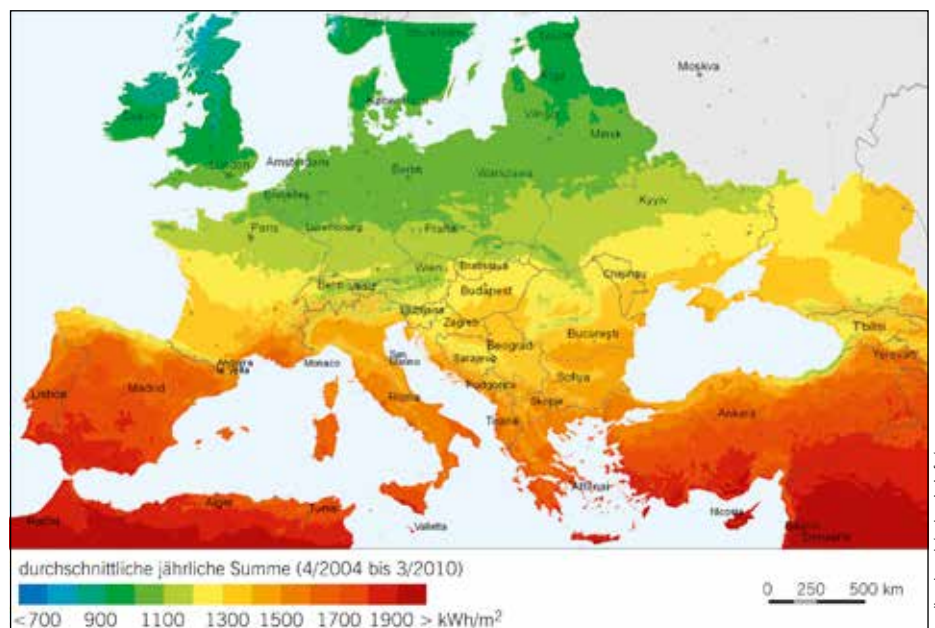
Autor

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch. Ing. (FH)
Karsten Jungk ist freier Fachjournalist,
Michelstadt.



1 Monatssummen der Globalstrahlung

Im statistischen Mittelwert ist im Jahr 2022 in Deutschland der Juni mit 191 Sonnenstunden der sonnenreichste Monat und der Dezember mit 17 Sonnenstunden der sonnenärmste.



2 Globalstrahlung in Europa – deutliche Zunahme im Nord-Süd-Verlauf

Die Anteil der direkten Sonneneinstrahlung an der Globalstrahlung ist am höchsten, wenn der Sonnenstand bei wolkenfreiem Himmel seinen Gipfelpunkt erreicht hat.

Tendenziell nimmt die Globalstrahlung in Richtung des Äquators zu, wie Bild 2 am Beispiel Europas zeigt. Während sie in den Polargebieten unter 800 kWh/m^2 liegt, kann sie in äquatorialen Zonen 2000 kWh/m^2 deutlich überschreiten.

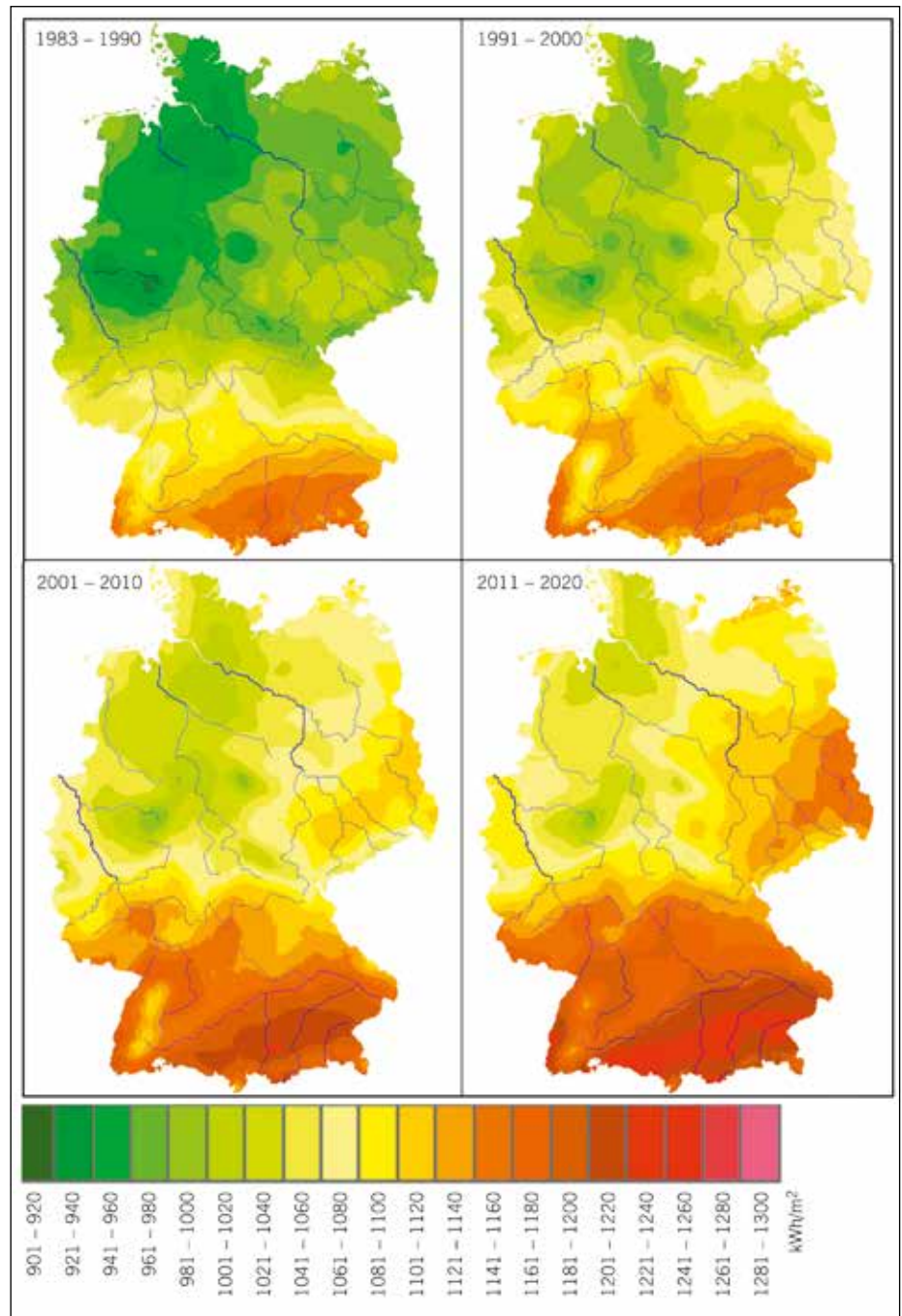
Die Globalstrahlung gibt an, wie viel Energie der Strahlung von der Sonne auf der horizontalen Erdoberfläche ankommt. Daher ist sie zum Beispiel eine wichtige Eingangsgröße für die Planung und den Betrieb von Photovoltaik-Anlagen.

Entwicklung der Globalstrahlung in Deutschland

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) bietet auf seiner Homepage einen Bericht über die Globalstrahlung in Deutschland in den letzten vier Jahrzehnten zum Download (https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/download_dekadenbericht.html?nn=16102). An vier aus den Dekadenmittelwerten gebildeten Karten der Globalstrahlung in Deutschland (Bild 3) lässt sich ein Nord-Süd-Anstieg der Globalstrahlung erkennen. Dieser beruht nicht nur auf dem Klimawandel, sondern auch auf einer als positiv zu wertenden Aufhellung der Atmosphäre („Brightening-Effekt“) durch Rückgang der Emissionen und Veränderungen in der Bewölkung. Am deutlichsten wird dies in Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und entlang der polnischen Grenze. Es bleibt also festzuhalten, dass die Globalstrahlung in Deutschland eine steigende Tendenz aufweist.

Rückstrahlung der Erde

Man könnte sich die Frage stellen, warum man sich die Erde nicht unaufhaltsam aufheizt, wenn ihr doch stetig Sonnenenergie zugeführt wird. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass die Erde selbst auch ein Strahler ist, der seine Wärmeenergie entsprechend seiner Oberflächentemperatur in das kalte Weltall abstrahlt. Offensichtlich besteht wegen der im Mittel konstanten Erdtemperatur ein Gleichgewicht zwischen aufgenommener und abgegebener Strahlungsenergie. Weil das Abstrahlen über die gesamte Oberfläche der Erdkugel ($4 \cdot \pi \cdot R_E^2$) erfolgt, das Einstrahlen aber nur über deren Konturfläche ($\pi \cdot R_E^2$), kann man daraus schließen, dass die Abstrahlung mit einem Viertel der Solarkonstante $E_0/4 = 1361 \text{ W/m}^2 : 4 \approx 340 \text{ W/m}^2$ stattfindet.



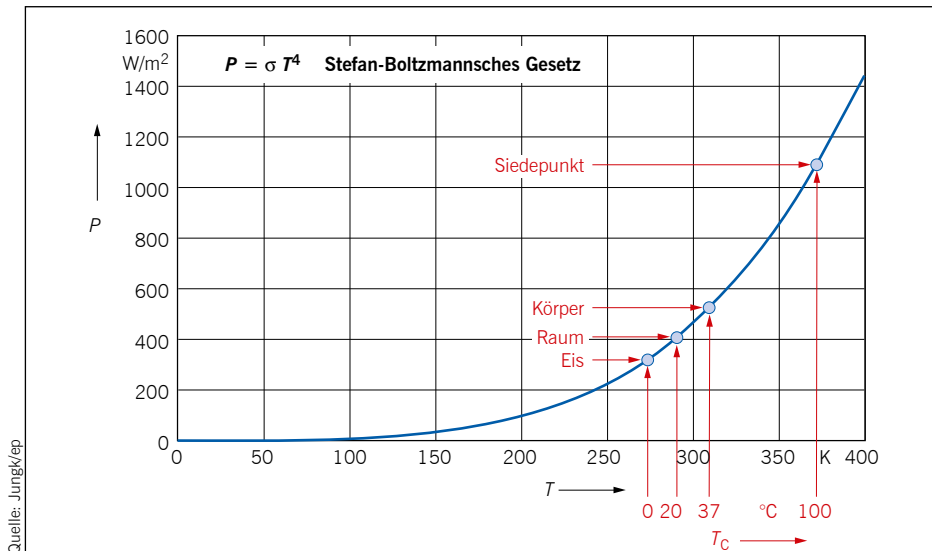
3 Globalstrahlung in Deutschland in 4 Dekaden

Die Durchschnittswerte der Globalstrahlung der letzten vier Jahrzehnte weisen als Folge des Klimawandels einen deutlichen Anstieg auf.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die solare Einstrahlung auf die Erde überwiegend kurzwelliger Natur ist, die Abstrahlung der Erdoberfläche (Land- und Wassermassen) und der Atmosphäre hingegen überwiegend im langwelligeren Bereich stattfindet. Die Erde übernimmt dabei die Rolle eines Energiewandlers. Nur etwa der tausendste Teil der einfallenden Strahlungsenergie führt mit der Photosynthese zum Pflanzenwachstum. Davon wird nur ein geringer Bruchteil als organische Substanz langfristig gespeichert. Deshalb hat es Jahrmillionen gedauert, bis die gewaltigen Lager-

stätten von Brennstoffen pflanzlichen Ursprungs (fossile Brennstoffe) als Kohle, Erdöl und Erdgas entstanden sind. Diese beutet der Mensch nun – in erdgeschichtlichen Maßstäben betrachtet – in explosionsartiger Geschwindigkeit aus. Und dabei wird das enthaltene Kohlenstoffdioxid (CO_2) quasi schlagartig freigesetzt. Der so durch die Aktivitäten des Menschen verursachte (anthropogene) Anstieg der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre hat die Wärmeabgabe der Erde inzwischen empfindlich beeinträchtigt und zu globalen Klimaveränderungen geführt.

Quelle: Jungk/dwd.de/ep



4 Schwarzer Strahler – emittierte Strahlungsleistung über der Temperatur

Ein idealer schwarzer Körper „verschluckt“ alle auf ihn eintreffende Strahlungen restlos (keine Reflektionen) und gibt sie als Wärmestrahlung nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz wieder ab.

Den einzig denkbaren Ausweg aus dem bedrohten natürlichen „Wärmegleichgewicht“ bietet die direkte Verwertung der Sonnenenergie und aller von ihr abgeleiteten indirekten Energieformen mit ihren Trägern Wind und Wasser.

Einfluss von CO₂ in der Erdatmosphäre

Die nachfolgende Energiebilanzbetrachtung wurde den Ausführungen „Die Energiebilanz der Erde“ von der Universität Bremen nachempfunden (https://www.iup.uni-bremen.de/carbon_ghg/Clim4Edu/Handbuch/kap_the_energiebilanz.html). Im Gleichgewichtsfall strahlt die Erde die durch kurzwellige Sonnenbestrahlung aufgenommene Energie E_{ein} wieder vollständig im langwelligen Bereich (Wärme) als E_{aus} ab. So ergeben sich gleichbleibende Temperaturverhältnisse auf der Erdoberfläche. Wenn die CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre jedoch ansteigt, behindert das die langwellige Energieemission E_{aus} , was einen als Treibhauseffekt bezeichneten Temperaturanstieg hervorruft. In der folgenden Gleichung wird die stark vereinfachte Strahlungsbilanz ausgewertet und die Temperatur ermittelt, bei der sich ein thermisches Gleichgewicht zwischen ein- und ausgestrahlter Energie einstellt.

Dabei ist zu beachten, dass die Energierückstrahlung der Erdoberfläche ins Weltall überwiegend im langwelligen Bereich (also als Wärmestrahlung) stattfindet. Deshalb kommt dafür das Stefan-Boltzmannsche Gesetz zur Anwendung, benannt nach den österreichischen Physikern Josef Stefan (1835–1893) und Ludwig Boltzmann (1844–1906). Danach ist die emittierte

Leistung eines rein thermisch abstrahlenden Körpers (Schwarzer Strahler, Black Body) proportional zu seiner Oberfläche und der vierten Potenz seiner Temperatur (T^4). Der Proportionalitätsfaktor ist die Stefan-Boltzmann-Konstante $\sigma = 5,67037 \dots \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$. Bild 4 zeigt den Zusammenhang zwischen der abgestrahlten Leistung und der Temperatur eines Schwarzen Strahlers grafisch.

Thermisches Gleichgewicht: $E_{\text{ein}} = E_{\text{aus}}$

$$E_{\text{ein}} = \text{Querschnittsfläche} \cdot \text{Solar-konstante} \cdot \text{Absorption}$$

$$E_{\text{aus}} = \text{Oberfläche} \cdot \text{thermische Ausstrahlung ins Weltall}$$

$$\pi \cdot r_E^2 \cdot E_0 \cdot (1 - \alpha) = 4 \cdot \pi \cdot r_E^2 \cdot \tau \cdot \sigma \cdot T^4$$

mit den Größen:

r_E Erdradius

E_0 Solarkonstante $\left(1361 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right)$ Flächenleistungsdichte

α Albedo (diffuses Rückstrahlvermögen)

τ Transmissionsgrad der Atmosphäre für thermische Rückstrahlung

σ Stefan-Boltzmann-Konstante

$$\left(\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}\right)$$

T absolute Temperatur in Kelvin

nach T aufgelöst ergibt das die Thermische Gleichgewichtstemperatur

$$T = \sqrt[4]{\frac{E_0 \cdot (1 - \alpha)}{4 \cdot \tau \cdot \sigma}}$$

Man kann der Gleichung entnehmen, dass das Rückstrahlvermögen (die Albedo) α und

der Transmissionsgrad für die Wärmerückstrahlung τ das Temperaturniveau auf der Erde bestimmen, bei dem sich ein thermisches Gleichgewicht einstellt. τ wird stark durch die Konzentration von CO₂ und anderen Treibhausgasen (Methan, Kälte- und Lösungsmittel, ...) beeinflusst. $\alpha = 0,3$ und $\tau = 0,6$ kennzeichnen eine „normale“ Atmosphäre mit einer Durchschnittstemperatur von etwa 16 °C. Wenn man aber von einem Rückgang der Albedo auf $\alpha = 0,2$ (infolge des Abschmelzens von reflektierenden polaren Eismassen und Gebirgsgletschern) und einer geringfügigen Abnahme des Transmissionsgrades auf $\tau = 0,59$ (durch eine erhöhte Treibhausgaskonzentration) ausgeht, steigt die thermische Gleichgewichtstemperatur bereits auf rund 27 °C an. Es führt also kein Weg an einer Verringerung der Treibhausgaskonzentration in der globalen Atmosphäre vorbei.

Nutzbare erneuerbare Energien

Wikipedia definiert erneuerbare Energien (regenerative Energien) als Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich verhältnismäßig schnell erneuern. Das unterscheidet sie von fossilen Energiequellen, deren Ausbeutung sie dauerhaft vernichtet oder deren Regeneration wieder Millionen von Jahren dauern würde. Zudem ist die gegenwärtig immer deutlicher werdende negative Beeinflussung der globalen Ökosysteme durch Schadstoffemissionen aller Art zu erwähnen. Unter diesen Gesichtspunkten ist es für die langfristige Existenz des Menschen auf der Erde unabdingbar, dass er alle verfügbaren Formen von regenerativer Energie nutzt.

Letzten Endes haben sowohl fossile als auch regenerative Energien ihren Ursprung in solarer Strahlung. Gleichgültig, ob die solare Strahlungsenergie direkt verwertet wird, oder ihre Gewinnung mittelbar aus Biomasse und den Bewegungen von Luft und Wasser erfolgt – ihr Ursprung liegt stets in den gigantischen Kernfusionsvorgängen im Inneren der Sonne. Von der gesamten in das Weltall abgestrahlten Leistung der Sonne ($3,86 \cdot 10^{26} \text{ W}$) erreicht die Erde nur ein winziger Bruchteil ($1,74 \cdot 10^{17} \text{ W}$) von 0,00000045 Promille ($4,5 \cdot 10^{-10}$), der aber einem Vieltausendfachen der von der Menschheit benötigten Energie entspricht.

In weiteren Folgen dieser Artikelreihe wollen wir uns mit der Gewinnung regenerativer Energien beschäftigen. Photoelektrische und solarthermische Methoden werden zum Abschluss ausführlich behandelt. ■

Wenn das Knistern in der Luft unerwünscht ist

Schutzmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung (ESD)

Elektrostatische Entladung ist in der Elektronikfertigung gefürchtet – genauer: die Schäden, die durch sie entstehen können. Schon kleine Entladungen können bei sensitiven Bauteilen zu einer Vorschädigung führen. Das Problem ist, dass im Funktionstest nicht immer auffällt, ob ein Schaden entstanden ist. Deswegen muss der Fertigungspartner voll auf Prävention setzen. Sie beginnt bei der Auswahl verlässlicher Zulieferer, geht über ESD-konformes Handling beim Wareneingang der Teile und endet bei einer ESD-gerechten Fertigung.

Man kennt es aus dem Alltag: Das Knistern, wenn man eine Schallplatte der Hülle entnimmt oder die Haare zu Berge stehen, weil man sich einen Fleece-Pullover über den Kopf gezogen hat. In der Elektronikfertigung ist diese elektrostatische Entladung (Electrostatic Discharge, ESD) der unsichtbare Feind. Sie ist mit der Entladung eines Kondensators vergleichbar: schlagartig, mit hoher Spannung und möglicherweise hohem Strom. Dafür muss es nicht einmal knistern – die Entladung von Kleinstladungen erfolgt oft unbemerkt, mit der Folge, dass die betroffenen Teile schon im unverbauten Zustand zerstört werden. „Im Prinzip ist die gesamte Elektronik in der Fertigung ESD-gefährdet“, erklärt Christian Schnieders, Geschäftsführer der Ursatronics GmbH. Während die Leiterplatte und der größte Teil der Stecker noch unkritisch sind, sieht es bei passiven und aktiven Bauteilen anders aus, bei Widerständen, Kondensatoren und Schaltkreisen. Sie alle können Schaden nehmen, wobei die aktiven Bauteile besonders anfällig für ESD-Schäden sind.

Die technologische Anforderung von mehr Leistung bei weniger Energieverbrauch hat dazu geführt, dass Bauteile insgesamt empfindlicher geworden sind: Ihre interne Packungsdichte ist größer geworden, das heißt, dass ein Bauteil dichter besetzt wird; Schaltungen werden stärker integriert und dafür muss jede Subeinheit weniger Strom benötigen. Das führt dazu, dass Teile bei steigender Leistung weniger Energie benötigen – das macht sie empfindlicher und empfänglicher für Schäden durch ESD.

Eine weitere Herausforderung dabei: Diese Schäden lassen sich nicht sofort erkennen. Das geht soweit, dass das betroffene Teil die Funktionsprüfung besteht und zunächst seinen Zweck erfüllt, aber vor dem Ende seines eigentlichen Lebenszyklus ausfällt oder, dass eine Baugruppe von Anfang an ihre Aufgabe nicht voll erfüllt. Es kann sich auch erst bei

der Inbetriebnahme herausstellen, dass ein Bauteil nicht funktioniert. Jeder dieser Schäden stellt ein Problem dar – noch komplexer wird die Lage, wenn das betroffene Bauteil zu einem Ausfall einer Maschine oder Anlage führt. Der Geräte- oder Anlagenbau ist häufig ein internationales Geschäft; neben dem Stillstand an sich ist auch die Logistik eines Ersatzteils und notwendiger Techniker für die Reparatur oft aufwändig und teuer. Hinzu kommt: Ob tatsächlich ein ESD-Schaden vorliegt, lässt sich kaum bewerten. „Man müsste tief in der Struktur des Bauteils forschen, um herauszufinden, ob eine Entladung stattgefunden hat und Schäden entstanden sind,“ erklärt Christian Schnieders. Der Zerstörungsmechanismus besteht im elektrischen Überschlag oder in der Überlastung im Bauteil, was oft leitende Spuren in Form von Kohlerückständen hinterlässt. Für die Erkennung dieser Schäden fehlt die Diagnostik. Daher gilt der Grundsatz, Schäden verlässlich vorbeugen, statt diese nachzuweisen.

Prävention ist der Weg

Zentral sind hier die baulichen Gegebenheiten der Elektronikfertigung: Der Fußboden muss ESD-gerecht sein. Das bedeutet, dass er einen elektrisch leitenden Aufbau erfordert, Arbeitstische mit dem Boden ableitend verbunden sind, die Auflagen der Tische aus ESD-gerechten Materialien bestehen und die Stühle ebenfalls auf den Schutz vor ESD ausgelegt sind.

Alle Mitarbeiter der Fertigung tragen eine persönliche Schutzausrüstung (PSA), die die elektronische Aufladung von der Person auf den Fußboden ableitet, ohne, dass es zu einem harten Kurzschluss kommt. Durch einen hohen Widerstand kann die Ladung definiert und normgerecht abfließen, sodass die Bauteile unbeschädigt bleiben.



Quelle: Ursatronics

1 Für das Personal gibt es Erdungsarmbänder mit Verbindern, die mit Druckknöpfen am Arbeitsplatz befestigt werden



Quelle: Ursatronics

2 Verpflichtende Eingangskontrolle mit einem ESD-Testgerät vor dem Betreten der Fertigung



Quelle: Ursatronics

3 Die Eingangskontrolle wird über die Personalnummer und das ERP-System getrackt

Zur PSA gehören weniger Helm und Handschuhe, die man aus der klassischen Industrie kennt, sondern vielmehr leitfähige Schuhe ohne isolierende Gummisohle und eine spezielle Oberbekleidung wie T-Shirts und Arbeitskittel, die aus Baumwolle bestehen oder Kohlenstoffäden für die Ableitung besitzen. Normen definieren die zugelassenen bzw.

geeigneten Materialien. Außerdem trägt das Personal Erdungsarmbänder mit Verbindern, die mit Druckknöpfen am Arbeitsplatz befestigt werden, um sich gegen diesen zu erden (Bild 1). So entsteht ein System elektrisch geerdeter Oberflächen, was eine definierte Ableitung auftretender Ladung ermöglicht.

Die Funktionalität der PSA wird bei Ursatronics durch eine verpflichtende Eingangskontrolle in die Fertigung sichergestellt (Bild 2).

„Die Mitarbeiter der Fertigung werden mit einem ESD-Testgerät gescannt, das den Ableitwiderstand misst. Getrackt wird das über die Personalnummer und eine Anbindung an das ERP-System (ERP; Enterprise Resource Planning) (Bild 3). Die Anmeldung bei der Zeiterfassung ist dann nur mit erfolgreichem ESD-Test möglich,“ führt Schnieders aus. Ist der Widerstand im definierten Bereich, erhalten die Mitarbeiter Zugang zur Fertigung. Dieses Schutzsystem wird regelmäßig geprüft und seine Systematik überwacht. Christian Schnieders: „Wir haben einen ESD-Beauftragten, der für die Prüfung von Betriebsmitteln, Boden und Arbeitsplätzen zuständig ist.“ Schon Schmutz kann den ESD-Schutz kompromittieren, etwa, wenn sich an den Rollen der Schreibtischstühle ein Staubkranz ansammelt, der die Ableitung der Ladung verhindert. Deswegen gehört auch ein Reinigungsplan mit festgelegten Fristen zum Prozedere.

Die Vorgesetzten und Teamleiter achten zusätzlich darauf, dass der ESD-Schutz auch während der Arbeitsgänge der Fertigung laufend aufrechterhalten wird und nicht etwa ein Kittel abgelegt, weil es gerade zu warm ist. Darüber hinaus finden Unterweisungen und Schulungen

in regelmäßigen Abständen statt, um die Mitarbeiter für das Thema zu sensibilisieren. „Das betrifft auch alle neuen Mitarbeiter, egal, ob sie in der Verwaltung oder in der Fertigung arbeiten. Dieses Kernthema darf nicht vergessen werden,“ so Christian Schnieders.

ESD-gerecht verpacken und versenden

ESD-Schutzbedingungen gelten nicht nur für das eigene Haus, sondern für die gesamte Produktionskette: Neben den baulichen Voraussetzungen und der PSA müssen auch die Bauteile, die in die Fertigung gelangen, ESD-gerecht sein. „Manche Teile werden nicht ESD-gerecht verpackt. Folien und Plastik sind fast immer gleichbedeutend mit elektrischer Ladung. Da reichen schon Abstände von mehreren Metern, damit es im übertragenen Sinne knallt. Die können so nicht in die Fertigungshallen gelangen,“ erklärt Christian Schnieders. Bauteile kommen oft in Kartons mit Ausstopfungen aus Kunststoff, Polsterkissen und Chips. Nur ihre Innenverpackung, in der das eigentliche Teil liegt, ist ESD-geschützt. Für die Elektronikfertigung bedeutet das, die Teile beim Wareneingang in ESD-gerechte und nicht ESD-gerechte Pakete zu trennen und letztere in ESD-gerechte Verpackungsträger umzupacken, bevor sie an den Arbeitsplatz gebracht werden. Hinzu kommt: Manche Teile wie Stecker, die aus Kunststoffstanzteilen mit Pins bestehen, benötigen selbst keinen ESD-Schutz; ihre Verpackung in Form von Plastikeinlegern darf aber dennoch nicht in die Fertigung gelangen. „Gleichzeitig müssen wir darauf ach-

ten, dass der Produktschutz weiterhin besteht, sodass das Teil nicht verschrammt oder verbogen wird. Man benötigt also ein Verständnis dafür, was man wann und in welcher Reihenfolge tut. ESD ist hier nur ein Aspekt von vielen,“ führt Christian Schnieders aus.

Der eigentlich erste Schritt bei der ESD-Prävention besteht in der Auswahl der Geschäftspartner, sodass nur unbeschädigte Ware in die Fertigung kommt. „Wir stellen sicher, dass wir Ware nur aus verlässlichen Quellen beziehen,“ so Christian Schnieders. Im Fall von Ursatronics sind das die großen Distributoren, das heißt Händler von Elektroteilen. „Sie leben davon, dass ihre Ware funktionsfähig ist und aus sicheren Quellen mit nachvollziehbaren Lieferwegen stammt. So wird sichergestellt, dass auch entlang dieser Kette der ESD-Schutz eingehalten wird,“ so Christian Schnieders weiter. Diese Distributoren erhalten wiederum von Herstellern Regeln, dass sie nur an verlässliche Partner verkaufen und mit der Ware kein Missbrauch betrieben wird.

Fazit

Elektrostatische Entladung ist in der Fertigung elektronischer Bauteile ein ernstzunehmendes Problem. Sie kann große Schäden verursachen, die sich aber nicht sofort nachweisen lassen. Deswegen ist Prävention das A und O. Der Schutz vor ESD beginnt dabei bei den Distributoren, geht über den Versand bis hin zu einer ESD-gerechten Produktion mit den entsprechenden baulichen Maßnahmen, der Schutzausrüstung der Mitarbeiter und der regelmäßigen Kontrolle des Systems. A. Pohns



Preis: 14,99 €, Artikel-Nr.: 39211151310
Erschienen: 2025

epDossier: Sachverständige Elektrotechnik

Sachverständigenwesen in der Elektrotechnik

Alle Autoren sind selbst als solche Sachverständige tätig und geben neben einem Rückblick auf die Geschichte des Sachverständigenwesens einen Einblick zum aktuellen Stand sowie in wesentliche Grundlagen, Voraussetzungen und Anforderungen ihrer Tätigkeit. Eingegangen wird dabei auf Themen wie u. a. die notwendigen Fachkenntnisse, die Arbeit mit Gerichten und Anwälten, den Ortstermin, Fragen zum Sachverständigenbeweis, die Gutachtenerstellung, Vergütungsfragen und vieles mehr.



Jetzt
bestellen!

Hamburgs pauschales Verbot elektrischer Direktheizungen

Ein Sonderweg setzt falsches Signal für die Wärmewende

Nachdem im Herbst nicht nur einigen Brancheninsidern bekannt wurde, dass Hamburg auf Grundlage eines bereits 2020 verabschiedeten Gesetzes ([1], siehe auch Info-Kasten) ab 2026 ein Verbot von Elektroheizungen einführt, regt sich Unmut und formiert sich Widerstand. Der ep hat maßgebliche Verbände der Hersteller und des Handwerks um eine Positionierung gebeten.

Die offizielle Argumentation der Hanseaten mutet dabei teilweise seltsam an. Die Stadt Hamburg schreibt dazu z. B. auf ihrem offiziellen Infoportal [2]:

„Grünen Strom sinnvoll einsetzen
Strom aus erneuerbaren Quellen ist nach wie vor knapp. Zugleich steigt durch die Elektrifizierung z. B. im Verkehr und Gebäudebereich die Nachfrage nach Strom aus erneuerbaren Quellen. Daher steuert das Hamburgische Klimaschutzgesetz die Nachfrage nach Strom durch das Verbot von ineffizienten Heizungsgeräten.“

Unter „Effizientes Heizen mit Strom durch Wärmepumpen“ wird dann auf die bessere Effizienz von Wärmepumpen abgestellt, wogegen im Vergleich „Stromdirektheizungen sehr ineffizient“ seien.

Sicher, wenn man alles andere außer Betracht lässt, z. B. Investitions- und Installationskosten oder den Umstand, dass Elektroheizungen bereits nahezu 100 % der eingesetzten Energie in Wärme umwandeln und der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix bereits bei weit über 50 % liegt. Aber es kommt noch besser (bzw. hier schlimmer), denn selbst bei Verwendung erneuerbaren Stroms sind Elektroheizungen > 1,5 kW Leistung in Hamburg zukünftig nicht gestattet:

„Im Gegensatz zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) des Bundes wird daher in Hamburg der Einsatz von Stromdirektheizungen nicht erlaubt. Auch dann nicht, wenn diese mit erneuerbarem Strom betrieben werden. Mit dem Hamburgischen Klimaschutzgesetz wird der Fokus damit auf eine effiziente Wärmebereitstellung gerichtet.“

Begriffe wie Stromknappheit und Nachfragesteuerung hinterlassen in dem Kontext doch einen merkwürdigen Eindruck, auch wenn Hamburg rund 80 % der benötigten Elektroenergie „importieren“ muss [3]. Nur kurz hinter den Landesgrenzen Hamburgs, in Norddeutschland, werden weiterhin einige tausend GWh erneuerbaren Stroms pro Jahr abgeregelt [4]. Die könnten sicherlich in Zukunft mit ent-

sprechenden technischen Entwicklungen und dem angestrebten Netzausbau auch noch (besser) nutzbar gemacht werden.

Ein Verbot auch rein mit erneuerbarem Strom versorgter Elektroheizungen (beispielhaft für moderne Technik Bilder ① und ②) lässt sich kaum anders als absurd bezeichnen.

Die nachfolgenden Kommentare und Positionen maßgeblicher Verbände sind im Originalwortlaut wiedergegeben, lediglich ergänzt um relevante Literaturangaben. Sie bieten weitere Informationen und insbesondere Gegenargumente bis hin zu konkreten Änderungsforderungen und Vorschlägen wie im Positionspapier der IG Infrarot.

Sie zeigen zudem eine überwiegende Übereinstimmung bei der Kritik am Hamburger Vorgehen und der Forderung nach einer Überarbeitung des entsprechenden Gesetzes.

Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen

Mit dem geplanten pauschalen Verbot fest installierter elektrischer Direktheizungen ab 2026 geht Hamburg über die bundesweiten strengen Regelungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2024, [5]) hinaus.

Das pauschale Verbot der elektrischen Direktheizung in Hamburg ist eine politische Entscheidung, getroffen von einem Stadtstaat, der stark auf Fernwärme durch den städtischen Energieversorger setzt. Die rechtliche Grundlage für das Verbot von Stromdirektheizungen wurde bereits 2020 mit dem Hamburgischen Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG) geschaffen. Im Jahr 2023 erfolgte im Rahmen des sogenannten Klimaschutzstärkungsgesetzes eine Anpassung und Konkretisierung der Regelungen. An dem zeitlichen Horizont lässt sich erkennen, dass die Beweggründe, die in Hamburg für diese Verschärfung gesorgt haben mögen, nicht auf Bundesebene vorhanden sind.

Das GEG lässt über den § 9a Länderregelungen zwar Einschränkungen und Verbote auf Landesebene zu. Diese pauschale politische Entscheidung verunsichert aber die Verbraucher und widerspricht der Bundesgesetzgebung – denn das GEG erkennt mit dem § 71d elektrische Flächenheizungen ausdrücklich als Erfüllungsoption der 65-%-Regel für erneuerbare Energien an.



① Nichts mehr für Hamburger: Elektroheizungen wurden in den letzten Jahren aktiv weiter entwickelt, ob als smarte Infrarot-Heizelemente für Wand und Decke, dabei auch dekorativ gestaltet oder als Spiegelheizung ...

Quelle: IG Infrarot/Moonich

Hamburgisches Gesetz zum Schutz des Klimas

(Hamburgisches Klimaschutzgesetz – HmbKliSchG)

§ 11

Beschränkungen für den Neuanschluss und Ersatz elektrischer Heizungen

(1) Der Neuanschluss fest installierter Stromdirektheizungen zur Erzeugung von Raumwärme mit mehr als 1,5 Kilowatt Leistung für jede Wohnungs-, Betriebs- oder sonstige Nutzungseinheit ist unzulässig.

(2) Das Verbot nach Absatz 1 gilt auch für den Austausch und Ersatz von Stromdirektheizungen nach dem 31. Dezember 2025.

(3) Das Verbot nach den Absätzen 1 und 2 gilt nicht, wenn der Verzicht auf den Neuanschluss oder der Austausch und Ersatz von fest installierten Stromdirektheizungen im Einzelfall technisch unmöglich ist oder soweit er im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen würde.

(4) Wird entsprechend des Absatzes 3 eine Stromdirektheizung installiert, so ist über die Einhaltung dieser Vorschrift ein Nachweis anzufertigen. Der Verpflichtete hat den Nachweis nach Satz 1 ab dem Ausstellungsdatum für zehn Jahre aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

(5) Der Senat wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung festzulegen:

1. Ausnahmen vom Verbot nach den Absätzen 1 und 2 sowie deren Vollzug,
2. Ausstellungsberechtigte für den Nachweis nach Absatz 4.

(6) Absätze 1 und 2 sind nicht anzuwenden auf die in § 2 Absatz 2 GEG genannten Gebäude.

Für den Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e. V. ist klar: Pauschale Verbote sind der falsche Weg. Moderne elektrische Flächenheizsysteme erfüllen längst hohe Effizienzstandards. In gut gedämmten Gebäuden mit niedriger Heizlast können sie – insbesondere in Kombination mit Photovoltaik und einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung – eine nachhaltige, wirtschaftliche und CO₂-arme Gesamtlösung darstellen. Die Herausforderung besteht darin, eine differenzierte Bewertung vorzunehmen – nicht jedes elektrische Heizgerät ist gleich und jede Anwendung als ineffizient einzustufen ist schlichtweg falsch.

Nach dem GEG ist der Einsatz dieser Systeme an klare Effizienznachweise geknüpft: Nur Gebäude mit entsprechend guter Dämmung und sinnvoller Kombination moderner Haustechnik erfüllen die gesetzlichen Anforderungen. In solchen Fällen kann die elektrische Flächenheizung ihre Stärken voll ausspielen. Der BVF empfiehlt die elektrische Flächenheizung als vollwertige Raumheizung insbesondere für Niedrigenergiehäuser mit geringer Heizlast. Der Heizwärmebedarf sollte bei maximal 45 kWh/m² pro Jahr liegen. Studien des ITG Dresden im Auftrag des BVF zeigen, dass elektrische Flächenheizungen in diesen Gebäuden eine effiziente, langlebige und wirtschaftliche Alternative zu anderen Heizsystemen darstellen.

Die im Oktober 2025 veröffentlichte IINAS-Studie [6] bestätigt zudem, dass der Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strommix stetig steigt – ein entscheidender Punkt, der die CO₂-Bilanz elektrisch betriebener Heizsysteme kontinuierlich verbessert. Moderne elektrische Flächenheizungen sind somit keine Auslaufmodelle, sondern Teil einer klimafreundlichen Zukunft.

In der Praxis stehen Immobilieneigentümer und Fachbetriebe vor großen Herausforderungen: Wenn elektrische Direktheizungen – etwa auch bei bestimmten Bestandsgebäuden, bei sehr geringem Wärmebedarf oder als temporäre Lösung – pauschal ausgeschlossen sind, kann das Sanierungs- und Modernisierungsspielräume einengen. Ein generelles Ausschlusskriterium für elektrische Systeme bringt daher die Gefahr, dass Investitionen blockiert oder weniger optimale Alternativen gewählt werden.

Hamburgs pauschales Verbot setzt hier ein falsches Signal: Statt bewährte und effiziente Technologien auszuschließen, sollte die Politik auf Technologieoffenheit, klare Nachweisführung und fachgerechte Planung setzen – nur so gelingt die Wärmewende nachhaltig und praxistauglich auch ohne regulatorische Intervention.

Der BVF befürwortet selbstverständlich den beschleunigten Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmesektor, eine konsequente Dämm-

ung und effiziente Wärmeübertragungssysteme. Dennoch plädieren wir dafür, Maßnahmen zur Regulierung mit großem Blick auf Technologieoffenheit und Verhältnismäßigkeit umzusetzen.

Ein kategorisches Verbot elektrischer Direktheizungen steht im Widerspruch zu unserer Auffassung einer zukunftsfähigen Wärmepolitik, die Effizienz und Flexibilität in den Mittelpunkt stellt und pauschal eine Technologie ausschließt, die mit den richtigen Rahmenbedingungen eine zukunftsorientierte, umweltfreundliche und wirtschaftliche Lösung darstellt.

Position des NFE

Seit über einem Jahrzehnt steht der NFE Norddeutscher Fachverband Elektro- und Informationstechnik e. V. in einem kontinuierlichen Dialog mit der Hamburger Politik, um eine sachgerechte und technologieoffene Regulierung von Stromdirektheizungen zu erreichen. Bedauerlicherweise blieb dieser Austausch bislang ohne greifbare Fortschritte. Im Gegenteil: Mit der zum 01. 01. 2024 in Kraft getretenen Verschärfung des Anschlussverbots für fest installierte Stromdirektheizungen – von bislang zwei auf nunmehr 1,5 kW – wurde ein weiterer Schritt in Richtung pauschaler Restriktion getan.

Unstrittig ist: Stromdirektheizungen gehören nicht zu den energetisch effizientesten Technologien zur Raumwärmeerzeugung. Daher ist ihr Anteil am Gesamtwärmemarkt auch entsprechend gering. Dennoch gibt es spezifische Anwendungsfälle, in denen der Einsatz elektrischer Direktheizungen technisch sinnvoll, wirtschaftlich vertretbar und ökologisch gerechtfertigt ist – insbesondere dort, wo alternative Heizsysteme entweder nicht umsetzbar oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand installierbar wären.

Darüber hinaus ist anzuerkennen, dass sich die Technologie elektrischer Heizsysteme in den vergangenen Jahren signifikant weiterentwickelt hat. Moderne Stromdirektheizungen verfügen heute über die Fähigkeit zur Wärmespeicherung und gezielten Freisetzung. Damit können sie – analog zu anderen Speichersystemen wie Kühlanlagen oder Batterien bei E-Fahrzeugen – perspektivisch zur Netzstabilisierung und zur Aufnahme überschüssiger erneuerbarer Energie beitragen. Beispielsweise ließe sich tagsüber erzeugter PV-Strom in Wärme umwandeln und bedarfsgerecht in den Abend- und Nachtstunden nutzen – vorausgesetzt, intelligente Stromnetze ermöglichen eine entsprechende Verteilung und Steuerung.

Als NFE treten wir klar für Technologieoffenheit im Wärmemarkt ein. Wir halten pauschale Verbote von Stromdirektheizungen – unabhängig vom Anwendungskontext und technologischem Entwicklungsstand – für nicht zielführend. Stattdessen fordern wir eine differenzierte Bewertung, die Potenziale anerkennt und sinnvolle Einsatzmöglichkeiten ermöglicht.

Position des ZVEH zum Verbot von Elektrodirektheizungen

Der Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH) vertritt die Meinung, dass Stromdirektheizungen in bestimmten Fällen durchaus eine Alternative für die Wärmeversorgung einer Immobilie darstellen können.

Die e-handwerkliche Organisation spricht sich daher gegen ein pauschales Verbot von Elektro-/Stromdirektheizungen aus, wie es ab dem 1. Januar 2026 in Hamburg gelten soll, und empfiehlt eine Einzelfallbetrachtung. Denn auch, wenn Wärmepumpen eine weitaus effizientere Technologie für eine Vielzahl an Anwendungsfällen darstellen, kann eine Stromdirektheizung in gutgedämmten Gebäuden durchaus Sinn machen.

Auch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sieht die Installation von Stromdirektheizungen als Möglichkeit für die Wärmebereitstellung vor, wenn die Immobilie entweder selbst bewohnt wird oder über einen darin festgelegten Wärmeschutz verfügt. Eine darüber hinausgehende Regulierung braucht es nach Ansicht des Verbandes nicht.

Positionspapier der IG Infrarot Deutschland

zum Hamburgischen Klimaschutzgesetz, § 11 (Beschränkungen für den Neuanschluss und Ersatz elektrischer Heizungen). Das Positionspapier (siehe **epTipp**) bezieht sich auf § 11 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes (HmbKliSchG) von 2020. Das Gesetz sieht ab 1. Januar 2026 ein Verbot des Neuanschlusses fest installierter Stromdirektheizungen mit mehr als 1,5 kW Leistung zur Erzeugung von Raumwärme vor. Das Verbot gilt – mit Ausnahmen – auch für den Austausch und Ersatz von Stromdirektheizungen. Die IG Infrarot Deutschland erkennt die gesetzliche Verabschiedung der Hamburger Regelungen von 2020 an, betont jedoch, dass die aktuelle wissenschaftliche und rechtliche Grundlage das Pauschalverbot von Stromdirektheizungen mit einer Leistung über 1,5 Kilowatt ab 1. Januar 2026 nicht stützt.



Quelle: Lucht LHZ

2 ... oder auch als Flächenspeicherheizung wie die erst kürzlich auf der ISH vorgestellte „Technotherm Dynamo“ mit zwei separat smart regelbaren Thermospeichern, womit sich der Heizbedarf mit dynamischen Stromtarifen oder selbst erzeugtem Solarstrom effizient planen und steuern lässt

In einem aktuellen Positionspapier werden dazu die relevanten Gründe dargelegt. Dabei beziehen wir uns vor allem auf

- Bundesrecht: In dem seit 01.01.2024 geltenden Gebäudeenergiegesetz (GEG) § 71 sind Stromdirektheizungen eine Erfüllungsoption zum Heizen mit mindestens 65 Prozent erneuerbaren Energien.
- Studien: Mehrere wissenschaftliche Studien, unter anderem der Technischen Universität Dresden (TU Dresden) und des Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), belegen, dass elektrische Direktheizungen (Infrarotheizungen) energieeffizient und im Sinne der Energiewende zielführend eingesetzt werden können.

■ Referenzen: Zahlreiche Praxisbeispiele von Ein- und Mehrfamilienhäusern im Neubau und Bestand – vor allem bei gut gedämmten Gebäuden mit Infrarotheizungen, Photovoltaik und Batteriespeicher – weisen hervorragende Energiebilanzen pro Jahr auf, inklusive geringer Mengen an extern bezogenem Strom und niedriger Lastspitzen. Wir haben mehrere Forderungen daraus abgeleitet, unter anderem die Neubewertung in Hamburg auf Basis der geltenden Rechtslage und aktueller Studien.

Literatur

- [1] Hamburgisches Gesetz zum Schutz des Klimas (Hamburgisches Klimaschutzgesetz – HmbKliSchG) vom 20. Februar 2020.
www.landesrecht-hamburg.de/bsha/document/jlr-KlimaSchGHA2020V7P1
- [2] www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/themen/klima/klimaschutz-klimaplan/stromdirektheizungen-169058 (letzter Zugriff 18.11.25)
- [3] www.energieportal-hamburg.de/
- [4] Bundesnetzagentur/SMARD, Bericht Netzengpassmanagement 2024: „Mit 2 412 GWh wurde in Niedersachsen der größte Anteil an Offshore-Windkraft abgeregelt, gefolgt von Schleswig-Holstein mit 1 773 GWh. Auch bei der Abregelung von Wind-Onshore-Anlagen führen diese beiden Bundesländer: Niedersachsen mit 912 GWh und Schleswig-Holstein mit 806 GWh.“ Siehe: www.smard.de/page/home/topic-article/444/216636/volumen-und-kosten-gesunken
- [5] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) v. 08.08.2020, zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 16.10.2023 | Nr. 280. www.gesetze-im-internet.de/geg/BJNR172810020.html
- [6] Erhältlich kostenfrei unter: www.hea.de/themen/gebäude-energie/iinas-studie

ep TIPP

Das Positionspapier der IG Infrarot ist direkt auf der Startseite

<https://ig-infrarot.de/> erhältlich. Die erwähnten Studien finden sich dort unter dem entstprechenden Stichwort.

Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke:

www.zveh.de

NFE Norddeutscher Fachverband Elektro- und Informationstechnik:

www.nfe.de

Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen:

www.flaechenheizung.de

Noch nicht richtig geerdet

DIN 18014 wird nach Schiedsverfahren erneut überarbeitet

Wer dachte, die Auseinandersetzung um die DIN 18014 wäre mit der Neufassung 2023 abgeschlossen gewesen, hat sich geirrt. Der Bundesverband Freier Wohnungsunternehmen (BFW) hatte mit dem von ihm angestrebten Schiedsverfahren zumindest teilweise Erfolg, der Schiedsspruch liegt nun vor. Daher muss die Norm in einigen Punkten erneut überarbeitet werden.

Bis zur Neufassung der DIN 18014, die vor gut zwei Jahren als Ausgabe 2023-06 erschienen ist [1], war es ein recht langer Weg, wurde die Überarbeitung doch bereits im Juni 2018 beschlossen.

Was lange währt ...

Die Kritik an der Norm bzw. am Gesamtkomplex Erdungsanlagen/Fundamentender mit entsprechenden Forderungen in VDE-Normen und damaligen Technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Netzbetreiber sowie ab 2019 in den Technischen Anschlussregeln Niederspannung (TAR Niederspannung, VDE-AR-N 4100 [2]) besteht ebenfalls schon länger. Ohne den Verlauf hier chronologisch erschöpfend aufzuarbeiten, lässt sich z. B. auf den erstmals bereits 2016 erschienenen Standpunkt des Bundesverbands der Sachverständigen verweisen sowie dessen Aktualisierung 2019 [3].

Ab 2020 kam im Laufe zahlreicher Anfragen auch die Bundesnetzagentur (BNetzA) mit ins Spiel, die insbesondere im Verfahren BK6-20-216 am 15.06.2021 [4] klarstellte: „Die Beschlusskammer ist vorbehaltlich einer Prüfung im Einzelfall der Auffassung, dass sich Verteilernetzbetreiber nicht grundsätzlich missbräuchlich verhalten, wenn sie in ihren TAB allgemein die Errichtung einer Erdungsanlage in neu zu errichtenden Gebäuden fordern. Die Verpflichtung zur ausschließlichen Errichtung eines Fundamentenders kann die Beschlusskammer indes nicht erkennen. Neben Fundamentendern gibt es andere, vergleichbare Erdungsanlagen. Ein sachlicher Grund für die Beschränkung auf Fundamentender als einzig zulässige Erdungsanlagenform ist nicht ersichtlich und ergibt sich auch nicht aus den TAR Niederspannung beziehungsweise den TAB des BDEW selbst.“

Als Ergebnis der Entwicklung entfielen u. a. entsprechende Forderungen, seitdem trägt die DIN 18014 auch den Titel „Erdungsanlagen“ – und nicht mehr „Fundamentender“. Zum Anfang 2021 veröffentlichten Entwurf gab es insbesondere von der Wohnungswirt-

schaft umfangreiche Einsprüche bzw. gar die Forderung nach Zurückziehung der Norm. Das zog sich über Schlichtungsverfahren bis zum Schiedsverfahren hin, welches dann dieses Jahr beendet wurde. Der BFW kann nun zumindest einen Teilerfolg vorweisen, bezeichnet das Ergebnis als „Meilenstein für bezahlbares Bauen und Wohnen“ und fasst es wie folgt zusammen: „Der Schiedsspruch zur DIN 18014 stellt klar: Normen sind freiwillig. Normen müssen praxisnah, technologieoffen und wirtschaftlich tragfähig sein“ (siehe epTipp).

Inhalt des DIN-Schiedsspruches

Der Schiedsausschuss des DIN (siehe epTipp) hat nun entschieden, dem zuständigen Arbeitsausschuss „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“ die Überarbeitung der Norm hinsichtlich folgender Punkte aufzugeben (Zitat):

1. Im Vorwort und Anwendungsbereich der DIN 18014 sind die Stellen neu zu formulieren, die den Eindruck der rechtlichen verbindlichen Anwendung der Norm vermitteln. [...]
2. In der Norm müssen charakteristische Merkmale der benannten Werkstoffe (z.B.: Edelstahl) hinreichend festgelegt werden, insbesondere hinsichtlich Korrosionsfestigkeit oder Leitfähigkeit (K-Faktor).
3. Bei der Auswahl von Werkstoffen und Bauteilen insbesondere im Abschnitt 10 ist zu überprüfen, wie ein Zeitfaktor berücksichtigt werden kann.

Weitergehende Forderungen des Antragstellers werden abgewiesen. (Zitat Ende)

Da der Anwendungsbereich der Norm sich allgemein auf „Gebäude“ bezieht, das Arbeitsgebiet des Arbeitsausschusses bisher aber nur für „Wohngebäude“ definiert ist, hat sich das DIN zusätzlich „verpflichtet, den Anwendungsbereich ‚Gebäude‘ zu prüfen und ggfls. geeignete Maßnahmen zu ergreifen.“

In der Entscheidung (dem Schiedsspruch) sind die Kritikpunkte, Forderungen und Erwägungen näher erläutert, zudem geht der

Schiedsausschuss ausführlich auf die Entscheidungsgründe und Überarbeitungsinhalte ein. Daher sollten zumindest auf dem Gebiet tätige Fachkräfte zur Orientierung ruhig mal einen Blick hinein werfen.

Eine Anfrage des ep vom 11. November beim zuständigen DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) zum ungefähren Zeitrahmen der Überarbeitung blieb bislang (24. November) leider unbeantwortet.

Literatur

- [1] DIN 18014 2023-06 Erdungsanlagen für Gebäude – Planung, Ausführung und Dokumentation.
- [2] VDE-AR-N 4100 Anwendungsregel:2019-04 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Niederspannung).
- [3] www.bvs-ev.de/download/bvs-standpunkte-richtlinien
- [4] www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2020/BK6-20-216/BK6-20-216_positionspapier_bf.html

ep TIPP

BFW-Position und Schiedsspruch

Die Position des BFW sowie ein PDF des Schiedsspruchs sind erhältlich unter: www.bfw-newsroom.de/erdungsanlagen-schiedsspruch-mit-tragweite-fuer-das-gesamte-normungswesen/

Fachwissen zum Thema

Zur früheren Entwicklung und zur Planung und Errichtung von Erdungsanlagen allgemein und speziell nach der Neufassung der DIN 18014 siehe z. B.: Schauer, M.: Wirksamkeit von Erdung und Potentialausgleich – Auswirkung von Mehrfacherdungen auf die EMV – Teil 1, Elektropraktiker, Berlin 76 (2022) 6, S. 430–434 sowie Teil 2, Elektropraktiker, Berlin 76 (2022) 7, S. 530–535. Schauer, M.: Netzanschluss – Probleme und Verantwortlichkeiten, Teil 3: Anerkannte Regeln der Technik/Erfahrungen aus der Sachverständigenpraxis, hier insbes. das Kapitel „Problemfall: Erdungsanlagen“, Elektropraktiker, Berlin 77 (2023) 4, S. 269–275. Raab, V.; Soboll, R.; Thormählen, R.: Zuverlässige Erdungsanlagen – Erdungsanlagen für Gebäude nach neuer DIN 18014, Elektropraktiker, Berlin 78 (2024) 4, S. 24–31.

Quelle: HGEsch



❶ Die Westfassade der gotischen Kathedrale ist mit fast 7000 m² Fläche die größte Kirchenfassade der Welt. Über dem zentralen Haupteingang im mittleren Eingangsportal erheben sich die beiden Haupttürme bis in eine Höhe von 157 m. Der Dom wird von vielen Kunsthistorikern wegen seiner einheitlichen und ausgewogenen Bauform als „vollkommene Kathedrale“ bezeichnet. Diese herausragenden Architekturmerkmale haben in der Neukonzeption der Beleuchtungsanlage besondere Aufmerksamkeit erhalten.

Besonderes Beleuchtungskonzept für den Kölner Dom

Ein Lichtkunstwerk sondergleichen

Für die Außenbeleuchtung des Kölner Doms hat das Lichtplanungsbüro Licht Kunst Licht in Zusammenarbeit mit Rhein Energie und Dombauhütte ein neues, effizientes Konzept realisiert, das am Ostersonntag 2025 in Betrieb genommen wurde. Mit der Umstellung auf ein modernes und präzises LED-System erhält die einzigartige Kathedrale, die seit 1996 zum UNESCO Weltkulturerbe zählt, nun auch bei Dunkelheit und Dämmerung ein eindrucksvolles Erscheinungsbild.

Mit großer ökologischer Verantwortung geplant, konnten zudem Lichtverschmutzung und Energieverbrauch erheblich reduziert werden (Bild ❶).

Licht und Geschichte

1838 kündigte Kronprinz Friedrich Wilhelm einen Besuch in Köln an. Ihm zu Ehren wurde die eindrucksvolle, aber nach fast sechs Jahrhunderten Bauzeit noch unvollendete gotische Kathedrale zum ersten Mal beleuchtet. Der Einsatz zeigte Wirkung, denn vier Jahre später legte der inzwischen zum König gekrönte

Hohenzoller den Grundstein für den Ausbau des Doms. Die Fertigstellung gelang, doch erst Oberbürgermeister Konrad Adenauer ordnete eine reguläre Beleuchtung an, mit der ab 1929 die charakteristische Silhouette der Zwillingstürme ins nächtliche Stadtbild eingefügt wurde. Wie stark die sowohl geistliche wie weltliche Identifikation mit diesem Bild ist, zeigte sich, als im Sommer 2022 aufgrund der in Folge des russischen Angriffskriegs angespannten Energiesituation die Beleuchtung öffentlicher Gebäude, so auch die des Kölner Doms, nachts abgeschaltet wurde. Zu dem Zeitpunkt arbeitete Licht Kunst Licht (LKL) jedoch schon

Projektdaten

Projekt: Kölner Dom, Köln, Deutschland
Bauherr: RheinEnergie im Auftrag der Stadt Köln

Bauleitung: Kölner Dombauhütte, Metropolitankapitel der Hohen Domkirche zu Köln

Elektroplanung: Elektro Baeth, Köln

Lichtplanung: Licht Kunst Licht,

– Projektleitung: Philipp Schmitz, Stephan Thiele

– Projektteam: Andreas Schulz, Thomas Möritz

Fertigstellung: April 2025

Hersteller und Leuchtentypen

Haupttürme

WE-EF, Typen: Aufbauscheinwerfer FLC 230, FLC 240, FLC 260; Lineare Bodeneinbauleuchte ETV 140; Bodeneinbauleuchte ETC 140; Lineare Bodenaufbauleuchte VLR 130

Kirchenschiff

WE-EF, Typen: Aufbauscheinwerfer FLC 230, FLC 240, FLC 260; Lineare Bodeneinbauleuchte ETV 140; Bodeneinbauleuchte ETC 140; Lineare Bodenaufbauleuchte VLR 130, VLR 120, VLR 150

Eingangsportale

WE-EF, Typ: Bodeneinbauleuchte ETC 140

Bega, Typ: Bodeneinbauleuchte 77107

Eingangsfassaden

WE-EF, Typ: Lichtstelen, integrierte Aufbauscheinwerfer FLC 141

Gebäudedächer, umliegend

Color Kinetics, Typ: Aufbauscheinwerfer ReachElite

an der Entwicklung eines energieeffizienten, ökologisch verantwortungsvollen und der kulturellen Bedeutung dieses Bauwerks angemessenen Beleuchtungssystems. Ein kleines Zeichen hatten sie 2020 bereits mit dem Stern von Bethlehem auf dem Vierungsturm gesetzt. Bis dahin wurde der Dom zum größten Teil mit Flutlichtstrahlern erhellt, die auf den Dächern umliegender Gebäude montiert waren. Die veraltete Technik der 1 000 W starken Halogen-Metall dampflampen hatte einen hohen Energieverbrauch und übergoss das gesamte Gebäude mit neutralweißem Licht. Damit war der Dom zwar deutlich sichtbar, doch die Helligkeit schluckte die architektonischen Details der Fassade und führte zu einer nicht unerheblichen Lichtverschmutzung im gesamten Umfeld.

Technik und Fingerspitzengefühl

LKL arbeitet nach dem Prinzip, das Medium Licht als integralen Bestandteil der Architektur zu betrachten. Diese Herangehensweise wurde hier zu einer besonderen Herausforderung, erläutert Philipp Schmitz, Lichtdesigner und Projektleiter bei LKL: „Das Fehlen detaillierter architektonischer Unterlagen erforderte eine langwierige analytische Untersuchung der Fassade und der gotischen Elemente. Da eine digitale Simulation für eine so komplexe, heterogene Struktur nicht ausreichte, führten wir über mehrere Jahre hinweg umfangreiche Beleuchtungstests vor Ort durch – wobei wir verschiedene Optiken, Winkel und Positionen testeten, um durch empirische Beobachtung die gewünschten Effekte zu erzielen.“

In enger Zusammenarbeit mit der Dombauhütte und der Rhein Energie als Bauherrin hat LKL ein Beleuchtungssystem mit mehr als 700 Leuchten entwickelt, die mit großer Präzision und Sensibilität als kompakte, blendfreie Einheiten auf und vor der historischen Substanz installiert wurden und tagsüber nicht wahrnehmbar sind (Bild 2).

Die Leuchten sind so dezent platziert und konzipiert, dass sie als Objekte nicht in Erscheinung treten. Allein das von ihnen ausgehende Licht erzeugt eine steuerbare optimale Wahrnehmung der Architektur. Nur noch 10 % des Lichts kommt aus gebäudefernen Leuchtenpositionen im Vergleich zu vorherigen 80 %, wodurch unerwünschte Lichtstreuung drastisch reduziert und die Gesamtpräzision verbessert wurde.

Die Beleuchtung ist durchgehend und vollständig dimmbar, die Farbtemperatur bis zu 2 700 K Warmweiß einstellbar, was mit dem Farbspektrum des Sandsteins harmonisiert und die Anpassung an die verschiedenen Jahreszeiten und die sich weiterentwickelnden ökologischen Richtlinien unterstützt.

Der Energieverbrauch des neuen Beleuchtungssystems, das mit einem hohen Anspruch an Nachhaltigkeit entwickelt wurde, konnte um 80 % auf rund 11 kW reduziert werden. Gleichzeitig erzeugt die Beleuchtung nun eine deutlich höhere visuelle Qualität.

Alle an der Weltkulturerbestätte neu installierten Beleuchtungsmaßnahmen sind vollständig reversibel und nicht-invasiv. Anstelle von Bohrungen wurden die Elemente mit eigens von LKL und der Dombauhütte entwickelten Klemmsystemen montiert, die zum Schutz der historischen Substanz druckverteilende Halterungen mit Bleipolsterung verwenden. Aus zwei Schaltzentralen, eine am Boden, eine im Vierungsturm sowie über Fernbedienung lassen sich die Leuchten ein-

Quelle: HGEsch



2 Um die gotischen, himmelwärts strebenden Architekturelemente und die vielen Fassadenräume mit objektnahem Licht sichtbar zu machen, wurden an und unmittelbar vor der Kirchenfassade etwa 700 Leuchten für den vor dem Dom stehenden Betrachter weitgehend unsichtbar installiert.

Quelle: HGEsch



3 Für die Beleuchtung vor den Eingängen der West-, Süd- und Nordfassade wurden Sonderleuchten entwickelt, die neben der Ausleuchtung der Verkehrsflächen auch den Reichtum der gotischen Fassadenornamente subtil hervorheben.

zeln oder gruppenweise steuern, um individuelle Beleuchtungsszenarien zu erzeugen.

Aus der Nähe, aus der Ferne

Gerichtetes Licht und Streiflicht betonen mit ihrem Schattenspiel die räumliche Tiefe und himmelstrebende Vertikalität der sich zu der einzigartig kunstvollen Fassade verdichtenden Strebepfeiler, Fialen und Figuren. Besonderes Augenmerk liegt auf den markanten 157 m hohen Türmen. Sanfte Hintergrundbeleuchtung kombiniert mit vertikalem Streiflicht zeichnet die markante Domsilhouette bis hoch zu den Kreuzblumen auf den Turmspitzen nach. Ein neuer Ansatz ist die im Inneren der Türme installierte Beleuchtung, die durch das filigrane gotische Maßwerk scheint und den Dom als unverrückbares Nachtlcht ins Kölner Stadtbild einfügt.

Für die Aufstellung auf der Domplatte haben alle Beteiligten gemeinsam an der Entwicklung multifunktionaler Lichtmasten gearbeitet. Die

minimalistisch gestalteten Lichtstelen fügen sich dezent ins Stadtbild ein. Zur Orientierung erhält ein darin verbautes blendfreies Lichtmodul die Verkehrsflächen direkt vor den Eingängen und die Portale der Kathedrale, zusätzliche Strahler betonen einzelne Fassadenelemente (Bild 3). Dabei sind alle Lichtquellen so abgeschirmt, dass sie die Betrachtung in den wichtigsten Sichtachsen nicht durch Blendung stören.

„Der Kölner Dom ist ein Wahrzeichen der Stadt und tief in ihrer Identität verankert. Unser Ziel war es, seine visuelle Präsenz nach Einbruch der Dunkelheit zu erhalten und seine architektonische Vielfalt auch aus der Ferne erkennbar zu machen. Wir sind stolz darauf, dass das fertige Ergebnis nun die Form und Details des Doms sogar vom anderen Rheinufer aus sichtbar macht – und ihm ein skulpturales, würdevolles Nachtbild verleiht, das seiner Bedeutung gerecht wird“, erinnert sich Philipp Schmitz. Es sei sogar zu hören gewesen, dass der Dom nun nachts besser aussehe als tagsüber. ■

Flexible Batteriezellproduktion

Durch Automatisierung Batteriezellen flexibel und nachhaltig produzieren

Von E-Mobility über Kommunikations- und Medizintechnik bis zu smarten Werkzeugen oder Haushaltsgeräten: Die Industrie braucht immer mehr Batteriezellen. Doch deren Produktion in Gigafactories benötigt enorme Energiemengen. Zudem sind die großen Fertigungslinien oft nicht flexibel genug. Eine mögliche Alternative wurde nun erfolgreich am wbk Institut für Produktionstechnik des KIT erprobt. Der Weg: Prozesseinhausung in Mini-Environments. In einer der Hauptrollen: Roboter von Kuka.



Quelle: Kuka

1 Die Roboterzellen für die Batteriezellfertigung im Trockenraum wurden von wbk und Exentec gebaut

Am wbk Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) ist zukunftsweisende Batterieproduktion schon jetzt erlebbar. Um diese flexibler und effizienter zu machen, haben Forschende im Rahmen des Projekts AgiloBat eine agile Zellfertigung aufgebaut: Mithilfe roboterbasierter Automatisierung in Mini-Environments wurde dabei eine Flexibilität erreicht, die bisher nur in der Manufaktur möglich war (Bild 1). Durch anpassbare Prozesse und Programmänderungen können verschiedene Zellgeometrien hergestellt werden, ohne die Anlage aufwendig umrüsten zu müssen. Hierfür entwickelten die Forschenden spezielle Roboterzellen, die hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Ausführung eine Weltneuheit darstellen. Konzipiert und gebaut wurden sie von der Exentec Germany GmbH, einem Unternehmen der Exyte Gruppe. Dieses internationale, in Stuttgart ansässige Unternehmen für Gebäudetechnik und Anlagenbau entwirft, plant und stellt nachhaltige und ul-

trareine Fertigungsanlagen für High-Tech-Industrien bereit, darunter Halbleiter- und Batteriefabriken, Datenzentren oder Anlagen für die Biopharma-Industrie. Einer der Schwerpunkte von Exentec sind Rein- und Trockenräume. Oder um es mit den Worten von Nicole Neub, Direktorin der Abteilung Batterietechnologie bei Exentec, zu sagen: „Wir sind für die notwendige trockene Luft im Batterie-fertigungsprozess verantwortlich.“

Jeder Prozessschritt in einem Mini-Environment

Bekanntermaßen darf die Umgebungsluft in der Produktion von Batteriezellen nur sehr wenig Luftfeuchtigkeit enthalten. Genauer gesagt: Damit es bei der Verarbeitung der empfindlichen Batteriematerialien nicht zu Oxidationen oder Feuchtigkeitseinschlüssen kommt, beträgt die relative Luftfeuchtigkeit meist weniger als 1 Prozent. Denn eine höhere relative Luftfeuchtigkeit kann später zu Qua-

litätsproblemen oder sogar kritischen Ausfällen der Batterien führen.

Hergestellt wird die benötigte Trockenheit in sogenannten Mini-Environments. „Dabei werden einzelne Prozessschritte der Produktion und die zugehörigen Maschinen eingehaust und die gefilterte Luft direkt an den Prozess gebracht“, erklärt Nicole Neub. „Dadurch wird wirklich nur die Maschine mit sauberer und trockener Luft versorgt und kein ungenutztes großes Volumen in der Produktionshalle.“ In der industriellen Massenfertigung von Batteriezellen werden meist gesamte Produktionsflächen als Trockenraum betrieben, was für einzelne Prozesse nicht erforderlich ist und große Mengen an Energie benötigt (Bild 2). Im Projekt AgiloBat geschieht dies durch containerartige Kästen, in denen ein Taupunkt von bis zu -50 °C herrscht. „Das hat nichts mit der Temperatur der Produktionsumgebung zu tun“, erklärt der technische Leiter des AgiloBat-Projekts Sebastian Henschel vom wbk Institut für Produktionstechnik des KIT. Vielmehr gibt der Taupunkt die Temperatur an, auf die Luft heruntergekühlt werden muss, damit Feuchtigkeit kondensiert. Sprich: Je tiefer der Taupunkt, desto trockener die Luft. „Bei einem Taupunkt von -50 °C kommen nach Volumen auf eine Million Luftmoleküle weniger als 100 Wassermoleküle“, macht Henschel deutlich. „Das entspricht einer relativen Luftfeuchtigkeit von weit unter einem Prozent.“

Automatisierung trennt Mensch vom Prozess

Ein entscheidender Faktor sind dabei die Mitarbeitenden: „Wir Menschen bestehen zu 80 Prozent aus Wasser, das ist in so einem Prozess alles andere als hilfreich“, sagt Henschel. „Und selbst wenn wir uns in absoluter Ruhe befinden, atmen wir jede Stunde mindestens 120 Gramm pure Feuchtigkeit aus“, ergänzt Nicole Neub. „Das sind Feuchtigkeitsmengen, die einen stabilen Taupunkt von beispielsweise -50 °C erheblich negativ beeinflussen.“ Um die Produktionsumgebung richtig trocken zu bekommen, müsse man Menschen so weit wie möglich aus dieser heraushalten. Genau das ist der Ansatz von Exentec: „In unserem Mini-Environment trennen wir durch die Einhausung den Menschen konsequent vom Prozess“, erklärt Nicole Neub. „Das geht natürlich nur, wenn der Prozess vollautomatisiert läuft.“ Und hier kommen die Roboter von Kuka ins Spiel. Im Rahmen von AgiloBat sind vier KR Cybertech nano, ein KR 4 Agilus sowie, für das Zellstacking, zwei KR Scara im Einsatz – zur vollen Zufriedenheit der Projektverantwortli-

chen (Bild 3). „Batteriezell-Hersteller verwenden seit Jahren Kuka Roboter in großen Stückzahlen im Trockenraum, um die Umgebungskontamination durch Mitarbeitende zu reduzieren und die Produktionsqualität zu steigern“, sagt Thomas Schmidberger, Business Development Manager bei Kuka. Der Robotik-Spezialist ist seit geraumer Zeit im Austausch mit Batterieproduzenten bezüglich deren technologischer Anforderungen an Trockenraum-Umgebungen. „Die Anforderungen an unsere Produkte im Trockenraum sind uns aus zahlreichen erfolgreichen Kundenprojekten bestens bekannt und werden kontinuierlich zusammen mit führenden Industrieexperten analysiert“, betont Schmidberger.

Roboter im Trockenraum

Der führende Roboterhersteller arbeitet an einer Zertifizierung der Roboter für den Einsatz im Trockenraum. Dieser bringt für die Roboter besondere Herausforderungen mit sich. So kann die niedrige Luftfeuchtigkeit zu höherem Verschleiß führen. Das gilt vor allem für Materialien, die Weichmacher enthalten, beispielsweise Dichtungen oder Kabelverbindungen: Bei Langzeitanwendung im Trockenraum können sie schneller porös werden, im

ungünstigen Fall sogar brechen. Aber auch Schmierfette etwa können an Funktionsfähigkeit einbüßen, weil sie Wasserbestandteile verlieren. Das sind spezielle Herausforderungen, die bei Kuka mitgedacht werden: Seit 2020 konnten die Automatisierungsexperten aus Augsburg schon Erfahrungen mit über 10 000 Robotern in der Batterieproduktion sammeln, davon mehr als 1 000 in Trockenraumanwendungen. Die Kundenresonanz fällt dabei durchweg positiv aus.

Doch die Produktion in Mini-Environments mittels Automatisierung ist nicht nur für die Batteriezellproduktion, sondern auch für viele weitere Branchen interessant: „Im Halbleitbereich ist das Thema essentiell, ebenso in der Pharmaindustrie“, berichtet Nicole Neub von Exentec. Hier kommen die Vorteile der breiten Produktpalette von Kuka voll zum Tragen: Durch deren Vielseitigkeit und Flexibilität lassen sich die Roboter für unterschiedliche Bereiche, Produkte und Umgebungen einsetzen. Das wurde auch durch das Projekt am KIT unter Beweis gestellt: „Wir wollten ein maximal flexibles System aufbauen, indem wir verschiedene Prozessschritte durch unterschiedliche Produktionsmodule abbilden und anschließend miteinander verbinden“, erzählt der technische Leiter für AgiloBat Sebastian

Henschel. „Hierbei haben sich die Roboter von Kuka absolut bewährt. Mit ihrer Hilfe haben wir industrielle Wiederholbarkeit und Genauigkeit erreicht – verbunden mit einer Flexibilität, die wir sonst nur aus der Handfertigung kennen.“

Attraktive Produktionsmöglichkeit auch für KMU

Diese Merkmale sind besonders für kleinere und mittlere Unternehmen attraktiv – nicht zufällig hat das Team vom KIT bei AgiloBat mit mittelständisch geprägten Maschinen- und Anlagenbauern zusammengearbeitet. Mini-Environments und Automatisierung versetzen diese in die Lage, eine wettbewerbsfähige Anlagentechnik entlang der kritischen Prozesskette innerhalb trockenraumrelevanter Produktionsumgebungen anbieten zu können. Die Erkenntnisse aus AgiloBat ermöglichen es ihnen dabei, Batteriezellen flexibel zu fertigen sowie neue Materialsysteme durch industriennahe Fertigung mit kleinen Materialmengen zu erproben. „Schließlich dürfen wir auch nicht vergessen, dass bei diesen chemischen Prozessschritten der Batterieproduktion mit kritischen Stoffen gearbeitet wird“, sagt Thomas Schmidberger. „Die roboterbasierte Automatisierung in Verbindung mit der Verwendung von Mini-Environments schützt also auch die Gesundheit der Mitarbeitenden.“

Vor allem aber können durch die bei AgiloBat angewandten Produktionsverfahren erhebliche Ressourcen eingespart werden – und zwar in zweierlei Hinsicht: Zum einen wird deutlich weniger Energie als bei der herkömmlichen Produktion benötigt. „In den Gigafactories entfallen zwischen 25 und 40 Prozent des gesamten Energiebedarfs allein darauf, Trockenraumbedingungen herzustellen. Und dabei trocknen wir konstant gegen den kontinuierlichen Feuchtigkeitseintrag jedes im Trockenraum befindlichen Menschen an“, sagt Nicole Neub. „Durch Mini-Environments und damit der konsequenten Trennung von Mensch und Prozess lassen sich diese Zahl und damit auch die laufenden Kosten, also die Opex, signifikant reduzieren.“ Und zweitens wird der nicht verwendbare Ausschuss erheblich reduziert: „Bei den großen Anlagen haben wir, selbst wenn diese eingefahren sind, teilweise 15 bis 20 Prozent Ausschussmaterial, das weggeschmissen oder recycelt werden muss“, rechnet Sebastian Henschel vom wbk vor. „Auch diese Quote können wir durch die Flexibilisierung der Produktion erheblich reduzieren.“ Die Roboter von Kuka machen es möglich!

J. Micheler



2 Der Roboter arbeitet im Mini-Environment rund um die Uhr und sorgt im Gegensatz zu einer menschlichen Arbeitskraft dafür, dass die Luft trocken bleibt



3 Der KR Cybertech nano arbeitet effektiv im Mini-Environment unter Trockenraumbedingungen

Quelle: Kuka

Quelle: Kuka

Rauchwarnmelder in der Praxis

Neue Fassung der DIN 14676-1, Ferninspektion und Recycling

Die Digitalisierung hält zunehmend Einzug auch im Bereich des vorbeugenden Brandschutzes. So können beispielsweise mit ferninspizierbaren Rauchwarnmeldern zuverlässige Lösungen angeboten werden, die jährliche Vor-Ort-Termine überflüssig machen. Aber auch das Thema Recycling von Meldern wird zunehmend wichtiger. Der Nachhaltigkeit wegen sollten beim Meldertausch die Altgeräte fachgerecht recycelt werden.

Die Anwendungsnorm für Rauchwarnmelder DIN 14676-1 [1] ist im Mai 2025 in neuer Fassung erschienen. Die Norm wurde redaktionell überarbeitet und neu strukturiert. Der frühere Anhang A wurde gestrichen, die Planungsbeispiele mit Abbildungen stehen jetzt übersichtlich im Haupttext. Der Abschnitt 4 „Planung und Montage“ (früher Planung und Einbau) wurde klarer formuliert und konkretisiert. Insgesamt ist die DIN 14676-1 [1] jetzt verständlicher geschrieben und einfacher in die Praxis umzusetzen. Die Ergänzungen und Klarstellungen vom September 2023 zur Positionierung von Rauchwarnmeldern in Fluren sowie an Decken mit Unterteilungen wurden nahezu unverändert in die Neufassung übernommen. Die DIN 14676-1:2025-05 ist für neue Projekte ab dem 1. Mai 2025 gültig. Die Vorversion vom September 2023 gilt weiterhin für Aufträge, die vor diesem Datum beauftragt bzw. begonnen wurden sowie für alle Projekte, für die explizit die Vorversion vereinbart wurde. In Aufträgen mit vereinbarter DIN 14676-1 ohne Versionskennung ist immer die aktuelle Fassung anzuwenden.

Ferninspizierbare Rauchwarnmelder

Dass die Digitalisierung zunehmend auch im Bereich des vorbeugenden Brandschutzes Einzug hält, zeigt ein Besuch von Ei Electronics bei der Firma Elektro Kreutzer in Aachen. Durch den Einsatz ferninspizierbarer Rauchwarnmelder kann Elektro Kreutzer seinen Kunden eine Lösung bieten, die jährliche Vor-Ort-Termine überflüssig macht. Das Ergebnis: mehr Transparenz, höhere Sicherheit und ein spürbar geringerer Verwaltungsaufwand für alle Beteiligten.

Der mittelständische Fachbetrieb setzt seit einiger Zeit auf ferninspizierbare Rauchwarnmelder und nutzt sowohl Geräte als auch Software des Unternehmens Ei Electronics zur effizienten Verwaltung. So lassen sich Abläufe optimieren, Zeit sparen, neue Geschäftsperspektiven erschließen.



Ferninspizierbarer Rauchwarnmelder können jährliche Vor-Ort-Termine überflüssig machen

Bereits vor Einführung der Rauchwarnmelderpflicht in Nordrhein-Westfalen war Elektro Kreutzer im Bereich Rauchwarnmelder aktiv. Anfangs kamen hierbei konventionelle Geräte zum Einsatz, deren jährliche Inspektion vor Ort durchgeführt werden musste. Mit wachsendem Kundenstamm – aktuell betreut das sechsköpfige Team rund 800 Melder bei etwa 40 Kunden – stieß dieses Modell personell, administrativ und logistisch an seine Grenzen. Die Umstellung auf ferninspizierbare Rauchwarnmelder, konkret den Ei6500-OMS, war die logische Konsequenz.

Der Ei6500-OMS arbeitet mit dem Open Metering System (OMS) und ermöglicht die Ferninspektion gemäß DIN 14676-1. Die Geräte senden alle relevanten Melderinformationen – wie Batteriezustand, Verschmutzungsgrad und Funktionsstatus – per Funk. Die Inspektion erfolgt somit ohne Wohnungszutritt. Die Verwaltung und Auswertung wird durch den „Rauchwarnmelder-Manager“ unterstützt. Die Software erleichtert alle Schritte von der Installation über die Wartung bis zur rechtssicheren Dokumentation und speichert alle Daten DSGVO-konform in einem deutschen Rechenzentrum. Eine rechtssichere Dokumentation steht jederzeit per Mausklick bereit. Ralf Kaußen, Geschäftsführer von Elektro Kreutzer, beschreibt die Vorteile seiner neuen technischen Umsetzung so: „Die neue Softwarelösung hilft uns enorm

dabei, die installierten Geräte effizient zu verwalten. Die Prozesse sind deutlich einfacher geworden – und wir sparen Zeit und Ressourcen.“

Durch die Digitalisierung der Rauchwarnmelder-Bewirtschaftung konnte Elektro Kreutzer die internen Abläufe deutlich verschlanken. Die papierlose Verwaltung spart nicht nur Zeit, sondern ermöglicht auch eine bessere Übersicht und Nachverfolgbarkeit. Die Skalierbarkeit des Systems eröffnet zudem neue Geschäftsperspektiven. Eine Ausweitung des Rauchwarnmelder-Geschäfts ist demgemäß bereits in Planung, auch größere wohnungswirtschaftliche Kunden kann der sechsköpfige Fachbetrieb nun professionell bedienen.

Die genutzte OMS-basierte Lösung ist interoperabel, lässt sich in bestehende Smart-Building-Infrastrukturen integrieren und kann mit anderen Gewerken, etwa der Verbrauchserfassung, kombiniert werden. Damit sind regionale Fachbetriebe wie Elektro Kreutzer gut aufgestellt, um auch in digitalisierten Wohnquartieren als kompetenter Dienstleister zu agieren.

Rücknahme und Recycling

Egal, ob die Inspektion von Rauchwarnmeldern vor Ort oder aus der Ferne stattfindet. Beim Meldertausch nach zehn Jahren sollte das fachgerechte Recycling der Altgeräte berücksichtigt werden, um wertvolle Rohstoffe wiederzugewinnen. Werden Rauchwarnmelder durch neue Geräte von Ei Electronics ersetzt, übernimmt das Unternehmen das kostenlose Recycling der Altgeräte – unabhängig vom Hersteller. Die Anzahl der alten Melder darf lediglich die der neuen nicht übersteigen. Die Umwelt profitiert durch das Rauchwarnmelder-Recycling von geringerem Ressourcenbedarf und der Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe. So enthält eine Tonne elektronischer Platinen etwa dreißigmal mehr Gold als eine Tonne Erz. Für das Aufarbeiten des Kunststoffgehäuses ist – verglichen mit der Neuproduktion – nur ein Zehntel des Wasser- und Energiebedarfs notwendig.

Ei Electronics plant im laufenden Jahr das Aufbereiten von 350 000 bis 400 000 Rauchwarnmeldern. Seit Einführung des Recycling-Programms im vergangenen Jahr wurden bereits über 200 000 Melder zurückgenommen und der umweltgerechten Wiederverwertung übergeben.

Literatur

- [1] DIN 14676-1:2025-05 Rauchwarnmelder für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung – Teil 1: Planung, Montage, Betrieb und Instandhaltung.

L. Wörfel

IFA 2025 in Berlin – Innovationen am laufenden Band

Funkausstellung ist passé, doch Fernsehtechnik noch immer Topthema

Nun ist sie schon ein paar Wochen vorbei, die IFA 2025, die keine Internationale Funkausstellung mehr ist, sondern mit dem Branding Innovation for All daherkommt. Die offizielle IFA-Bilanz nennt über 1 900 Aussteller aus 49 Ländern. Und es ist von 220 000 Besucherinnen und Besuchern die Rede.



Quelle: R. Bücken

1 Panasonic stellt einige Highlight-Modelle aus – vermutlich nach über 70 Jahren ein letztes Mal

Das IFA-Management sieht in der IFA Berlin auch in diesem Jahr wieder einen Taktgeber der Branche – mit Schwerpunkten auf Home & Consumer Tech, künstlicher Intelligenz (KI) im Alltag, Robotics, Smart Home, Gaming und Content Creation. Auf über 190 000 m² sind hunderte Produktneuheiten und Weltpremieren zu sehen und zu erleben, vermutlich sogar deutlich mehr, wobei es keine Neuheitenliste gibt. So bleibt es oft bei Zufallsbegegnungen, wer was wann und wo entdeckt. Viel Zeit dafür bleibt aber nicht, denn mehr als 75 Sekunden bleiben nicht, um allen Ausstellern mal Guten Tag zu sagen. Wege- und Pausenzeiten gibt es nicht ... Und – um mit einer positiven Nachricht zu beginnen – die IFA Managementgesellschaft, GFU Consumer & Home Electronics, Clarion Events, Messe Berlin und die Stadt Berlin haben sich verständigt – die IFA bleibt der Hauptstadt bis 2034 erhalten, Planungssicherheit für alle. Hier einige Impressionen.

Panasonic – Ende einer Offenbarung

Mit 70 ist Schluss – das könnte das Ende einer langen TV-Erfahrungs- und Erlebnisgeschichte von Panasonic sein. Gerüchteweise bleibt das Unternehmen nur noch wenige Monate dem TV-Geschäft verbunden.

Nicht immer dreht sich also die Entwicklung ins Positive. Bei Panasonic wird die rote Fahne gehisst – es heißt wahrscheinlich Abschied zu nehmen von einer kompetenten Vertriebsmann- bzw. -frauenschaft, denn das Unternehmen wird nach derzeitigem Wissen europaweit den Vertrieb seiner TV-Geräte zum 31. März 2026 einstellen. Entsprechend ist wohl vielen Mitarbeitenden „vorsorglich“ das Ende der Beschäftigung angekündigt worden. Doch offiziell gibt es keine Ansage. Nur interne Unterlagen reden von Restrukturierungsaufwendungen in Höhe von 150 Milliarden Yen, sprechen von einem „unerwartet großen Umfang der Personaloptimierung in der Industrie“. Vermutlich kommt es jetzt zum Ausverkauf der Panasonic-Fernseher, wobei nun das passiert, was die Situation herbeigeführt hat, ein ruinöser Wettbewerb. Um im Kampf um Marktanteile möglichst weit vorne zu liegen, werden die Preise – vor allem chinesischer Hersteller bzw. Anbieter – oft weit nach unten verschoben. Doch noch flackert das Geräteangebot auf dem Pana-Stand, im Mittelpunkt das OLED-Flaggschiff Z95B, das mit seinem RGB-Tandem-Panel – eine vierstufige OLED-Emissionsstruktur lässt die Lichteffizienz um rund 40 % ansteigen – und eine besonders gute Bildqualität erwarten. Die RGB-Grundfarben sollen kräftiger, leuchtstärker erscheinen. Das Spitzenweiß erreicht 2000 cd/m² (Nits), vollflächig 400 cd/m². Hö-

here Helligkeit ist auch mit mehr Wärme verbunden, die aber sehr geschickt abgeführt wird. Für die bessere Bildqualität sind zahlreiche Innovationen wie eben das erwähnte Primary RGB Tandem Panel, der Prime Video Calibrated Mode, die Calman-Kalibrierung mit ISFccc-Unterstützung (ISF, Imaging Science Foundation; ccc, Certified Calibration Configuration) und nicht zuletzt das Thermal-Flow-Wärmemanagement zuständig.

Ob man den Fernsehabend mit personalisiertem Fire TV und Alexa-Sprachsteuerung optimiert, den Sound durch ein neues Lautsprecher-Design völlig neu erlebt, Gaming mit 144-Hz-Bildwiederholrate und Game Mode Extreme auf ein neues Niveau hebt – Panasonic bietet doch recht perfekte Fernseher für einen individuellen Lebensstil. Die Gerätepalette reicht von 55 über 65 bis 77 Zoll. Etwas einfacher gehalten die Z90B-Serie. Hier geht es mit 42 Zoll los und über 48, 55 und 65 bis 77 Zoll, wobei das neue Master OLED Pro-Panel nur in 55, 65 und 77 Zoll verbaut ist. Übrigens – fireTV steckt jetzt überall drin (Bild 1).

Micro RGB Technologie – Samsung dreht auf

Und wer den Stand betritt, erfährt, was er sonst noch so mitnehmen kann – besseren Schlaf, intelligentere Mahlzeiten, mehr Pflege und Energieeinsparungen – durch AI (Artificial Intelligence) alles mühelos zu Hause (Bild 2). Samsung gibt während der wohl größten IFA-Presskonferenz bekannt, seit 19 Jahren TV-Weltmarktführer zu sein. Und das sowohl bei UHD-1 als auch UHD-2, sprich 4K und 8K. Die Rezepte fürs beste Bild werden so benannt: Auto HDR, Remastering Pro, Color Booster Pro und AI Customization. Und für den Ton ähnliche Buzzwords: Adaptive Sound Pro, Active Voice Amplifier Pro und Adaptive Volume. 8K AI Upscaling Pro tragen natürlich nur die 8K-Geräte im Label.

Mehr Farbe durch bunten Hintergrund

„Fühl die Kraft der Farben“ – selbstbewusster kann wohl kein Auftritt als der von Samsung für Micro RGB Backlight sein. Und mit weiteren Superlativen wird nicht gegeizt: ultra-detaillierte, lebensechte Exaktheit, genieße reine, authentische Farben usw.

Entscheidend dafür soll aber das Micro RGB-Backlight sein, ein Verfahren, bei dem nicht nur monochromes weißes oder blaues Mini LED-Backlight eingesetzt wird, sondern sogenannte dreifarbige Micro RGB-LEDs. Und

mit Superlativen wird dabei nicht gespart. Auch sollen laut VDE-Zertifikat der komplette Farbraum BT2020 mit 100 % Wide Color Gamut ermöglicht werden. Zudem sind die Displays jetzt Glare Free, spiegeln also nicht mehr, egal, ob Sonnen- oder Kunstlicht auf die Display-Oberfläche fällt. Und diese Technik ist durch UL-Verified zertifiziert. Das Schlagwort hier: „Kauf einen Fernseher – und keinen Spiegel“. Dafür steht ebenfalls ein VDE-Zertifikat.

Interessant auch Samsungs Zeittafel der Display-Entwicklung. 2009 die Einführung von LED TV, 2017 QLED TV mit der Quantum Dot-Technologie, 2018 QLED 8K, 2020 Neo QLED mit Mini LEDs und jetzt, also 2025, Micro RGB. Allerdings gibt es keine Angaben über die Größe und Zahl der Micro RGB LEDs. Die neuen OLEDs hingegen brauchen keine Hintergrundbeleuchtung, produzieren ebenfalls recht gute Bilder, werden die zudem durch eine „4K picture processing engine“ auf Weltniveau gebracht. Gleichzeitig lassen sich die Fernseher befragen – und durch die Vision AI gibt's Antworten für ein schnell zu kochendes Rezept, das Wetter oder einen Film, der auch den Gästen gefallen dürfte ... Eine weitere Display-Variante sind bei Samsung die QLEDs. Hier werden auch einige Details verraten wie blaues Backlight und eine gelbe Quantum-Dot-Folie, die zusammen die Farbe Weiß ergeben, die Grundlage für einen größeren Farbraum. Samsungs TV plus lässt jetzt Sprache live in Untertitel übersetzen, sei es beim Fußballspiel oder in den Nachrichten. Oder Tausende von Filmen. Und zur Steuerung geht es neben der Fernbedienung mit der Galaxy-Uhr und entsprechenden Handstellungen.

Wem die großen Bildschirme im ausgeschalteten Zustand zu monochrom erscheinen, kann sie ja als Art TV nutzen, eben die schönsten Meisterwerke wiedergeben.

Wieder dabei ist ein transparenter Micro LED-Bildschirm mit 114 Zoll – mit verbesserter Durchsichtigkeit. Vermarktungsdetails werden nicht kommuniziert.

Spiele sind ebenfalls auf der IFA, auch wenn die Gamescom in Köln knapp zwei Wochen vorher stattfindet. Und die hat mit 357 000 Besuchenden deutlich mehr als die IFA. Trotzdem ist Gaming auf der IFA ein extrem wichtiges Thema. Samsung ist mit den „best in-class QD-OLED Gaming Monitoren“ vertreten, 500 Hz Bildwechselfrequenz und 0,03 ms Verzögerung. Auch kommen die Bildschirme endlich ohne spiegelnde Oberfläche daher, sind eben „Anti-glare“, das jahrelang gepredigte Dogma, Spieler wollten die brillanteren, glänzenden Bilder – es gilt nicht mehr. KI ist



Quelle: R. Bücken

2 AI oder KI – Samsung bietet maßgeschneiderte künstliche Intelligenz für viele Anwendungen



Quelle: R. Bücken

3 Auch LG hat Auracast in seinen Fernsehern, doch viele Kopfhörer und Hörhilfen gibt es noch nicht dafür

auch häufig im Fernseher integriert, bei Samsung ist es Vision AI Companion, die man fragen kann, wie groß die Fläche Berlins ist. Beispielsweise.

Auracast ist bei den Samsung-Geräten zwar verbaut, aber auch nicht gerade spielend zu finden.

Noch bietet Samsung 8K-Displays an, beispielsweise Neo QLED 8K 85 Zoll. 8K AI-Upscaling, HDR Remastering, Color Booster und AI Customization sind die Programmpunkte für die Darstellung von SD-Bildern auf 8K-Displays.

LG – kaum Fernseher

Zum zweiten Mal ist der LG-Stand nahezu displayfrei. Nur einige wenige Milieugeräte sind am Start. So hat das Unternehmen den Verkaufsbeginn seiner OLED evo G5- und M5-Serie angekündigt, letztere mit True Wireless-Technologie. Eingesetzt wird der weiter-

entwickelte α 11 AI-Prozessor Gen2. Für den M5er gilt, dass die True-Wireless-Technologie über die Zero Connect Box eine kabellose Übertragung von Video- und Audiosignalen zum Fernseher erfolgt – nur die Netz-Anschlussleitung bleibt erhalten, was eben einen größeren Freiraum bei der Aufstellung eröffnet. Inhaltlich soll es keine Einschränkungen gegenüber der „Kabeli“ geben. Auch für Gamer eine interessante Plattform.

Weitere Features sind Dolby Vision, Dolby Atmos, Filmmaker-Modus. Die Brightness Booster Ultimate-Technologie von LG soll die Bildschirmhelligkeit im Vergleich zu herkömmlichen OLED-Modellen bis um das Dreifache erhöhen.

TÜV Rheinland hat diverse Zertifizierungen ausgesprochen. Trotzdem hat LG sein TV-Engagement auf der IFA auf das niedrigste Niveau abgesenkt – im Gegensatz zur CES in Las Vegas (Nevada, USA). TVs gibt es im Publikumsbereich nur in wenigen Anwendungsszenarien. Dabei sieht die Modellpalette der M- und G-Serie Geräte von 55, 65, 77, 83 und 97 Zoll vor.

immerhin ist der transparente LG OLED T mit einer Diagonale von 77 Zoll, also 195 cm, zu sehen.

Auracast – wer sucht, der findet

Das „Besser-Hören-Thema“ Auracast ist bei LG so etwas wie eine Selbstverständlichkeit – sofern man durch diverse Menüpunkte dahingefunden hat. Aber Übung macht auch hier den Meister, und verschieben lassen sich die Einstellungen auch. Und wenn alles eingestellt ist, ist der Broadcast-Sound auf allen verbundenen Bluetooth-LE Audio-Komponenten (Low Energy) zu nutzen, eben Kopfhörer oder diverse Hörhilfen (Bild 3).

Sony – da und doch nicht da

Im Palais am Funkturm ist Sony präsent – aber nur für Fachbesucher und mit festen Terminen. Vor allem geht es dem Unternehmen darum, einen Platz zu besetzen, ein Platz in der Reihe der Technologie-Champions. So wird ein 85-Zoll-RGB-Mini-LED-TV gezeigt, der 2026 in den Handel kommen dürfte. Die 216-cm-Diagonale hat es in sich, bedarf auch eines entsprechenden Betrachtungsabstandes. Bei einer 4K-Wiedergabe sollte – laut der japanischen Rundfunkgesellschaft NHK – ein Betrachtungsabstand von $1,5 \times$ Bildhöhe eingehalten werden, bei Full HD wäre der dreifach, und 8K-Bilder sollten aus 0,75-facher Bildhöhe betrachtet werden. Doch das ist Theorie, in der Praxis gibt die Wohnungseinrichtung, also die Platzierung der Möbel, den Abstand vor. Große Bildschirme lassen das visuelle Erlebnis durch Licht und Farben umfassender wirken, Zuschauer sind in die Szene gezogen. Man kann da auch von Immersion sprechen – oder von Telepräsenz (Bild 4).

Auch wenn nicht fotografiert oder gefilmt werden darf, so ist Sonys Botschaft klar: Egal, ob OLED oder QLED, das vorgestellte RGB-Mini-LED braucht sich nicht zu verstecken. Mehr

noch. Vor allem in sehr hellen und kontrastreichen HDR-Szenen nimmt das RGB-Backlight-Gerät durchaus eine Spitzenstellung ein. Das RGB-Backlight lässt das Licht in den drei Grundfarben durch die LCDs leuchten, grün, wenn es sich um Rasen handelt, blau bei Wasser und rot bei Sonnenuntergängen. Der aktuelle Prototyp soll zudem eine Bildhelligkeit zeigen, die den „4000-Nits-Traum“ bei RGB-Farbdarstellung greifbar erscheinen lässt.

Auch der Ton hat diverse Verbesserungs-Modi durchlaufen müssen. Durch die Funktion Voice Zoom sollen Stimmen im Klangbild gezielt hervorgehoben werden können, ohne den Gesamtsound zu verfälschen. So werden neue Verfahren zur sauberen Trennung einzelner Klangelemente aus Mono- oder Stereospuren vorgeführt.

TCL – groß, breit und bunt

TCL ist immer wieder für Überraschungen gut. Es wird ein 163 Zoll RGB Micro LED TV, also 4,14 m gezeigt, da lässt sich viel Tapete sparen. Und es sind Displays ohne Begrenzung zu sehen – vieles wird als Virtually Zero Border bezeichnet (Bild 5). AI ist bei TCL fast überall zu sehen und zu erleben, so ist

ein „CrystGlow WHVA Panel“ für „AI Enhanced Visual Details“ zu sehen. Und selbst der gute Ton eines Bang & Olufsen Sound-Systems wird mit AI Enhanced Audio zu einem „Next-Level“ Surround Sound mit Unmatched Immersion. Kontrastverstärkung, Sichtwinkel-erweiterung, geringere Reflexionen – das alles soll die KI möglich machen. Und Dolby Vision 2.0 lässt – in Verbindung mit Dolby Atmos, FlexConnect und drahtlosen Lautsprechern – den Ton mit dem Betrachter bewegen.

Auch für die Hintergrundbeleuchtung hat TCL die AI engagiert – mitsamt eines Licht-Kontroll-Algorithmus, der wohl ein Dynamic Lighting Bionic Algorithmus ist. Und der TSR AiPQ-Prozessor braucht gleich vier KI-Master, nämlich für Clarity, Contrast, Color und Motion. Die bei TCL gezeigte QLED-Technologie ist die 9. Generation, wobei die erste bereits 2014 in die Geräte kommt. Und die sollen damit augenfreundlicher und energieeffizienter sein. So wird „müheleses Wohnen mit intelligenter Interaktion“ versprochen ...

Überhaupt wird nicht nur ein großes, sondern ein ultra-großes TV-Bild propagiert – für Heimkino, Karaoke, immersive Spiele, Bildung, realistische Sporterlebnisse und – wiederum – augenschonenden Technologien. Die sind dann auch gleich im Smartphone TCL NXTPaper 60Ultra verbaut.

OLEDs aus dem Tintenstrahldrucker

Nun zu den OLEDs. Oder besser, zum OLED-Tintenstrahl-Druck. Das 1. Patent hierfür stammt von 1996. Nur – wer das hält, wird nicht verraten. Dabei hat Panasonic schon 2013 bei einer Convention ein aus dem OLED-Tintenstrahldrucker hergestelltes 42-Zoll-Display vorgestellt. Doch zur Serienfertigung ist es nicht gekommen. Aber die Technik ist nicht gestorben, der japanische Konzern nutzt sie für Solarpanels, wobei Perowskit verdruckt wird. Doch auch diese Technik ist nur 2024 zu sehen, 2025 schon nicht mehr.

Dafür aber die IJP-OLED-Drucktechnik bei TCL. Die hat Unternehmensgründer und Vorsitzender Li Dongsheng 2015 angekündigt, und seit 2024 soll die Massenproduktion laufen. Derzeit sind es 14 Zoll 2K-Displays mit einer Auflösung von $1920 \times \text{RGB} \times 1200$ Pixel, vor allem für Notebook-Computer. Und ein 16 Zoll $2560 \times \text{RGB} \times 1600$ Pixel 240 Hz IJP OLED NB Display, ebenfalls für Notebooks mit 400 cd/m^2 .

Auch ein 27 Zoll 4K 120 Hz IJP OLED MNT Monitor-Display für eine Helligkeit von $350/600 \text{ cd/m}^2$ und Wide Color Gamut und HDR wird gedruckt.



Quelle: R. Brücken

4 Sony stellt Fachbesuchern seine Micro RGB-Backlight-Technik vor, gibt dabei auch einen Einblick in die Studiotchnik



Quelle: R. Brücken

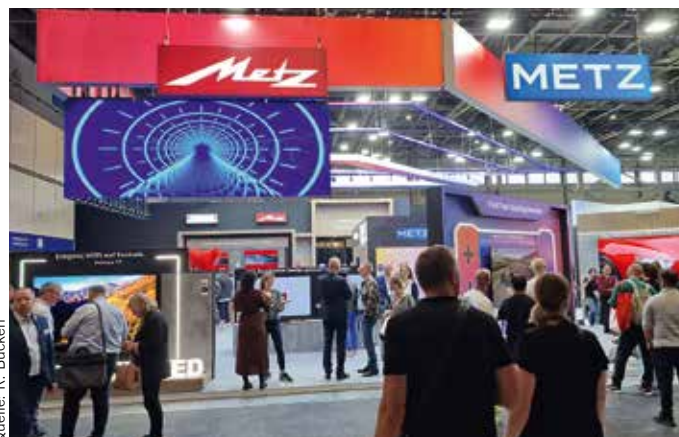
5 Fernsehen ohne Grenzen – TCL zeigt die 4. Generation ihrer LED TV-Technik

TP Vision mit Philips-Fernsehern

Die Zeiten, wo Philips mit eigenem Pavillon einer der ganz großen Aussteller ist, sind lange vorbei. Jetzt ist das Unternehmen eine Technologieschmiede mit ansehnlicher Verkaufsteilung, gehört zu TPV Technology. Treibende Kraft dahinter ist Danny Tack, Senior Director Product Strategy & Planing. Bei den Spitzengeräten kommen die neuen OLED-Panels mit META-Technologie 3.0 zum Einsatz, wobei eine neue Tandem-Struktur mit vier unabhängigen R, G und $2 \times$ Deep Blue-Filtern eine größere Helligkeit und größeren Farbraum versprechen. Dabei sind dann 350 cd/m^2 Vollweiß bzw. 3700 cd/m^2 Spitzenweiß – und all das bei 20 % weniger Energieeinsatz. Die neuen Displays sind mit dem neuen Vanta-Polarisor ausgestattet – und sorgen in Kombination von „perfektem Schwarz“ in dunklen und hellen Räumen für reflexionsfreie Bilder. TP Visions OLED+950-Geräte haben die 9. Generation P5 AI Dual Engine, mit der die Processing-Leistung verdoppelt wird. AI steht hier nicht für Artificial Intelligence, ist aber mehr, werden doch Machine Learning und Deep Learning genutzt. Und damit wird auch der größere Farbraum realisiert. Mit besonderem Spitzenlicht lassen sich spezielle Details hervorheben, gewissermaßen ein optischer Nachbrenner. Auch bei Schärfe kann die AI-Maschine lernen. Selbst die Konvertierung von SDR-Signalen in HDR-ähnliche Bilder mit natürlicher Schärfe wird so ermöglicht. Selbst für die Gamer hat Philips bzw. TP Vision was getan, ist damit einer der wenigen Firmen, die HDR10+ Gaming durch Nvidia und Intel GPU möglich macht.

Metz – einziger deutscher TV-Hersteller auf der IFA

Das hätte man vor zehn Jahren kaum vorher-sagen mögen – dass Metz eines Tages als einziger deutscher TV-Hersteller auf der IFA ausstellt (Bild 6). Nun ja, aus eigener Kraft wäre das Unternehmen vom gleichen Schicksal ereilt worden wie Telefunken, Nordmende, Saba, Grundig – und selbst Philips. Doch der chinesische Skyworth-Konzern hat Metz nicht nur finanziell, sondern auch technologisch und zulieferungstechnisch beatmet. Doch Metz hält sich tapfer. Das Flaggschiff ist der vor einem Jahr als Prototyp gezeigte Primus 77 und jetzt lieferfähig. „Eleganz trifft auf Technik“ – ein hehrer Anspruch, der aber Realität geworden ist. Und alles unter der Ägide „Made in Germany“. Das gilt auch für die Aurus-Linie. Metz kann auch klein – ein



Quelle: R. Bücken

6 Metz – die einzige noch ausstellende deutsche TV-Firma. Ohne Skyworth im Hintergrund ginge auch das nicht. Ironie der Geschichte – Skyworth darf selbst bis auf Weiteres nicht ausstellen, Sky hat was dagegen

24 Zoll 2K FHD-Fernseher ist ebenfalls mit Google TV ausgestattet, ist mit einem Anti-Reflexschirm versehen und hat eine 3-Stunden-Batterie eingebaut.

Hisense puscht RGB-Mini LED-Technik

Bei Hisense steht ebenfalls das Thema RGB-MiniLED im Mittelpunkt, und die wird mit den Features 100 % BT.2020 Farbraum, Pixel-Perfect Farbgenauigkeit und über 10000 Farbdimming-Zonen angepriesen. Eine Spitzen-helligkeit von bis zu 8000 cd/m^2 wird versprochen durch ein mehr als 90%iges Helligkeits-Boosting von einzelnen LEDs. Bei alledem ist von einer 40%igen Energieeinsparung die Rede. Zudem soll für die Augen gefährliches blaue Licht um bis zu 42 % reduziert werden. Alle Vorteile sind bei Hisense in einer Tabelle der RGB-MiniLED-Lösung verortet, OLED mit Quantum Dot sowie MiniLED mit Dot gehen ziemlich leer aus.

Dabei bestehen die roten LEDs aus AlGaInP, die grünen und blauen aus GaN. Wieviel RGB-LEDs es sind, wird nicht kommuniziert, aber um die 30000 dürfte nicht allzu falsch sein. Um Aufmerksamkeit für die RGB-Backlight-Technik zu erregen, lässt der Konzern zwar nicht die Puppen, dafür aber Roboter tanzen.

Übrigens gehören auch die Traditionsmarken Gorenje und Asko zu Hisense.

Displays mit MicroLEDs können, nein müssen besonders groß ausfallen, beispielsweise 136 Zoll (= 345 cm) oder 163 Zoll (= 414 cm). So wirbt das Unternehmen mit einer „Super-sized Future“ und verspricht „Ihre Wand, Ihr Kino, Ihr Traum“. Na ja, träumen wird man ja auch noch dürfen.

Wer es etwas kleiner haben und trotzdem dem Gigantismus frönen möchte, könnte sich ja den 116 Zoll RGB-MiniLED zulegen und darf stolz an seine Tür schreiben: „The World's largest TV“. Eine Diagonale von fast 3 m dürfte schon was hermachen. Allerdings – es

spiegelt heftig. Und Hisense darf verkünden: „Die nächste Generation von Dolby Vision (Dolby Vision 2) kommt zuerst in Hisense RGB-MiniLED-TVs“.

Und dann die Sache mit den Bildwiederhol-frequenzen. Hisense will die Gamer an sich binden – und bietet für 4K-Auflösung den 165 Hz Game Mode Ultra. Wer mit 2K, sprich FHD, zufrieden ist, kann gar auf die High Refresh Rate 330 Hz setzen.

Interessant der Laser-Projektor in einer Einheit mit einer ausrollbaren 100 Zoll Fresnel-Projek-tionswand, die die Helligkeit verdoppeln soll. Und es werden „faltenfreie“, also verzerrungs-freie Bilder versprochen. Noch größere Bild-diagonalen gibt es mit dem Projektor HTP80 – bis 300 Zoll, also 7,62 m. Dem Projektions-system werden über 20000 Betriebsstunden attestiert. Allerdings – für Privatanutzer dürfte das System etwas oversized sein.

Sharp – Fernseher für alle

Die 8000er Serie von Sharp mit 55, 65 und 75er Displays nutzt QLED Quantum Dot mit MiniLED als Backlight, bis 750 Dimmingzonen und bis 1000 cd/m^2 Helligkeit. Die 5000er Serie geht von 43 bis 85 Zoll, ebenfalls auf Basis QLED Quantum Dot. Die Signalverarbeitung erfolgt in der AQUOS Smooth Motion picture processing-Unit. Dolby Vision und Atmos. Mit Google TV wird der Zugriff auf über 400000 Filme versprochen. Um die zu sehen, muss man nicht mehr von App zu App springen – Google fragen soll reichen. Allerdings – ohne Empfehlungsliste geht auch das nicht.

Und – ein Novum – batteriefreie Fernbedie-nungen, gespeist durch die Kraft der Sonne. Doch die baut Sharp nicht selbst, sondern bezieht die von Anycon Electronic Technology in Shenzhen. Dieses Unternehmen hat allein von seiner Version AN2303 über 200000 Stück an Sharp ausgeliefert. Fortsetzung folgt.

R. Bücken



Quelle: Easyfairs

1 Mit 2714 Besuchern und 239 Ausstellern konnte die Messe in Chemnitz erneut einen Zuwachs verzeichnen

Die etwas andere Messe, das etwas andere Konzept

„All about automation“ in Chemnitz: Aus der Praxis für die Praxis

Messen sind unverzichtbare Plätze der Präsentation von Produkten und Leistungen und – gut organisiert – sind sie zugleich Orte der Kommunikation zwischen Anwendern und Anbietern. Dort können nicht nur bestehende Kontakte gepflegt und neue geknüpft werden, sondern auch viele Ideen entstehen. Ob und wie gut dies gelingt, bestimmt entscheidend das Konzept der Messe.

Deutschland hat eine breit gefächerte Messelandschaft und zahlreiche Messestandorte. So sind beispielsweise Frankfurt, Nürnberg und München in der Elektro- und Automatisierungstechnik von weltweiter Bedeutung. In der Elektrotechnik nehmen darüber hinaus regionale Fachschauen mit teils bundesweiter Ausstrahlung seit Jahrzehnten einen festen Platz im Kalender von Ausstellern und Besuchern ein. Im Bereich der Automatisierungstechnik hat der europaweit agierende Messeveranstalter Easyfairs mit Sitz in Brüssel im Verlaufe des letzten Jahrzehnts mit der „All about automation“ eine Fachmessereihe zur Automatisierungstechnik in Deutschland erfolgreich etabliert, deren Konzept sich deutlich von anderen, vergleichbaren Messen unterscheidet. Die besonderen Merkmale sind:

Regionale Ausrichtung. Die Veranstaltungen finden über das Jahr verteilt bundesweit sowie in der Schweiz und Österreich an verschiedenen Standorten statt. Die Wahl der Orte wird durch die industriellen Zentren bestimmt und gewährleistet, dass die Mehrzahl der möglichen Besucher einen Anfahrtsweg von weniger als 250 km hat. Neben Regionen, in denen die Messen jährlich stattfinden, gibt es auch solche, die nur in den geraden bzw. ungeraden Jahren genutzt werden.

ep TIPP

Detaillierte Informationen zu dieser Messereihe mit den Standorten und Terminen der kommenden Veranstaltungen finden sich unter www.allaboutautomation.de

Überregionale und regionale Aussteller. Die Messen werden eindeutig durch die branchenbestimmenden Unternehmen der Automatisierungstechnik getragen und vermitteln dem Besucher ein umfassendes Bild des aktuellen technischen Standes und anstehender Probleme. Darüber hinaus sind auf diesen Fachschauen auch kleine, vorwiegend regional agierende Unternehmen vertreten.

Überschaubare Größe. Durch die Beschränkung auf eine kleine dreistellige Anzahl von Ausstellern kommen diese Veranstaltungen

Tabelle 1 Aussteller- und Besucherzahlen der „All about automation“ in Chemnitz

Jahr	Aussteller	Besucher
2023	191	1994
2024	200	2395
2025	239	2714

mit ein bis zwei Hallen aus. Daher lassen sich auch die kleinen Messestandorte nutzen. Für den Besucher hat das wiederum den Vorteil, dass ein Messetag für einen Besuch genügt.

Nahezu gleich große Stände. Die Messestände sind nahezu gleich groß und vergleichsweise bescheiden ausgestattet. Das ist ein Ansporn für die Aussteller sich auf das Wesentliche zu konzentrieren und hilft dem Besucher dabei, nicht in der Fülle der Informationen unterzugehen. Zugleich vereinfacht diese Vorgehensweise den Ausstellern die Messeorganisation an den verschiedenen Standorten.

Besucherorientierung. Auffallend bei diesen Messen ist die Besucherorientierung. Das beginnt mit der Ausgabe von Anhängern (Smart Badge) mit einem integrierten RFID-Chip. Mittels der an den Ständen installierten Lesegeräte kann der Besucher nicht nur seine Kontaktdaten dem jeweiligen Aussteller überlassen, sondern erhält nach der Messe eine E-Mail mit einer Übersicht, an welchen Ständen er seine Daten hinterlassen hat. Eine andere, durchaus nachahmenswerte Lösung ist die kostenfreie Bereitstellung von Getränken und kleinen Snacks für Aussteller und Besucher.

Chemnitz 2025

Die „All about automation 2025“ in Chemnitz war mit 239 Ausstellern sehr gut ausgebucht und neben der Halle 1 waren auch Aussteller in Halle 2, dem Zwischengang und im Foyer platziert. Mit 2714 Besuchern konnte ein deutlicher Zuwachs verzeichnet werden. Die Messe ist Jahr für Jahr – trotz eines schwierigen wirtschaftlichen Umfeldes – konstant gewachsen (Tabelle 1). In der Halle herrschte nahezu durchweg ein reges Treiben (Bild 1). Die mit den großen Messen vergleichbar überschaubare Besucheranzahl relativiert sich mit Blick auf Ausstellungsfläche insgesamt, die Dauer der Ausstellung und vor allem bezüglich des Publikums – nahezu ausschließlich Fachbesucher. Inhaltlich hat auch diese Messe einmal mehr deutlich die nahezu fließenden Grenzen zwischen der Automatisierung, der kollaborativen Robotik und der Robotik aufgezeigt. Einer der Schwerpunkte war unübersehbar der Themenbereich „Safety & Security“.

Die Betreuung der Stände erfolgte in der überwiegenden Mehrheit durch die für die Region zuständigen Vertriebsmitarbeiter. Das unterstreicht den Charakter – eben als Messe des Vertriebes, der Praktiker und der Anwender. Die Vortragsveranstaltung in der „Talk Lounge“ war eindeutig lösungsorientiert aus der Praxis für die Praxis. Die Vorträge wurden zudem ausnahmslos in deutscher Sprache gehalten.

H. Möbus, P. Grosa

Rück- und Ausblick

Ein unruhiges Jahr geht zu Ende

Gemessen am Zuwachs der installierten Leistung kann die Solar- und Windenergiebranche mit dem zu Ende gehenden Jahr zufrieden sein. Im neuen Jahr wird die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) das beherrschende Thema sein.

Wachsende globale Spannungen und die Kriege in der Ukraine sowie im Nahen Osten haben den Klimaschutz auf der Agenda zurückgedrängt. Die Weltklimakonferenz, die im November im brasilianischen Belém stattfand, trug erwartungsgemäß nicht dazu bei, den Jahresrückblick aufzuhellen. Die Konferenz bestätigte erneut, dass Klimaschutz eine sorgfältig abgestimmte internationale Zusammenarbeit erfordert. Wenn diese aber nicht gelingt, dann muss Deutschland die Energiewende mehr oder weniger im Alleingang bewältigen. Das Jahr 2025 hat erneut bestätigt, dass die Energiewende immer komplizierter wird. Erschwerend kam hinzu, dass die Regierung im Mai gewechselt hat und die Grünen, als wichtigste Verbündete der Solarbranche, aus der Regierung ausgeschieden sind.

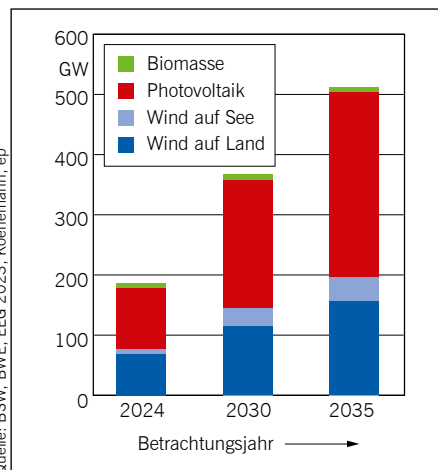
Durch den Regierungswechsel hat sich die energiepolitische Stimmung erwartungsgemäß verändert. Das Wirtschaftsministerium ist nun nicht mehr grün, sondern schwarz, und die neue Wirtschaftsministerin Katherina Reiche machte recht früh deutlich, dass für sie die Versorgungssicherheit den Vorrang vor dem Ausbau der erneuerbaren Energien hat. Der Monitoringbericht, den die Bundeswirtschaftsministerin im Auftrag gegeben hatte, wurde mit Spannung erwartet, weil von vielen befürchtet wurde, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien gebremst werden sollte.

Monitoringbericht als solide Bestandsaufnahme

Doch es hat sich herausgestellt, dass nichts so heiß gegessen wird, wie es gekocht wird. Der im September veröffentlichte Bericht hat nach Ansicht vieler Beobachter eine solide Bestandsaufnahme geliefert. Darüber hinaus wird allgemein begrüßt, dass die Schwachstellen der Energiewende, insbesondere der schleppende Ausbau der Netze, die verzögerte Digitalisierung und die langwierigen Genehmigungsverfahren, klar benannt werden.

Das Bundeswirtschaftsministerium orientiert sich am Ergebnis des Monitoringberichts, der zahlreiche Studien zusammenfasst und dadurch die Ziele der Energiewende neu definiert, und geht nun davon aus, dass der Strombedarf bis zum Jahr 2030 weniger stark steigen wird als bisher angenommen. Planungsgrundlage der EEG-Novelle 2023 war ein jährlicher Stromverbrauch von 750 TWh. Weil aber weniger Elektroautos und Wärmepumpen gekauft wurden als angenommen und auch die Elektrifizierung der Industrie nicht so schnell voranschreitet wie erwartet, kam der Monitoringbericht zu dem Ergebnis, dass sich die Nachfrage auf eine Strommenge

einpendeln wird, die zwischen 600 und 700 TWh liegt. Zurzeit decken erneuerbare Energien und 60 % des Bedarfs. Bis zum Jahr 2030 sollen es 80 % sein, und Wirtschaftsministerin Katherina Reiche betonte, dass sie an diesem Ziel festhalten will. Ein geringerer Bedarf bedeutet aber, dass weniger Solar- und Windparks gebaut werden müssen, um dieses Ziel zu erreichen. Das hat zunächst den Argwohn der Solarbranche geweckt. Doch es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die bisherige Ausbaustrategie nach dem Motto „Viel hilft viel“ nicht sinnvoll sein kann, wenn sie dazu führt, dass immer mehr Kilowattstunden nicht genutzt werden können. Wenn die Erzeugung von Strom belohnt wird, der nicht gebraucht wird, wirft es einen Schatten auf die erneuerbaren Energien. Und auch für die Kosten für das Management von Netzengpässen möchte niemand verantwortlich gemacht werden. Deshalb wird allgemein begrüßt, dass die Bundeswirtschaftsministerin die Solar- und Windparks mit Speichern kombinieren will.



① An den im EEG 2023 festgelegten Ausbauzielen für 2030 und 2035 will die neue Bundesregierung festhalten

Bessere Anpassung der Einspeisung an Bedarf

Gleichzeitig heißt es im Bericht, dass die Photovoltaik das vom EEG gesetzte Ziel (215 GW bis 2030) erreichen wird. Die Windenergie an Land werde voraussichtlich nicht wie geplant 115 GW bis 2030 erreichen, aber die Zubauzahlen werden „auf die gesetzlichen Ziele einschwenken.“ Die Windenergie auf See werde das von der Ampelregierung relativ hoch gesteckte Ziel (30 GW bis 2030) aufgrund netzbedingter Verzögerungen erst im Jahr 2032 erreichen (Bild ①).

„Der Monitoringbericht ist ein guter, transparenter Ausgangspunkt für eine Rückkehr zu sachorientierter Energie- und Infrastruktur-



② Die Installation von PV-Anlagen auf kleinen Hausdächern ist rückläufig



Quelle: BSW-Solar

3 Carsten Körnig vom Bundesverband Solarwirtschaft (BSW): „Anhaltender Ärger beim Netzzugang von PV-Systemen und Speichern schlagen auf die Stimmung in der Branche.“

politik“, resümiert Dr. Tim Meyer, der seit Jahrzehnten mit der Solarbranche eng verbunden ist und seit Jahren als Berater in der Strategie- und Geschäftsentwicklung im Energiesektor tätig ist. Der Bericht sei vollständiger und besser als befürchtet und benenne die Erfolge, ohne die Lücken des bisherigen Vorgehens zu verschleiern.

Kaum jemand befürchtet, dass der Ausbau erneuerbarer Energien gezielt gebremst werden soll. Allerdings soll der Ausbau regional gesteuert werden, was allgemein begrüßt wird. Die bestehenden Netze sollen besser ausgelastet werden und die Anpassung der Stromeinspeisung an den Bedarf, gern auch als „systemdienliche Flexibilität“ bezeichnet, soll verbessert werden.

Photovoltaik wächst etwas langsamer

Der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) hat eine zufriedenstellende Zwischenbilanz gezogen. Von Januar bis September 2025 wurden Photovoltaik-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 11,9 GW installiert. Im gleichen Zeitraum des Vorjahres waren es 11,5 GW. Es ist also noch ein Wachstum vorhanden, wenn auch nur ein kleines.

Die unterschiedlichen Marktsegmente wachsen jedoch nicht im Gleichschritt. Ein Segment schrumpft sogar. Wenn man nur die Solaranlagen mit weniger als 30 kW Leistung betrachtet, die auf kleinen oder größeren Wohnhäusern installiert werden und die der BSW als unter dem Begriff „Heimsegment“ zusammenfasst, dann ist ein Rückgang um 23 % auf nur noch 3,6 GW festzustellen (Bild 2).

Die Nachfrage nach Solaranlagen, die auf sehr großen Dächern installiert werden und mehr als 30 kW leisten, ist in etwa gleich geblieben (2,4 GW). Abgesehen von den steckerfertigen Erzeugungsanlagen, die meist als „Balkonkraftwerke“ bezeichnet werden und von einem niedrigen Niveau ausgehend wuchsen, hat nur die Installation von Solarparks stark zugenommen, und zwar um 35 % auf rund 5,5 GW.

Rückblickend stellt Carsten Körnig (Bild 3), Hauptgeschäftsführer des BSW, fest, dass der Regierungswechsel für erhebliche Verunsicherung in der Solarbranche gesorgt hat, vor allem durch die möglichen Einschnitte in die Förderung neuer Solaranlagen auf Gebäuden. Und er ergänzt: „Anhaltender Ärger beim Netzzugang von PV-Systemen und Speichern schlagen weiterhin auf die Stimmung in der Branche.“

Windenergie an Land strebt drei Rekorde an

Der Bundesverband Windenergie (BWE) rechnet damit, dass das Jahr 2025 drei neue Rekorde für die Windenergie an Land bringen wird: die meisten Genehmigungen, die meisten Zuschläge in den Ausschreibungen und die meisten Inbetriebnahmen von Windparks, jeweils gemessen an der Nennleistung der Windturbinen (Bild 5).



Quelle: BWE

4 Wolfram Axthelm vom Bundesverband Windenergie (BWE): „Der Monitoringbericht ist eine solide Beschreibung des Status quo.“

Im ersten Halbjahr 2025 wurden zwischen Flensburg und Berchtesgaden insgesamt 409 Windturbinen mit einer Gesamtleistung von 2,2 GW in Betrieb genommen. Ein so gutes Ergebnis hat es seit 2017 nicht mehr gegeben. Im gleichen Zeitraum wurden 7,8 GW neue Windenergieleistung genehmigt, mehr als je zuvor im ersten Halbjahr. Mit dem Zuwachs der Inbetriebnahme sowie der Genehmigungen kann die Branche also zufrieden sein. Außerdem müssen die Projektentwickler nicht mehr so lange auf eine Genehmigung warten wie früher, und auch das hebt die Stimmung. „Die Windenergie an Land ist sehr stark in das laufende Jahr gestartet“, stellt BWE-Geschäftsführer Wolfram Axthelm fest (Bild 4). Der Regierungswechsel bedeutet seiner Ansicht nach einen Kurswechsel, der dadurch zum Ausdruck kommt, dass für die Ampel-Regierung die Beschleunigung der Planungen und Genehmigungen im Vordergrund stand, während die neue Bundesregierung den Vorrang der Versorgungssicherheit und der Systemkosten betont.

Dieser Kurswechsel ist für den BWE ein Ansporn, auf eine Verbesserung des Marketings und auf die bessere Ausnutzung der

bereits vorhandenen Netze zu pochen, insbesondere durch die Überbauung von Netzverknüpfungspunkten. Durch die gemeinsame Nutzung dieser Punkte können erneuerbare Energien besser in das Netz integriert werden, denn eine mittlere Überbauung von 150 % der Anschlussleistung führt nur zu geringen Überschüssen. Außerdem hält der BWE es für vordringlich, die Direktbelieferung von Unternehmen mit Windstrom zu forcieren.

Dr. Dennis Rendschmidt, der Geschäftsführer VDMA Power Systems, zieht zwar ebenfalls eine positive Bilanz, weist aber zugleich darauf hin, dass der Ausbau in Deutschland und Europa noch weit unterhalb der Ziele liegt, die für die Dekarbonisierung des Energiesystems notwendigerweise erreicht werden müssen. Seiner Ansicht nach haben die Aussagen der Bundeswirtschaftsministerin Katherina Reiche, die sie anlässlich der Veröffentlichung des Energiewende-Monitorings traf, einige Unsicherheiten in der Branche geweckt. Grundsätzlich sei zwar ein Realitäts-Check zu Beginn einer Legislaturperiode sinnvoll, um zu prüfen, ob frühere Annahmen und Prognosen noch zutreffen. Dass die Ministerin darauf pocht, jeweils kostengünstige Lösungen zu finden, sei zwar volkswirtschaftlich geboten. Es sei aber zu berücksichtigen, dass Investitionen in die Energieinfrastruktur nicht nur Ausgaben sind, sondern zugleich der Wertschöpfung der deutschen Volkswirtschaft wichtige Impulse geben können.

Aus Sicht des VDMA besteht zwischen Klimaschutz, Energiesicherheit und industrieller Wertschöpfung ein enger Zusammenhang. Wie schon während der Jahrestagung des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien (FVEE) [1] weist Dr. Dennis Rendschmidt in diesem Zusammenhang erneut auf die Gefahr hin, wertvolles Know-how zu verlieren. Damit die Windenergieindustrie nicht abwandert oder von Konzernen aus Übersee aus dem Markt gedrängt wird, seien Kontinuität und politische Verlässlichkeit notwendig, um die Industrie zu stärken. Deshalb plädiert er für eine Streckung und Verstetigung des Ausbaus bei gleichzeitigem Festhalten der Gesamtausbauziele. Denn wenn die Fabriken einmal verlagert worden sind, dann lassen sie sich nur sehr teuer wieder zurückholen – oder sie sind sogar für alle Zeiten verloren. Das Schicksal der deutschen Photovoltaikindustrie ist ein warnendes Beispiel.

Rückschlag für Offshore-Windenergie

Am Ende des ersten Halbjahres 2025 waren in der deutschen Nord- und Ostsee insgesamt

1 639 Windturbinen mit einer Gesamtleistung von 9,2 GW ans Netz angeschlossen. Windparks mit insgesamt 1,9 GW befinden sich in der Bauphase. Für weitere 3,6 GW liegt die finale Investitionsentscheidung vor. Soweit ist alles im grünen Bereich. Nur die gescheiterte August-Ausschreibung trübte die Stimmung (Bild 5).

Am 6. August gab die Bundesnetzagentur bekannt, dass keine Gebote für die beiden ausgeschriebenen Flächen mit insgesamt 2,5 GW Leistung abgegeben worden waren. Für diese Windparks hätte es keine Vergütung gemäß EEG gegeben, sondern die Investoren hätten mit großen Stromkunden Abnahmeverträge (Power Purchase Agreements, PPA) abschließen müssen. Dieses Geschäftsmodell hatte sich in den vergangenen Jahren bewährt, vor allem in jenem Zeitraum, als die Strompreise aufgrund des Ukraine-Krieges vorübergehend stark gestiegen waren.

Die gescheiterte Ausschreibung bedeutet einen Rückschlag, denn das bisher praktizierte Geschäftsmodell ist offensichtlich nun nicht mehr tragfähig. Außerdem zeichnet sich ab, dass die aktuell ausgeschriebenen Flächen zu klein sind für die dafür vorgesehene Leistung. Der enge Zuschnitt der Flächen hat zur Folge, dass die Windturbinen relativ dicht nebeneinandergestellt werden müssen, sodass sie sich gegenseitig den Wind wegnehmen und weniger Ertrag erzielen, als eigentlich möglich wäre. Für die Offshore-Windenergie war das zu Ende gehende Jahr also ein durchwachsendes.

Weichenstellungen im kommenden Jahr

Dass das kommende Jahr voraussichtlich ein Jahr der Weichenstellungen sein wird, betonen nicht nur die Interessenverbände, sondern auch zahlreiche Experten und Marktbeobachter. Das hängt vor allem damit zusammen, dass das aktuelle EEG zum Jahresende 2026 ausläuft und deshalb novelliert werden muss. Das Europarecht wird dem Gesetzentwurf seinen Stempel aufdrücken.

Die Solarbranche blickt verhalten zuversichtlich ins kommende Jahr. Nach Ansicht von Carsten Körnig hat der Monitoringbericht bestätigt, dass die Energiewende auf dem richtigen Weg ist. Deshalb sei keine grundsätzliche Neuausrichtung der Politik zu erwarten, sondern lediglich eine Nachjustierung.

Ein Spaziergang wird es für den BSW sicherlich nicht werden. Die Überarbeitung des EEG, die die Branche im kommenden Jahr beschäftigen wird, wird die Einführung eines von der EU vorgeschriebenen Abschöpfungsmechanismus für neue größere Dachanlagen und



Quelle: Jens Büttner/dpa-Zentralbild/ZB, Nordex

5 Die Windenergiebranche erwartet in diesem Jahr drei Rekorde

Solarparks mit sich bringen. Außerdem werde das Bundeswirtschaftsministerium voraussichtlich versuchen, die Einspeisevergütung für neue kleine Solaranlagen abzuschaffen oder deutlich einzuschränken und diese in die Direktvermarktung zu zwingen.

Obwohl im vergangenen Jahr sehr viele Solarparks gebaut wurden, sind die Projektentwickler nicht durch die Bank optimistisch. Kurzfristig habe sich zwar durch den Regierungswechsel nichts geändert, ist zu hören, aber mittelfristig müsse man mit einer Verschlechterung rechnen. Aufgrund der langen Vorlaufzeiten werde sich das aber erst im zweiten Halbjahr 2026 auswirken. Im ersten Halbjahr werde es noch Vorzieheffekte geben, sodass noch relativ viele Solarparks installiert werden könnten, bevor die Konditionen dann schlechter werden.

Allerdings seien etliche Projekte schon jetzt finanziell unter Druck, weil es immer mehr Stunden mit negativen Strompreisen gibt, sodass dann die Vergütung ausfällt. Die Ausschreibungen sind immer noch überzeichnet, aber nicht mehr so stark wie in früheren Zeiten. Mit einem erwarteten Zuschlagswert von etwa 5 Cent/kWh sind möglicherweise viele Projekte nicht mehr rentabel.

Industrie muss widerstandsfähiger werden

Für den BWE steht im Vordergrund, dass die EEG-Novelle einen sicheren Investitionsrahmen schafft. Außerdem erwartet der BWE, dass die Direktbelieferung der mittelständischen Industriebetriebe mit Windstrom endlich einen gesetzlichen Rahmen bekommt. Zu berücksichtigen sind aber auch die wachsenden geopolitischen Spannungen, die zur Folge haben, dass die europäische Klimapolitik stärker auf Unabhängigkeit getrimmt werden muss. Das gilt vor allem für die Unabhängigkeit von China.

Dies wurde mit einem Schlag deutlich, als China kürzlich die Ausfuhr Seltener Erden

einschränkte, die zum Beispiel für die Generatoren von getriebelosen Windturbinen unverzichtbar sind. Wenn es hart auf hart kommt, dann liefert China gar nicht mehr, und im Siemens-Werk in Cuxhaven steht die Fertigung still, weil keine Generatoren mehr gebaut und deshalb auch keine Windturbinen ausgeliefert werden können.

Der VDMA Power Systems drängt deshalb auf die zügige Umsetzung des Net Zero Industry Act (NZIA) der EU, der die Widerstandsfähigkeit der europäischen Industrie erhöhen soll, aber vermutlich noch ein paar Jahre braucht, um seine volle Wirkung zu entfalten. Außerdem hält der VDMA den Brückenschlag zur Cybersicherheit erforderlich, denn die Angriffe aus dem Internet häufen sich.

Definition systemdienlicher Investitionen erforderlich

Die Diskussion über die EEG-Novellierung sollte zügig abgeschlossen werden, um Planungssicherheit über das Jahr 2026 hinaus zu schaffen. Denn schon jetzt muss die Finanzierung von Projekten vorbereitet werden, die im Jahr 2027 ans Netz gehen sollen.

Zu erwarten sind gezielte Maßnahmen zur Engpassbewirtschaftung und zur Anpassung der Stromerzeugung an die Aufnahmefähigkeit der Netze. Technisch sinnvoll ist außerdem die Definition dessen, was als systemdienliche Investition gilt und was nicht.

Im Jahr 2026 muss außerdem der rechtliche Rahmen für die Vergütung des gespeicherten und wieder eingespeisten Stroms geschaffen werden. Deshalb wird die Kombination von Solarparks mit großen Batteriespeichern voraussichtlich ebenfalls ein wichtiges Thema des kommenden Jahres sein.

Literatur

[1] Koenemann, D.: Energieforschung soll sich verstärkt an Praxis orientieren – FVEE-Jahrestagung in Berlin; Elektropraktiker 79 (2025) 11, S. 65–67.

D. Koenemann

E-Mobilität – Ladeinfrastruktur

Auswirkungen des „GEIG“ auf Errichtung und Ausstattung der Leitungs- und Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität

Die Seminare liefern ausführliche Informationen und praxisnahe Anleitungen zur Umsetzung der Pflicht zur Errichtung von Ladeinfrastruktur für Elektroautos. Es werden u. a. die gesetzlichen Grundlagen, die verschiedenen Ladesysteme und die Planung von Ladeinfrastruktur behandelt.

Das Gesetz zum Aufbau einer gebäudeintegrierten Lade- und Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität (Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz – GEIG) trat am 25.03.2021 in Kraft und regelt seitdem die Errichtung und die Ausstattung der Leitungs- und Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität. Die erforderliche Leitungsinfrastruktur umfasst eine geeignete Leitungsführung für Elektro- und Datenleitungen. Die verwendete Leitungsführung muss den dafür geltenden elektrotechnischen Vorschriften sowie den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Umsetzung kann durch Leerrohre, Kabelschutzrohre, Bodeninstallationssysteme, Kabelpritschen oder vergleich-



Beispiel: Örtliche Umsetzung der Ladeinfrastruktur

bare Maßnahmen erfolgen. Die erforderliche Leitungsinfrastruktur umfasst mindestens auch den erforderlichen Raum für den Zählerplatz, den Einbau intelligenter Messsysteme für ein Lademanagement und die erforderlichen Schutzelemente.

Um Aussagen über einzelne Nutzungsgruppen und spezielle Anwendungsszenarien machen zu können, ist zunächst zu definieren, wie sich die denkbaren Anwendungsfälle klassifizieren lassen. Dem aktuellen GEIG zufolge muss beim Neubau von Wohngebäuden mit mehr als fünf Stellplätzen jeder Stellplatz mit Schutzrohren für Elektrokabel ausgestattet sein, bei Nichtwohngebäuden mit mehr als sechs Stellplätzen jeder dritte. Es lässt sich grundsätzlich zwischen privaten und öffentlich zugänglichen Anwendungen unterscheiden. Das ist sowohl wichtig im Hinblick auf die technischen Anforderungen als auch auf die einschlägigen Rechtsvorschriften und Fördermöglichkeiten. So hat die Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau sowie Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung – LSV) öffentlich zugängliche Ladepunkte zum Gegenstand der Regelungen gemacht.

Die Elkonet-Weiterbildungsstätten liefern in diesem Seminar ausführliche Informationen und praxisnahe Anleitungen zur Umsetzung der Pflicht zur Errichtung von Ladeinfrastruktur für Elektroautos. Diese Seminare behandeln die gesetzlichen Grundlagen, die verschiedenen Ladesysteme und die Planung

von Ladeinfrastruktur und dienen dazu, die Anforderungen des GEIG zu vermitteln, das den Ausbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden vorschreibt. Vertiefung und Festigung des Wissens über verschiedene Ladesysteme (AC und DC) und die Planung der notwendigen Stromversorgungsnetze sind die weiteren Schwerpunkte des Seminars. Die Teilnehmenden erlernen die Planung und Installation des Betriebs von Ladeinfrastruktur und die Berücksichtigung von Lademanagement-Systemen. Ein weiteres Thema ist dem Verständnis gewidmet, welches sich mit den Pflichten, Fristen und Ausnahmen befasst, die sich aus dem GEIG für Neubauten und Bestandsgebäuden ergeben und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Seminarinhalte (Auszug)

- Begriffsbestimmungen im Sinne des GEIG
- Gesetze, Vorschriften, Normen
- Ladeinfrastruktur, Ladesysteme und Ladekomponenten
- Normative Vorgaben und Anforderungen, Sicherheitsaspekte
- Planung und Installation von Ladepunkten, Inbetriebnahme und Prüfungen
- Leistungsberechnung einer Modellinstallation
- IT-Kommunikation (Fahrzeug – Ladesäule – Smart Home – Versorgungsnetzbetreiber)
- Übersicht Ladesäulen, Ladesäulenverordnung LSV
- Praktische Umsetzung

Zielgruppe und Abschluss

Das Seminar richtet sich an Immobilienbesitzer, Verwalter, Bauherren und Facility Manager, Elektroinstallateure, Planer und Ingenieure, Betreiber von Ladeinfrastrukturen, Energieversorger, Stadtwerke.

Die Teilnehmenden erhalten eine Teilnahmebescheinigung mit detaillierter Angabe der Seminarinhalte.

Info



Neben den angebotenen Seminaren ermöglichen die Elkonet-Weiterbildungsstätten auch Firmenschulungen in Unter-

nehmen vor Ort oder firmenintern in einer der sechs Elkonet-Weiterbildungsstätten. Bei Bedarf richten Sie Ihre Anfragen bitte an die im Kasten genannten Elkonet-Weiterbildungsstätten.

J. Westermeier

TERMINE ab Dezember

Kurs „Elektromobilität (Ladeinfrastruktur) (unter Berücksichtigung GEIG- Gebäude Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz)“	Elkonet-Bildungszentrum/Kontakt
auf Anfrage	EBZ e. V. Dresden: 0351 8506300 info@ebz.de www.ebz.de
16.03.2026 20.03.2026 09.11.2026 13.11.2026	BZE Hamburg: 040 254020-0 bze@nfe24.de www.bze-hamburg.de
auf Anfrage	ZEIT Nürnberg: 0911 2747880 info@elektroinnung-nuernberg.de www.zeit-nuernberg.de
12.12.2025 19.03.2026 23.03.2026 18.05.2026 08.06.2026 10.06.2026 24.06.2026 25.06.2026	etz Stuttgart: 0711 9559160 info@etz-stuttgart.de www.etz-stuttgart.de
08.04.2026 13.08.2026 03.11.2026	BFE-Oldenburg: 0441 340920 info@BFE.de www.BFE.de
03.02.2026 27.05.2026 28.05.2026	BZL Lauterbach: 06641 91170 info@bzl-lauterbach.de www.bzl-lauterbach.de

Die Kursdurchführung hängt von den Anmeldezahlen ab.

Region Nord

Veranstalter	Thema	Zeit	Ort	Ansprechpartner
BZE	Geräteprüfung: Praxis-Workshop	16.12.2025	Hamburg	Britta Hencke Tel.: 040 25402024 hencke@nfe24.de
	Geräteprüfung Kompakt: Aufrechterhaltung der Qualifikation	17.12.2025		
TÜV Rheinland Akademie	Betrieb elektrischer Anlagen gemäß DIN VDE 0105/0105-1	12.01.2026	Hamburg	servicecenter Tel.: 0800 8484006 servicecenter@de.tuv.com
	Schaltberechtigung Mittelspannung: Auffrischung	12.01.2026		
	Lichtwellenleiter: Die praktische Installation und Prüfung von LWL	15.01.2026–16.01.2026		

Region Süd

Veranstalter	Thema	Zeit	Ort	Ansprechpartner
ZEIT Elektroinnung Nbg-Fürth	Einsatz und Prüfung von mobilen Stromerzeugern	16.12.2025	Nürnberg	Denitsa Kadankova Tel.: 0911 27478811 Kadankova@elektroinnung-nuernberg.de
	Arbeitsschutzseminar für Beschäftigte	16.12.2025		
	Planung und Informationen zum Bau einer Photovoltaikanlage	16.12.2025		
etz Aalen	E-Check Grundkurs (Marketing/Technik)	17.12.2025–18.12.2025	Aalen	Klaus Schumacher Tel.: 0711 9559160 info@etz-aalen.de
	Sicherheitsunterweisung Niederspannung	19.12.2025		
etz Stuttgart	Vorbereitung/Prüfung zum Automatisierungstechniker (ZVEI)	16.12.2025–18.12.2025	Stuttgart	Klaus Schumacher Tel.: 0711 9559160 info@etz-stuttgart.de
	Fehlersuche an Schaltschrankanlagen	08.01.2026		
	Meisterkurs Teil III Betriebswirtschaft + Recht (HWK) Teilzeit	09.01.2026–25.04.2026		
	Level 3: SPS Programmierung Antriebstechnik, Visualisierung	12.01.2026–16.01.2026		
	Die Maschinenrichtlinie	12.01.2026–13.01.2026		
	Elektrische Antriebstechnik	12.01.2026–14.01.2026		
IEIM	Aufbauschulung Elektromobilität: Mennekes	18.12.2025	München	Ute Schäfer Tel.: 089 551809148 u.schaefer@ezm-bildung.de
DGS Akademie Franken/Solare Dienstleistungen	Große Photovoltaik auf Dächern und Freiflächen: Teil 1	16.12.2025	Nürnberg	Anja Wischer Tel.: 0911 37651641 wischer@dgs-franken.de
	Große Photovoltaik auf Dächern und Freiflächen: Teil 2	17.12.2025		

Region Ost

Veranstalter	Thema	Zeit	Ort	Ansprechpartner
EBZ Elektrobildungs- und Technologiezentrum e. V.	Jährlich wiederkehrende Unterweisung für Elektrofachkräfte	19.12.2025	Dresden	Bereich Weiterbildung Tel.: 0351 8506359 weiterbildung@ebz.de
njumii – Das Bildungszentrum des Handwerks	Prüfen von ortsveränderlichen Geräten	16.12.2025	Dresden	Kundenberatung njumii Tel.: 0351 4640100 kundenberatung@njumii.de
	Prüfen von ortsfesten elektrischen Anlagen	16.12.2025		
TÜV Rheinland Akademie	Schaltberechtigung Mittelspannung	16.12.2025–17.12.2025	Berlin	servicecenter Tel.: 0800 8484006 servicecenter@de.tuv.com

Region West

Veranstalter	Thema	Zeit	Ort	Ansprechpartner
TÜV Rheinland Akademie	KI-Technologien in der Elektrotechnik	17.12.2025	Köln	servicecenter Tel.: 0800 8484006 servicecenter@de.tuv.com
	Prüfungen ortsveränderlicher Betriebsmittel VDE 0701/0702	17.12.2025/14.01.2026		
Mebedo Akademie	Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen nach VDE 0100	13.01.2026–14.01.2026	Montabaur	Jessica Wedekind Tel.: 02602 95081298 akademie@mebedo-ac.de
	Prüfung der Netzqualität in der elektrischen Infrastruktur	13.01.2026–14.01.2026		
	Jahresunterweisung Elektrofachkräfte/Anlagenverantwortliche	13.01.2026		
PRO-EL	Spezialausbildung 'Arbeiten unter Spannung': Theorie und Praxis	16.12.2025–17.12.2025	Meschede	Tanja Jarkow Tel.: 02903 9699011 schulung@pro-el.de
	Praxisseminar zum Prüfen elektrischer Anlagen nach VDE 0100-600 und VDE 0105-100	13.01.2026		
BZL für Elektro- und Informationstechnik e. V.	AuS: Arbeiten unter Spannung bis 1 kV: Auffrischungsseminar	17.12.2025	Lauterbach	Fabian Maiwald Tel.: 06641 91170 info@bzl-lauterbach.de
	Prüfen von elektrischen Geräten nach VDE 0701 (nach der Reparatur) und VDE 0702 (Wiederholungsprüfung), Basisseminar zur Erlangung der Grundkenntnisse	17.12.2025		

Online-Seminare bundesweit

Veranstalter	Thema	Zeit	Ort	Ansprechpartner
Mebedo Akademie	VEFK – verantwortliche Elektrofachkraft: Grundlagenseminar	16.12.2025–17.12.2025	Online-Seminar	Jessica Wedekind Tel.: 02602 95081298 akademie@mebedo-ac.de
	Jahresunterweisung Elektrofachkräfte/Anlagenverantwortliche	07.01.2026		
	Neuerungen von Normen und Regelwerken in der Elektrotechnik	13.01.2026		
	VEFK – verantwortliche Elektrofachkraft: Grundlagenseminar	13.01.2026–14.01.2026		
	VEFK – verantwortliche Elektrofachkraft: Fachkundeerhalt	15.01.2026		
DGS Akademie Franken/Solare Dienstleistungen	pv@now Software-Schulung	19.12.2025	Online-Seminar	Anja Wischer Tel.: 0911 37651641 wischer@dgs-franken.de
DGWZ – Dt. Ges. für wirtsch. Zusammenarbeit	Rufanlagen: Fachkraft nach DIN VDE 0834	16.12.2025	Online-Seminar	Nevena Vasilachi Tel.: 06172 9818585 veranstaltungen@dgwz.de
	Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung, Sicherheitsleitsysteme	17.12.2025–18.12.2025		
	Trinkwasserhygiene nach VDI/DVGW 6023 Kategorie A und B	18.12.2025–19.12.2025		
	Brandschutztüren und Feststellanlagen prüfen	08.01.2026–09.01.2026		
	Brandschutzklappen: befähigte Person für Prüfung und Instandhaltung	09.01.2026		
	Elektrische Verriegelungen von Türen in Rettungswegen (ElVTR)	12.01.2026		
	Feuerwehrpläne, Flucht- und Rettungspläne sachkundig erstellen	12.01.2026–13.01.2026		
	Kälteanlagen: befähigte Person zur Prüfung nach BetrSichV	12.01.2026–13.01.2026		
	Notstromversorgungsanlagen: Grundlagen Planung und Betrieb	15.01.2026–16.01.2026		
	Photovoltaikanlagen: befähigte Person zur Prüfung gemäß VDE 0126-23-1	15.01.2026–16.01.2026		
LITG e.V.	Grundlagen: Sehen & Messen	06.01.2026–08.01.2026	Online-Seminar	Vera Oberhoff Tel.: 030 26557873 weiterbildung@litg.de
	Grundlagen: Lampen & Leuchten	13.01.2026–15.01.2026		
TÜV Rheinland Akademie	Betrieb elektrischer Anlagen gemäß DIN VDE 0105/0105-1	16.12.2025	Online-Seminar	servicecenter Tel.: 0800 8484006 servicecenter@de.tuv.com
	Der Anlagenverantwortliche	16.12.2025		
	Schaltberechtigung Mittelspannung	17.12.2025–18.12.2025		
	Betrieb elektrischer Anlagen gemäß DIN VDE 0105/0105-1	19.12.2025		
	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten: Aufbaukurs für EUPs	19.12.2025–21.12.2025		

Hinweis: Die hier aufgeführten Veranstaltungstermine sind unverbindlich. Für die Richtigkeit der Angaben übernehmen wir keine Gewähr.

Impressum



Fachzeitschrift für die Elektrofachkräfte
in Handwerk, Planung und Industrie
www.elektropraktiker.de



HUSS-MEDIEN GmbH
Ein Unternehmen der Huss-Verlagsgruppe
Berlin · München

Postanschrift: 10400 Berlin
Hausanschrift: Am Friedrichshain 22
10407 Berlin
Telefon: 030 42151-0
Telefax: 030 42151-251

Herausgeber: Dipl.-Ing. (FH) Christoph Huss

Medienkooperation mit: Litg

Redaktion:
E-Mail: redaktion@elektropraktiker.de
Dipl.-Ing. Rüdiger Tuzinski, Chefredakteur,
verantwortlich
Telefon: 030 42151-304

Dipl.-Ing. (FH) René Drescher
Telefon: 030 42151-359

Oliver Pritzkow, M. A.
Telefon: 030 42151-397

Dipl.-Ing. Andreas Steckmann
Telefon: 030 42151-264

Stefan Winterfeldt, M. A.
Telefon: 030 42151-248

Sandra Pirl, Redaktionsassistentin
Telefon: 030 42151-267

Ständiger Mitarbeiter:
Dipl.-Ing. (FH) Heino Hackbarth

Beirat:
Dr.-Ing. Jens Jühling, BG ETEM
Dr.-Ing. Horst Möbus, Fachautor
Obering. Dipl.-Ing. Rolf Müller, Fachautor
Norbert Witke, Vertreter der VEG

Anzeigen:
E-Mail: media@elektropraktiker.de

Torsten Ernst, BBA, verantwortlich
Telefon: 030 42151-262
Telefax: 030 42151-293

Stephan Köhn
Telefon: 030 42151-420

Bogdan Belimenko
Telefon: 030 42151-413

Susan Grunert
Anzeigenendisposition
Telefon: 030 42151-259

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 33 vom 1.1.2024

Vertrieb:
E-Mail: vertrieb@elektropraktiker.de
Olaf Weinert, verantwortlich
Telefon: 030 42151-274

Leserservice:
E-Mail: leserservice@elektropraktiker.de
Telefax: 030 42151-232

Online-Leserservice:
www.leserservice.hussmedien.de

Erscheinungsweise: monatlich

Bezugsanweisung:
I Jahresabonnement (Inland) inkl. ePaper: € 90,00 (inkl. Mwst., zzgl. € 12,00 Porto und Versand)
I Jahresabonnement (Ausland) inkl. ePaper: € 106,80 (inkl. Porto und Versand)
I Einzelheft: € 9,50 (inkl. Mwst., zzgl. € 1,80 Porto und Versand)
I Jahresabonnement (Inland) mit epPLUS-Paket: € 130,80 (inkl. Mwst., zzgl. € 12,00 Porto und Versand)
I Jahresabonnement (Ausland) mit epPLUS-Paket: € 147,60 (inkl. Porto und Versand)
I Jahresabonnement epDIGITAL: € 96,00 (inkl. Mwst.)
Für die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Licht-Technik und Lichtgestaltung e.V. ist der Bezugspreis im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Preise für Innungen, Verbände, Sammelbezug, Studenten-Abo und Kombinationsrabatte auf Anfrage. Abonnementgebühren sind im Voraus zu entrichten.

Der Abonnementpreis erhöht sich für das Ausland um die Zustellgebühren und um evtl. Differenzen aus dem Mehrwertsteuerrecht.

Das Abonnement verlängert sich für Kaufleute nur dann um ein weiteres Jahr, wenn es nicht sechs Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres schriftlich gekündigt wird.

Verbraucher können erstmals vier Wochen vor Ablauf der Mindestvertragslaufzeit von zwölf Monaten schriftlich kündigen und danach jederzeit vier Wochen zum Monatsende.

Höhere Gewalt entbindet den Verlag von der Lieferungs-pflicht, damit verbundene Ersatzansprüche werden nicht anerkannt. Preisanpassungen an die Teuerungsrate

wegen steigender Kosten bei Einkauf, Herstellung und Versand bleiben vorbehalten. Das Recht zur Kündigung innerhalb der vereinbarten Kündigungsfrist bleibt hiervon unberührt.

Herstellung:
Layout, Satz und Reproduktion:
HUSS-MEDIEN GmbH,
10400 Berlin
E-Mail: layout@hussmedien.de

Druck:
Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde
Alle Rechte vorbehalten
© by HUSS-MEDIEN GmbH

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jeder Nachdruck – auch auszugsweise – sowie jede andere Verwertung bedarf – sofern sie nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist – der Zustimmung des Verlages. Darunter fällt insbesondere die gewerbliche Vervielfältigung jeder Art und die Aufnahme in elektronische Datenbanken. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Einsendungen übernimmt der Verlag keine Haftung. Anspruch auf Ausfallhonorare, Archivgebühren und dergleichen besteht nicht. Die mit dem Namen des Verfassers gekennzeichneten Abhandlungen stellen in erster Linie die persönliche Meinung des Verfassers dar. Varnamen werden in dieser Zeitschrift ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt. Texte, Abbildungen, Programme und technische Angaben wurden sorgfältig erarbeitet. Verlag und Autoren können jedoch für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch eine Haftung übernehmen. Für alle Preisausschreiben und Wettbewerbe in der Zeitschrift ist der Rechtsweg ausgeschlossen. Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Berlin.
ISSN 0013-5569

E-Mobilität: Akzeptanz der Stromer steigt

Weltweit nimmt der Absatz an E-Fahrzeugen fast überall stärker zu als in Deutschland. Das hat Gründe. Trotzdem steigen auch hierzulande die Zulassungszahlen, die Akzeptanz der Stromer wächst. Die Negativ-Stories der letzten Jahre – sie wirken nicht mehr.

Regeln für elektrische Direktheizungen

Die Installation elektrischer Direktheizungen ist in einigen Anwendungsfällen technisch sinnvoll sowie wirtschaftlich und ökologisch vertretbar. Bei der Errichtung solcher Flächenheizungen ist auf den ersten Blick nicht klar, welche Regelwerke zu berücksichtigen sind. Einige davon sind nicht einmal im VDE-Auswahlordner für das Elektrohandwerk enthal-



Quelle: ep

ten. Dazu gehört auch eine Herstellernorm, welche die für Flächenheizelemente nutzbare Wandfläche stark einschränkt.

Eigenerzeugten Solarstrom sicher speichern

Der Eigenverbrauch selbst erzeugten Stroms wird für Betreiber von Photovoltaikanlagen

zunehmend attraktiver – nicht zuletzt aufgrund sinkender Einspeisevergütungen und steigender Strompreise. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb ist jedoch die Möglichkeit, überschüssige Energie sicher zu speichern. Der Markt für Batteriespeichersysteme entwickelt sich dynamisch und bietet inzwischen eine Vielzahl modularer, vor-konfigurierter Lösungen. Der Beitrag erläutert die Anforderungen bezüglich Sicherheit, Technik und Genehmigung für den Einsatz im industriellen und gewerblichen Umfeld.

Führung mit KI, nicht durch KI

KI ist ein mächtiges Hilfsmittel beim Führen. Doch sie kann menschliche Führung nicht ersetzen – unter anderem, weil sie keine Verantwortung übernehmen kann und über kein Gewissen und Bauchgefühl verfügt.



10. Auflage

März 2022, 10., stark überarbeitete Auflage 2022, 39,80 €, Bestell-Nr. 3-341-01651-0, Autor: K. Bödeker, M. Lochthofen
Im Online-Shop auch als E-Book erhältlich.

Geräteprüfung: Neue Normen & Anforderungen

Ein Muss für jede Elektrofachkraft

Beleuchtet werden die zwei Normen DIN EN 50678 und DIN EN 50699, die aus der Trennung der VDE 0701-0702 hervorgegangen sind, und die damit verbundenen Herausforderungen:

- Internationale Harmonisierung: neue Normen auch in anderen europäischen Ländern anwendbar
- Neue Messung: Prüfung des Ableitstroms von isolierten Eingängen
- BetrSichV, TRBS und DGUV: umfassende Prüfung und ausführliche Dokumentation erforderlich



Jetzt bestellen!

Ich bestelle auf Rechnung:

☐ als ep-Abonnent (Kunden-Nr.)☐ als Neukunde**Zeitschrift**

Preise: Stand 01/2025

Expl.	Artikel	€/Jahr	zzgl. Porto (Inland) in €
	Miniabo ¹ der Zeitschrift ep Elektropraktiker (2 Ausgaben) ☐ mit 60 Tagen Testzugang für das Online-Paket epPLUS	0,00	0,00
	Jahresabo ² der Zeitschrift ep Elektropraktiker, 12 Ausgaben jährlich + E-Paper	90,00	12,00
	Jahresabo ² der Zeitschrift ep Elektropraktiker mit Online-Paket epPLUS Beinhaltet neben den 12 Ausgaben jährlich das Online-Archiv, die Heftausgabe als E-Paper, den Online-Normendienst und die monatliche Aktualisierungsmeldung	130,80	12,00
	epDigital: Heftausgabe als E-Paper, Zugriff auf das komplette Online-Archiv	96,00	0,00

Bücher

Expl.	Artikel	€/Stück ⁵
	epBIBLIOTHEK:	
	Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Geräte, 10. Auflage (Bödeker/Lochthofen) ³ (Tipp)	39,80
	Beleuchtungstechnik Grundlagen ³	59,00
	Mittelspannungsanlagen (NEU)	49,00
	weitere:	
	Die vorschriftsmäßige Elektroinstallation	49,00
	VDE 0100 und die Praxis (Kiefer) (Tipp)	45,00
	Störungsfreier Betrieb von PV-Anlagen	44,00
	Die zukunftssichere Elektroinstallation	39,00
	Netzwerktechnik im Gebäude (NEU)	44,00

ep-Dossiers

Expl. gedruckt	Expl. digital	Artikel	€/Stück ⁵
		Sachverständige Elektrotechnik (Tipp)	14,99
		Photovoltaik 2024	15,00
		Kabeldimensionierung	15,00
		VEFK in Unternehmen	15,00
		Arbeitsschutz-Kompodium: Ordner (Tipp)	59,00
		Arbeitsschutz-Kompodium: Loseblattwerk (Tipp)	49,00
		Arbeitsschutz-Kompodium: digital (Tipp)	39,00

Sonderhefte

Expl. gedruckt	Expl. digital	Artikel	€/Stück ⁵
		Rechtssicherheit XXL 1	29,80
		Rechtssicherheit XXL 2 (Tipp)	29,80
		Rechtssicherheit XXL 1 + 2	45,00
		Messen und Prüfen – Grundlagen 1	15,00
		Messen und Prüfen – Grundlagen 2	15,00
		Paket Messen und Prüfen – Grundlagen 1 + 2	25,00
		Gebäudesicherheit 2023	18,00
		Vorbeugender Brandschutz 2025 (Tipp)	18,00

1 Melde ich mich 14 Tage nach Erhalt des zweiten Probeheftes nicht, möchte ich die Zeitschrift (mit/ohne epPLUS) für mind. ein Jahr zu den bekannten Konditionen weiter beziehen.**2** Das Abonnement läuft nach der Mindestvertragslaufzeit von 12 Monaten unbefristet weiter, wenn es nicht termingerecht 6 Wochen vor Ende des Kalenderjahres schriftlich gekündigt wird. Für Privatkunden gilt: 4 Wochen zum Monatsende. **3** Für E-Book-Bestellungen nutzen Sie bitte unseren Online-Shop. **4** zzgl. 19 % MwSt., epPLUS-Nutzern gewähren wir 10 % Rabatt beim Kauf der Erstjahreslizenz, ab dem 2. Jahr 120,00 € Servicegebühr/Jahr (netto) **5** inkl. MwSt., zzgl. Versand für gedruckte Ausgaben**ep ELEKTROPRAKTIKER-Leserservice:**10400 Berlin · Fax: 030 42151-232 · Tel.: 030 42151-325 · E-Mail: leserservice@hussmedien.de**Kontaktdaten**

Firma/Name, Vorname*

z. Hd.

Straße/Nr.*

Postfach

Land/PLZ*

Ort*

Telefon

Fax

E-Mail

☐ Newsletter abonnieren**Branche/Haupttätigkeit:**

- ☐ Elektroinstallation/Handwerk
☐ Elektroplanung/Ing.-Büro
☐ Einzel- oder ☐ Großhandel
☐ Ausbilder/Dozent
☐ Azubi/Student
☐ Elektrofachkraft im Bereich:

☐ Sonstiges:

Datum*

Unterschrift*

512/BSC

* Pflichtfeld

Vertrauensgarantie: Diese Bestellung kann ich innerhalb von 14 Tagen schriftlich widerrufen. Die Frist ist durch die rechtzeitige Absendung gewahrt. Datenschutzhinweis: Bitte beachten Sie unsere Datenschutzerklärung, unter www.huss-medien.de/datenschutz. Sie können diese Einwilligung jederzeit widerrufen. Durch den Widerruf wird die Rechtmäßigkeit der aufgrund der Einwilligung bis zum Widerruf erfolgten Verarbeitung nicht berührt. Sie können der Nutzung Ihrer Daten für Werbezwecke jederzeit widersprechen: adressen.vertrieb@hussmedien.de.

Ihr einfachster Weg zur professionellen Gebäudeautomation.

Vergessen Sie aufwändiges Schlitzen für grüne Kabel oder unzuverlässige Funksignale. Mit LCN reicht bereits eine freie Ader in der bestehenden Standard-Installation.

Warum also kompliziert, wenn es auch einfach geht? LCN macht den Einstieg in die Gebäudeautomation für Sie so attraktiv und preiswert wie nie:

- ✓ **Genial einfach:** Installation mit Standard-NYM-Kabel.
- ✓ **Umfassend:** Von Beleuchtung & Klima bis Alarmsystem & Zutrittskontrolle – alles integriert.
- ✓ **Universell, maximale Leistung:** Für alle Gewerke von der Wohnung bis zu Großprojekten.
- ✓ **Investitionssicher:** Seit über 30 Jahren – extrem zuverlässig, Made in Germany.

Steigen Sie ein:
Jetzt Weihnachtsrabatt sichern!



Ihr Partner für überlegene
Gebäudeautomation.